



HAL
open science

Le développement de l'aquaculture saumâtre dans l'Aire Pacifique Evolution des paysages, dynamiques socio-économiques et impacts environnementaux dans deux territoires au Pérou et aux Philippines

François Mialhe

► **To cite this version:**

François Mialhe. Le développement de l'aquaculture saumâtre dans l'Aire Pacifique Evolution des paysages, dynamiques socio-économiques et impacts environnementaux dans deux territoires au Pérou et aux Philippines. Géographie. Université Paris-Diderot - Paris VII, 2010. Français. NNT: . tel-00557715

HAL Id: tel-00557715

<https://theses.hal.science/tel-00557715>

Submitted on 19 Jan 2011

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Chapitre 3 Les changements d'occupation du sol du territoire de Tumbes

3.1 L'étude des changements d'occupation du sol

L'utilisation des méthodes diachroniques en télédétection permet d'identifier les changements d'occupation du sol (COS), c'est-à-dire le passage d'un état de surface à un autre. Un changement se décrit d'abord sur un plan structurel puis ensuite sur un plan fonctionnel. La multiplication des études sur les changements s'explique par une meilleure disponibilité des données, par les enjeux croissants de l'aménagement et de la gestion du territoire, et enfin par la fonction d'indicateur du paysage.

Les COS sont le résultat matériel des changements sociétaux et environnementaux (Figure 3-1). Les trois éléments, le système biophysique, le système social et le paysage interagissent et s'influencent mutuellement. Les facteurs sociaux qui ont le plus affectés les paysages aquacoles sont liés à l'avènement de la mondialisation et de la globalisation de l'activité. Ces dernières provoquent des mutations territoriales d'intensité et de rapidité uniques. La mondialisation rend les territoires dépendants les uns des autres tandis que la globalisation réorganise la production (Courlet 2007). D'un point de vue fonctionnel, les impacts sont l'autonomisation et la mise en concurrence des territoires. L'objectif pour ces derniers est alors de créer et d'attirer la richesse. Les changements, rapides et intenses, sont ainsi capables de composer des territoires, de les recomposer voire de les décomposer, et se matérialisent parfois au niveau des paysages. Le système biophysique agit sur les autres systèmes à travers, en particulier, les aléas. L'interaction de ces aléas avec le système social, en changement constant, provoque des risques plus nombreux et plus variés que par le passé. Les aléas naturels engendrent donc du risque dans le système social, qui devient alors la cause de changements paysagers. L'inverse est aussi vrai, les aléas peuvent en effet modifier la couverture paysagère, rendant alors le système social vulnérable. Ce sont ces liens, parfois complexes, entre ces trois systèmes que l'on a cherché à identifier et à caractériser dans ce chapitre.

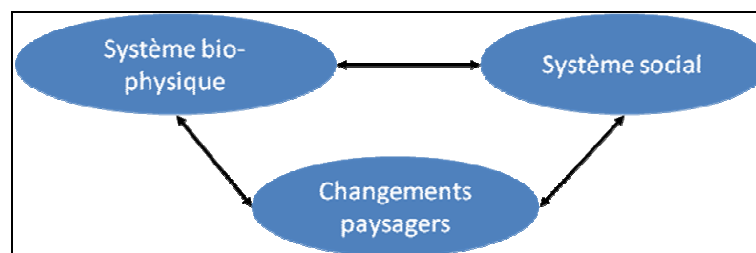


Figure 3-1 Modèle des interrelations entre le paysage et les systèmes sociaux et biophysiques

3.1.1 Les changements d'occupations du sol

L'objectif des études portant sur les changements paysagers est d'identifier les causes qui provoquent les changements paysagers, d'étudier les interactions entre ces causes et les rétroactions des changements paysagers sur le système. Le recours au paysage s'explique par le fait que l'analyse de plusieurs de ses attributs (formes, composition, agencement, changement) sont des indicateurs pertinents de l'état de l'environnement, des impacts de l'homme et de ses activités. Il s'explique aussi par la multiplication des données, fruit des nouvelles méthodes de collecte des données, et par la mise à disposition de bases de données. Il s'explique enfin par un besoin croissant de comprendre et d'évaluer les changements dans une perspective politique afin de les renforcer ou de les atténuer selon s'ils sont désirables ou non (Leemans et Serneels 2004). Au niveau politique, l'exploration des changements peut

constituer un outil d'aide à la décision, susciter l'apprentissage, déboucher sur une gestion destinée à gérer le changement plutôt qu'à le contrôler (Folke 2006) et permettre aussi d'éviter des échecs passés¹.

Les changements paysagers ne sont pas récents. L'homme est un agent perturbateur parmi d'autres. Les passages des périodes glaciaires à des périodes interglaciaires, du Pléistocène à l'Holocène par exemple, se sont accompagnés de changements paysagers majeurs de la flore et de la faune à l'échelle du globe. La différence est que, de nos jours, les hommes, par leurs actions et décisions, sont les principaux vecteurs des changements (Rindfuss *et al.* 2008). Les changements paysagers d'origine anthropique peuvent être considérables, avec par exemple la destruction de 12 millions km² de forêts et d'une aire égale gagnée par les cultures au cours du passé récent (Goldewijk et Ramankutty 2004). Parmi les principaux impacts relevés dans la littérature, on peut citer : la diminution de la capacité de séquestration du CO₂, la modification des cycles biogéochimiques (eau, azote, phosphore), la modification de l'albédo, la désertification, la réduction de la biodiversité, l'imperméabilisation des sols, la disparition des zones humides, l'augmentation de la vulnérabilité socio-économique de certaines populations, la réduction des services écologiques, les impacts épidémiologiques (Rindfuss *et al.* 2008, Lambin *et al.* 2001, Goldewijk et Ramankutty 2004). Certains événements du passé sont des archives qui témoignent des capacités des perturbations importantes de l'homme mais peuvent aussi servir à comprendre pourquoi il n'a pas été permis d'éviter les changements, ce qui peut s'expliquer par l'absence ou par de fausses connaissances au moment des décisions. Un changement indésirable à une époque peut ne pas l'être à une autre époque.

La généralisation des résultats obtenus à partir d'un territoire et l'élaboration de théories se heurtent à la diversité des cas d'étude et à la complexité des phénomènes (Bürgi *et al.* 2004). La généralisation doit profiter de la multiplication des bases de données et des études de cas, des travaux interdisciplinaires, et des évolutions propres des différents champs disciplinaires qui s'intéressent à l'étude des changements. Les travaux en bioéconomie ont par exemple permis des avancées significatives sur l'évaluation qualitative et quantitative des impacts et des mesures de préservation (Costanza *et al.* 1997, Barbier 2000, Rönnbäck et Primavera 2000, Janssen et Padilla 1999, Gunawardena et Rowan 2005, Gunnell 2009). Une telle approche pose les jalons d'une intégration plus systématique des problématiques écologiques, à travers le paysage par exemple, dans le champ de l'économie politique.

3.1.2 Le changement dans les systèmes complexes

Les changements prennent place au sein de systèmes complexes et sont eux-mêmes de nature complexe. Assimiler les territoires à des systèmes complexes permet d'éviter plusieurs écueils du passé tel que ceux du déterminisme ou de la causalité linéaire. Lambin *et al.* (2001) insistent sur le caractère complexe des changements, de leurs causes, et de leurs conséquences. Des systèmes sont complexes lorsque les éléments qui les composent sont de natures variées et interagissent de sorte à faire évoluer le système de façon non linéaire.

Les cycles adaptatifs de Holling (1986) (Figure 3-2) décrivent le comportement global d'un système écologique mais sont transposables aux territoires. Quatre phases y sont distinguées : une phase de croissance, une phase de conservation-maturation, une phase d'effondrement-crise et une phase de réorganisation-adaptation. Une ville, par exemple peut suivre une évolution similaire : croissance spatiale, spécialisation des quartiers-ségrégation spatiale, crise économique (friches industrielles-quartiers déshérités), et renouvellement avec de nouveaux modèles urbains (requalification urbaine), de sorte qu'aucun espace ne peut être *a priori*

¹ Tels que certains aménagements littoraux (barrages, digues, épis, murs de soutènement), mal conçus et inadaptés aux dynamiques à l'œuvre, qui provoquent des boucles de rétroactions indésirables.

condamné car chaque lieu comporte des ressources, plus ou moins valorisées selon les époques. La nature et la quantité des ressources jouent un rôle fondamental dans le renouvellement des territoires.

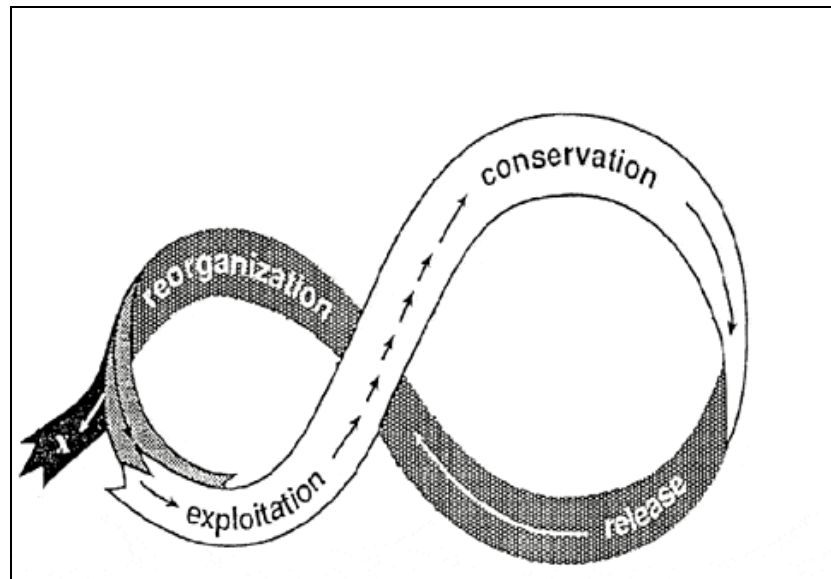


Figure 3-2 - Cycle adaptif de Holling

Le paysage n'évolue pourtant pas exactement au même rythme que les changements sociétaux. Il y a une inertie du paysage qui limite la vitesse et la portée des changements. Il est rare d'observer une simultanéité entre une série de facteurs et leurs conséquences paysagères lorsque parmi ces facteurs on compte des facteurs sociaux.

Reconnaître le système comme complexe revient aussi à reconnaître l'existence d'une dynamique continue, fruit des interactions entre les éléments. Le changement, continu, est alors un état normal de tout système. Il n'est ni indésirable ni anormal et s'avère vertueux lorsque la pérennité du système est menacé. Des changements plus intenses, plus visibles, que l'on peut qualifier d'adaptation, se déclenchent lorsque les répercussions sont grandes. Ils permettent le renouvellement du système.

La complexité est aussi le fruit des interrelations et interdépendances entre les territoires qui s'expriment à travers les diffusions matérielles et idéelles de biens et d'idées. La globalisation a eu comme effet, parmi d'autres, d'accroître le nombre et la taille des cercles d'influence des territoires, ce qui, finalement, augmente la probabilité d'apparition d'un changement mais aussi l'incertitude sur sa nature, son intensité et sa date d'apparition. L'interdépendance des territoires signifie que les impacts d'un changement en un lieu ont de fortes chances de se diffuser en d'autres lieux (Richmond 1991). La mondialisation a, quant à elle, multiplié les territoires soumis à de telles influences. Cette complexité rend difficile la généralisation et la théorisation (Bürgi *et al.* 2004).

Les erreurs d'aménagement sont souvent imputables à une vision linéaire, déterministe et réductionniste des interactions entre facteurs. Utiliser une approche systémique permet alors de se prémunir de l'utilisation fallacieuse du système de causalité linéaire (Peguy 2001). Certains auteurs critiquent ainsi la construction de mythes de causalité déterministe au dépend de la complexité et du hasard. Lambin *et al.* (2001) donne l'exemple de la déforestation en zone intertropicale, trop souvent analysée comme la conséquence de la pauvreté et de la croissance démographique alors que les politiques ou le marché sont des facteurs au moins aussi importants. La représentation graphique peut servir de support non seulement à l'analyse mais aussi à la communication autour de ces questions (Figure 3-3).

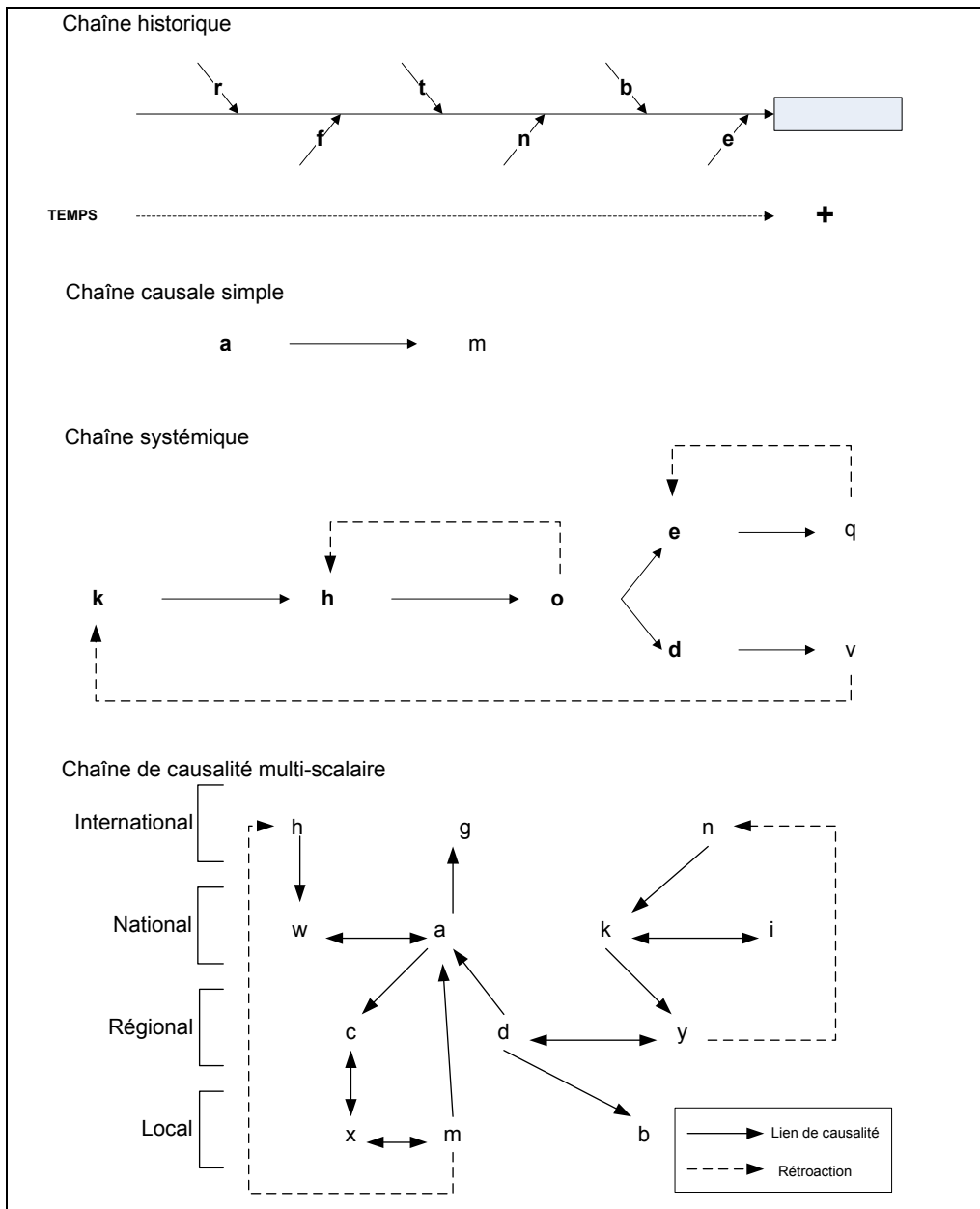


Figure 3-3 - Exemples de chaînes causales

3.2 Identification des changements : étude de la cinématique

Les cartes diachroniques réalisées précédemment (cf. chapitre 2) ont servi de support à l'identification des changements paysagers qui ont eu lieu au cours de plusieurs périodes (Figure 3-4 à Figure 3-9). Il est, en effet, pertinent de croiser les informations entre des images acquises à des dates éloignées mais aussi entre des images acquises dans des intervalles plus réduits. De cette manière, des dynamiques de natures différentes peuvent être mises en évidence, celles qui s'inscrivent dans le temps long et celles qui s'inscrivent dans des intervalles de temps plus courts. Les changements seront d'abord décrits en fonction des différentes périodes considérées avant d'être analysés de manière plus globale.

3.2.1 Période 1962-1977 (Figure 3-4)

Le changement principal durant cette période est le passage de la forêt sèche au sol nu (2340 ha). Il est la conséquence des variations saisonnières. La réponse de la forêt sèche à l'absence de précipitations est très forte et se caractérise par une réduction presque totale de son activité chlorophyllienne. Les cycles de production de biomasse de la forêt sèche sont très corrélés aux saisons climatiques. A l'embouchure du Tumbes et plus à l'est, dans la baie de Puerto Pizarro, plusieurs plans d'eau sont passés à l'état de zones humides. Dans le premier cas, c'est la conséquence de l'accrétion littorale. Une fois largués en mer par les fleuves, les sédiments sont repris par la houle et sont entraînés vers l'est, s'accumulant sous forme de flèche sableuse. Les zones humides correspondent à la partie de la flèche sableuse exondés lors du jusant. Dans le cas de la baie de Puerto Pizarro, la zone humide correspond à la partie basse des marais maritimes, la slikke, exondée à chaque marée basse. Cet élément du milieu littoral est essentiel dans le processus de stabilisation du trait de côte et dans la possibilité offerte aux palétuviers de coloniser de nouvelles superficies. Un autre changement, remarquable, est lié à l'extension des surfaces agricoles. Ces extensions concernent principalement le delta du Tumbes, à la fois au nord de la capitale départementale, et plus à l'ouest. Elles ont occupé à la fois des sols anciennement à nus (526 ha) ainsi que des zones de mangroves (185 ha). Durant la période considérée, l'augmentation moyenne annuelle des surfaces agricoles est de 47 hectares, ce qui en fait l'un des changements majeurs de cette période.

3.2.2 Période 1977-1991 (Figure 3-5)

De nombreux plans d'eau ont fait leur apparition au détriment des sols nus, de la mangrove et de la forêt sèche. Ce sont des étangs de grossissement aquacole, dédiés à l'élevage de la crevette (*P. vannamei*). En l'espace de 14 ans, plus de 600 hectares de mangrove ont ainsi disparus au profit de l'aquaculture. De la même manière, ce sont plus de 500 hectares de forêt sèche qui ont disparu au profit de l'aquaculture également. Les surfaces de sols nus ont aussi régressé : plus de 2000 hectares ont servi de support aux activités aquacoles. Si l'on s'en réfère à ces valeurs, les sols nus apparaissent comme le milieu privilégié d'extension des exploitations aquacoles. Sur la façade occidentale du delta, en zone de plage, plusieurs fermes se sont par exemple installées sur des sols pourtant très perméables. Les zones aquacoles ne sont pas seulement représentées par les plans d'eau. Le passage de la mangrove à des sols nus reflète aussi les extensions aquacoles. Sur les 636 hectares qui sont passés d'un couvert de mangrove à du sol nu, la plus grande partie a été dédiée au développement aquacole. La même constatation peut être formulée pour les zones qui sont passées d'un couvert de forêt sèche à du sol nu, localisée en retrait de la mangrove dans la partie nord est. Enfin, un dernier changement remarquable, mais sans lien avec l'aquaculture, est la continuité de l'accrétion littorale en trois zones distinctes : à la pointe du delta, au niveau de l'embouchure nord du Tumbes, et au nord de Puerto Pizarro. Cette continuité dans le processus d'accrétion est le signe d'un budget sédimentaire positif et une avancée de la côte en certains endroits. Il est probable que cette dynamique soit liée aux sédiments transportés durant l'épisode d'El Niño en 1983. Cette avancée de la côte est confirmée par le passage de 276 hectares de la classe de zone humide à celle de sol nu, exprimant une continentalisation progressive des zones humides, en l'occurrence de l'estran. Le fait marquant de cette période est donc la progression importante des surfaces aquacoles aux dépens d'autres écosystèmes, et la continuité de la dynamique d'accrétion côtière.

3.2.3 La période 1991-2000 (Figure 3-6)

Les états de surface stables sont très importants durant cet intervalle. Parmi les principaux changements constatés, le passage d'un plan d'eau à du sol nu (1838 ha) concerne, dans la

plupart des cas, des espaces occupés en 1991 par des exploitations aquacoles, et dans une moindre mesure par la mer. On distingue ainsi clairement sur les cartes le contour des exploitations aquacoles. Bien que la majorité de ces exploitation ont arrêté de produire durant cet intervalle, certaines, au contraire sont apparues. Dans le cas où les sols nus se sont installés sur une zone précédemment occupée par la mer, c'est le phénomène d'accrétion déjà remarqué lors des périodes précédentes qui se poursuit, avec plus de vigueur au niveau de l'embouchure nord. En d'autres endroits, à hauteur de Puerto Pizarro, le littoral montre au contraire un recul.

3.2.4 La période 2000-2003 (Figure 3-7)

Les espaces qui n'ont pas changé d'état durant la période correspondent aux espaces naturels, pas ou peu exploités par l'homme : à savoir la mangrove, la forêt sèche, et les sols nus. Certains changements sont le résultat de la variabilité climatique saisonnière, tels que la réduction temporaire des cultures ou l'installation d'une savane le long de la panaméricaine. L'écosystème de savane est très sensible aux pluies et retrouve une vivacité lorsque les pluies s'abattent sur le territoire. La majeure partie de ces 4755 hectares correspond à de la savane, à faible taux de recouvrement et à faible activité photosynthétique. Une autre partie, localisée sur les plages et flèches sableuses, correspond à une couverture plus ou moins dense d'halophytes. Le reste, enfin, correspond à des espaces partiellement recolonisés ; ce sont les fonds des étangs aquacoles. L'arrêt de la production, pendant plusieurs années, suite à l'épizootie a ainsi permis l'établissement de certaines espèces végétales pionnières. L'installation de plans d'eau sur des sols nus traduit quant à elle la reprise de l'activité aquacole. Ce type de changement est visible aussi au niveau du trait de côte, indiquant alors la présence d'une érosion. Les changements constatés entre ces deux dates sont dû à la fois à la variabilité climatique, provoquant une variation des cycles phénologiques et à la reprise progressive de l'activité aquacole. Les espaces stables composent environ la moitié de la superficie territoriale. Bien que l'on identifie dans cette catégorie des parcelles de culture de la banane ou d'élevage de crevettes, ce sont essentiellement des espaces peu ou pas exploités par l'homme à cause de leur accessibilité réduite et de leur forte productivité.

3.2.5 Les périodes 2003-2007 et 2004-2007 (Figure 3-8)

Ces deux périodes sont traitées simultanément compte tenu de la proximité des dates. Les espaces cultivés sont ceux qui connaissent le plus de changements. Les évolutions des superficies agricoles sont la conséquence des itinéraires cultureux mis en place. Durant cette période, l'aquaculture a elle-aussi accrue ses superficies de production. C'est le signe d'un retour dans une phase de croissance. A l'inverse, les états de surface stables sont les bananeraies, la forêt sèche, la mangrove et une partie de la savane. La présence des bananeraies dans cette catégorie s'explique par le fait que la culture de cette plante est annuelle. La mangrove considérée comme stable présente des formes toutefois irrégulières. C'est la conséquence de la sécheresse sur certains spécimens qui rend plus difficile leur identification spectrale.

3.2.6 Période 1962-2007 (Figure 3-9)

L'analyse diachronique réalisée sur un intervalle très long, 45 ans, permet d'identifier les dynamiques qui s'inscrivent sur le long terme. Les résultats sont complémentaires des interprétations effectuées auparavant. Ces dernières permettent en particulier d'affiner la datation de certains changements constatés sur le long terme.

Sur le plan agricole, on constate une progression d'environ 3000 ha des zones cultivées, essentiellement de la riziculture, dont la moitié environ sur des sols précédemment à nu,

localisés dans le delta. On peut attribuer cette évolution à l'introduction de nouvelles variétés de riz, à rendements plus élevés ainsi qu'à l'extension des zones irriguées grâce à la diffusion des techniques de pompage de l'eau de surface et à la multiplication des puits (ouverts et tubulaires). Ces extensions concernent uniquement l'espace deltaïque, là où les sols ont une texture plus fine. On peut alors supposer que la plupart des zones favorables, d'un point de vue agronomique, ont été mises en valeur. Les cultures ont aussi été développées au dépend des zones de végétation à faible taux de recouvrement, à la fois dans la partie aval du delta et sur la zone d'interface fluvio-marine précédemment occupée par la savane. La présence de parcelles de formes rectangulaires et discontinues dans l'espace est par ailleurs un indice de l'origine souterraine de l'eau. Enfin, on retrouve des portions de forêt sèche mises en cultures dans la partie est du territoire. Ces zones sont aujourd'hui soumises à des régulations qui interdisent la coupe de bois de cet écosystème.

Les surfaces de mangrove transformées en plan d'eau permettent d'estimer la superficie de mangrove conquise par l'aquaculture. Il convient pourtant d'ajouter à cette estimation (1109 hectares) les surfaces de mangrove qui ont progressées après 1962 et qui ont-elles-aussi été converties par la suite en étangs. La réduction du couvert de mangrove ne représente malgré tout qu'un sixième de la surface initiale. La mangrove a par ailleurs gagné 347 ha au dépend de la mer, principalement au niveau de l'embouchure au nord du delta. Elle a donc profité de l'apport sédimentaire du fleuve Tumbes à la suite de la migration du drain principal. À proximité, une flèche sableuse imposante et courbée sous l'effet de la dérive littorale s'est, elle aussi, installée en réponse au budget sédimentaire positif. Plus à l'est, une portion de mangrove a disparu sous l'effet de l'érosion littorale locale. Sur l'ensemble du littoral, on constate une succession d'avancées et de reculs du trait de côte. À l'ouest, la plage a par endroits progressée de presque 150 mètres ; au niveau de la flèche sableuse, c'est plus de 3 kilomètres qui ont été gagnés sur la mer ; immédiatement après la flèche, la largeur érodée est d'environ un kilomètre ; entre la baie de Puerto Pizarro et le canal international, il y a une zone d'engraissement suivie d'une zone d'érosion entrecoupée d'avancées sporadiques de mangrove. D'autres changements mieux circonscrits sont à relever. Entre les zones aquacoles, on remarque ainsi la disparition de forêt sèche au profit de sols nus. Au sud-est de Puerto Pizarro, un nombre non négligeable d'étangs s'est installé dans d'anciennes zones humides en arrière de la mangrove et inondées lors des plus hautes marées. Enfin, à l'est, à proximité de Zarumilla, les grandes exploitations se sont installées sur des zones de savanes et ont peu touché les zones de mangroves.

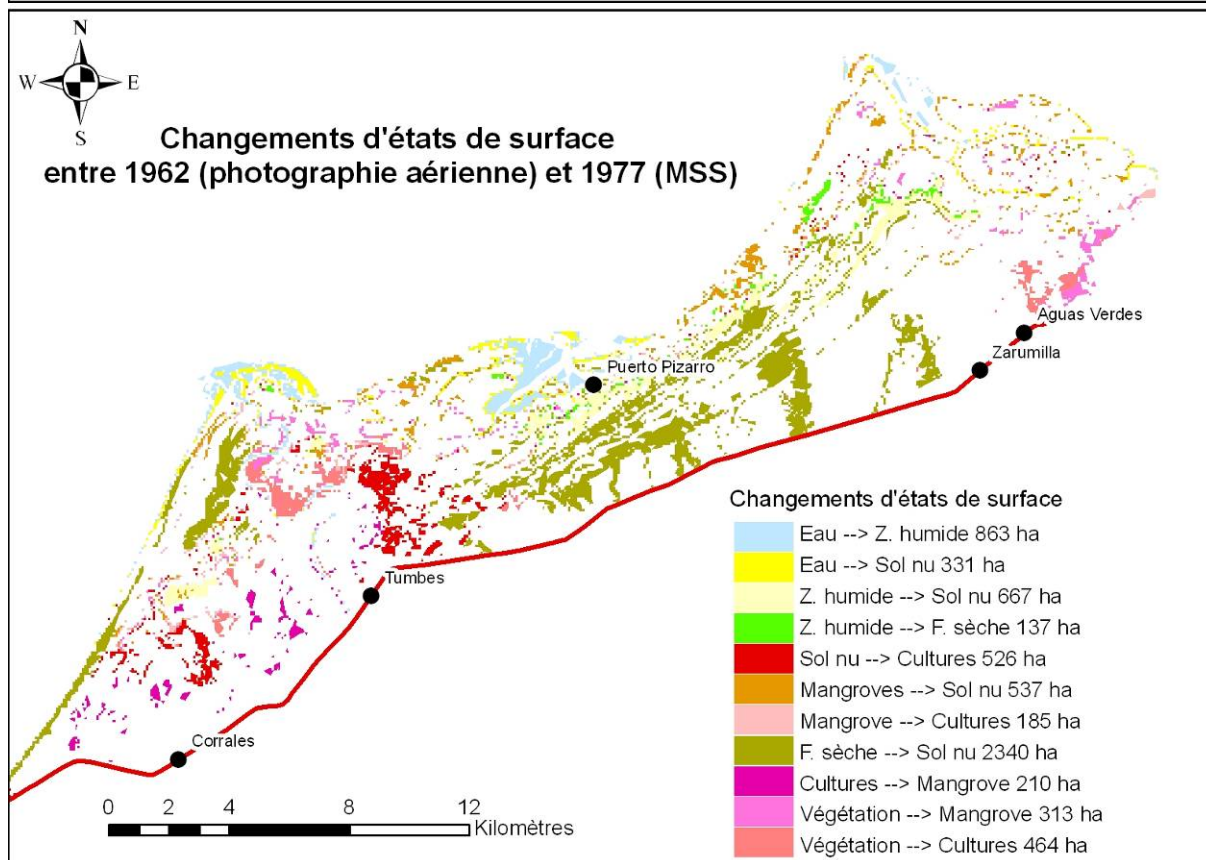
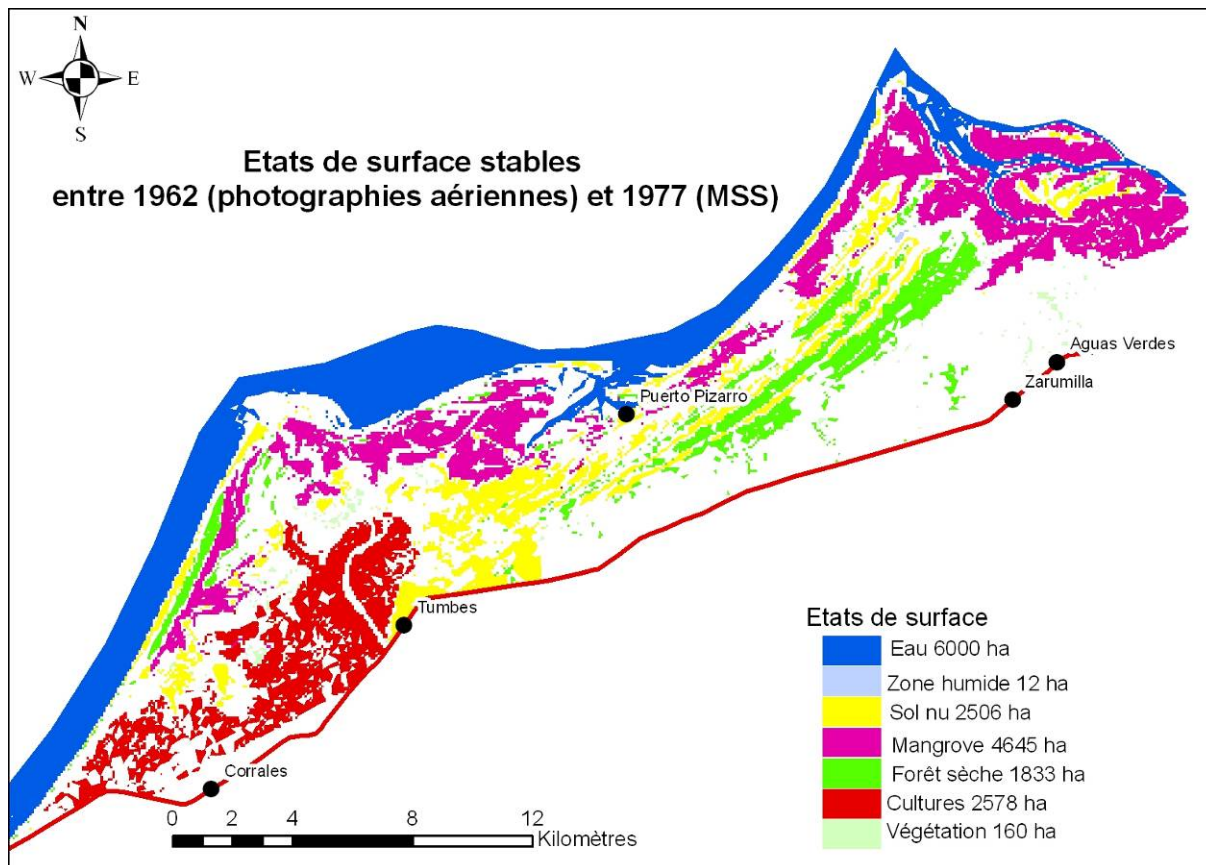


Figure 3-4 – Cartes diachroniques entre 1962 et 1977

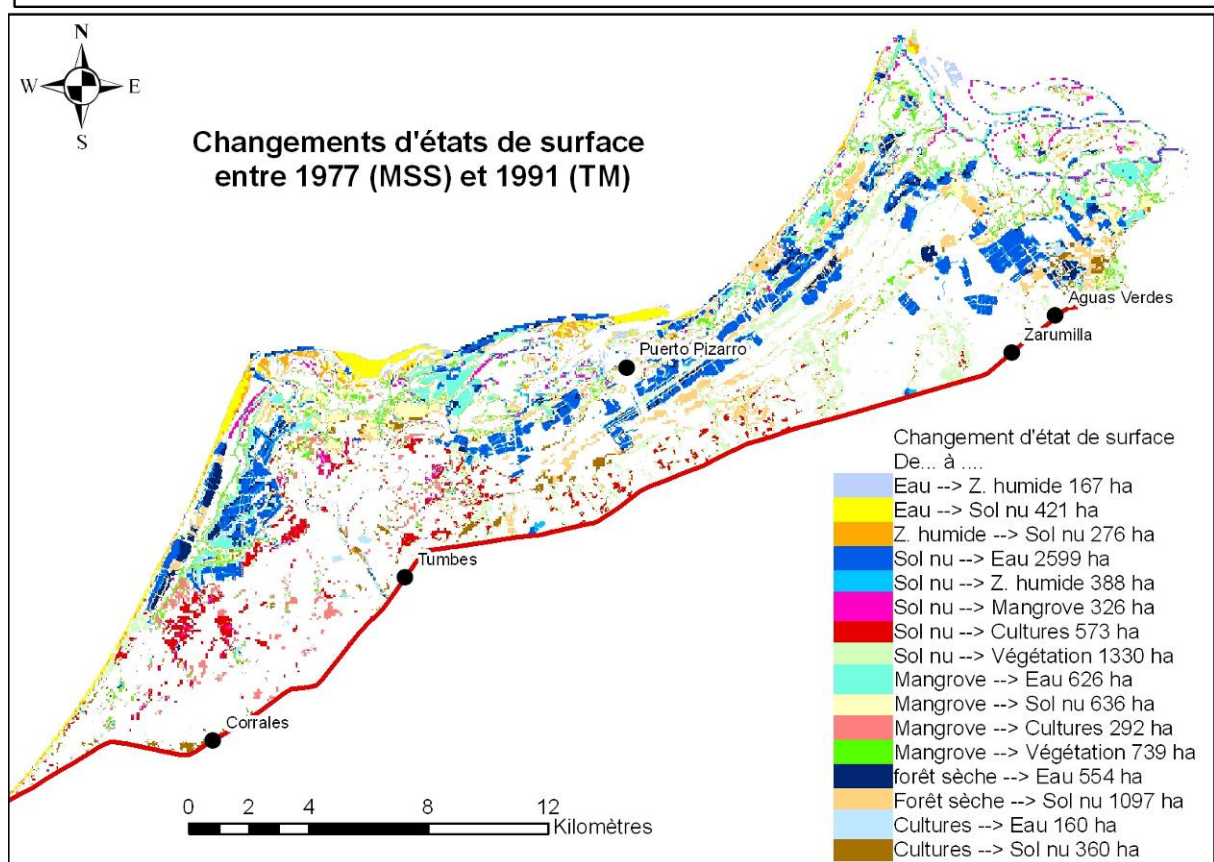
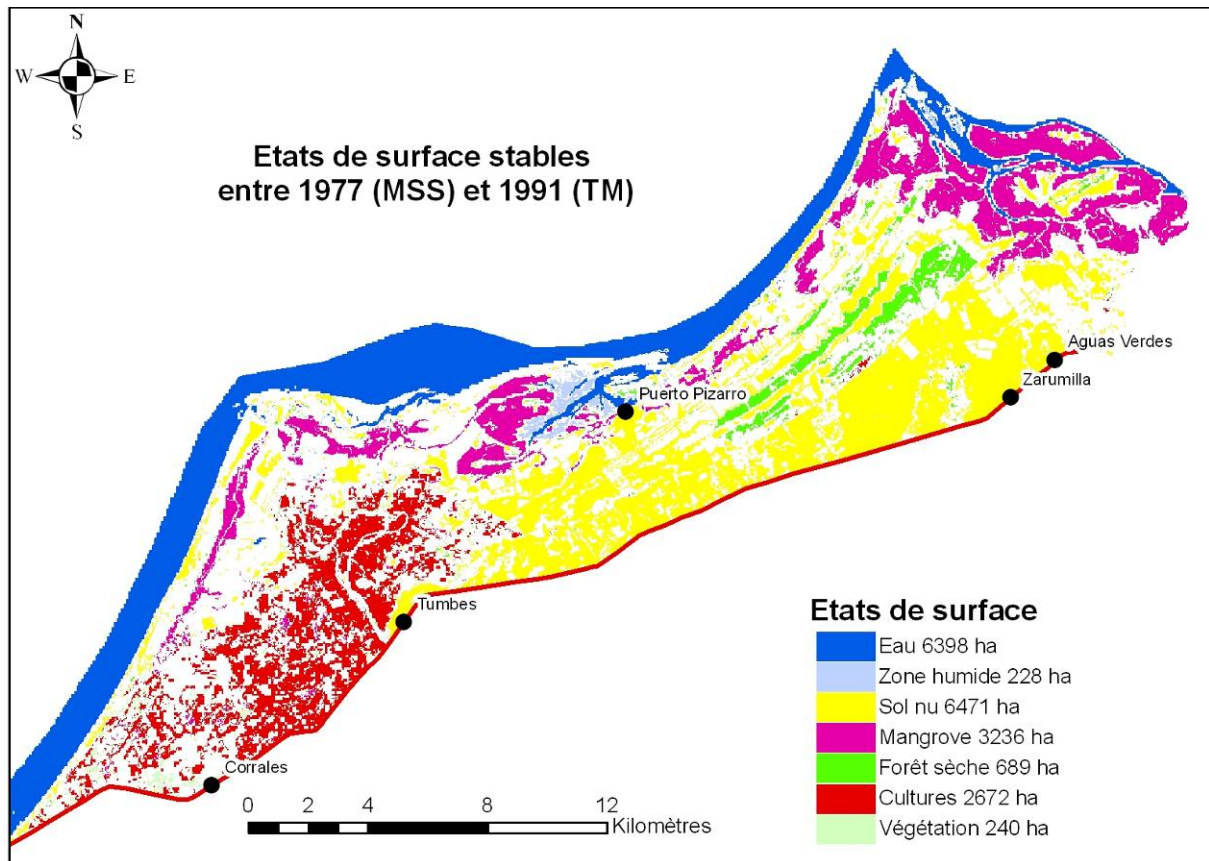


Figure 3-5 – Cartes diachroniques entre 1977 et 1991

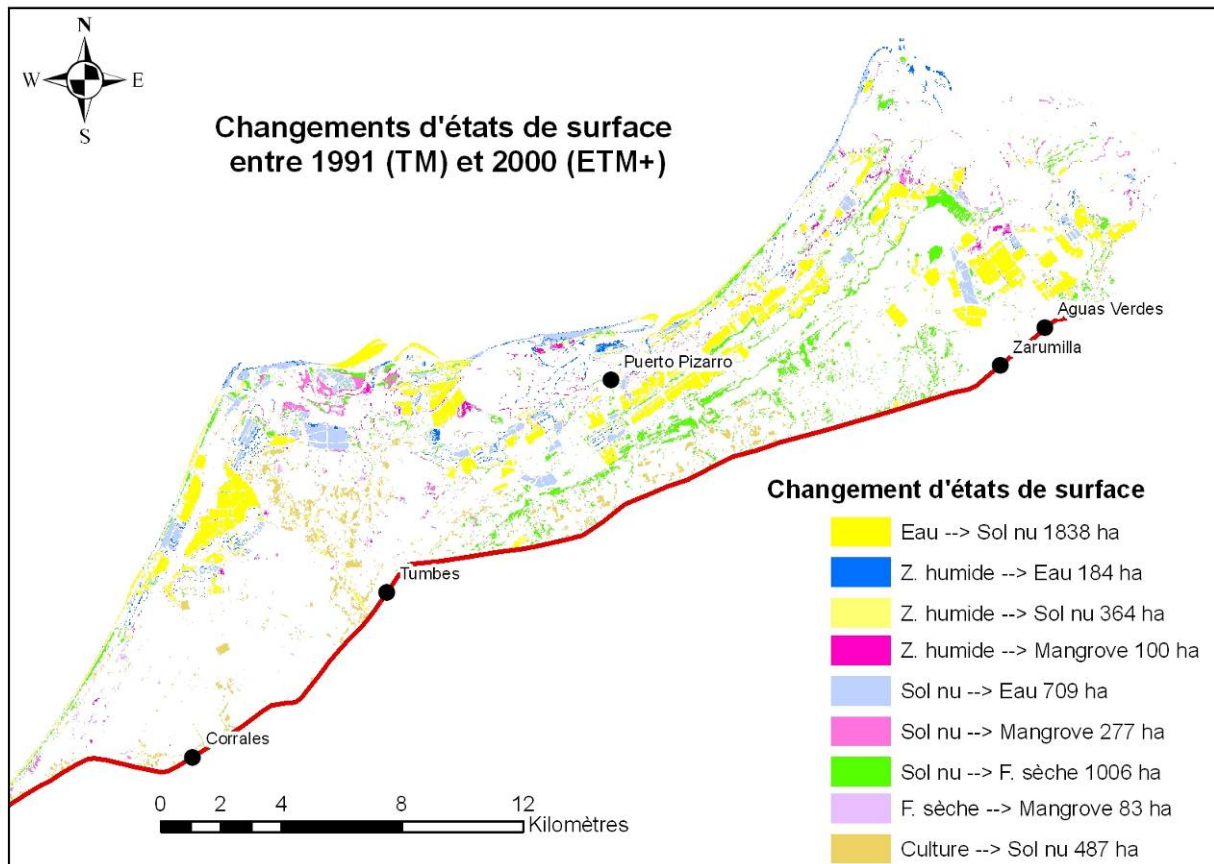
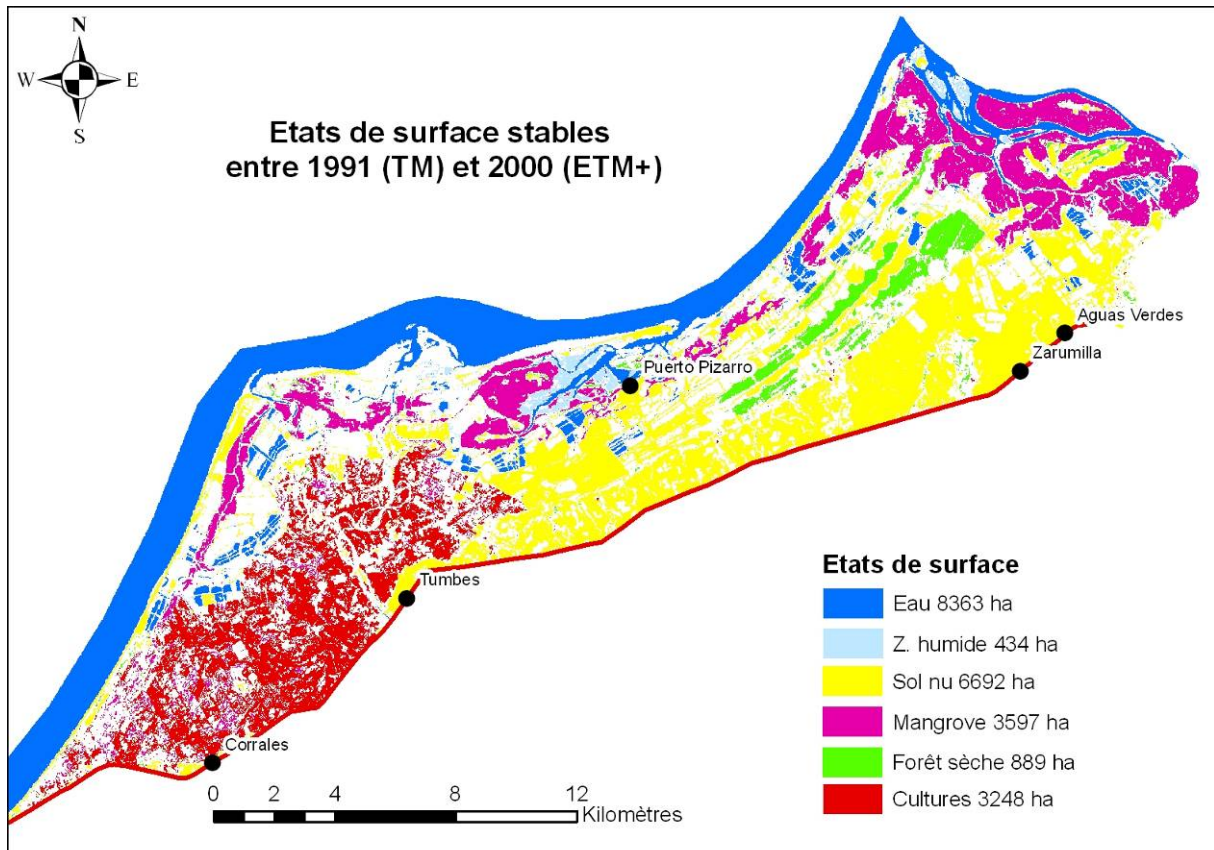


Figure 3-6 - Cartes diachroniques entre 1991 et 2000

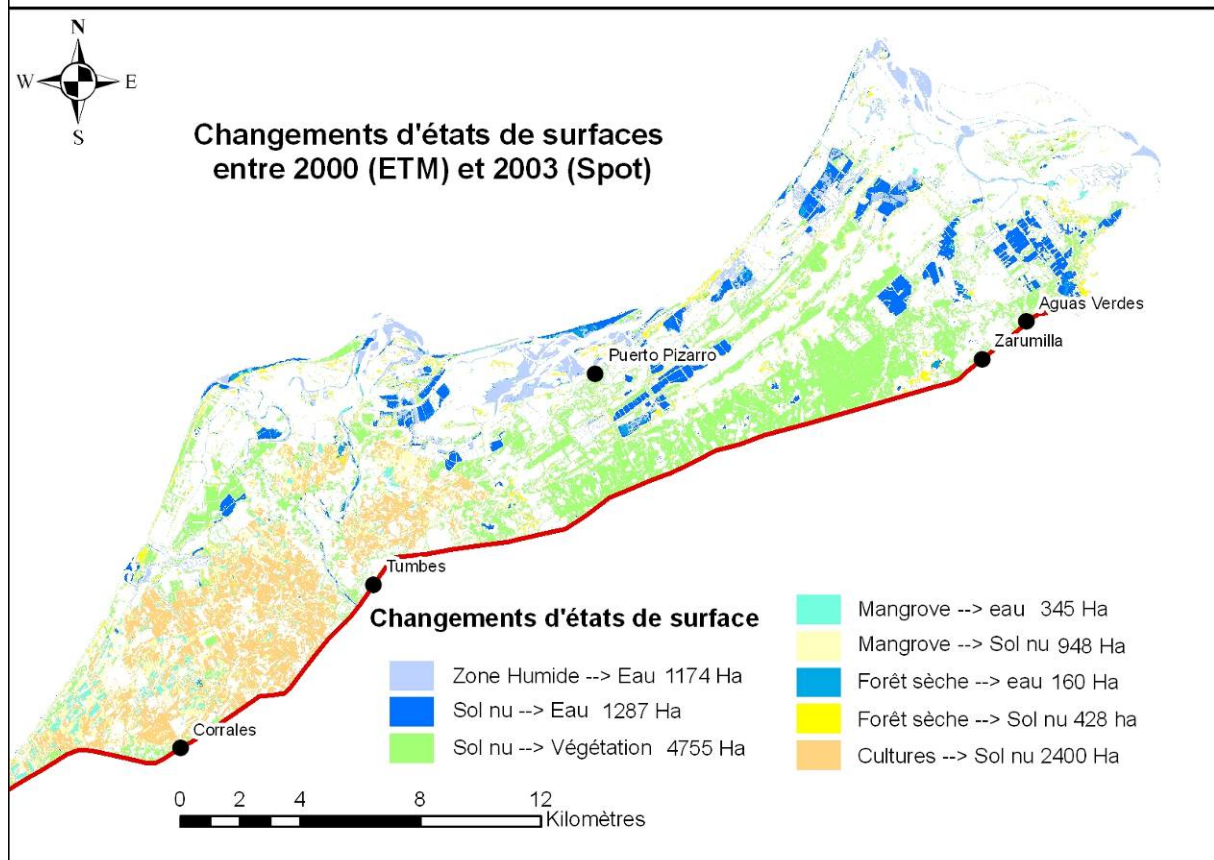
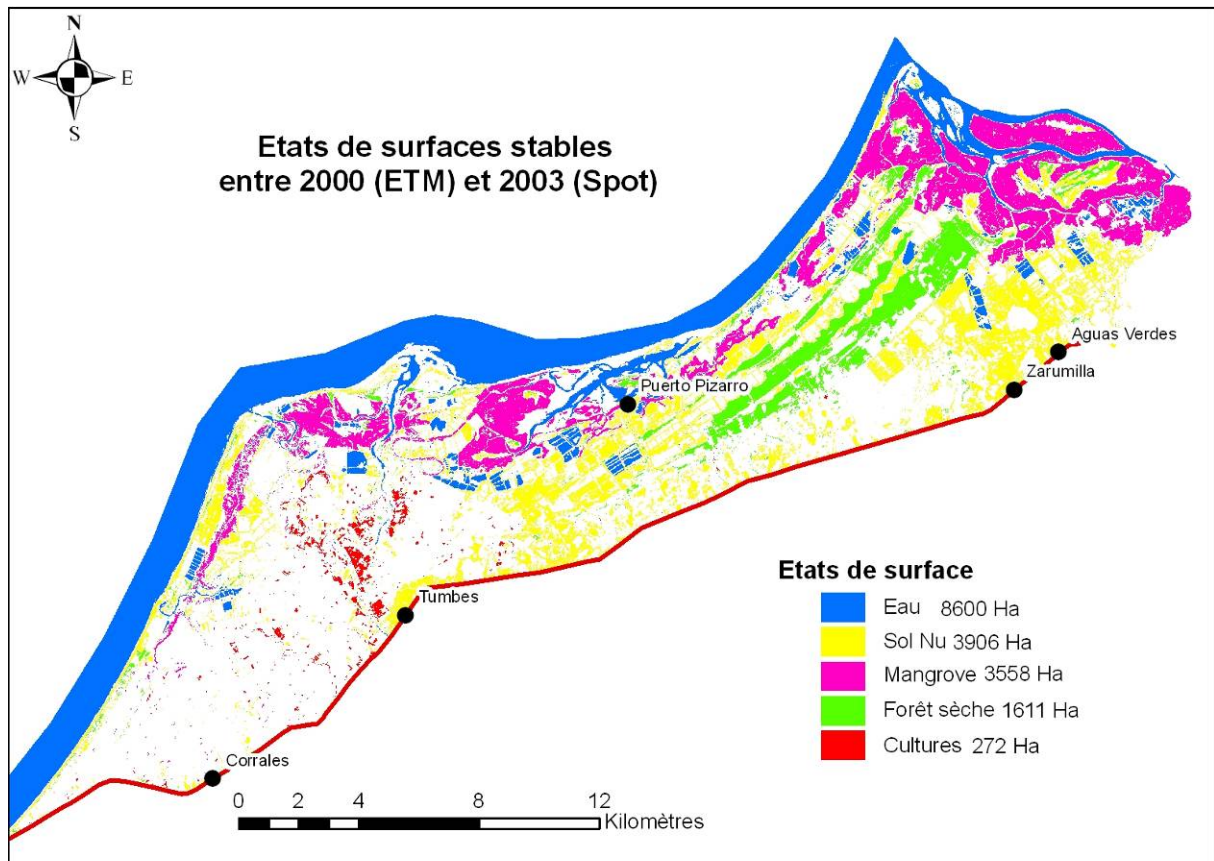


Figure 3-7 – Cartes diachroniques entre 2000 et 2003

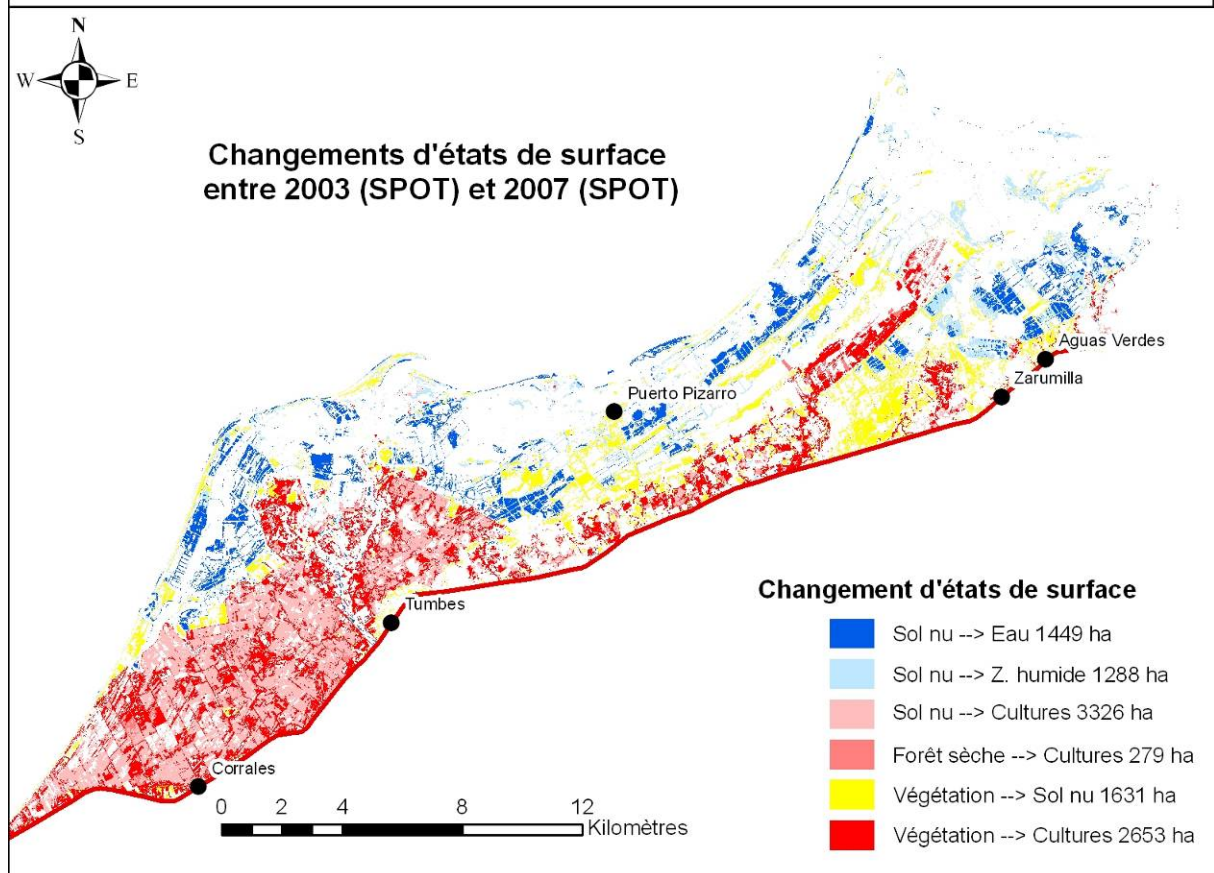
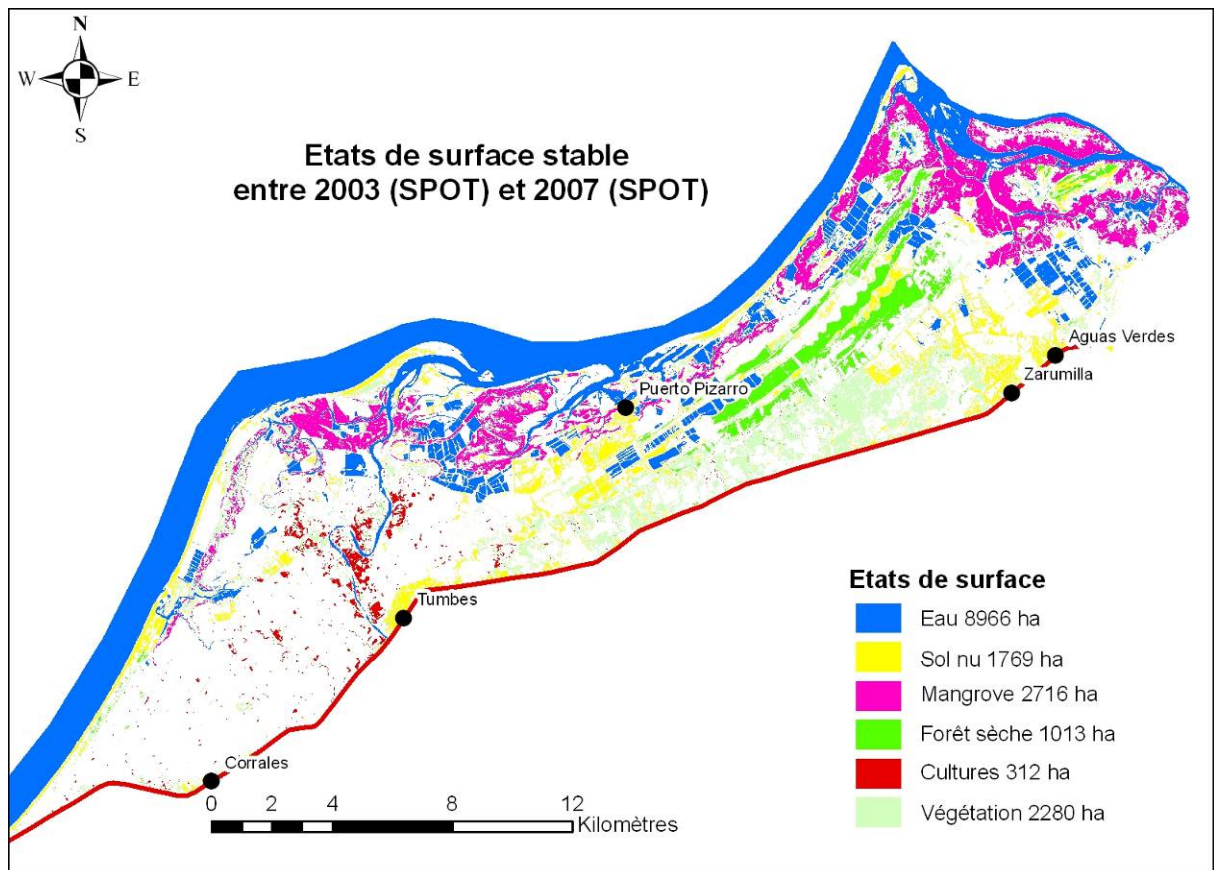


Figure 3-8 - Cartes diachroniques entre 2003 et 2007

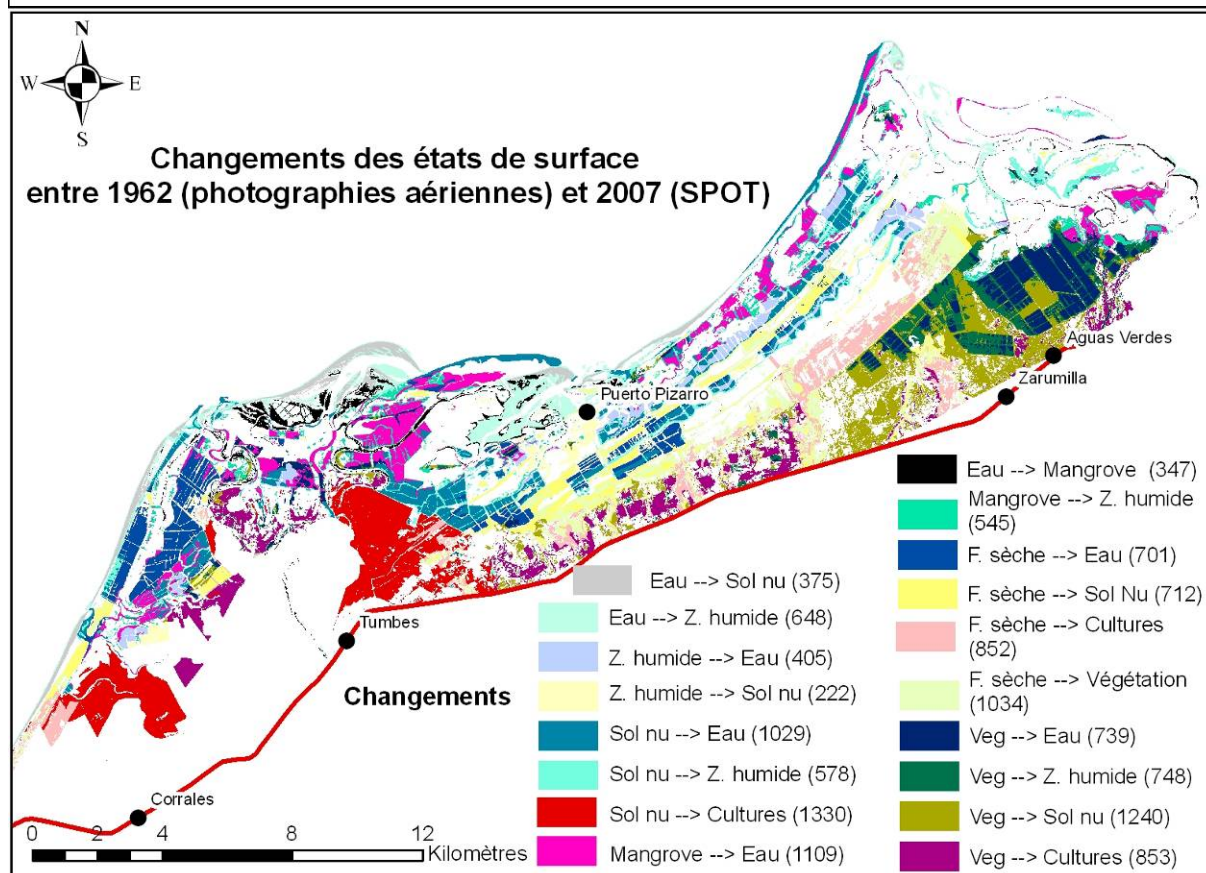
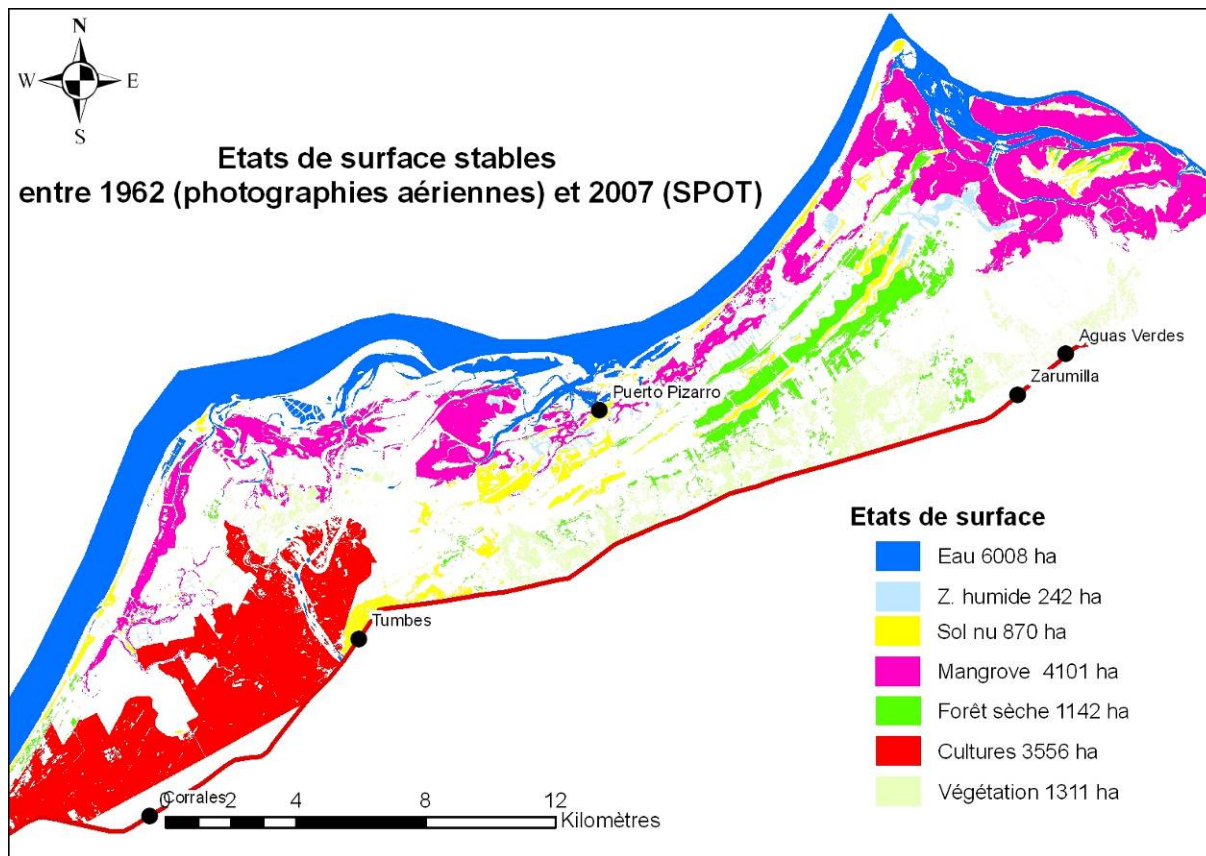


Figure 3-9 - Cartes diachroniques entre 1962 et 2007

3.3 Explication des changements : étude de la dynamique

3.3.1 Analyse globale

Les changements paysagers de Tumbes seront analysés suivant le plan de la Figure 3-10.

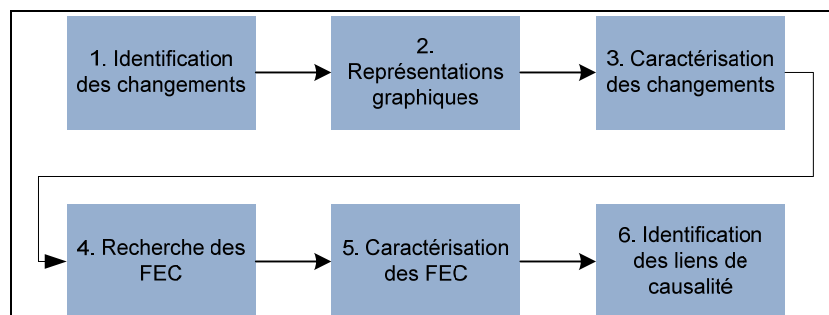


Figure 3-10 - Principales étapes de l'analyse

3.3.1.1 Identification des changements et représentations graphiques

La première étape consiste à identifier les principaux changements qualitatifs et/ou quantitatifs à partir des traitements d'images en télédétection. Ces changements ont été consignés dans un tableau construit de manière à pouvoir les caractériser (Tableau 3-1). Ils ont aussi été représentés sous forme graphique (Figure 3-11 et Figure 3-12) pour mettre en évidence la nature et l'importance quantitative du changement en fonction de la période. Pour les différentes périodes, on constate que les changements les plus significatifs sont :

- Entre 1962 et 1977, les extensions agricoles ;
- Entre 1977 et 1991, les extensions aquacoles ;
- Entre 1991 et 2000, la cessation d'activités aquacoles ;
- Entre 2000 et 2003, la reprise progressive du secteur aquacole.

On constate que ces changements majeurs sont d'origine anthropique, significatif d'une artificialisation progressive de l'espace littoral qui promeut en contrepartie l'émergence de nouveaux enjeux environnementaux.

Critères	Changement 1	Changement 2	Changement 3	Changement 4	Changement 5	Changement 6	Changement 7	Changement 8	Changement 9	Changement 10
Aire (ha)	2340	863	1175	626	554	2599	636	421	1838	100
Période	1962-1977	1962-1977	1962-1977	1977- 1991	1977-1991	1977-1991	1977-1991	1977-1991	1991-2000	1991-2000
Nature du changement	Sol nu sur forêt sèche	Zone humide sur plan d'eau	Cultures sur sol nu, mangrove et végétation	Aquaculture sur mangrove	Aquaculture sur forêt sèche	Aquaculture sur sol nu	Sol nu sur mangrove	Sol nu sur eau	Sol nu sur Aquaculture	Mangrove sur zone humide
Localisation	Dans les vallons et en arrière de la mangrove	Trait de côte	Essentiellement dans le delta	Dans la mangrove centrale et à proximité du sanctuaire	A proximité de la plage <i>hermosa</i> et dans la zone tampon du sanctuaire	Dispersés sur l'ensemble du territoire	Essentiellement dans la partie centrale	Delta, embouchure, PP	Variée	Zones d'accrétion récentes
Origine anthropique – naturelle (A/N)	N	N	A	A	A	A	A	N	A	N
Interprétation	Mise en valeur agricole / changement phénologique	Progradation	Extensions agricoles	Extension aquacole	Extension aquacole	Extension aquacole	Etangs aquacoles	Accrétion littorale	Impacts de la Mancha Blanca	Extension de la mangrove
Critères	Changement 11	Changement 12	Changement 13	Changement 14	Changement 15	Changement 16	Changement 17	Changement 18	Changement 19	Changement 20
Aire (ha)	4755	1287	2400	1484	1109	347	375	701	405	739
Période	2000-2003	2000-2003	2000-2003	1962-2007	1962-2007	1962-2007	1962-2007	1962-2007	1962-2007	1962-2007
Nature du changement	Végétation sur sol nu	Eau sur sol nu	Sol nu sur cultures	Cultures sur sol nu et mangrove	Aquaculture sur mangrove	Mangrove sur eau	Flèche sableuse sur eau	Aquaculture sur forêt sèche	Aquaculture sur z.humides	Aquaculture sur savane
Localisation	Variée	Pourtour littoral	Delta	Dans le delta et les vallons	Variée	Variée	Embouchure nord	Variée	Variée	Variée
Origine anthropique – naturelle (A/N)	N	N	A	A	A	N	N	A	A	A
Interprétation	Changement phénologique de la savane ouverte	Reprise des activités aquacoles	Calendrier cultural : terres au repos	Extensions agricoles	Extensions aquacoles	Avancée du front de mangrove	Modification du transfert sédimentaire	Extensions aquacoles	Extensions aquacoles	Extensions aquacoles

Tableau 3-1 - Principaux changements quantitatifs et qualitatifs identifiés sur les cartes diachroniques

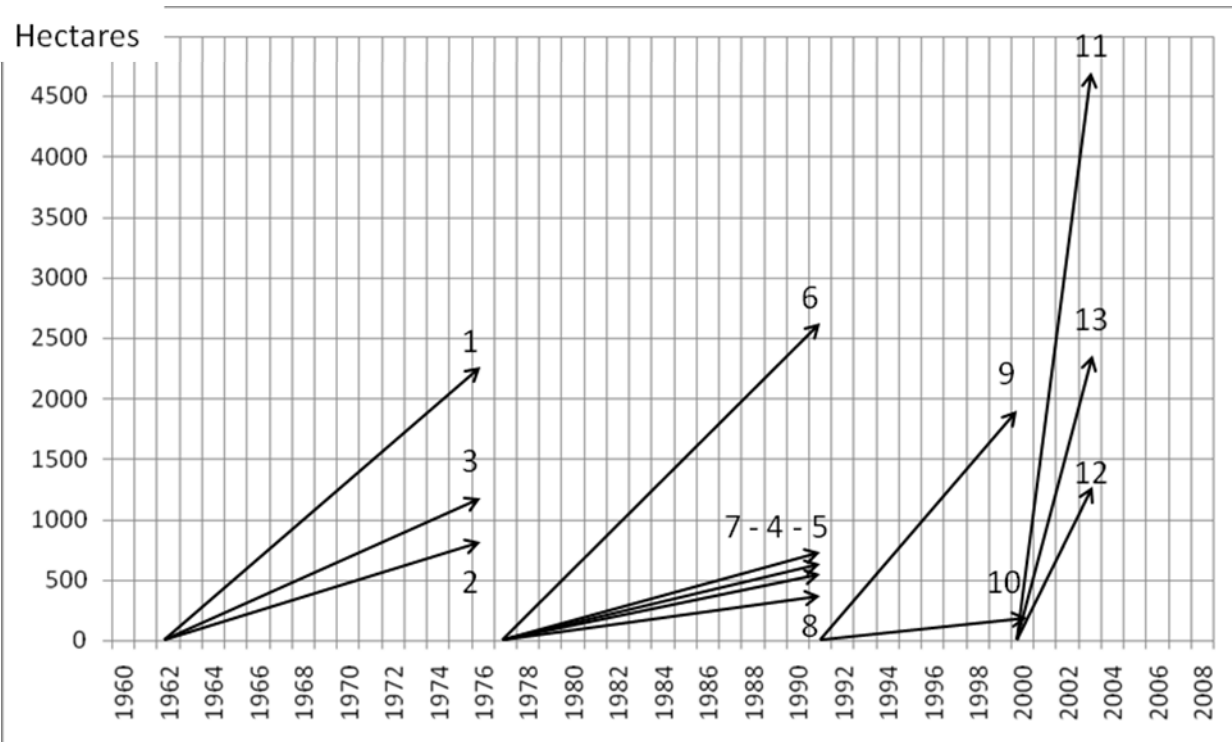


Figure 3-11 - Représentation sous formes de vecteurs des changements paysagers sur des pas de temps inférieurs à 15 ans (x : années, y : superficies ; numéro du vecteur: n° changement du Tableau 3-1)

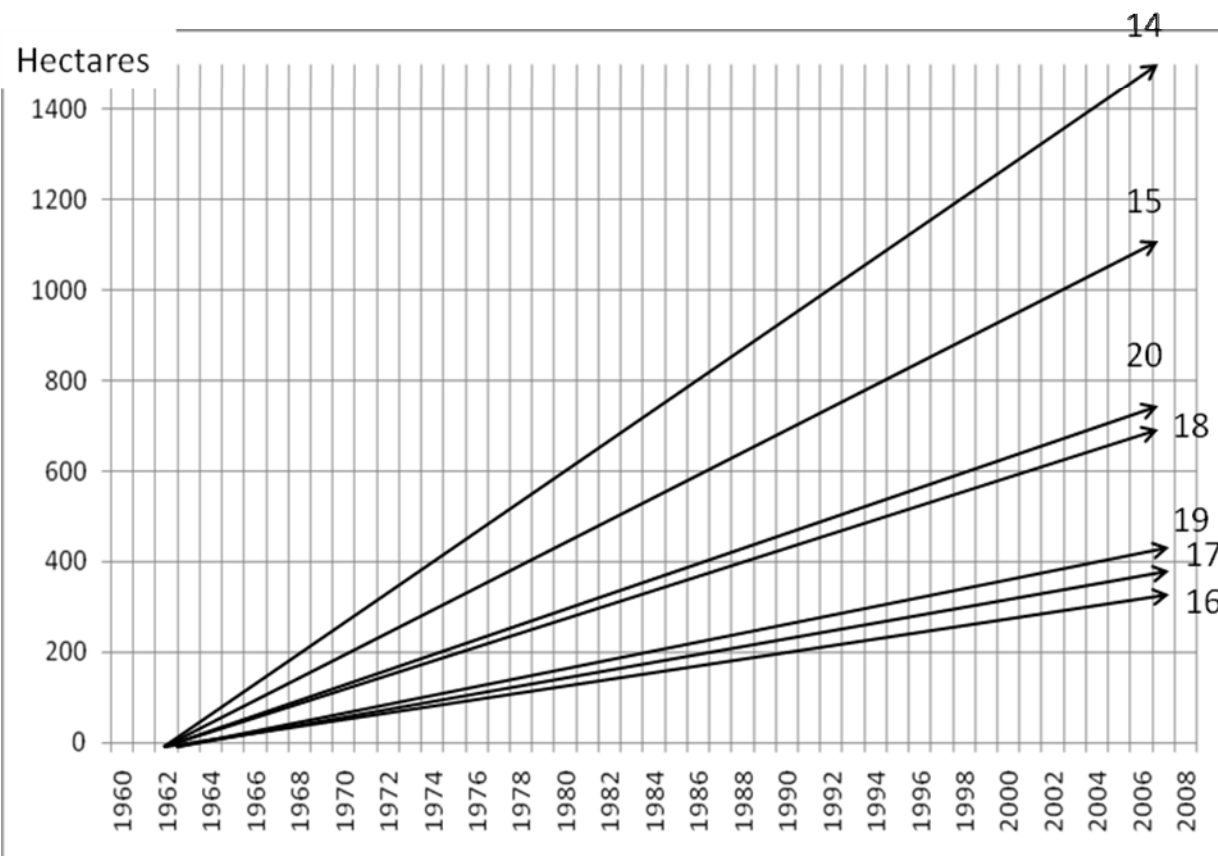


Figure 3-12 - Représentation sous formes de vecteurs des changements paysagers sur un long pas de temps (1962 - 2007) (x : années, y : superficies ; numéro du vecteur: n° changement du Tableau 3-1)

La Figure 3-13 replace sur un même axe les changements les plus significatifs à l'intérieur des périodes. Notons que la segmentation chronologique des périodes est totalement dépendante des images satellites dont on dispose. La première période entre les années 1960 et la fin des années 1970 a été marquée par les extensions agricoles, en particulier dans le delta. Sur le plan politique, cette période correspond au gouvernement révolutionnaire de Velasco et aux nombreuses nationalisations des terres et des filières agricoles. Cette politique a entraîné localement des conversions des cultures de tabac à la riziculture du fait d'une baisse de la rentabilité de la culture de tabac suite à la nationalisation. La seconde période de 1977 à 1991 correspond à l'extension des surfaces aquacoles. Le boom aquacole commença au début des années 1980. Durant cette période, les superficies n'ont cessé d'augmenter et constituent le principal vecteur de changement paysager. À partir de cette époque, les principaux changements paysagers seront tous liés, directement ou indirectement, à l'aquaculture. La période suivante est, en effet, liée à la réduction des surfaces en production en réaction à l'épizootie provoquée par le virus du *white spot*, tandis que la période actuelle est, à l'inverse, marquée par une reprise progressive du secteur. On a représenté le long d'un axe chronologique les principaux changements, que l'on pourrait qualifier de structurants, ce qui permet aussi d'identifier les ressources du territoire valorisées.

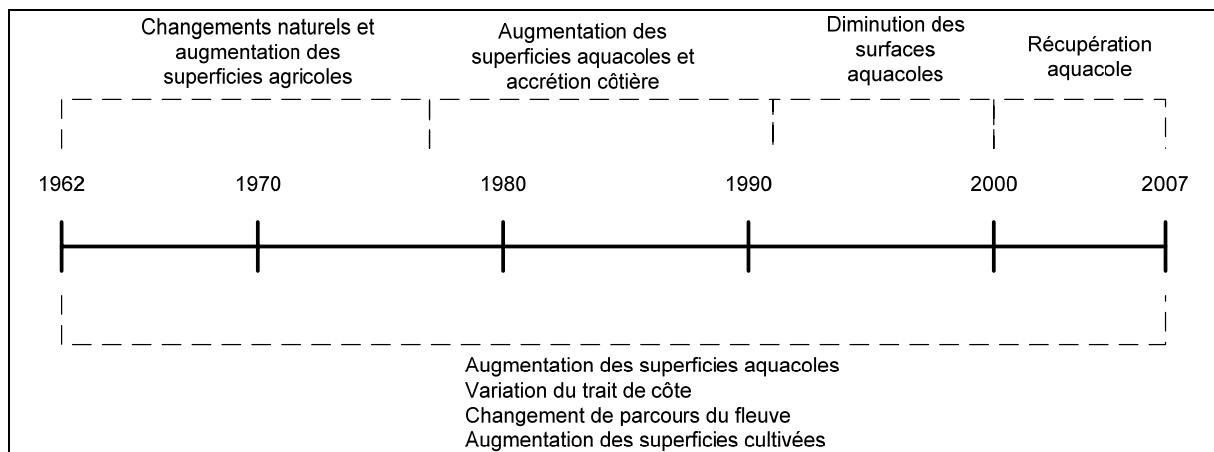


Figure 3-13 - Périodisation des principaux changements d'occupation du sol sous l'influence du développement aquacole

3.3.2 Le développement de l'aquaculture

La production est considérée comme un indicateur pertinent de la santé d'une activité et de ses évolutions (Figure 3-14).

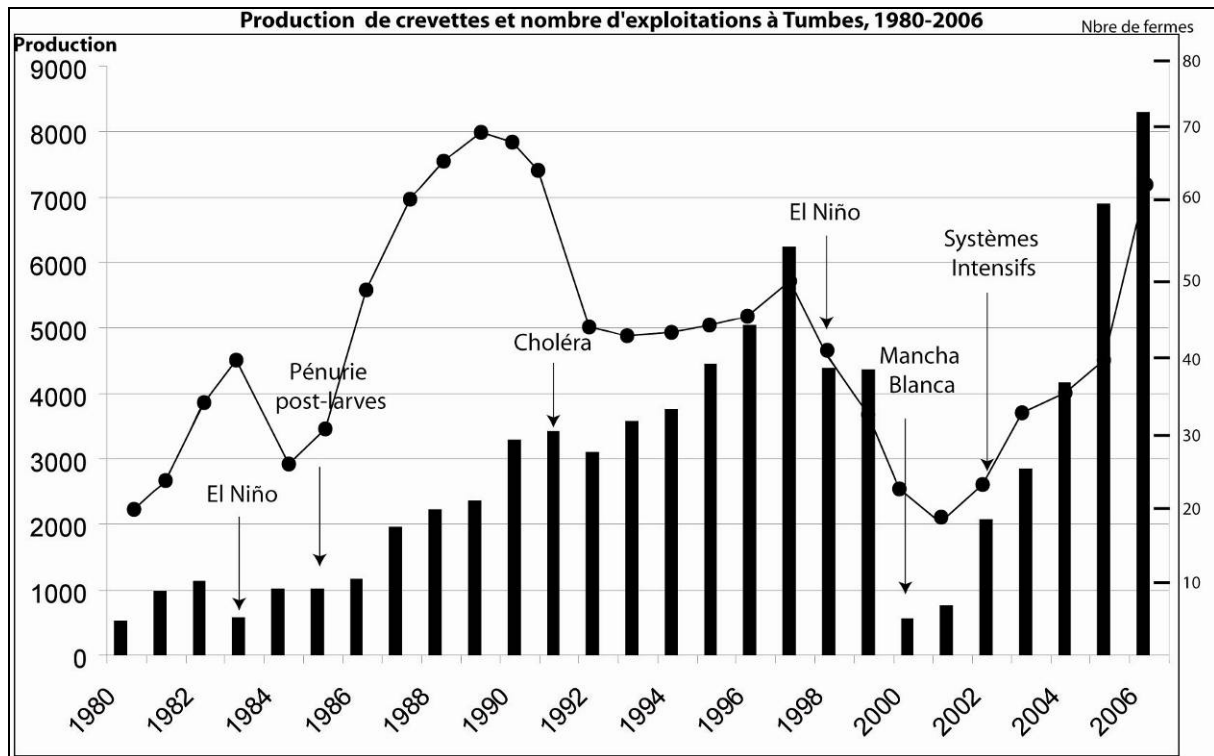


Figure 3-14 - Production aquacole à Tumbes entre 1980 et 2006 (barres verticales) et nombre d'exploitations (ligne)

L'analyse rétrospective des quantités de crevettes produites permet de distinguer plusieurs périodes. La variation des quantités produites dépend de plusieurs facteurs : accessibilité et disponibilité des facteurs de production, avancées technologiques, évolution des modes de consommation, évènement majeur (aléa naturel, changement de régime politique...), évolutions des techniques et pratiques d'élevage. La production est aussi révélatrice de l'état de santé de l'environnement. En effet, toutes choses étant égales par ailleurs, une baisse de la production peut être la conséquence d'une dégradation du milieu biophysique. La crevetteculture a ainsi été l'objet de soudains effondrements de production dans de nombreux pays (par exemple Taiwan, Thaïlande, Équateur, Chine), suite à des épizooties, elles-mêmes le fruit d'un environnement dégradé (Kongkeo 1997). Étant la conséquence d'une multitude de facteurs, l'analyse de la production doit être couplée aux connaissances sur le territoire. Quatre phases majeures de développement de l'aquaculture dans le delta du Rio Tumbes ont alors été identifiées : (i) une phase de démarrage, (ii) une phase de croissance/maturation, (iii) une phase de crise, et (iv) une phase d'adaptation et de reprise.

3.3.2.1 La phase de démarrage

L'ouverture aux capitaux privés a succédé à plusieurs années d'essais d'élevage d'organismes aquatiques, commencés dans les années 1971-72 à Puerto Pizarro par les agences gouvernementales en charge des pêches et de la recherche (Ministère des pêches et l'IMARPE - Instituto del Mar del Peru). Le début des années 1970 a été une période difficile pour le secteur de la pêche au Pérou. La surexploitation des ressources halieutiques combinée à un fort épisode El Niño en 1972 a provoqué une chute très importante des captures d'anchoveta (*Engraulis ringens*) (Thorpe *et al.* 2000) qui, ajoutée à la nationalisation du secteur (création du conglomérat national PescaPeru), a provoqué une crise désormais célèbre et emblématique des écueils écologiques et économiques de l'activité halieutique. Progressivement, les échecs des politiques socialistes ont laissé une place plus grande à l'économie de marché à partir du

début des années 1980, bien que le début du libéralisme au Pérou date de la présidence de Fujimori dans les années 1990. Le développement aquacole équatorien, qui date des années 1960 (Treece 2000), avait prouvé la rentabilité et la faisabilité de la crevetticulture. Le premier bassin d'élevage expérimental péruvien a vu le jour en 1977. Les essais ont concerné plusieurs espèces de poissons ou de mollusques (par exemple les huîtres *Anadara tuberculosa*, *Centropomus nigrescens*), mais les plus convaincants ont concerné l'espèce indigène de crevette pénéide, *Litopenaeus vannamei*. En 1978, plus de 6000 hectares ont été alloués au développement de l'aquaculture. La majeure partie de ces terres correspondaient à des terres salines (*erizados*) en retrait de la mangrove côtière et recouvertes de forêt sèche. En raison de la salinité élevée du sol, la plupart de ces zones humides saumâtres n'étaient pas exploitées, sinon de manière opportune. Ces zones ont alors basculées dans le domaine privé. Les superficies allouées ont rapidement augmenté et la mangrove a commencé très tôt à être affectée. La localisation en zone de mangrove impliquait à court terme des coûts de production réduits pour des raisons essentiellement d'accès à l'eau. L'année 1980 marque le démarrage de la production après l'ouverture du secteur aux capitaux privés en 1978. Cette année là, le ministère des pêches a pris l'initiative de permettre l'investissement privé dans ce secteur en délivrant des concessions d'une durée de 30 ans renouvelable (ONERN).

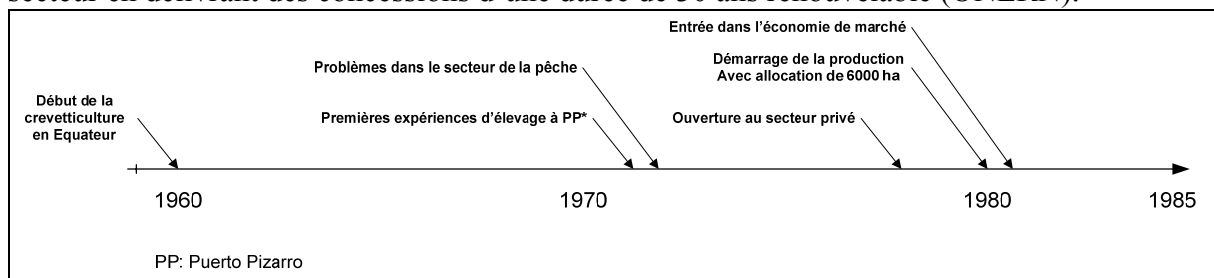


Figure 3-15 - Datation des éléments qui ont initié le développement aquacole

3.3.2.2 Les facteurs

Plusieurs facteurs d'ordre socio-économique permettent d'expliquer le développement aquacole (Figure 3-16). Le phénomène migratoire qui s'est mis en place entre la côte et la Sierra s'explique en partie sur les différences de revenus qui existent entre ces deux territoires, elles-mêmes étant une conséquence des inégalités interrégionales et de la pauvreté économique des régions et des populations andines. Cette abondance de main d'œuvre rend le coût du travail marginal, ce qui est un facteur favorable au développement de l'aquaculture. D'un autre côté, la faible artificialisation du littoral a facilité l'accession aux terres, tandis que la faible démographie explique l'absence de pression foncière. Dans le cas des ressources en accès libre, les utilisateurs sont, comme souvent, parmi les plus marginalisés sur le plan économique et Tumbes ne déroge pas à la règle. Leur présence et leur exploitation des produits de la mangrove n'a donc pas été un frein à l'aménagement de cette dernière. Même si les facteurs techniques et technologiques ont pu jouer un rôle certain dès le démarrage, ils sont surtout intervenus dans les phases ultérieures. La crise des pêches des années 1970 et les échecs des réformes agraires de Velasco ont eu des répercussions sur les politiques industrielles et alimentaires et ont accéléré le processus de développement de l'aquaculture, alors perçue comme une alternative : pour la sécurité alimentaire du pays, et pour les investisseurs nationaux souhaitant obtenir des devises étrangères grâce aux exportations, ce qui représente un moyen de capitalisation sûr dans un pays aux traits inflationnistes. Le schéma de la Figure 3-17 fait la synthèse graphique des facteurs qui ont promu le développement aquacole.

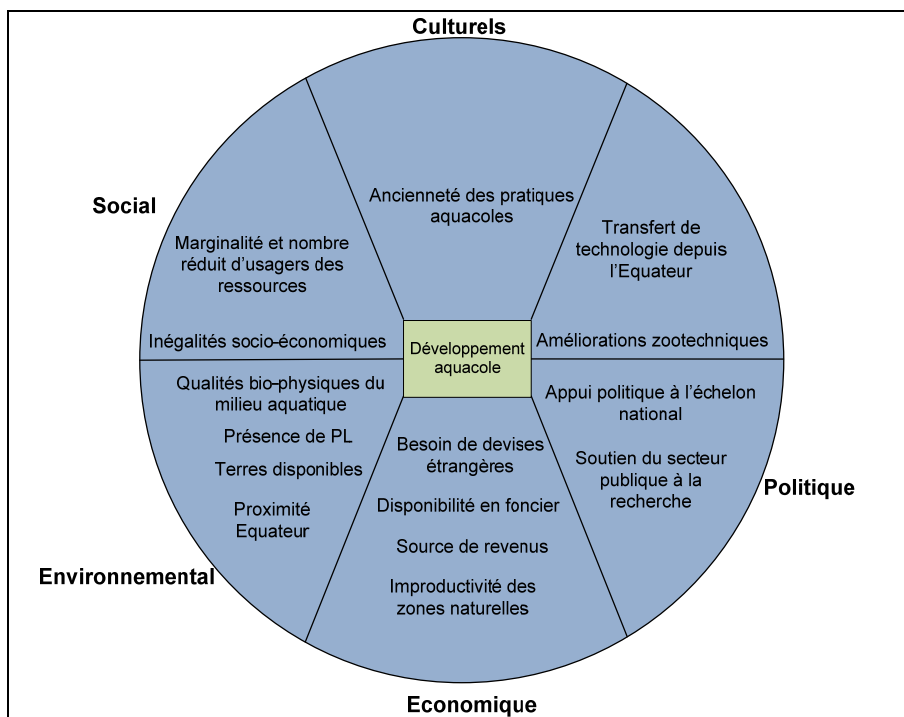


Figure 3-16 - Ensemble des facteurs de changements qui ont promu le démarrage de l'activité

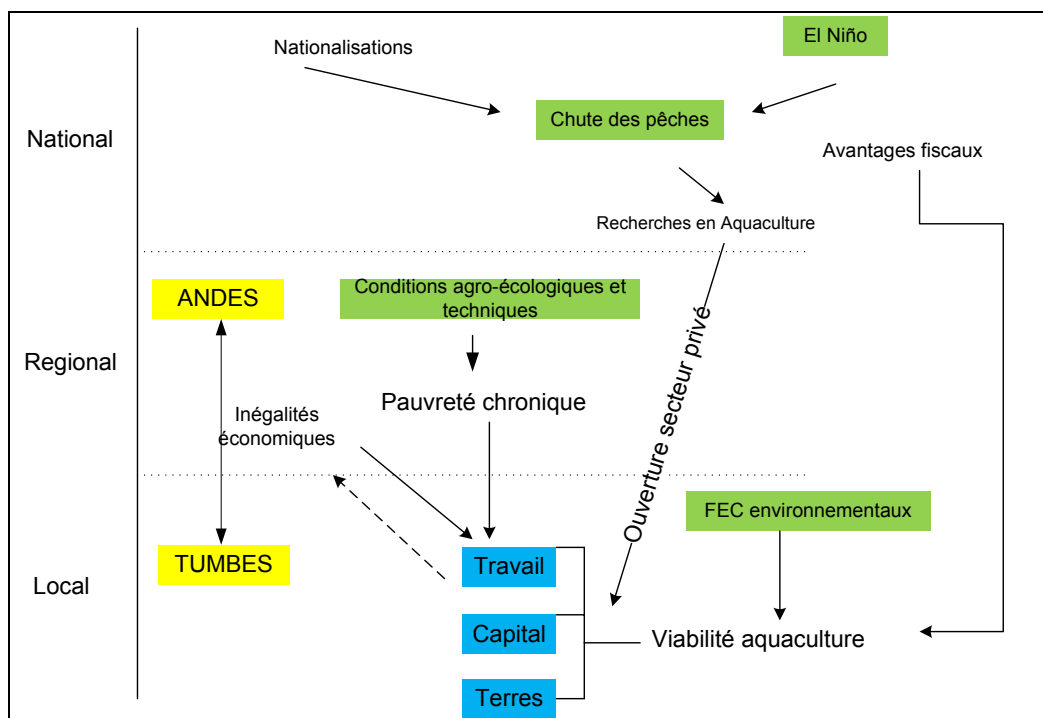


Figure 3-17 - Chaîne causale du développement aquacole

La Figure 3-18 montre l'ensemble des facteurs qui permettent la présence des post-larves dans le milieu naturel. La présence de ces facteurs a été nécessaire au démarrage de l'activité qui reposait alors sur un approvisionnement en post-larves sauvages. Progressivement, l'activité s'est pourtant rendue indépendante des post-larves sauvages et s'est alors tournée vers les larves produites dans les écloséries. Les liens de dépendance entre une activité et des facteurs qui ont, à un moment donné, contribué à son émergence, ne sont donc pas immuables. La construction de telles chaînes permet aussi d'identifier les vulnérabilités de l'activité et d'analyser plus précisément, *a posteriori*, les raisons de l'émergence de certains problèmes.

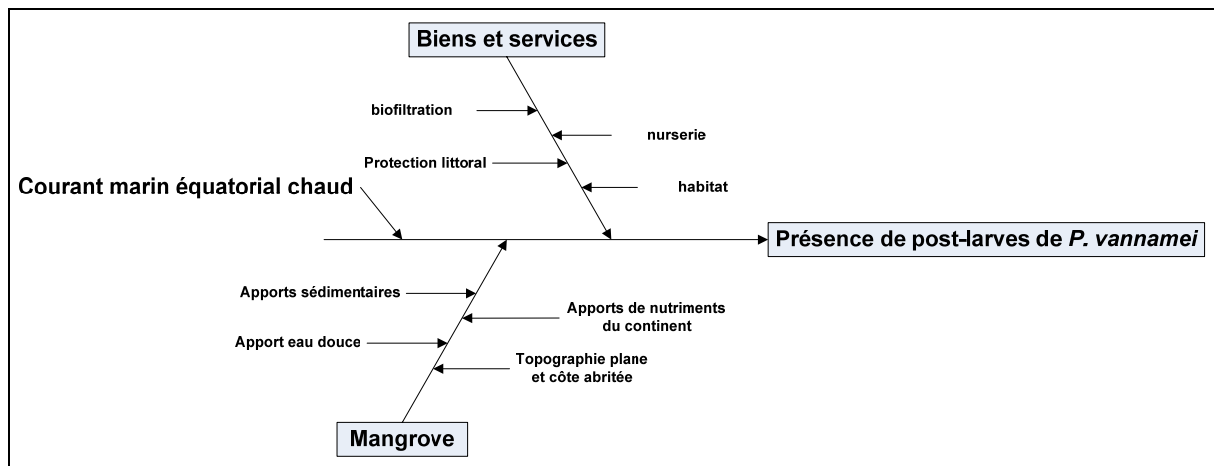


Figure 3-18 - Chaîne de causalité de la présence de post-larves *P. vannamei*

Pour de tels territoires, aux ressources humaines et naturelles somme toute limitées, conséquence des faibles superficies et d'une population peu nombreuse, le choix de développer les activités d'exportation semble s'imposer. Les ressources locales sont intrinsèquement insuffisantes pour satisfaire sur le long terme la demande de la population. Les petits territoires doivent alors exploiter leurs avantages comparatifs, c'est-à-dire utiliser les ressources disponibles localement pour produire des biens à échanger sur le marché national ou international en vue d'acquérir des biens impossibles à produire localement. Autrement dit, ces petites régions doivent exporter pour pouvoir importer ce dont elles ne disposent pas. Ces transactions doivent, dans un second temps, induire un développement régional par le biais des effets multiplicateurs (Malecki 1997). Les qualités et quantités des ressources locales restreignent l'éventail des activités d'exportation potentielles. Des ressources peu nombreuses et peu valorisables sont susceptibles de provoquer une hausse de la vulnérabilité des territoires. Comparativement, les grands territoires ont donc un avantage conséquent sur les régions plus modestes, d'autant que l'intérêt d'exporter un bien sur un marché à un moment donné n'est que temporaire. Il rend donc les territoires exportateurs dépendants des acheteurs et des consommateurs avec lesquels ils ne sont généralement pas liés par des liens de confiance mutuels, bien que, selon Granovetter (1985), toute transaction économique s'inscrit dans une matrice sociale et en est même dépendante d'un point de vue qualitatif. La théorie des avantages comparatifs permet ainsi de comprendre pourquoi des territoires de la taille de Tumbes ont fait le choix, au moment du passage à l'économie de marché, de s'orienter vers des activités d'exportation, et ce malgré les risques en cas de crise.

3.3.2.3 La phase de croissance et maturité

À partir des années 1980 et jusqu'à aujourd'hui, l'activité a connu une augmentation générale de ses volumes de production, seulement entachée de quelques ruptures et de périodes de diminution. Entre 1980 et 2006, la production est ainsi passée de 518 tonnes à 8224 tonnes (soit une multiplication par 16) alors que les rendements moyens, durant la même période, sont passés de 350 kg/ha/an à plus de 2 tonnes/ha/an (facteur 6), indiquant alors forcément une augmentation des superficies. L'augmentation de ces rendements a très largement bénéficié des avancées technologiques en matière de sélection et d'aliments. La recherche d'amélioration des rendements est à mettre en relation avec les faibles surfaces d'extension disponibles.

Un premier événement a affecté la production en 1983, faisant baisser conjointement le nombre de fermes en opération et la production totale annuelle. Cet événement, El Niño, s'est

caractérisé par d'intenses précipitations sur l'espace littoral et à l'intérieur des terres dans le nord du Pérou mais aussi en Équateur, provoquant d'importantes inondations dans les vallées et dans les plaines littorales. Au total, 50% des infrastructures aquacoles ont été détruites cette année là (Ministerio de la Produccion). Un second impact d'El Niño est le colmatage des chenaux naturels de mangrove, des canaux et des drains par les sédiments charriés par le fleuve Tumbes. Le colmatage progressif est un phénomène naturel qui se produit tout au long de l'année, et tout particulièrement en saison des pluies. Son intensité est toutefois démultipliée lors d'un événement El Niño. L'ensemble de ces impacts a fait chuter la production de moitié environ, entre 1982 et 1983, alors que le nombre d'exploitations est passé de 40 à 27 l'année suivante. Cet événement, outre le fait de provoquer une chute de la production, a donc provoqué une restructuration du secteur en éliminant les exploitations les plus vulnérables. La diminution du nombre d'exploitations est révélatrice d'une situation où de nombreux producteurs n'avaient ni la capacité (financière), ni le désir de réparer les dommages afin de reprendre l'activité. Cette crise a donc élagué le secteur en éliminant les fermes aux ressources les plus faibles. La production ré-augmenta dès l'année suivante. La reprise de 1984 a été suivie d'une période de stagnation jusqu'en 1986, qui trouve sa cause dans la difficulté d'approvisionnement des fermes en post-larves sauvages. Les températures moyennes de l'air durant ces deux années ont été inférieures à la moyenne. Cette baisse des températures, qui suivent habituellement les événements El Niño, pourrait expliquer la diminution de post-larves dans le milieu naturel, laquelle réduction se répercute sur la production. À cette époque, en effet, les exploitations sont dépendantes des stocks naturels de post-larves de crevettes qui sont récoltés le long des plages et dans les chenaux de mangroves. Entre 1986 et 1990, la production est ensuite passée de 1950 à 3200 tonnes. Cette augmentation s'explique à la fois par la croissance des rendements (de 0,5 à 1 t/ha/an) et par celle de la surface en production. C'est, en effet, au début des années 1990 que les élevages semi-intensifs ont été initiés, grâce en partie à l'intervention du gouvernement. La stagnation de la production à partir de 1991 est liée à l'apparition au Pérou, cette même année, de la septième pandémie de choléra. Cette pandémie, qui toucha le continent sud-américain 30 ans après son apparition en Indonésie en 1961, aurait été introduite sur le continent par l'intermédiaire d'une décharge des eaux-vannes et des eaux du lest des cales d'un bateau en provenance d'Asie (Kumate 1998, Smith 2007). L'apparition simultanée de *Vibrio cholerae* dans les ports de Chiclayo, Callao et Chimbote, pourtant distants de 400 km, a alerté sur une possible contamination du zooplancton le long des côtes péruviennes, et donc d'une contamination subséquente des mollusques et crustacés qui s'en alimentent (Kumate 1998). Plusieurs pays ont alors suspendu leurs importations de produits de la mer en provenance d'Amérique du sud (Smith 2007). Les exportations de crevettes à Tumbes ont alors fortement chuté. Une partie beaucoup plus importante qu'à l'accoutumée a été écoulee sur le marché local (Siccha, pers. com.). Comme en 1983, plusieurs exploitations (un tiers environ du parc global) ont cessé leur activité du fait d'une rentabilité réduite. La production a ensuite suivi une courbe ascendante jusqu'à la production record de 1997, supérieure à 6200 tonnes. Cette augmentation générale trouve sa cause dans les améliorations zootechniques, tandis que la production record de 1997 s'explique par des rendements élevés qui sont la conséquence directe des températures élevées, caractéristiques d'une situation pré-Niño. L'analyse des écarts types des températures moyennes annuelles de Tumbes entre 1980 et 2006 a ainsi révélé un écart-type positif supérieur à 2,5 en 1997, correspondant à une augmentation moyenne annuelle de 2,16 °C.

3.3.2.4 Le temps des crises

À partir de 1997, deux phases de forte réduction de la production se sont succédées : la première, entre 1998 et 1999, est la conséquence directe d'El Niño qui a entraîné la

destruction de 29% des infrastructures aquacoles par inondation (Ministerio de la Produccion) et a atteint le secteur de manière durable en raison des perturbations du milieu biophysique (destruction des mangroves par choc osmotique, colmatage des chenaux, canaux et drains, réduction des ressources aquatiques vivantes). Ce risque est la double conséquence d'un événement extrême et d'une mauvaise implantation des exploitations. El Niño de 1997 a en effet été très intense. Les aléas produits ont ainsi touché de vastes espaces. Pourtant, en raison de leurs exigences en termes de localisation, les exploitations aquacoles comptent parmi les enjeux les plus exposés. Parmi ces exigences, on compte la nécessité d'être situés (i) à proximité d'un cours d'eau, un chenal ou un canal, (ii) dans une zone où les sédiments fins prédominent, qui correspondent souvent aux plaines d'inondations, et (iii) à des altitudes peu élevées pour un meilleur accès aux eaux salines. Tous ces facteurs poussent ainsi les exploitations à occuper les zones à aléa élevé. Plusieurs exploitations ont aussi stoppé leur activité durant le temps de la réhabilitation des infrastructures. D'autres exploitations ont condamné les parties des étangs les plus exposées, d'autres ont rehaussé leurs digues.

A partir d'août 1999, l'aquaculture a connu sa plus forte crise suite à l'apparition et à la diffusion du White Spot Syndrome (WSS) causé par l'agent viral White Spot Baculovirus Complex (WSBV). Ce virus spécifique aux crevettes pénéides est hautement létal et contagieux². Il existe plusieurs modes de transmission du virus : transmission verticale par l'introduction dans les bassins de post-larves porteuses du virus, transmission horizontale intraspécifique quand les larves introduites meurent et sont ingérées par les autres congénères, et transmission horizontale interspécifique en raison de l'introduction dans les bassins d'espèces réservoirs tels que les copépodes. Les taux de mortalité en conditions expérimentales atteignent 100% en 4 à 5 jours (Durand et *al.* 1997). L'effet a été brutal pour la production péruvienne, qui est passée de 4400 tonnes en 1999 à 550 tonnes en 2000 (soit – 87,5%). Le nombre d'exploitations en activité s'en est trouvé réduit de moitié, passant de 40 à 20 entre 1999 et 2001.

3.3.2.5 La phase d'adaptation

À la suite de ces deux crises, le secteur a cherché à se réorganiser afin de réduire sa vulnérabilité. Les actions entreprises ont tout particulièrement visé à réduire la vulnérabilité du secteur face aux épizooties. Réduire la vulnérabilité face aux aléas naturels n'est, en effet, pas perçu par les exploitants comme une priorité. Les raisons évoquées sont : une fréquence de retour à la fois peu élevée et incertaine, et une intensité difficile voire impossible à contenir. Les changements dans la manière de produire ont pris en compte les modes de diffusion du virus. Parmi les décisions adoptées par la majorité, certaines sous la contrainte légale, on relève (1) la réduction des échanges d'eau avec le milieu, (2) l'interdiction d'approvisionnement en post-larves sauvages, (3) la fourniture de larves certifiées saines par des laboratoires et (4) la mise au point de système d'élevage intensifs pour certaines fermes. Ces mesures ont été en partie stimulées par l'action publique, mais sont aussi le résultat d'une prise de conscience du risque viral par les producteurs ainsi que de l'amélioration des connaissances scientifiques sur les modes de transmission du virus. Le résultat a été une croissance retrouvée des volumes de production : +175% entre 2001/2002, +36% entre 2002/2003, +46% entre 2003/2004, +64% entre 2004/2005, et +20% entre 2005/2006.

Le passage aux systèmes intensifs est le fait le plus remarquable de cette période. Ce sont ces systèmes qui ont permis un meilleur contrôle des paramètres de production. Leur développement présentait toutefois un risque car on ne savait pas quel niveau la production

² Les signes cliniques du syndrome incluent la léthargie, l'anorexie, la présence de points blancs sur la cuticule et une décoloration (Durand et *al.* 1997). Il est d'abord apparu à Taiwan en 1992 avant de se diffuser à tous les pays producteurs de crevettes, exception faite de l'Australie.

pouvait atteindre. Les coûts imposants de ces systèmes ont été un frein à la multiplication des essais et à leur développement plus ample dans un premier temps. Si les enjeux économiques ont ensuite progressivement pris le dessus, initialement l'objectif était de sauver la filière des mauvaises pratiques des décennies passées. Deux ans après l'apogée du White Spot, c'est-à-dire en 2004, les systèmes intensifs occupaient 85 ha, soit 1,74% de la superficie productive. Le développement de ces systèmes a donc été relativement lent, ce qui s'explique par le caractère précurseur d'une telle entreprise à l'échelle du continent. On peut toutefois estimer que le développement de ces technologies a joué un rôle important dans la confiance que les individus ont ultérieurement accordé à l'aquaculture et a permis une reprise des investissements après une période de morosité des exploitants et des créanciers. Après cette crise, la récolte de post-larves dans le milieu a aussi pris fin. Désormais, les fermes ont utilisées des post-larves produites dans les écloséries équatoriennes ou colombiennes, certifiées non porteuses des principales maladies affectant les élevages de crevettes : WSSV, YHV³ et autres infections bactériologiques. À la suite des premières réussites, un nombre croissant d'investisseurs ont emboîtées le pas et se sont lancés dans la production, alors jugée moins risquée et même rentable. En effet, les premiers succès obtenus ont joué de rôle de catalyseur. Le facteur déterminant qui a favorisé une reprise rapide est le savoir accumulé sur les pathologies des crevettes et sur les modes de transmission des pathogènes. Ces savoirs ont constitué un élément important dans la confiance accordée par les investisseurs.

3.3.3 Changements de la couverture naturelle

La mangrove est un milieu dont la présence est bénéfique aux exploitations aquacoles pour les nombreux services qu'elle leur rend. La Figure 3-19 exploite les données issues des traitements en télédétection ainsi que celles produites par l'INRENA et permet d'identifier plusieurs phases.

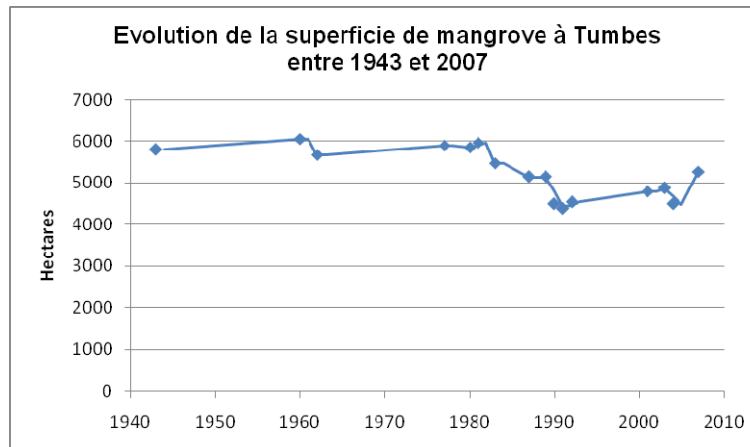


Figure 3-19 - Évolution de la superficie de la mangrove

La première, entre les années 1940 et le début des années 1980, montre une certaine stabilité des superficies autour de 6000 ha. C'est la période durant laquelle les atteintes environnementales se limitent à des phénomènes naturels tels qu'El Niño. Entre le début des années 1980 et le début des années 1990, soit pendant une dizaine d'années, la mangrove a subi une baisse de sa superficie, passant de 6000 ha à environ 4500 ha. Cette diminution est la conséquence du développement aquacole. Durant les années 1990, la superficie s'est remise à augmenter jusqu'au début des années 2000 où elle aurait subitement baissé. Deux facteurs permettent d'expliquer cette augmentation. Tout d'abord les aquaculteurs ont été déçus par les faibles rendements en zone de mangrove (acidité de l'eau, présence de fer). En second lieu,

³ WSSV pour White Spot Syndrom Virus; YHV pour Yellow Head Virus.

les mesures de protection du sanctuaire ont permis la préservation de ce capital naturel. Sur l'image la plus récente la mangrove a progressé pour dépasser la barre des 5000 ha, laissant augurer d'une politique de conservation efficace. Pour vérifier cette hypothèse, des données de l'ONERN (ex-INRENA) ont été utilisées (Figure 3-20 et Figure 3-21). Si les superficies à l'intérieur du sanctuaire n'ont que très peu été modifiées (Figure 3-21), au contraire, dans la zone tampon, la dispersion des éléments est plus forte, en particulier les étangs. Ceci montre que l'extension des activités aquacoles dans la zone tampon est l'élément explicatif principal de l'évolution des superficies. Ces résultats tendent à prouver l'efficacité de la conservation. Il faut aussi noter que la rentabilité décroissante en zone de mangrove a été assimilée par la plupart des exploitants aquacoles, et contribue à expliquer l'absence de nouvelles exploitations au sein de la mangrove.

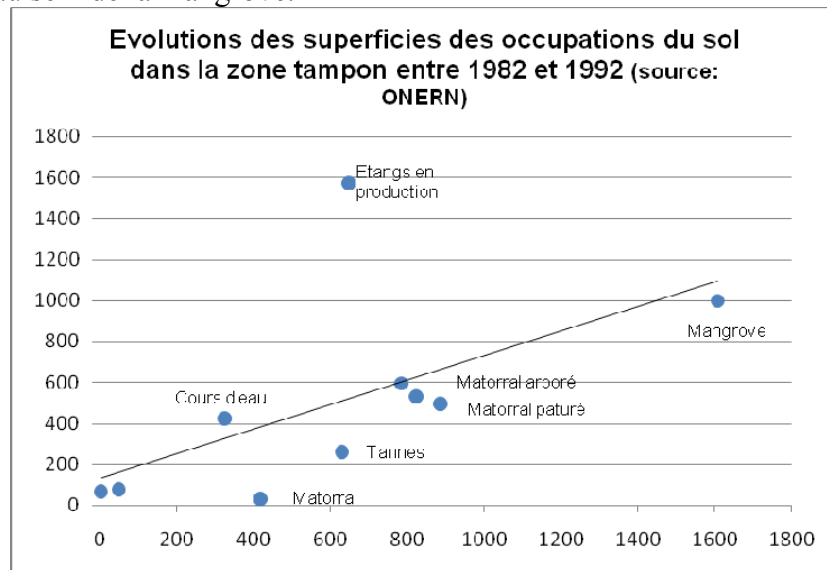


Figure 3-20 - Évolution de l'occupation du sol entre 1982 et 1992 de la zone tampon (abscisses : superficies en 1982 ; ordonnées : superficies en 1992)

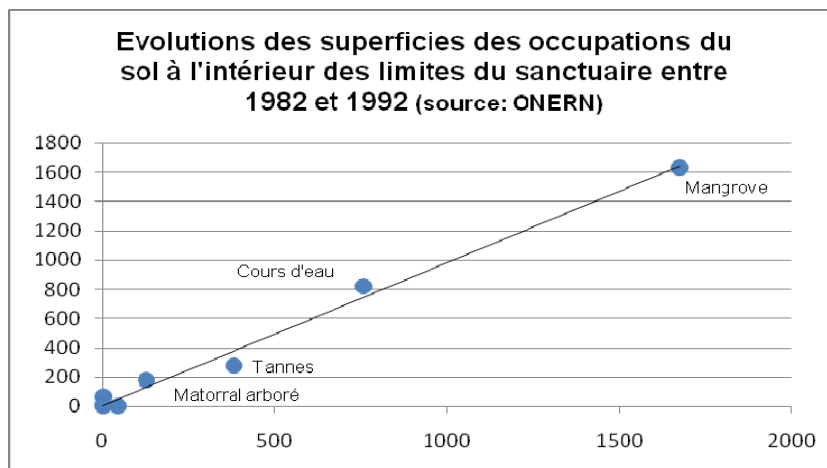


Figure 3-21 - Évolution de l'occupation du sol dans le sanctuaire entre 1982 et 1992 (abscisses : superficies en 1982 ; ordonnées : superficies en 1992)

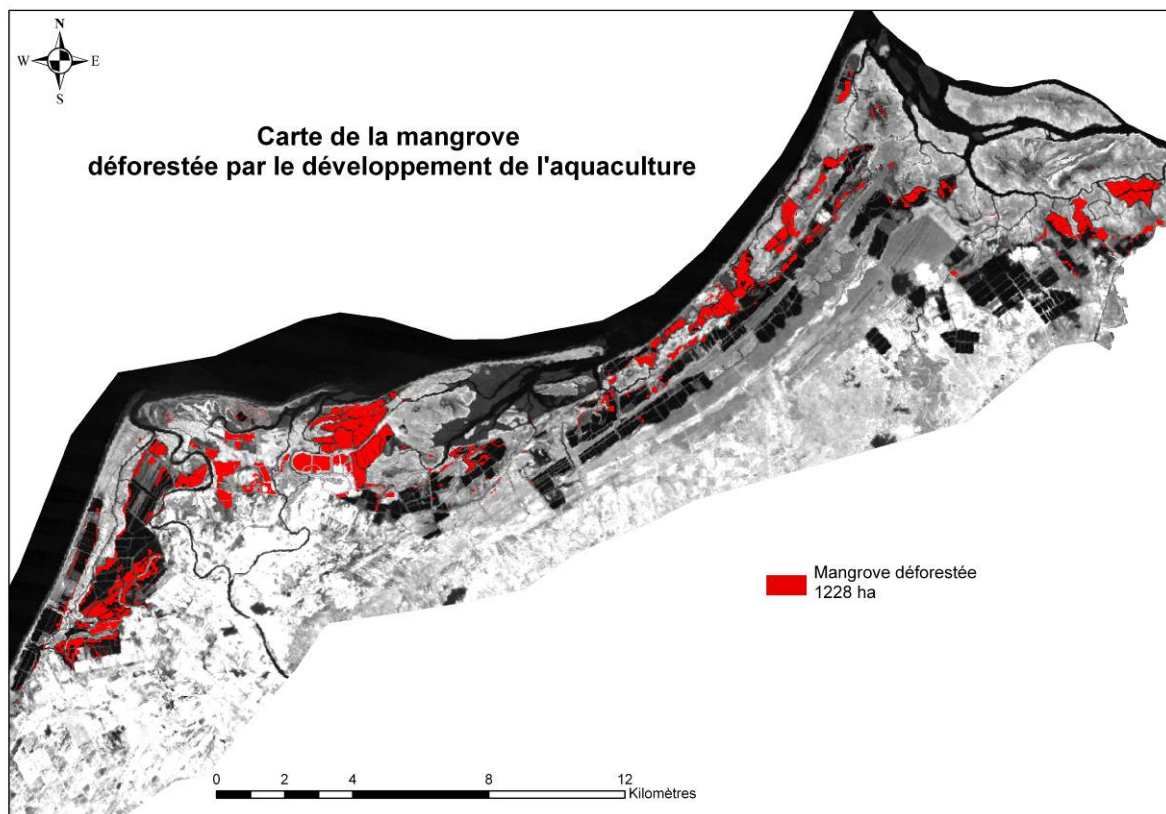


Figure 3-22 – Recul de la mangrove au profit de l'aquaculture entre 1962 et 2007

Les surfaces de mangrove déboisées ont été définies au sein d'un SIG. Deux couches vectorielles ont permis le calcul : une première qui rassemble toutes les portions du territoire ayant, à un moment donné été recouvert par de la mangrove et une seconde qui représente toutes les portions du territoire ayant à un moment donné été recouvertes par des étangs aquacoles. Cette méthode ne permet qu'une estimation des surfaces de mangroves effectivement détruites par l'aquaculture. Il n'est *a priori* pas possible d'établir un lien direct entre la disparition de la mangrove et l'apparition d'étangs aquacoles en un même point et entre deux images satellites. Il se peut ainsi que d'autres événements se soient intercalés (pastoralisme, déforestation pour l'agriculture) et soient les premiers facteurs explicatifs de changements. Un second cas de figure particulier se présente, la progression de la mangrove suivie d'une déforestation à l'intérieur d'une période considérée, rendant impossible sa détection. Nonobstant ces biais potentiels, on a estimé à 1228 ha la superficie de mangrove qui a été directement affectée par l'aquaculture. Ce chiffre est largement inférieur aux estimations données par les groupes environnementalistes ou par les associations du comité de gestion du sanctuaire (qui fluctuent entre 3000 et 4500 ha) mais corrobore les données officielles qui font état de la perte de 1278 ha du fait du développement aquacole entre 1980 et 1990 ou de 1294 ha entre 1982 et 1992 (INRENA 2007). L'INRENA note aussi que, en amont de la mangrove, l'aquaculture affecte le flux et reflux des marées et joue donc un rôle sur la santé des végétaux (INRENA). La FAO, quant à elle, relève que l'occupation par l'aquaculture des terres de forêts sèches est néfaste pour la mangrove car ce milieu permet de protéger la mangrove des actions anthropiques (FAO 2004).

Le problème soulevé par le recul de la mangrove est lié à la reconnaissance de sa valeur économique et des services écologiques qu'elle rend. Dans un premier temps, en effet, la valeur de la mangrove était faible, sinon nulle, et le seul moyen de la valoriser à un niveau significatif, industriel, consistait à la couper et à y développer des activités telles que

l'aquaculture. La baisse des rendements aquacoles et la diffusion des informations quant à l'importance écologique et sociale de la mangrove, a contribué à considérablement augmenter la valeur de cet écosystème.

Si l'on considère l'ensemble des terres qui ont été occupées postérieurement par l'aquaculture, on constate (Figure 3-23) que les espaces végétalisés sont globalement ceux qui ont payé le plus lourd tribut. Ces zones étaient peu productives, d'un point de vue économique et social, et les principaux utilisateurs des ressources naturelles n'avaient pas d'arguments économiques pour s'opposer au développement aquacole.

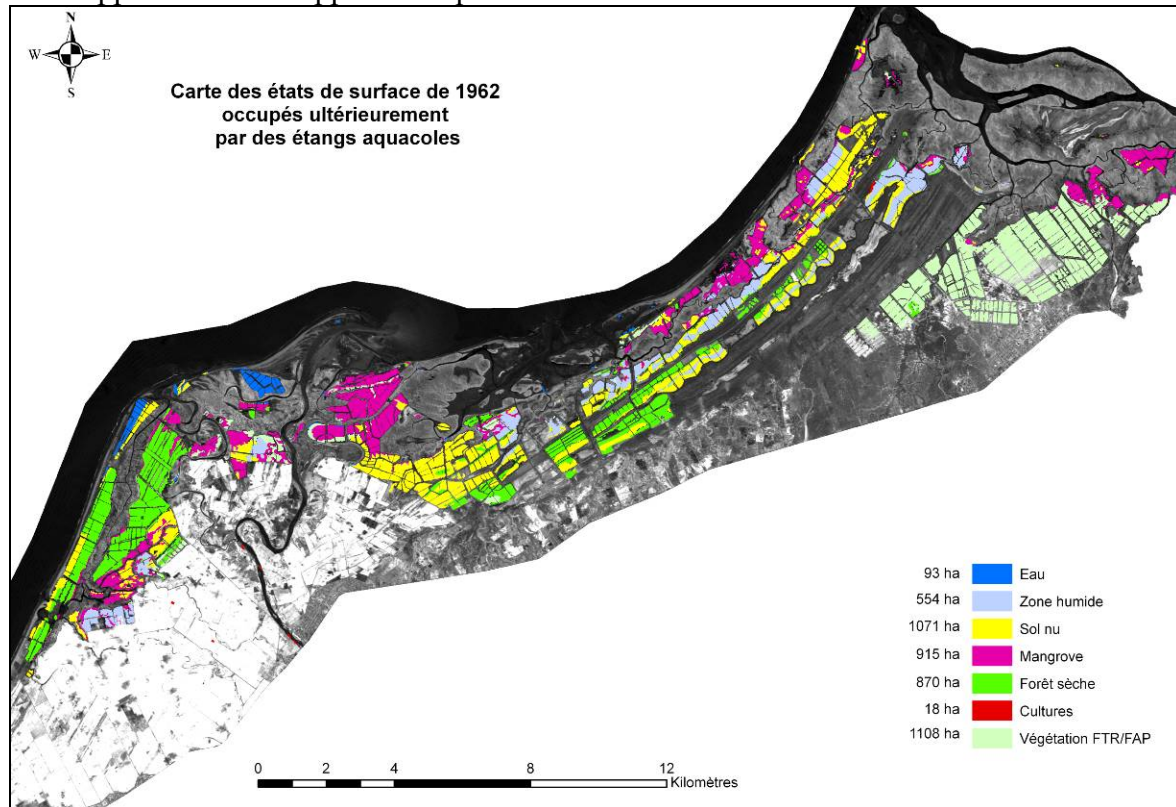


Figure 3-23 - États de surface occupés ultérieurement par l'aquaculture

3.3.4 Le trait de côte et le système fluvial

Les cartes diachroniques produites par télédétection ont aussi permis de révéler une dynamique locale particulièrement marquée : celle de l'évolution du trait de côte. Après avoir isolé le trait de côte dans un SIG, on a calculé les zones de recul et d'avancées sur plusieurs périodes (Figure 3-24). Parmi les cinq périodes considérées, une seule présente un bilan surfacique négatif, c'est-à-dire des surfaces érodées supérieures aux surfaces en progradation, celle qui court de 1977 à 1991. El Niño de 1983 a ainsi eu comme effet de réactiver un lit ancien du fleuve Tumbes. Jusqu'en 1983, le chenal principal s'écoulait vers l'apex de la formation deltaïque. Après 1983, un second chenal principal a été remis en activité, ce dernier devant correspondre à un lit anciennement occupé puis abandonné. En conséquence, les éléments transportés par le fleuve ont été répartis entre les deux chenaux. La charge transportée par le plus ancien s'est donc réduite, ce qui a entraîné à termes une érosion progressive des formations sableuse littorales situées à proximité de l'embouchure sous l'action de la dérive littorale venant de l'ouest. Cette partie spécifique de la côte, aux alentours de la pointe deltaïque, a donc été continuellement soumise à l'érosion durant toutes les périodes ultérieures, tandis que la partie plus à l'est, aux abords de la nouvelle embouchure, a au contraire engraisé. Les sédiments qui lui ont permis de s'engraisser proviennent probablement de la pointe qui se fait éroder en ce début de 21^{ème} siècle, mais

aussi des sédiments transportés par le chenal réactivé en 1983, qui observe des débits sensiblement plus importants que le drain plus ancien. Encore plus à l'est, on constate que la flèche sableuse qui fermait la baie de Puerto Pizarro en 1962 et encore en 1977 s'est progressivement fait éroder, de sorte qu'actuellement, seuls des bancs isolés et dispersés subsistent à la place de cette ancienne flèche. Cette érosion est liée aux événements qui ont eu lieu plus à l'est. On constate, en effet, que durant la période 1962–1977 la flèche est en progradation tandis que la zone située juste à l'est recule, cette dernière portion du littoral subissant un déstockage sédimentaire important. Le changement hydrologique postérieur, c'est-à-dire le changement de chenal principal, a ainsi modifié la dynamique à l'œuvre et bloqué le transfert sédimentaire. Les sédiments s'accumulent en une nouvelle flèche sableuse à l'embouchure du chenal récent, qui s'accroît donc aux dépens de la flèche plus ancienne. Durant les 45 années concernées par notre étude, les surfaces érodées totales s'élèvent à 1349 ha et les surfaces en progradation à 1675 ha, soit un bilan net positif de 326 ha. L'érosion d'une partie des côtes représente toutefois un risque pour les exploitations les plus proches du littorales, en particulier celles qui sont situées à proximité de l'ancienne embouchure principale. La dynamique littorale est donc contrôlée par les événements El Niño extrêmes. Une nouvelle modification du drain principal pourrait entraîner un retour à la dynamique qui prévalait jusqu'en 1983, à savoir un processus d'accrétion à la pointe du delta.

Conclusion

Durant la période d'observation du territoire, entre 1962 et 2007, un certain nombre de changements d'occupation du sol ont été révélés grâce aux cartes diachroniques de l'occupation du sol. Les résultats indiquent une artificialisation progressive de l'espace. Alors qu'en 1962, les espaces anthropisés étaient restreints aux zones agricoles les plus favorables du delta, en 2007, les zones naturelles se limitaient aux formations littorales de mangrove, à quelques îlots de forêt sèche, et aux portions de savane ouverte. Une des questions était alors de savoir pourquoi ces espaces sont restés à l'état naturel. Dans le cas de la mangrove et de la forêt sèche, c'est la conséquence des politiques de conservation : sanctuaire des mangroves, protection des ligneux, ou bien simplement parce que les zones considérées n'étaient pas propices à être développées. Cette dernière catégorie concerne par exemple les zones de savane ouverte, situées à distance des points d'eau. Le développement de l'aquaculture reste malgré tout le phénomène qui a eu le plus de répercussions sur le paysage depuis trente ans. Depuis la côte jusqu'à la route panaméricaine, l'espace s'organise autour de ces étangs aquacoles. Le développement du secteur n'a toutefois pas été continu. Les superficies en activité ont fluctué en fonction des contraintes de production. Les zones les plus convoitées par l'activité ont été les zones de forêt sèche, les tannes et la mangrove. Le développement aquacole est la conséquence d'une multitude de facteurs politiques, environnementaux, et socio-économiques. Le développement a globalement suivi un cycle, passant successivement par des étapes de croissance, de crises et d'adaptations. Pour une analyse plus précise, le chapitre suivant se propose de relier plus systématiquement ces résultats avec les propriétés du territoire étudié.

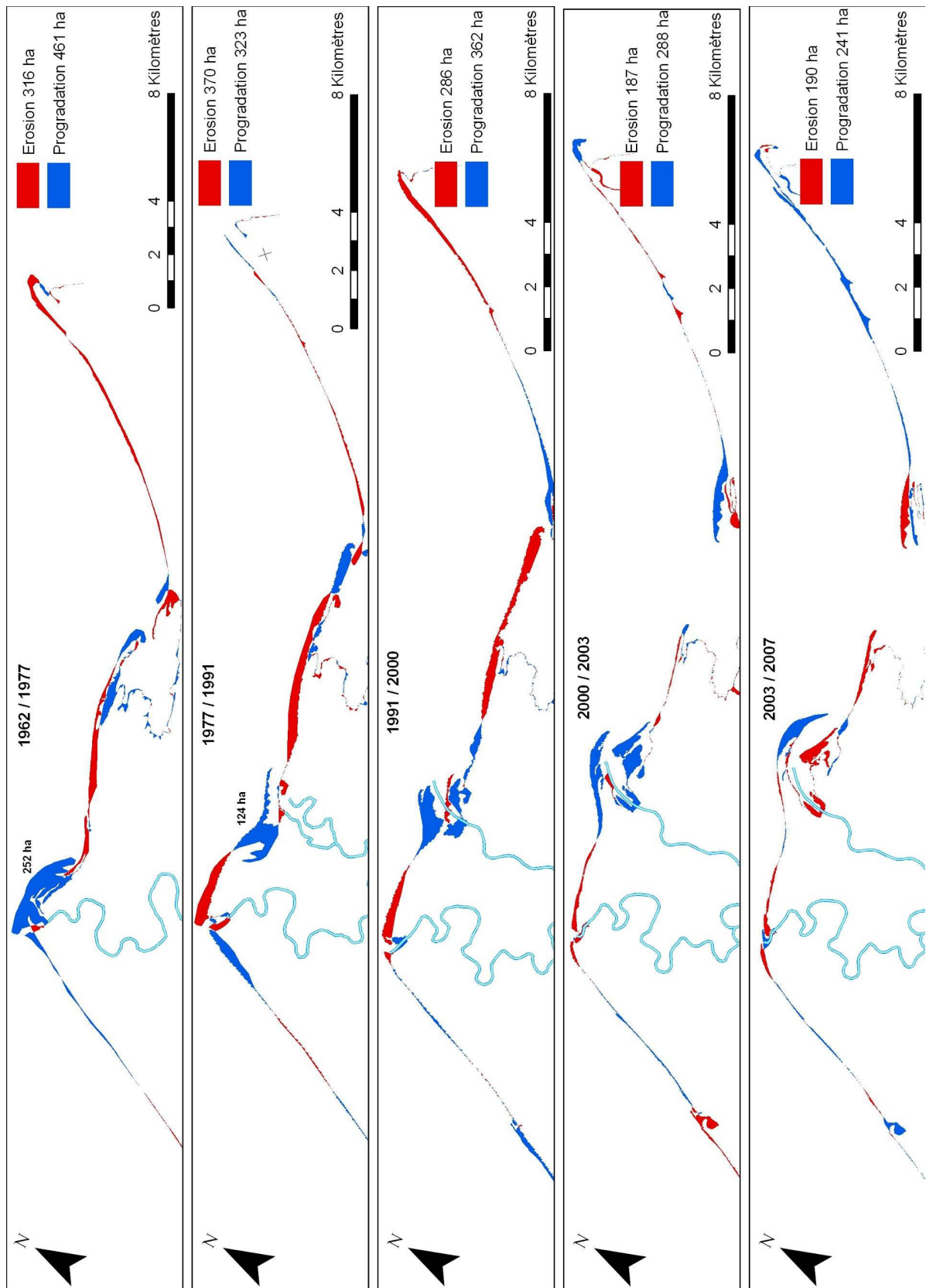


Figure 3-24 - Dynamique du trait de côte durant 5 périodes intervalles de temps situés entre 1962 et 2007

Chapitre 4 Interactions entre aquaculture et territoires

Les objets d'étude du présent chapitre sont les changements produits par l'un des deux systèmes, l'aquaculture ou le territoire, sur l'autre. Le développement de l'aquaculture produit en effets des impacts sur le territoire. Inversement, les caractéristiques et les évolutions de ce dernier se répercutent sur le système aquacole. A la différence du chapitre précédent, on s'intéresse ici aussi bien aux changements matériels qu'aux changements idéels ou symboliques qui s'inscrivent dans des échelles variées de temps et d'espace. Les dimensions qui n'ont pas été prises en compte précédemment (cognitive, politique, sociale, symbolique et économique) ont fait l'objet d'une attention particulière. Après avoir caractérisé le système aquacole, les éléments du territoire qui ont joué un rôle dans le développement aquacole ont été identifiés. La troisième partie a été dédiée, quant à elle, à l'analyse des impacts de l'aquaculture sur le territoire.

4.1 Le système aquacole

4.1.1 Les systèmes de cultures

La typologie des systèmes de cultures (SC) est relativement simple. En effet, une seule espèce (*Penaeus vannamei*) est élevée en monoculture dans tous les SC. Seule change l'intensité avec laquelle elle est élevée. En prenant comme paramètre de référence la densité d'ensemencement, on est parvenu à identifier trois types de systèmes : extensifs, semi-intensifs, et intensifs. Le système de culture s'appuie sur la description des différentes pratiques mises en œuvre par les exploitants durant le processus de production.

4.1.1.1 Les itinéraires techniques cultureux

Les principales étapes de la production mises en œuvre à l'échelle de la parcelle ont été décrites : la mise en charge, le grossissement, la récolte. Deux étapes qui précède et succède directement la production ont aussi été décrites: la pêche des post-larves et le conditionnement des produits récoltés.

4.1.1.1.1 La pêche et la production de post-larves (PL)

Les crevettes présentent une succession de phases larvaires. C'est au moment de leur dernière phase larvaire¹, dite de post-larves, qu'elles sont aptes à êtreensemencées dans les étangs de grossissement. A l'époque où les post-larves étaient pêchées de manière artisanale dans les eaux péruviennes, elles étaient à la fois destinées aux exploitations péruviennes et équatoriennes. L'approvisionnement des exploitations équatoriennes en PL péruviennes était un signe précoce de l'appauvrissement des eaux côtières équatoriennes en PL. Twilley (1989) identifie les causes suivantes : faibles températures suite aux événements El Niño, réduction de leur habitat (mangrove), réduction de la qualité des eaux, et surpêche. Encore récemment, la crevetticulture était totalement dépendante des PL issues du milieu naturel. Les extracteurs profitent du cycle naturel pour pêcher des crevettes lorsqu'elles se trouvent à proximité des

¹ La phase post-larvaire correspond à l'ultime phase larvaire et succède aux phases nauplius, zoés, et mysis. Lors du passage au stade de post-larve, les individus acquièrent les attributs morphologiques d'une crevette adulte. Elles commencent alors à migrer vers les eaux littorales puis saumâtres, qu'elles quitteront, une fois sexuellement matures, pour rejoindre la pleine mer afin de s'y reproduire.

côtes, d'où elles tirent à la fois nourriture et protection. Une fois pêchées, les PL sont vendues directement ou indirectement, par des intermédiaires, aux exploitations. La dépendance à la pêche poussait alors les exploitations à étaler la période de mise en charge sur plusieurs jours (entre 1 et 7 jours durant les débuts de l'activité). Les PL ne sont pas disponibles en quantité identique tout au long de l'année. Ainsi, pendant la saison des pluies, il y a généralement raréfaction des PL sauvages dans les eaux côtières, ce qui limite la production durant cette période. Le premier changement important du secteur est intervenu en 1985 lorsque les pêches sont devenues très mauvaises. À cette époque, les alternatives étaient inexistantes et il a donc fallu réduire la production. Dix ans plus tard, devant le même constat, plusieurs exploitations ont pris la décision d'importer des PL produites dans les écloséries de Panama et d'Équateur (*Litopenaeus vannamei* et *Litopenaeus stylirostris*). Ce n'est qu'à partir de 1997 que les écloséries péruviennes parviendront à produire des PL à partir d'individus sauvages, quelques années après le début de l'élevage larvaire, qui utilisait alors des nauplius originaires des écloséries équatoriennes. L'évolution de ces pratiques d'élevage entraînera de sévères modifications du marché du travail local.

Les pêcheurs exploitent la ressource² le long des plages et des berges, toute l'année, même si elles abondent tout particulièrement durant les *aguajes* (entre janvier et avril pour les *aguajes* d'avril)³. À une certaine époque, les crevettes étaient principalement pêchées pour être consommées avant d'être, par la suite, destinées à ensemercer les étangs de grossissement. Dans un premier temps, en système exclusivement extensif, les larves pénètrent d'elles-mêmes dans les étangs grâce aux changements d'eau. Ce n'est qu'avec le temps et avec l'intensification que les *larveros* sont devenus un maillon central du système⁴.

4.1.1.1.2 La mise en charge

La mise en charge consiste à ensemercer l'étang en PL. Après achat auprès des fournisseurs (pêcheurs, intermédiaires ou écloséries), les PL s'acclimatent aux eaux de l'étang en restant quelque temps dans des sacs en plastique remplis d'oxygène, ceci dans le but d'éviter un choc thermique trop brutal, facteur de stress et donc de mortalité. La quantité de PLensemencée au m² est le meilleur indicateur pour caractériser le système de cultures. Une augmentation de la densité implique, en effet, de modifier les pratiques et passe par une modernisation de

² Parmi les espèces de crevettes, on compte *P. indicus*, *P. canaliculatus*, *P. affinis*, *P. incisipes*, *P. monodon*.

³ Il existe deux techniques de récolte, l'une mobile, l'autre fixe. La fixe consiste à utiliser un filet à mailles fines (Ø 1 mm) fixé à deux bouts de bois, dénommé *trampera*. Il permet la capture des PL deux fois par jour, à chaque marée descendante. Cette technique est principalement utilisée en travers des chenaux et autres canaux localisés à l'intérieur de la mangrove. La technique mobile est confectionnée à partir du même type de maille, fixée sur un support ayant une forme de L et dénommé *avion*. Ce filet est trainé horizontalement par une seule personne sur environ 20 m suivie d'allers-retours, *vuelta* et *jalada*. L'étape suivante consiste à poser l'*avion* en position verticale sur la place et à vider le contenu dans un seau. Tout ce processus doit se faire dans un temps limité et avec une grande précaution pour garantir la qualité des individus et leur oxygénation. Un homme ne peut manier qu'un *avion* à la fois mais peut posséder par contre jusqu'à trois *tramperas*.

⁴Après la capture et la mise en seau, vient la sélection. Ceci doit se faire dans le temps le plus court possible, car il est important d'assurer l'oxygénation des individus. Plusieurs étapes permettent de séparer la larve commerciale des mauvaises larves alors jetées sur la plage. Après cette étape de sélection, ils les vendent généralement à des intermédiaires dans les points de vente de chaque plage ; quand ces étapes sont effectuées le même jour, on nomme la démarche « vente de larve au jour ». Lorsque la récolte est faite à la tombée de la nuit et que des difficultés dans la commercialisation se présentent, les *larveros* préfèrent construire des puits dans le sable protégés d'une bâche plastique dans lesquels ils vident la larve commerciale et la maintiennent jusqu'au jour suivant en changeant régulièrement l'eau pour réoxygéner la colonne d'eau. Comme la vente se fait le jour suivant, cette vente est appelée « vente d'hier ». Il arrive toutefois que les *larveros* vendent directement aux exploitations sans passer par des intermédiaires. Ceci reste avantageux à la fois pour le *larvero* et pour l'exploitation. Toutefois, la majorité des récoltes étant destinée au marché équatorien (demande et prix plus élevés), cela nécessitait l'intervention d'au moins un intermédiaire.

l'ensemble. Les densités en système extensif atteignent au maximum 10 PL par m², avoisinent 15/m² en système semi-intensif et dépassent 50/m² en système intensifs. Jusqu'au début des années 1990, les densités étaient en moyenne de 10/m². C'est à cette période toutefois que les premières tentatives de mise en charge plus élevées ont eu lieu, avec l'emploi à la fois de PL sauvages et de PL issues de laboratoires. Ainsi, les systèmes semi-intensifs se sont développés durant la première moitié des années 1990. Les systèmes intensifs sont eux postérieurs aux crises de la fin du 20^{ème} siècle.

4.1.1.1.3 Le grossissement

La période de grossissement est la phase la plus longue. Elle a pour objectif une croissance maximum des individus stockés. C'est un processus qui s'étend sur une période de plusieurs mois et qui implique la répétition de nombreuses tâches, certaines avec une fréquence quotidienne (l'alimentation, les changements d'eau, la fertilisation), d'autres moins fréquentes (nettoyage de l'étang), certaines de manière continue et d'autres discontinue. Dans le cas des systèmes intensifs, les opérations quotidiennes prédominent, alors que dans les systèmes moins intensifs, les opérations sont moins fréquentes et moins nombreuses. C'est lors de cette phase que l'on observe le mieux les différences de pratique suivant les différents niveaux d'intensité d'exploitation. Parmi ces différences, on note :

- le contrôle de la température de l'eau : du fait des densités élevées, les crevettes sont soumises à un stress permanent qui réduit leur résistance globale et qui nécessite alors de prendre des mesures pour limiter l'apparition de facteurs de stress tels que les variations de températures de l'eau. À densités moindres, les spécimens sont moins stressés et donc plus résistants. Les serres offrent une plus grande inertie de la température de l'eau ainsi qu'une déperdition moindre et donc une température plus élevée⁵ ;
- la présence de bassins de décantation/oxydation. Bien qu'ils ne soient pas encore utilisés par tous les exploitants, les exploitations intensives sont de plus en plus nombreuses à s'en équiper ;
- le contrôle de l'oxygène et de la salinité : avant l'aube, les taux d'oxygène sont au plus bas (conséquence de l'absence de photosynthèse durant la nuit). C'est la phase la plus critique durant laquelle on peut observer des mortalités importantes et qui requièrent des moyens de surveillance accrus, des étangs de plus petite taille et l'utilisation d'aérateurs électriques. Le contrôle de la salinité se réalise quant à lui grâce à l'approvisionnement en eau douce souterraine par puits tubulaires, et permet de pallier à des variations trop brusques de la salinité, lui-aussi facteur de stress.
- l'utilisation d'une source extérieure d'aliments, autre que la production primaire de l'étang. Des aliments différents sont ainsi apportés en fonction du métabolisme. Les caractéristiques nutritionnelles doivent, en effet, être adaptées aux besoins des individus de chaque classe d'âges.

L'attention portée aux animaux se justifie par le risque de mortalité omniprésent. Ainsi, l'épisode du White Spot a eu comme principale vertu d'identifier les pratiques à risques susceptibles d'augmenter la prévalence des maladies. Parmi les principaux enseignements tirés de cet épisode, on retiendra (i) la nécessité de limiter les échanges avec le milieu, (ii) et de rejeter des effluents moins souillés, (iii) les besoins d'un meilleur contrôle de la température de l'eau, et (iv) une interdiction d'approvisionnement en PL sauvages. Les

⁵ L'augmentation de la température n'est pas sans conséquences. En général, l'intensité des réactions physico-chimiques double pour chaque augmentation de 10 degrés de la température de l'eau, ce qui signifie que les organismes utiliseront deux fois plus d'oxygène à 30 qu'à 20 degrés. C'est une des raisons pour lesquelles il est nécessaire d'utiliser des aérateurs, outre l'objectif de créer un mouvement tourbillonnant de l'eau afin de rassembler au centre les déchets.

systèmes ont alors évolué vers des systèmes plus intensifs, appelés localement de *bio-seguridad*, qui dès 2002 avaient comme objectif principal d'empêcher l'apparition et le transfert des pathogènes. Le terme de *bioseguridad* indique clairement que le principal risque est biologique, et qu'à ce titre le contrôle doit se faire sur les paramètres environnementaux et biologiques.

Ainsi, il est intéressant de constater que le passage à des systèmes plus intensifs est la conséquence des crises plutôt que de la volonté des exploitants ou des politiques d'augmenter les productions. La perturbation initiale est donc clairement endogène. Elle est la conséquence d'une mauvaise gestion à différentes échelles : celle de la parcelle, celle des exploitations, et celle de l'ensemble des exploitations côtières. À ce titre, les responsabilités sont partagées entre les exploitants et les pouvoirs publics qui n'ont pas su anticiper le risque.

4.1.1.1.4 La récolte

La récolte s'effectue lorsque les individus ont atteint une taille commerciale, dont la valeur fluctue selon les cours du marché. La date de la récolte est ainsi très importante à considérer. Les exploitants doivent en effet anticiper la récolte afin de pouvoir prévenir à temps les usines de conditionnement pour qu'elles aient le temps de se préparer. Les transferts doivent, en effet, être les plus rapides possible compte tenu de la décomposition rapide des produits entraînant une chute de leurs qualités organoleptiques. Le choix de la date est la conséquence de plusieurs conditions. Sur le plan biologique, il est important de considérer les cycles lunaires car ceux-ci conditionnent les mues des animaux et donc la dureté de leur carapace. Cette dureté conditionne en retour des prix plus élevés. En situation normale, c'est à dire en dehors d'un épisode El Niño, le facteur le plus important est le poids des individus. Selon leur poids, les crevettes sont alors classées dans des catégories de prix fixées par le marché. Les producteurs ont désormais le moyen de suivre en temps réel ces prix et peuvent donc prendre des décisions dans des délais extrêmement courts à la suite d'une fluctuation de prix. Généralement, la récolte emploie entre 10 et 15 personnes pour 10 ha. Les gestionnaires font appel à l'*enganchador*, intermédiaire capable de mobiliser un grand nombre de personnes dans de courts délais. La récolte est immédiatement suivie par la mise au froid des animaux, c'est-à-dire leur stockage dans des glaciers contenant de grandes quantités de glace, avant d'être transportés en direction des usines de conditionnement afin d'y être étêtés⁶. Précédemment, cet étêtage était réalisé sur le site même de l'exploitation. Toutefois, pour des raisons d'ordre sanitaire, la crise du choléra en 1983 a provoqué une réorganisation de la filière. Après l'étêtage, sous la responsabilité des exploitations, les usines endossent la responsabilité de la suite de la chaîne de traitements, du triage jusqu'au stockage final dans les réfrigérateurs.

4.1.1.1.5 Le conditionnement

Les tâches effectuées après la récolte sont indiquées sur la Figure 4-1. Les deux principales sources de travail sont les opérations d'étêtage et les opérations de tri. Un nombre restreint de producteurs exporte les crevettes entières, ce qui les exonère de l'étêtage⁷. En moyenne, il faut 8 à 10 personnes (exclusivement des femmes) pour l'opération d'étêtage des plus grosses crevettes et environ 14 pour les crevettes de petite taille⁸. L'étêtage est une opération clef du conditionnement car une opération mal réalisée, c'est-à-dire qui enlève une partie de l'abdomen, réduit les volumes. Une opération réussie sépare correctement le céphalothorax⁹

⁶ L'étêtage consiste à séparer le rostre de la tête et de ne garder que le premier.

⁷ La plupart des crevettes entières sont exportées en Europe.

⁸ Les crevettes pêchées en pleine mer sont généralement de plus grande taille.

⁹ Le céphalothorax comprend, entre autres, le rostre et la carapace.

de l'abdomen. C'est donc une tâche sensible que les exploitants organisent eux-mêmes dans les locaux loués par les usines. Du fait de la dextérité nécessaire, seules des femmes effectuent ce travail.

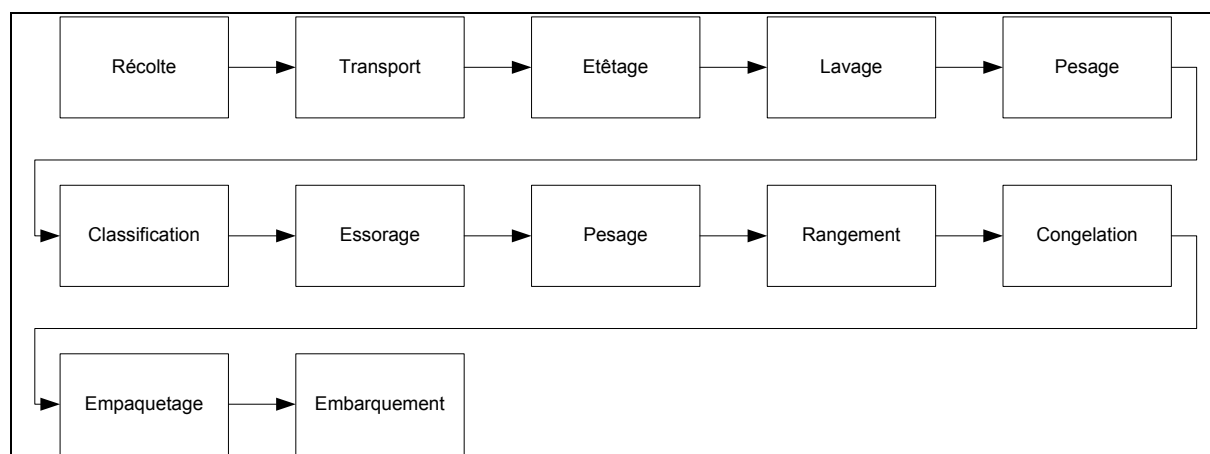


Figure 4-1 - Ensemble des étapes de conditionnement à la suite de la récolte effectuées dans les usines de conditionnement

Le triage et l'étagage coûtent en moyenne à l'aquaculteur (au 1^{er} semestre 2007) 0,42 soles par kilo. En ajoutant les coûts relatifs aux services fournis par les usines, le coût passe à environ 3 soles par kilo de crevettes (équivalent à environ US\$ 1). Une fois le conditionnement effectué, c'est à l'exploitation que revient la charge de contacter l'exportateur et d'affréter un camion pour le transport jusqu'au port.

4.1.1.2 Le calendrier cultural

Durant les premières années, le calendrier cultural débutait par la mise en charge des PL dans les bassins de grossissement entre janvier et février pour un cycle d'une durée d'environ 5 mois, immédiatement suivi d'un second cycle annuel avec une récolte entre octobre et novembre. La réalisation de ce second cycle était toutefois incertaine compte tenu des cas fréquents de raréfaction de PL sauvages. Une récolte sélective permettait de conserver les spécimens les plus petits, qui pouvaient alors croître deux mois de plus. Certaines exploitations ne pratiquaient qu'une récolte par an pour se laisser le temps de préparer le sol (assec, élimination des espèces invasives, des prédateurs, amendement calcaire, nivellement). Aujourd'hui, la plupart des exploitants pratiquent entre 2 et 3 récoltes annuelles. La période de pointe de travail se situe au mois d'avril alors que durant la période d'août à septembre l'offre de travail est au contraire moins importante.

4.1.2 Les facteurs de production

Les principaux facteurs de production sont le foncier, le travail et le capital. On peut toutefois y ajouter des facteurs immatériels tels que l'organisation et la connaissance, qui tiennent une place de plus en plus importante dans les secteurs globalisés.

4.1.2.1 Le foncier

La disponibilité du foncier est la conséquence d'une mise à disposition d'une partie du littoral au secteur privé. Ces portions du littoral sont des zones qui n'étaient pas exploitées au moment du changement de statut et qui étaient considérées comme peu productives d'un point de vue agricole. Les entrepreneurs privés ont ainsi pu les acquérir (*autorizacion*) ou les louer

pour une durée de 30 ans (*concession*). Le marché de la terre étant un secteur dérégulé, les prix fluctuent en fonction de la demande. Les prix ont crû durant les années 1980 et 1990. Au plus fort des crises, les prix sont retombés à tel point que les banques qui avaient récupérés les terres des exploitations dans le cadre d'hypothèques les ont alors cédés à vil prix. En pleine crise, un hectare ne coûtait ainsi plus que US\$ 1000 alors que quelques années plus tard, les prix ont été multipliés par 7 ou 8.

4.1.2.2 Le capital

Peu de propriétaires fonciers vivent sur place, ce qui a été une difficulté majeure pour recueillir leur parole. De plus, parmi ceux qui résident sur place, certains ne désiraient pas se faire interroger. Les informations sur les propriétaires ont donc été obtenues de manière indirecte (amis, employés, chef de camps...). Pour l'essentiel, le capital est apporté par les propriétaires et le mode de faire valoir principal est le faire valoir direct à travers un gérant d'exploitation, généralement qualifié et expérimenté. Une typologie des propriétaires a été établie :

- politiciens ;
- hommes d'affaires impliqués en politique ;
- hommes d'affaires ;
- propriétaires ayant des connaissances en biologie et en production aquacole ;
- petits hommes d'affaire, dont certains sont informels ;
- exploitants informels aux ressources limitées.

Les trois premières catégories regroupent les plus gros propriétaires. Ils ne sont pas tous impliqués dans le secteur depuis le début. Pour les plus gros propriétaires, l'aquaculture n'est parfois qu'une activité secondaire. Toutefois, l'importance des investissements oblige des retours économiques conséquents. Si elle n'est pas l'activité économique principale, l'aquaculture constitue parfois un vecteur qui facilite l'intégration dans le champ politique. Il arrive qu'à l'inverse une position politique facilite l'intégration dans le champ aquacole. On trouve en effet des politiciens de niveau national (chambres des représentants ou membres du gouvernement) engagés en aquaculture. L'activité apparaît donc comme élitiste du fait de la sélection par le capital opérée à l'entrée. La présence de biologistes parmi les propriétaires s'explique par les crises répétées qu'a connu le secteur. Certains d'entre eux, alors chefs de camp au moment des crises, ont eut l'opportunité d'acquérir des terres à très bas coûts au début des années 2000.

L'informalité complique la tâche de gestion et d'aménagement de l'espace du fait de l'absence de remontée d'informations. Cette informalité recouvre plusieurs cas de figure. Un premier concerne les exploitations éloignées, peu accessibles, et dont on sait qu'elles sont peu productives. Le caractère peu productif peut être lié au site lui-même, tel que la présence de sols sableux par exemple, extrêmement perméables, entraînant alors des coûts supplémentaires ou à la situation, qui offre peu d'avantages en termes d'accessibilité par exemple. De telles exploitations, peu attractives, sont alors mises à disposition sur un marché locatif informel. L'absence d'enregistrement n'est pas rédhibitoire pour les propriétaires qui souhaitent exporter leur production. Les grandes exploitations enregistrées en bonne et due forme se chargent, en effet, de racheter les produits et de les écouler sur le marché de l'exportation. Pour ne pas risquer de voir leur réputation entachée, elles procèdent au préalable à des tests de détection de plusieurs produits chimiques (Maria Siccha, com. pers.).

4.1.2.3 Le travail

Dans un marché concurrentiel tel que celui de la crevette, le travail doit être à la fois disponible en quantité et à bas coût. La condition d'une forte disponibilité de la main d'œuvre est que celle-ci doit être nombreuse et sans travail ou, dans le pire des cas, avec un travail temporaire. L'aquaculture a donc besoin d'un marché du travail saturé, d'une offre de travail inférieure à la demande. C'est le cas lors des périodes de récolte qui correspondent à des périodes de pointe du travail. Une fois la date de récolte fixée, les gérants doivent être sûrs de disposer de la quantité voulue de travailleurs. Le problème se trouve donc moins du côté de l'exploitant que du travailleur (salaire, condition de travail, sécurité).

Pour les grosses opérations telles que la récolte ou le nettoyage des étangs une fois la récolte achevée, les gérants font appel à un personnage local, le *contratista* ou *enganchador*. L'objectif de ces derniers est de fournir aux exploitations le nombre requis d'ouvriers et cela dans de très courts délais. Les récoltes ne sont anticipées que de quelques jours seulement du fait des fluctuations des prix internationaux. Il faut alors que les exploitations disposent rapidement d'un contingent d'ouvriers, pour lesquels l'expérience aquacole rentre parfois en ligne de compte dans la sélection. La principale qualité du contractant est de connaître un nombre important de personnes répondant à ces critères. Un des contractants rencontrés doit parfois répondre à des besoins quotidiens de main d'œuvre supérieurs à 100 personnes. Les ouvriers qu'il contacte sont essentiellement de jeunes *tumbesinos*, ayant généralement moins de 25 ans. Pour ces jeunes, l'aquaculture est une source de revenu complémentaire à côté d'autres emplois souvent précaires dans les services ou dans la construction. Le contractant paye lui-même les ouvriers après avoir négocié un prix à la tâche avec les exploitations. Seuls le transport et la nourriture sont assurés par l'exploitation. Généralement, les accords avec les exploitations sont annuels. La paye est de 20 soles par ouvrier et par jour de travail. Les deux principaux travaux sont la récolte et le nettoyage des étangs intensifs. En comptant ces deux activités, on arrive à 50 personnes environ par hectare d'intensif et donc par campagne, soit 1000 soles (250 euros). Avec une nouvelle loi devant être votée, tous les travailleurs sont censés être régularisés¹⁰. La paie devrait donc passer à 28 soles et les travailleurs pourront bénéficier des avantages sociaux et de santé. Dans ce cadre, tous les travailleurs employés pour la récolte devront être contractés et recevoir un salaire régulier.

4.1.2.4 Les facteurs immatériels

Par ce qui a été dit, on constate que les systèmes intensifs exigent des investissements financiers plus élevés, mais qu'une différence fondamentale quant aux facteurs mobilisés est l'utilisation plus systématique des facteurs de production immatériels, organisationnels. La pérennité de l'activité dépend, de manière croissante, des savoirs et des savoir-faire développés à l'extérieur puis transférés localement. Ces transferts ne sont toutefois ni garantis ni gratuits. Leur accès est facilité par l'adhésion préalable aux réseaux de production globalisés, c'est-à-dire au respect des normes de production, au dialogue avec les acteurs à l'amont et à l'aval. Les services fournis par ces réseaux globalisés permettent une meilleure réactivité face à des perturbations (pathologies, ...) mais aussi une meilleure production en dehors des périodes de crises. Dans le cas de Tumbes où les possibilités d'extension sont réduites, les gains de productivité passent par une augmentation de la production.

¹⁰ La loi concerne toutes les activités (banque, mine, pêche, etc.) et résulte de la politique de nombreuses entreprises qui ont un noyau réduit de travailleurs permanents et qui emploient de nombreux temporaires, sans payer de charges sociales, durant toute l'année.

4.2 Le rôle et l'impact des territoires sur le processus de développement de l'activité

4.2.1 Le territoire

La notion de territoire est polysémique. En conséquence, les géographes en multiplient les définitions (Moine 2006). La définition la plus courante lui reconnaît une double nature matérielle et symbolique. Il serait ainsi le produit de processus par lesquels sont mobilisés dans un système symbolique et informationnel des ressources matérielles (Gumuchian et Pecqueur 2007). Le territoire est aussi défini comme une portion d'espace approprié par un groupe d'individus. L'appropriation, à forte connotation éthologique, peut se caractériser par une matérialisation des frontières, ou bien alors se réaliser de manière plus floue dans l'espace idéal. Le territoire est défini comme un ensemble de ressources, de natures diverses, localisées et proches les unes des autres et de contraintes juridiques, politiques, économiques. Son fonctionnement s'appuie sur l'exploitation de certaines de ses ressources au moyen d'autres ressources, ce qui permet sa pérennité. Les limites d'un territoire peuvent être idéelles, naturelles ou administratives. L'adaptation de la population fait qu'en dépit d'une délimitation arbitraire, des sentiments d'appartenance peuvent se créer. Les territoires sont donc souvent construits. L'intérêt a été porté ici sur les ressources exploitées et exploitantes, et sur les processus qui sous-tendent la présence de ces ressources.

L'héritage est un des principaux processus de fonctionnement du territoire. On distingue l'héritage temporel de l'héritage spatial. Le premier s'exprime lorsqu'un ensemble d'éléments socioculturels se transmet entre les générations. L'héritage spatial se produit lorsqu'un territoire acquiert tout ou partie des attributs (ou des ressources) des territoires qui l'englobent (ou qu'il englobe). Ainsi, les territoires de niveaux hiérarchiques inférieurs héritent des propriétés des niveaux supérieurs. Dans le cas des associations formelles par exemple, les états-nations transmettent certains de leurs attributs aux entités administratives inférieures. On peut aussi distinguer les héritages selon qu'ils soient symboliques (culturels) ou matériels (naturels). Un héritage symbolique est la transmission d'éléments immatériels : psychologiques (représentations, idées), langue, représentations, savoirs-faires, valeurs, pratiques, religion, réseaux... et qui ont, à tout moment, la capacité de provoquer des processus décisionnels individuels ou collectifs, dans le champ politique par exemple. L'héritage concerne aussi le capital naturel. En s'érodant au fil du temps, il modifie alors nécessairement les ressources symboliques. Lorsqu'il s'érode de manière artificielle et accélérée, c'est que les décisions humaines ont eu pour conséquence des modes d'exploitations agressifs. Cette relation culture/nature apparaît alors comme un des processus majeurs de changement. C'est en effet un processus par lequel les héritages culturels et naturels fluctuent d'une génération à l'autre, engendrant inévitablement des changements et des adaptations. D'autres processus permettent aux territoires la production (changement qualitatif) ou la reproduction (changement quantitatif) : diffusion, apprentissage, extension (appropriation physique ou plus récemment appropriation symbolique).

4.2.2 Les ressources territoriales

On catégorise les ressources en deux classes distinctes : les ressources sociales, et les ressources naturelles. Les deux entrent en interactions à de nombreuses reprises en provoquant des associations spécifiques, de manière continue ou intermittente. Pecqueur (2006) propose d'établir une distinction entre une ressource et un actif. La ressource, à la différence de l'actif, constitue une réserve, un potentiel latent voire virtuel qui peut se

transformer en actif lorsque les conditions de production ou de création de technologie le permettent (Pecqueur 2006).

4.2.2.1 Les ressources naturelles

Pour se reproduire, les sociétés humaines dégradent ou détruisent des ressources naturelles. Même lorsqu'elles les recyclent, c'est souvent accompagné d'une perte qualitative, de sorte que le recyclage ne répond que partiellement au problème de la disponibilité. La durée de vie des ressources dépend grandement de son accès. Celui-ci dépend à la fois de la nature même de la ressource mais aussi des usagers. Certaines ressources sont accessibles facilement et gratuitement par tous (oxygène), d'autres sont difficiles d'accès et leur usage peut être même payant (carbone fossile). La plupart des ressources ne sont devenues des actifs que récemment, dans un contexte où il devient rentable de les exploiter. Cette rentabilité dépend elle-même du marché (de la demande), des conditions d'exploitations (techniques/technologie), et de la connaissance sur l'existence ou non de la ressource. Ainsi les services écosystémiques ont rendu de fiers services, gratuitement, aux sociétés sans que celles-ci n'en aient eu conscience ou n'aient eu conscience de l'intérêt de les évaluer financièrement. Les ressources naturelles fournissent différents types de bénéfices aux individus ou groupes qui les exploitent. Elles constituent le premier maillon de la chaîne de productions des biens. Ainsi, elles peuvent générer des revenus, du bien-être ou tout simplement permettre la survie si l'on considère les ressources alimentaires. L'exploitation en vue de produire des objets luxueux, par définition non indispensables, s'est récemment accrue. Si cela constitue une des raisons de la dégradation à l'échelle globale, le défi majeur consiste à modifier le système de production tout en limitant les conséquences sociales. L'adéquation entre le concept de territoire et celui de ressources exige que ces dernières soient localisées et donc exploitables selon les conditions locales. Sur le plan des ressources naturelles, les territoires sont donc inégaux.

4.2.2.2 Les ressources sociales

L'une des particularités des territoires est qu'ils sont appropriés par des individus ou des groupes. Cette appropriation signifie que des investissements de ressources personnelles sont effectués sur et dans le territoire avec l'espoir de retours (économiques, bien-être) dont une partie bénéficie en retour au territoire. L'appropriation signifie donc l'investissement de plusieurs formes de capital (social, humain, financier, physique). Elle s'insère dans un projet individuel ou collectif ayant un ou plusieurs objectifs plus ou moins clairement définis : survie, appât du gain, pouvoir, voire les trois à la fois. On s'approprie un territoire pour ses ressources ou pour y développer des ressources car on sait que l'on a plus de chance de les voir se multiplier là. Ce facteur global de multiplication est, quant à lui, lié à la dualité entre la ressource héritée ou reproduite et la ressource nouvelle. Les ressources sociales sont toutes liées aux individus. On dresse toutefois l'hypothèse que, comme un espace national n'est pas la somme des entités régionales qui le divisent (Grataloup 2007), les ressources du territoire ne sont pas la somme des ressources individuelles. Cela signifie qu'il faut nécessairement distinguer les ressources individuelles des ressources territoriales. Cela exige donc de considérer deux échelles d'analyse, l'individu et le territoire, l'un pouvant renforcer ou affaiblir l'autre.

Au niveau individuel, le capital social rassemble l'ensemble des ressources accessibles depuis un réseau de connaissances (construit dans le cadre familial, récréatif, professionnel...). Le capital social d'un territoire rassemble l'ensemble des ressources des individus qui y habitent à la différence près que pour être comptabilisés, les ressources doivent avoir des répercussions sur le territoire. Le capital social d'un territoire est donc dépendant du capital social des

individus qui y habitent, et qui y ont habités, sans toutefois être égal à leur somme. La relation de dépendance est néanmoins réciproque, de sorte que le capital social d'un individu sera favorisé à l'intérieur d'un territoire à fort capital social (par exemple la Silicon Valley). Les deux se renforcent donc mutuellement. À l'inverse, les deux peuvent s'affaiblir mutuellement. Depuis les travaux de Granovetter (1985), on sait que l'efficacité économique dépend, pour partie, de la structure sociale. Les réseaux sociaux affectent les flux et la qualité de l'information, ils sont une source de récompense et de punition, et permettent l'émergence de la confiance, condition nécessaire à toute transaction (Courlet 2007). On reconnaît ainsi l'importance de ce que l'on peut appeler le capital social territorial endogène. On définit celui-ci comme l'ensemble des liens effectifs/affectifs entre les individus d'un même territoire. Il est donc d'autant plus fort que le nombre de liens est élevé. La présence d'un tel capital est donc bénéfique au territoire car les liens de confiance favorisent les résultats économiques. En somme, pour être efficace un territoire devrait non seulement (i) favoriser l'intégration d'individus ayant des capitaux sociaux élevés (ce qui suppose qu'ils soient en possession de ressources extraterritoriales) et (ii) favoriser les relations entre ces individus. Ces exigences rendent les territoires inégaux. Leur organisation, qui passe par une place, des rôles et des fonctions différentes s'accompagne, alors d'une complémentarité et d'une hiérarchisation. En ce qui concerne la ressource physique, la différenciation entre les ressources détenues individuellement et celle qui sont détenues collectivement est encore plus forte. En effet, la mise en commun des ressources financières (taxes, impôts) au service de la collectivité permet la réalisation d'infrastructures impossible à réaliser au niveau individuel. Ces infrastructures, dédiées aux déplacements des biens et des personnes, sont généralement associés avec des niveaux importants de richesse créée. Les ressources financières sont aussi une ressource très convoitée. Cela dit, elles peuvent être employées de diverses manières. Certains territoires favorisent une approche rentière alors que d'autres favorisent au contraire une approche d'investissement. La question qui se pose alors est de savoir de quelle manière le territoire tel qu'il est constitué et tel qu'il fonctionne à Tumbes a influencé le développement aquacole.

4.2.3 Le territoire de Tumbes et l'aquaculture

4.2.3.1 La dimension historico-géographique du territoire

Le fait que les histoires récentes et anciennes jouent un rôle sur le développement contemporain des territoires est une évidence. En effet « dire que le monde est l'aboutissement de son passé est une parfaite banalité » (Grataloup 2007). Pour autant, le même auteur rappelle que l'on peut tirer comme enseignement de l'histoire l'identification et la compréhension des dynamiques, sociales et naturelles, qui recomposent de manière continue les territoires dont l'état présent ne constitue qu'un arrêt sur image. On reconnaît la continuité des phénomènes et donc la relation de causalité entre des phénomènes inscrit dans des temporalités différentes. Appréhender la dimension historique d'un territoire permet donc de dresser une grille de lecture qui aide à la compréhension de l'état présent en rapport à ses états et à ses dynamiques antérieurs. Les liens entre phénomènes historiques et phénomènes actuels ne sont pas toujours évidents, mais ont été, pour certains, identifiés grâce à l'élaboration des réseaux de territoires développés pour le secteur aquacole. Ces réseaux se sont construits grâce aux processus et faits suivants : héritages temporels et géographiques, proximité historique et géographique.

4.2.3.2 Le réseau de territoires de l'aquaculture

Chaque territoire, durant son histoire, se construit un réseau à travers lequel il puise une partie des ressources qui assurent sa pérennité. Ces relations lient ainsi progressivement des territoires de différents niveaux. Les facteurs qui engendrent une telle structure réticulaire peuvent être de natures diverses : économiques, culturelles, politiques, religieuses, géographiques. À tout moment, le territoire construit et étend un réseau qui profite aux individus qui composent ce même territoire. Chaque nouvel élément intégré au territoire profite ainsi du réseau historiquement établi tout en contribuant à l'enrichir de son propre réseau. Les processus de construction du réseau s'appuient sur plusieurs types de proximité dont la proximité géographique, la proximité historique, la proximité socioculturelle (familiale, religieuse), la proximité économique (niveaux de développement équivalents). Un réseau de territoires permet de considérer la nature et le type de ressources accessibles et utilisables par les acteurs d'un territoire. Il est une traduction géographique des réseaux sociaux établis.

L'utilisation conjointe des notions de réseau et de territoire soulève des questions. S'agit-il de termes antinomiques ou complémentaires ? Un réseau se réfère à une organisation d'éléments généralement non superposables. Un territoire se réfère, quant à lui, à un ensemble d'éléments proches d'un point de vue géographique. Un réseau de territoires implique donc une organisation réticulaire de territoires. On voit donc apparaître une hiérarchie entre les deux notions. Le réseau apparaît en effet supérieur au territoire. La globalisation constitue le principal phénomène liant ces deux notions. La mondialisation, et plus encore la globalisation, ont eu pour conséquence d'augmenter le nombre de connections entre les entreprises. Ce sont ces réseaux, d'abord entrepreneuriaux qui ont, dans leur sillage, provoqué la réticularisation des territoires. Ce prolongement de l'entreprise vers le territoire s'explique par les liens socio-économiques tissés entre les entreprises et les territoires auxquels elles appartiennent. Les entreprises établissent d'abord des liens entre elles. Les répercussions sur le territoire s'expriment dans un second temps, de manière positive ou négative selon la réussite économique de l'entreprise ou du secteur. Faire des territoires des espaces réticulaires, les rend relativement autonomes et en fait des espaces d'action et de décision privilégiés.

Dans cette étude, le réseau a été construit d'après des informations qualitatives obtenues lors du travail de terrain (Figure 4-2). Le modèle présente les territoires avec lesquels Tumbes est lié par des relations de nature différentes. On a identifié des liens de deux types : ceux qui se construisent autour de la production (intrants, travail, capital), et ceux qui se tissent autour de la commercialisation.

Dans le détail, les échanges d'intrants lient les territoires suivants (la liste n'étant pas exhaustive) : Équateur, Brésil, Trujillo, Colombie. Certains de ces liens ont cependant périclité. Ainsi, les liens qui unissaient la Colombie à Tumbes (relativement à la fourniture en PL) ont laissé la place aux liens entre l'Équateur (Salinas) et Tumbes. Cet exemple montre le caractère temporaire des liens. Un des traits de la crevetticulture péruvienne, que ne partagent pas d'autres productions crevetticoles, est le fait de pouvoir s'appuyer sur des ressources halieutiques nationales, sources de farines de poissons. Ce trait est surtout intéressant économiquement car la farine de poisson est le principal constituant de l'aliment composé, qui lui-même représente le principal coût de production.

Une partie du capital provient des pays du Nord où sont situés l'essentiel des consommateurs des crevettes. Les liens anciens s'appuient sur une proximité géographique (Etats-Unis) et/ou historique (Espagne) alors que les liens récents, apparus à la suite du développement aquacole, s'appuient exclusivement sur une proximité économique. On trouve dans ce dernier cas le lien entretenu à une certaine époque avec la Thaïlande, basé sur le transfert de connaissances concernant l'épizootie du White Spot. Le fonctionnement actuel de l'industrie permet donc de dépasser les réseaux historiquement constitués.

Le maintien du réseau nécessite un renouvellement des liens qui périclitent. Le remplacement de ces derniers est plus ou moins facile et indispensable selon la rareté du bien que le lien met à disposition. Parmi les liens indispensables, on compte les partenaires qui irriguent le territoire en capital et ceux qui achètent le produit. Les liens avec les territoires des pays développés apparaissent ainsi indispensables car difficilement substituables.

Une autre ressource indispensable est la connaissance. Le choix de l'intensif nécessite un apport constant de nouveaux savoirs et savoir-faire qui sont produits par la recherche. La recherche en aquaculture est largement décentralisée. L'objectif est donc de continuer à attirer les nouveaux savoirs et savoir-faire produits en différents points à travers, par exemple, du personnel hautement qualifié et la mise en place d'une activité de recherche-développement. L'exigence en matière de fourniture d'intrants est moins forte car les territoires qui les fabriquent sont potentiellement nombreux et donc interchangeable. L'activité a néanmoins des besoins forts en matière de livraison (quantité et rapidité). La proximité des zones d'extraction et de production lui assure donc théoriquement ces deux garanties. Compte tenu des prix élevés de l'aliment, les exploitations ne peuvent pas stocker une trop grande quantité d'aliment. Ce fonctionnement à flux tendus les rend donc vulnérables à une variation de l'offre qui est atténuée par l'origine péruvienne du principal composant des aliments composés. Plusieurs territoires péruviens contribuent, en effet, au fonctionnement et à la pérennité du secteur (Figure 4-2). Les territoires d'échanges sont Trujillo, Paita, Piura et Lima, qui lui offrent, respectivement, les intrants nécessaires à son développement, les infrastructures portuaires nécessaires pour pouvoir exporter, la main d'œuvre non qualifiée, et enfin le capital, qui constituent un ensemble de garde-fous.

Les entreprises apparaissent comme les vecteurs principaux des nouvelles connexions territoriales. La présence de secteurs globalisés permet ainsi de voir une multiplication des mouvements entre les niveaux locaux et globaux. Pourtant, sans réseaux préétablis, ou sans stimuli externes, il aurait été difficile de voir émerger l'aquaculture, qui ne constitue, en définitive, qu'une activation de ressources, c'est-à-dire le passage d'une ressource à un actif, pour reprendre la terminologie de Pecqueur (2006). Il faut toutefois tempérer ce constat dans la mesure où certaines ressources locales peuvent être utilisées par des acteurs locaux mais dans des circuits informels, participant ainsi faiblement à l'économie officielle et mesurable.

En qualité d'activité globalisée, la crevetticulture repose sur un nombre d'acteurs relativement important, qui fournissent à la fois des ressources matérielles et immatérielles non disponibles sur place. Le local fournirait ainsi les ressources naturelles tandis que les autres espaces fourniraient à la fois les ressources sociales et naturelles. L'existence d'un réseau qui fournit les ressources nécessaires à son développement est donc nécessaire. Les réseaux apparaissent à la fois comme la cause et la conséquence du développement de secteurs tels que l'aquaculture.

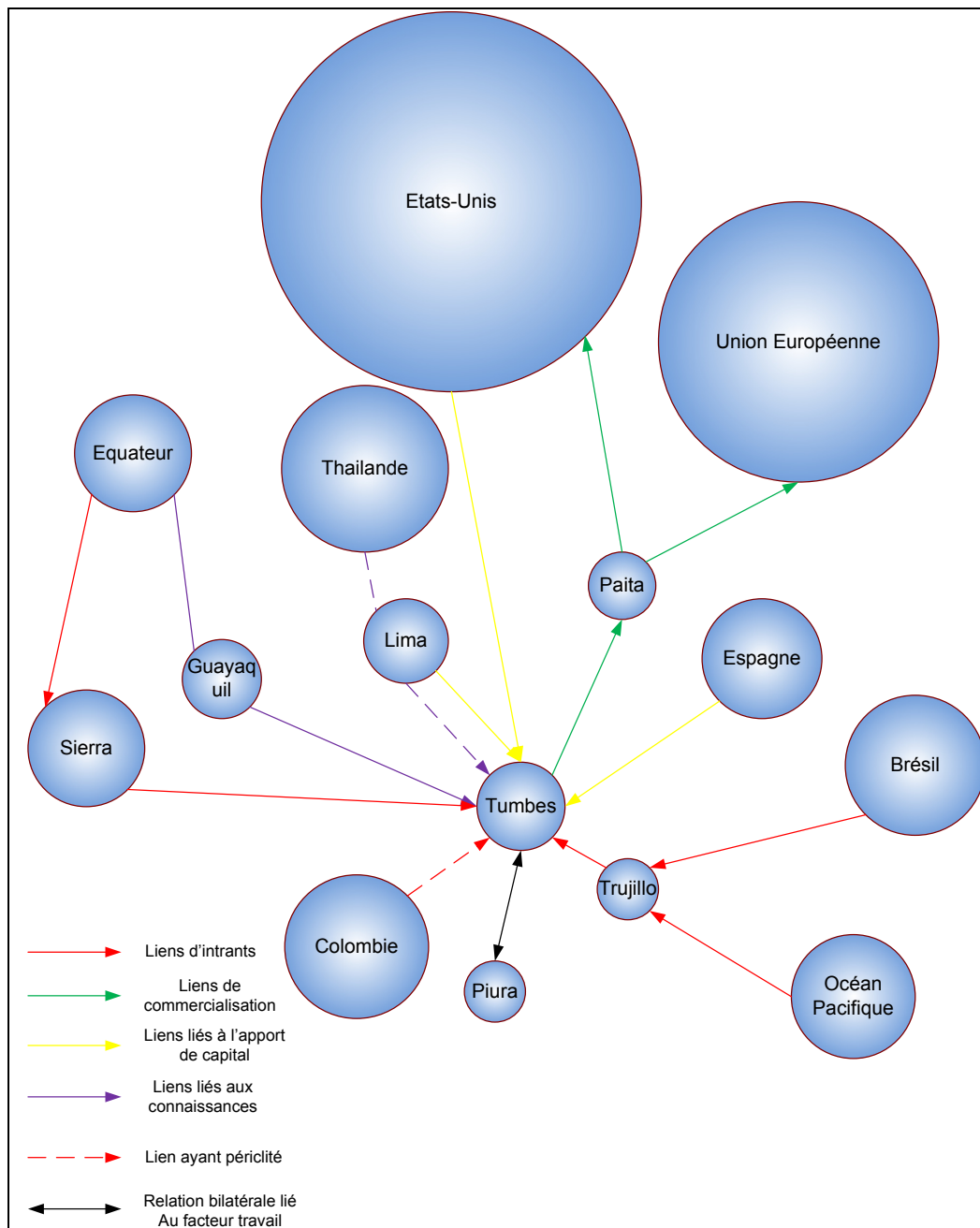


Figure 4-2 - Le réseau de territoires du secteur aquacole

4.2.3.3 Une forme particulière d'héritage : le cadre législatif

Le pouvoir législatif constitue un des principaux héritages entre des territoires de niveaux différents mais appartenant à une même entité nationale. Le cadre législatif a surtout fonction d'encadrer l'exploitation d'une ressource, en la régulant, en la réglementant ou en la stimulant. La régulation consiste ainsi à exclure certaines ressources du processus productif et mieux cibler les ressources à exploiter (Lajarge et Roux 2007). Ces régulations ont pris la forme de lois ou de décrets.

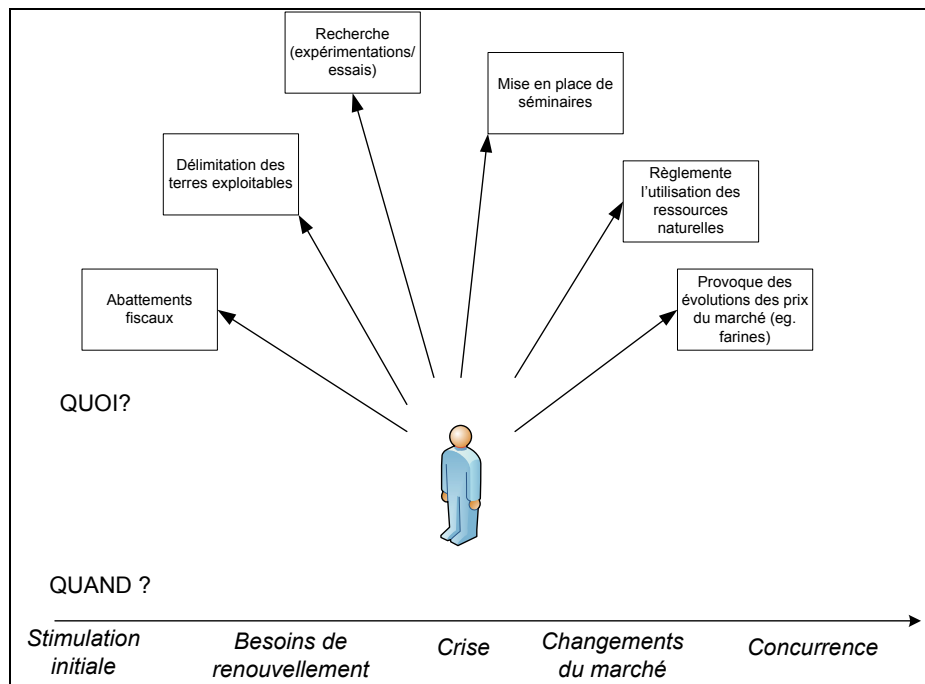


Figure 4-3 - Relations entre l'état-Nation et le territoire

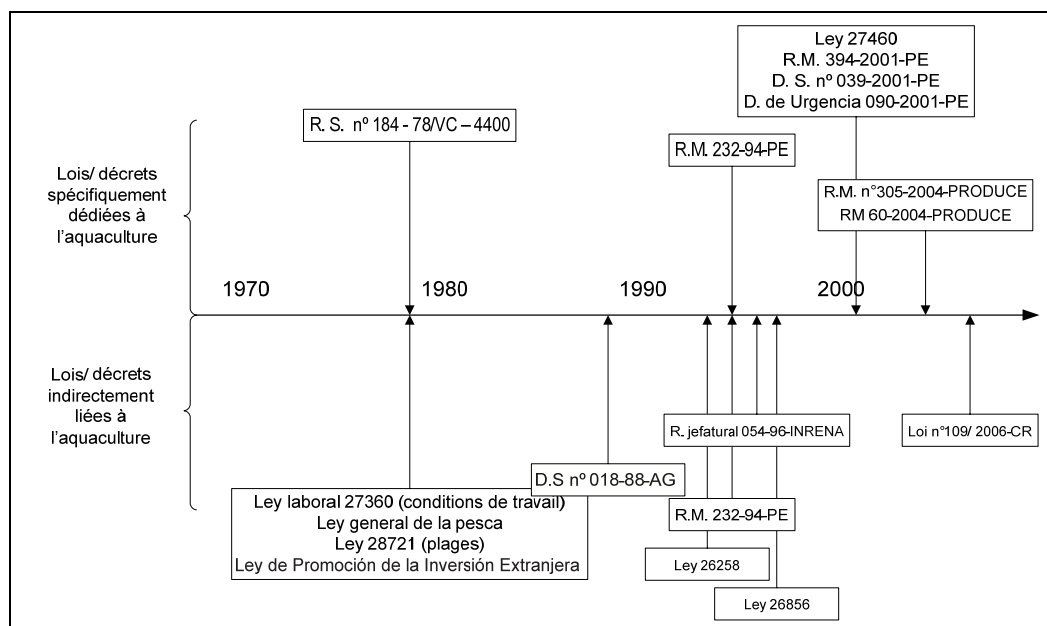


Figure 4-4 - Cadre légal législatif affectant directement et indirectement l'aquaculture

4.2.3.3.1 Les lois directement liées à l'aquaculture

L'étude du cadre législatif révèle la position de l'état vis-à-vis de l'aquaculture. Les cadres imposés relèvent du respect du patrimoine naturel, des obligations en matière d'environnement et de fiscalité et de la régulation des pratiques. La question des dégradations environnementales a été soulevée très tôt. Dès 1978 (RS 184-78-VC), il était fait état de l'obligation des entreprises aquacoles de préserver la configuration initiale des chenaux et des forêts de mangrove et de *prosopis pallida*. Sans qu'elle ne soit clairement revendiquée, la notion de patrimoine naturel était donc présente déjà très tôt. L'expérience équatorienne antérieure explique probablement cette préoccupation.

Plusieurs textes se réfèrent aux obligations des exploitations en matière d'environnement. L'obligation d'élaborer une étude d'impact environnemental date de 1994 (RM 232-94-

PE : *Aprueban lineamientos para la elaboracion de los estudios de Impacto ambiental para la acuicultura* »). Il revient alors aux exploitations elles-mêmes de commanditer les études requises. Depuis 1994, de nouvelles obligations ont vu le jour, tel que la DIA (déclaration d'impacts environnementaux) qui doit établir, chaque semestre, le profil de l'exploitation, c'est-à-dire son mode de production et les produits relâchés dans la nature ainsi que les résultats de mesures effectuées dans les eaux adjacentes (pH, nitrates...). Les exploitations à *petite échelle* (c'est-à-dire qui produisent moins de 50 tonnes par an) et les exploitations d'autosubsistance sont exonérées de certaines de ces obligations. À la suite de la multiplication des exploitations intensives et semi-intensives, une étude environnementale a été commanditée par les instances publiques afin de connaître l'état sanitaire et la population de plusieurs espèces de mollusques et crustacés, en particulier ceux qui sont commercialement exploités (*Anadara tuberculosa* et *Ucides occidentalis*). Les résultats de l'étude, réalisée entre le 5 et le 18 mai 2005, ont montré la présence de traces de certaines substances utilisées en aquaculture dans les tissus des animaux. Ce rapport, classé *seguridad estado*, n'a jamais été rendu public même si tous les acteurs s'accordent à reconnaître son existence et admettent que ce statut de *seguridad estado*, empêchant sa diffusion, est probablement lié à l'influence de certains acteurs aquacoles. Le début des années 2000 a ainsi été marqué par une succession de lois environnementales qui contraignent indirectement les exploitations à adopter de bonnes pratiques environnementales, perçues comme la solution la plus adaptée à l'enjeu de durabilité de l'activité par les partisans de l'approche technique (Béné 2005). La ratification de nombreuses lois est postérieure aux deux crises du secteur qui ont ainsi permis de révéler certaines mauvaises pratiques. En matière fiscale enfin, les textes déterminent les devoirs des exploitations en fonction de leur taille et de leur nature¹¹. Les statuts indigènes et sinistrés octroient des remises fiscales. Le statut indigène s'applique aux exploitations gérées par des communautés officiellement reconnues comme natives. Les exploitations sinistrées sont celles qui ont été victimes de risque naturel ou bien d'épizooties. Ceci démontre le soutien de l'état à l'activité pour réduire au maximum les coûts de production et faire en sorte que la filière reste compétitive. La localisation en zone frontière donne droit à des réductions de l'impôt sur les revenus. Ainsi, l'impôt sur les bénéfices est réduit d'un taux usuel de 30% à un taux exceptionnel de 15%. Elles bénéficient, en outre, d'une dépréciation accélérée des biens qui leur permet des réductions de l'impôt *predial* (l'équivalent de l'ancienne taxe professionnelle). La localisation en zone frontière leur octroie aussi des remboursements partiels de la TVA acquitté lors de l'achat d'intrants. En tant qu'activité exportatrice, les exploitations bénéficient d'un paiement en retour équivalent à 5% de la valeur des biens exportés. Ils bénéficient aussi d'allègements de charges patronales¹². L'impôt foncier est quant à lui très peu onéreux. Une exploitation semi-intensive de 50 ha paye ainsi annuellement entre 1300 et 1400 soles.

Le fait que de nombreuses lois aient été émises à partir de 2001 indique la prééminence de la réaction sur la prévention. Les réglementations se sont surtout attaquées aux éléments les plus néfastes de l'activité, c'est-à-dire aux pratiques dont on sait qu'elles ont engendré l'émergence d'épizooties.

¹¹ Les exploitations doivent s'acquitter d'un paiement annuel de droits d'accès dont la somme dépend de la superficie de l'exploitation. L'unité spatiale de référence utilisée est la *Unidad Impositiva Tributaria* (UIT). Les titulaires d'autorisations ou de concessions payent ainsi au Ministère des Pêches un droit annuel en fonction de cette UIT, lequel droit doit être inchangé durant une période de 10 ans.

¹² Au titre d'activité du secteur primaire, ils sont aussi exonérés de l'impôt extraordinaire de solidarité (*Impuesto Extraordinario de Solidaridad*) versé par tous les employeurs et calculé à partir des rémunérations des employés. Les cotisations à ESSALUD (sécurité sociale péruvienne) sont mineures et ne sont pas, comme elles le sont par les autres entreprises, indexées sur les rémunérations versées.

4.2.3.3.2 Corpus législatif affectant indirectement l'aquaculture

Les lois qui affectent indirectement le secteur aquacole touchent les espaces tels que la mangrove, la forêt sèche et les plages. Le décret Suprême n° 018-88-AG a créé le sanctuaire national des mangroves de Tumbes en 1988. Tout l'espace localisé à l'intérieur des limites du sanctuaire est soumis à une réglementation qui interdit strictement le développement d'opérations aquacoles. La création du sanctuaire de Tumbes est la conséquence de l'importance accordée à la préservation de la biodiversité et à l'érosion de celle-ci par le développement aquacole. L'aquaculture est donc en partie responsable de la création du sanctuaire en 1988.

La première mesure législative liée aux ressources naturelles du littoral date de 1957 (Décret Suprême n°007-57). Ce décret créait le *Bosque Nacional de Tumbes*, et visait alors à protéger la forêt sèche ainsi que les chenaux de Zarumilla et Tumbes mais ne faisait pas mention des mangroves. Cette protection n'a toutefois pas été suffisante pour contenir l'activité. Plus tard, en 1978, a été promulgué un texte (*Resolucion ministerial* n°184-78-VC-4400) visant à protéger spécifiquement les mangroves, chenaux et canaux en les déclarant inaliénables. Officiellement, cette loi a été promulguée à cause de la croissance démographique nationale et de sa menace sur l'état du milieu naturel. Dans les faits, c'est aussi probablement une anticipation du développement aquacole. Du fait des retours d'expérience équatoriens, les dégâts sur la mangrove sont connus et donc anticipés. Pour cette raison, la zone allouée à l'aquaculture dès 1974 (essentiellement des concessions) se situe exclusivement en retrait de la mangrove.

Le sanctuaire compte autour de lui une zone tampon (*zona de amortiguamiento*) qui délimite une aire naturelle protégée à l'intérieur de laquelle doivent être pratiquées et expérimentées des actions de conservation (sols, faune, flore) et de gestion durable des ressources. Sur le plan floristique, les espèces les plus représentées appartiennent essentiellement au domaine de la forêt sèche. L'intérêt de la conservation de cette zone tient aussi aux relations écosystémiques entre la mangrove et cette forêt sèche. Le maintien de cette dernière permet d'atténuer les menaces pesant sur la mangrove. Une déforestation complète de la forêt sèche entraînerait une dégradation des sols qui pourrait, à terme, causer la dégradation de la mangrove. De même, la présence d'une biomasse en arrière de la mangrove permet de repousser ou de retarder l'utilisation de la biomasse dans la mangrove. Dans la zone tampon, toutes les opérations doivent être signalées et précédées d'une étude d'impact environnemental. Les possibilités de développement sont soumises à examen et nécessitent l'approbation de l'INRENA¹³.

La loi 26258 « *Prohíben la Tala de árboles en bosques de los Departamentos de La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes* » (Interdiction la coupe d'arbres dans les forêts des départements de La Libertad, Lambayeque, Piura et Tumbes) interdit pendant 15 ans toute coupe d'arbres localisés à l'intérieur de forêts *naturelles* dans plusieurs départements, dont Tumbes, ainsi que la production, le transport et la commercialisation de bois et de charbon des arbres mentionnés. Cela s'applique à de nombreuses exploitations aquacoles qui disposent de terres encore non aménagées et recouvertes de bois. Ceci limite donc la possibilité d'étendre les opérations. Les lois de protection de la forêt sèche s'expliquent aussi par les taux élevés d'endémisme¹⁴.

¹³ La création du sanctuaire s'est faite en vertu de l'article 68 de la constitution politique péruvienne, qui oblige l'Etat à promouvoir la conservation de la diversité biologique à travers la création d'aires naturelles protégées.

¹⁴ Dans la région de Tumbes, il y aurait 55 espèces d'oiseaux endémiques (Pyhälä et Noblecilla 2000). Certains n'hésitent pas à dire que l'ensemble des forêts de la région de Tumbes serait ainsi un des sites les plus riches et des plus menacés de la planète (Pyhälä et Noblecilla 2000). Ce taux d'endémisme élevé est la conséquence de plusieurs facteurs. Parmi ceux là, si la déforestation constitue une menace pour la forêt, elle serait aussi une raison de l'endémisme. En effet, la forêt sèche est considérée comme un lieu refuge pour de nombreuses espèces

La loi 26856 « *Declaran que las playas del litoral son bienes de uso público, inalienables e imprescriptibles y establecen zona de dominio restringido* » (Déclaration des plages littorales en tant que biens d'usage public, inaliénable, et imprescriptible et établissant une zone de domaine restreint) définit géographiquement la plage et ce qui est appelé le domaine restreint. Ce dernier constitue une zone tampon le long de la plage, dans laquelle toute construction est interdite. Ce règlement ne s'applique toutefois pas aux zones de propriété privée acquises avant la date d'émission. De nombreuses exploitations aquacoles déjà développées appartiennent à ce cas de figure. La plage est définie, à partir de la laisse des plus hautes eaux, par une bande d'une largeur de 50 mètres alors que le domaine restreint est défini par une bande de 200 mètres de large parallèle à la plage¹⁵. Ce règlement limite donc le développement spatial futur de l'aquaculture même si une partie importante des plages a déjà été acquise.

4.3 Les impacts socio-économiques du développement aquacole

Après avoir montré de quelle manière les ressources territoriales avaient influencées le développement aquacole, l'accent sera ici mis sur les impacts que cette activité a engendrés. Un impact est défini comme la conséquence, positive ou négative, du développement d'une activité sur d'autres activités. Les effets directs sont, de plus, accompagnés par des effets indirects. L'analyse s'organise autour de trois niveaux : le global, le national, et le local.

Le niveau local concerne les problématiques environnementales et le marché du travail. Le niveau national concerne les migrations régionales de travail. Le niveau global est plutôt lié à la mise en place progressive de la filière agro-alimentaire. Un cadre d'analyse pertinent à cette échelle est le cadre fourni par la Chaîne du Produit Global (Global Commodity Chain), définie comme un ensemble agrégé de réseaux inter-organisationnels autour d'un produit fini ou d'une marchandise, et liant des foyers, des entreprises, des états les uns aux autres dans le contexte de l'économie globale (Gereffi et Korzeniewicz 1994). Toutes les firmes, telles que les exploitations aquacoles, impliquées dans une chaîne du produit global peuvent ainsi successivement produire des intrants pour d'autres firmes, ou être utilisatrice d'intrants produits par d'autres (Raikes *et al.* 2000). L'intégration dans une telle organisation suppose d'en accepter les règles pour pouvoir en tirer des bénéfices.

4.3.1 Le niveau global

La constitution d'un niveau global est le résultat de la mondialisation et de la globalisation de l'économie et des entreprises, qui répercutent avec une ampleur inégalée sur des territoires éloignés les variations de l'offre et de la demande. La demande internationale a en effet été un

fuyant des zones dégradées. Le fort endémisme serait aussi la conséquence de la présence de plusieurs facteurs géographiques : la rencontre de courants marins chaud (Équateur) et froid (Humboldt) générant un micro-climat, la proximité de terres à la fois très sèches (i.e. les zones désertiques plus au sud) et très humides (i.e. la zone tropicale humide au nord) ainsi que la proximité de l'Amazonie derrière les Andes qui constituent, à la latitude de Tumbes, une barrière de moindre importance en y présentant ses sommets moins élevés (Best et Kessler 1995). Le lien entre l'Amazonie et la forêt sèche serait particulièrement fort en saison des pluies, période durant laquelle les forêts de Tumbes serviraient de corridor entre l'Amazonie et la côte, et constituant ainsi une zone de refuge pour les espèces nord-américaines voire amazoniennes (Pyhälä et Noblecilla 2000). La diversité biologique apparaît alors comme un processus singulier d'évolution, qui a mélangé flores et faunes des régions côtières arides, des Andes et des forêts humides tropicales.

¹⁵ La condition est qu'il n'y ait aucune discontinuité dans l'environnement littoral. En effet, une des conditions pour recevoir un label de plage est la présence d'un relief en pente douce. Une quelconque discontinuité physique de cette pente fait passer l'espace dans un autre domaine que le domaine littoral. La présence d'une falaise est un bon exemple d'une structure créant une discontinuité topographique.

facteur fondamental du développement de l'aquaculture. La crevette a donc été le vecteur de la création de ces réseaux inscrits en partie au niveau global. Cette tendance, que l'on retrouve pour de nombreux autres produits, s'inscrit dans le phénomène de globalisation, supporté par des réseaux à géométries variables autour de barycentres (centres de décision) peu mobiles. Les territoires ne sont pas gommés pour autant. Les relations horizontales et verticales traditionnelles existent toujours. Mais de nouvelles relations se sont ajoutées en fonction des ressources disponibles. La globalisation n'est pas synonyme de la mondialisation. Le phénomène de mondialisation n'est pas récent. Depuis plusieurs siècles déjà, les puissances coloniales exploitent les ressources à un niveau mondial, à la fois des matières premières et des marchés pour leur production manufacturière (Dolan *et al.* 1999). La globalisation est plus récente, car elle implique une intégration fonctionnelle entre des activités dispersées (Dolan *et al.* 1999). La révolution est donc communicationnelle puis organisationnelle. Plusieurs éléments factuels permettent de comprendre ce qui a poussé et ce qui maintient le réseau global :

- l'augmentation récente et intense de la production et de la demande qui a eu pour conséquence une montée en flèche des enjeux, écologiques, économiques et sociaux, associés au secteur crevetticole. L'augmentation de ces enjeux a été un moteur de l'intégration de nouveaux acteurs, pluriels ;
- le développement des épizooties a poussé à la coopération et aux échanges de savoirs, favorisé par l'amélioration des moyens de communication.

L'originalité de ces réseaux est que le local continue à jouer un rôle malgré l'ajout de réseaux de niveaux différents. Au contraire même, le mouvement actuel semble s'orienter vers un rejet de la standardisation au profit de la valorisation des ressources locales. Ce changement symbolise le passage d'un modèle économique basé sur les avantages comparatifs, poussant à la réduction des libertés, à un modèle basé sur les avantages différenciatifs, tel que la labellisation géographique. Les territoires et les activités qui y sont localisées cherchent ainsi à se différencier des territoires et des activités produisant des biens identiques par l'ajout d'une valeur qui se réfère explicitement aux spécificités locales (savoir-faire, tradition, qualité, terroir).

Comme l'est aussi l'agriculture, l'aquaculture, et tout particulièrement la crevetticulture, est une *buyer-driven global commodity chain*. Ce type de réseau concerne « les secteurs dans lesquels de grandes entreprises de vente au détail, des intermédiaires et des entreprises-marque (NIKE, GAP, etc.) jouent un rôle pivot dans la décentralisation de la production vers des pays d'exportation, généralement localisés dans le tiers-monde » (Gereffi 1999). Un tel type de réseau se caractérise donc par le rôle central des revendeurs sur la gouvernance du réseau qui lie des producteurs dispersés aux consommateurs des pays développés (Dolan *et al.* 1999). Si les producteurs ont de tous temps été liés aux consommateurs par l'intermédiaire de la demande, la nouveauté s'exprime par l'entremise d'agents ou de sociétés entre les consommateurs de pays développés et les producteurs des pays du sud. Cette immiscion provoque des changements dans la manière de produire. Les exigences sont de type *top-down* et requièrent des producteurs une adaptation rapide à la demande sans cesse renouvelée afin de maintenir des hauts niveaux de valeur ajoutée. La rapidité à laquelle se font les changements en matière d'offre et de demande est donc accrue. D'un autre côté, les intermédiaires organisent des réseaux assez denses pour réduire le risque de pénurie et ainsi jouent le rôle d'arbitre dans la mise en concurrence des producteurs. L'appartenance à de tels réseaux assure aux entreprises qui y appartiennent des échanges de biens et d'idées à la fois nombreux et innovants. En contrepartie, cela nécessite d'adhérer aux règles de fonctionnement. La parade pour les activités souhaitant se pérenniser consiste alors à re-territorialiser leur production ; autrement dit à valoriser les ressources territoriales, en

particulier les ressources spécifiques (savoir-faire, pratiques) — alors que dans un modèle de standardisation, ce sont les ressources génériques (travail à bas coût) qui tendent à être valorisées.

4.3.1.1 La structure intrant-extrant et les territoires couverts

Le principe selon lequel l'extrant d'un secteur devient l'intrant d'un autre secteur, situé plus en aval de la chaîne est un principe que l'on retrouve dans l'approche filière par exemple (Raikes *et al.* 2000). L'objectif est de comprendre sur un plan linéaire (vertical et horizontal) les relations entrées-sorties entre les acteurs d'une même chaîne. La construction des chaînes globales est un exercice qui se complique rapidement compte tenu de la diversité des intrants qui entrent dans la constitution des produits finis. La chaîne de la Figure 4-5 ne représente que la partie de la chaîne en lien avec l'aliment composé. Malgré cette restriction, les opérateurs et les intrants/extrants sont quant même présents en nombre.

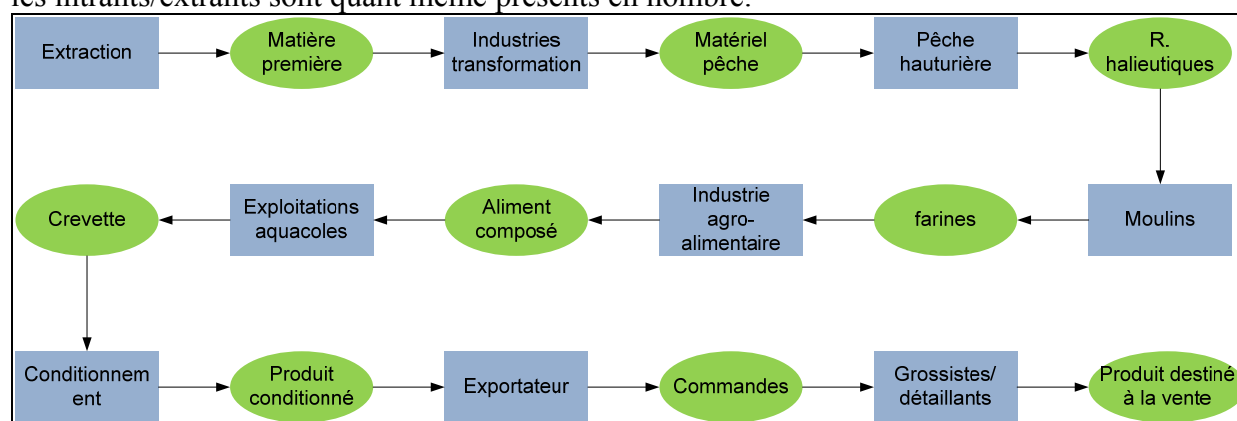


Figure 4-5 - Chaîne non-exhaustive du produit crevette depuis l'extraction jusqu'à la vente

Une seconde figure (Figure 4-6) permet de considérer les sites géographiques où se localisent les opérateurs. Si l'on sépare la chaîne en deux parties, une première centrée sur la production et une seconde centrée sur la vente, on constate un dualisme entre les pays du sud et les pays du nord ; on retrouve par ailleurs ce même dualisme pour une très large gamme de produits. Ce dualisme est la conséquence des différentes barrières d'entrée. Celles-ci sont beaucoup plus faibles dans la partie production (basse) que dans la partie conception-marketing-recherche (haute) (Islam 2008). Les firmes du Nord sont ainsi mieux armées pour accéder et contrôler la partie vente tandis qu'une lutte acharnée prend place dans la partie production entre les territoires des pays du sud. La compétition est d'autant plus rude que l'objectif des firmes contrôlant la partie vente est de réduire les coûts tout en augmentant la qualité et la rapidité d'acheminement du produit (Islam 2008). A l'opposé de l'oligopole constitué à l'aval, c'est donc la diversité qui caractérise l'amont de la chaîne.

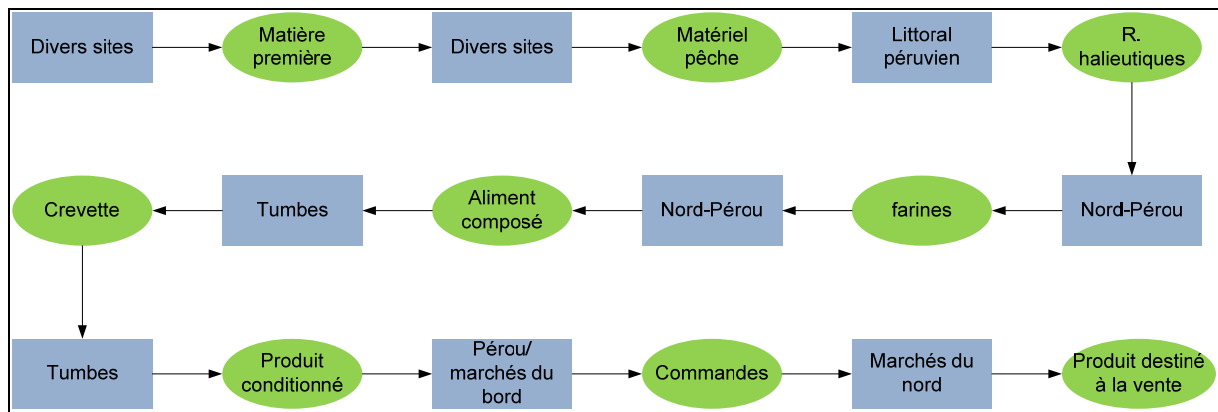


Figure 4-6 - Intranants/extrants et territoires

La Figure 4-7 donne une idée, partielle, de la diversité des territoires impliqués dans la partie amont de la chaîne. La plupart des produits ou des services fournis par ces territoires sont génériques, rendant ainsi les marchés concurrentiels et les territoires interchangeableables. Le coût étant une variable importante, la distance joue encore un rôle important, de sorte que la majorité des matières premières et des intrants à faible niveau de transformation proviennent du continent.

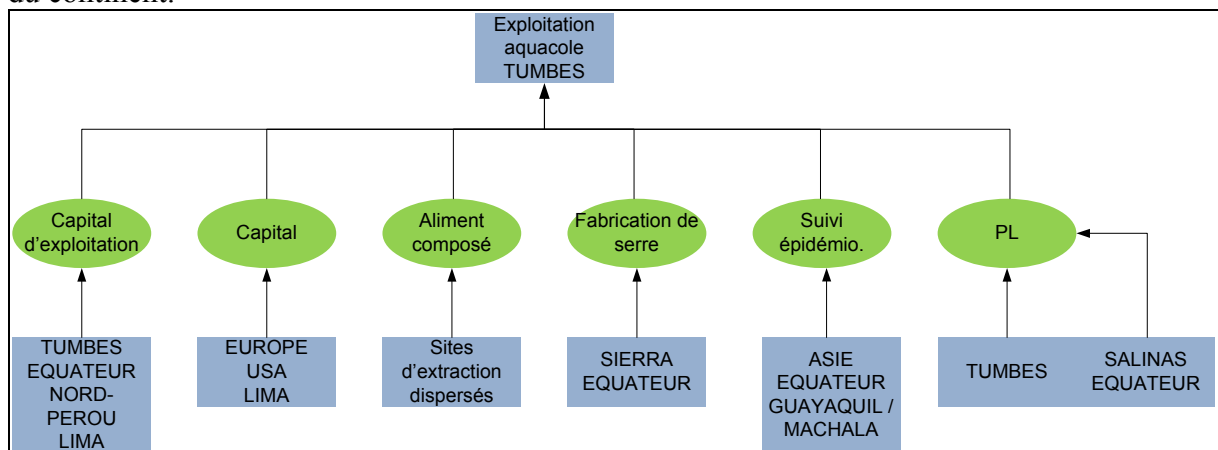


Figure 4-7 - Diversité des territoires impliqués dans la partie production

4.3.1.2 La gouvernance

Humphrey et Schmitz (2001) définissent la gouvernance comme “*the inter-firm relationships and institutional mechanisms through which non-market coordination of activities in the chain is achieved*”. Elle s’intéresse donc à la manière dont fonctionne la chaîne, et en particulier à la circulation des informations, des contraintes, des ordres. En cela, son analyse permet de poser le regard sur les jeux de pouvoir et de contrôle grâce à la qualification des acteurs selon la place et le rôle qu’ils occupent. L’intégration de nouveaux acteurs et de nouvelles exigences, à la fois sanitaires et environnementales comptent parmi les principaux stimuli.

Dans la partie commercialisation, les exportateurs et les distributeurs exercent un rôle ayant une importance croissante. Ils constituent un maillon essentiel de la chaîne en mettant en relation les produits et les consommateurs. Leur taille leur permet aussi d’imposer leurs règles et celles des états dans lesquels ils réalisent la vente en matière de sûreté alimentaire, de santé et de bien-être animal. Ils sont ainsi contraints de respecter les restrictions qui pèsent sur l’utilisation de produits chimiques et d’antibiotiques des pays importateurs (Figure 4-8). De ce

fait, les producteurs doivent, s'ils veulent maintenir l'accès aux marchés du nord, respecter ces normes.

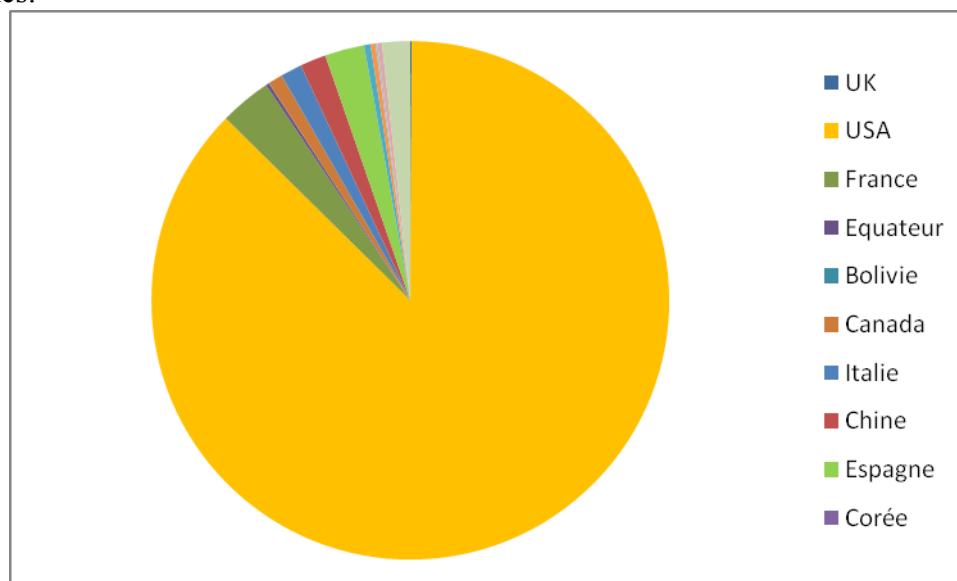


Figure 4-8 - Destinations des exportations de crevettes d'élevage péruviennes (moyennes sur la période 1994-2000) (source : Ministerio de la Produccion)

Les restrictions environnementales qui pèsent désormais sur la crevetticulture et son environnement immédiat sont une des conséquences des campagnes de médiatisation menées en particulier par les environnementalistes ces dernières années. Les ONG sont nombreuses et virulentes en Amérique du Sud où, comme en Équateur, les conséquences environnementales et sociales néfastes de la crevetticulture ont été précoces. Leur rôle doit être évoqué bien qu'il soit difficile d'évaluer précisément dans quelle mesure ils ont participé au développement d'un cadre normatif restreignant le développement spatial. Elles ont toutefois assurément contribué à élargir le cercle des acteurs impliqués dans la régulation du développement de l'aquaculture.

4.3.1.3 Quels changements ?

L'émergence de ces nouveaux réseaux peut à la fois s'envisager comme un nouveau défi et comme une opportunité pour les exploitations. Un défi car l'objectif premier est d'assurer l'écoulement de la production sur les marchés des pays du Nord, de plus en plus protégés et avec des conditions d'accès de plus en plus restrictives. Ces restrictions peuvent aussi apparaître comme une opportunité car de nouvelles niches économiques apparaissent, en conséquence des nouveaux modes de consommation. Ces opportunités s'appuient sur l'activation de ressources qui leur donne le statut d'actif — les actifs étant les facteurs en activité tandis que les ressources constituent une réserve, un potentiel latent (Courlet 2007). Plusieurs exploitants de Tumbes ont ainsi émis l'idée d'exploiter l'appellation géographique comme moyen d'ajouter de la valeur à leur produit. Ils espèrent ainsi obtenir une meilleure visibilité de leur produit, en particulier face aux produits équatoriens. La tendance est donc clairement à la spécificité et non plus à la standardisation. Avant que ces caractères spécifiques ne puissent s'exprimer, l'aquaculture de Tumbes privilégie encore ses avantages comparatifs et reste donc dans une dynamique de standardisation.

Les changements de gouvernance ont une dimension matérielle bien marquée. En effet, la structure de la gouvernance exerce un impact sur le paysage à travers les choix et les décisions provoquées (Islam 2008). On le constate en particulier du fait de l'intégration des

règles environnementales qui pèsent sur le territoire. Les exigences environnementales ont, en effet, entraîné les changements paysagers les plus importants.

4.3.2 Le niveau national

Le développement de l'aquaculture, sa mondialisation rapide, puis l'adoption des méthodes de la globalisation ont provoqué des dynamiques intra-nationales, trans-départementales, dont la plus notable est la migration de travailleurs.

4.3.2.1 Les migrations de travail

4.3.2.1.1 Cadrage

Le tropisme littoral constitue le principal processus migratoire depuis 50 ans au Pérou (INEI). Le littoral péruvien regroupait, en 1993, environ 52% de la population totale alors que ce taux n'était que de 28% en 1940. En valeur brute, la population littorale est passée de 6,2 à 22 millions d'habitants. Parmi les facteurs d'explication : la détérioration des structures de production agricoles dans la partie andine du pays, le plafonnement des surfaces arables et les violences durant les périodes de terrorisme.

Dans le département de Tumbes, la fin des années 1980 a été marquée par d'importants courants migratoires depuis les zones rurales et en direction des zones côtières qui s'explique par la recherche d'un travail et d'une meilleure situation économiques (Hocquenghem et Durt 2002). Entre 1976 et 1993, le solde migratoire du département de Tumbes a constamment été positif. Entre ces deux dates, le gain a été d'environ 15000 personnes (INEI). Le solde entre 1976 et 1981 s'établit à 3646 personnes alors qu'il est de 11160 entre 1988 et 1993 indiquant une accélération du phénomène migratoire. Pondéré par la population du département, ces chiffres font de Tumbes l'un des départements les plus attractifs du Pérou¹⁶. Pour 70% des immigrés, la destination finale est la province de Tumbes (parmi les trois provinces que compte le département), et les immigrés sont spécifiquement attirés par la ville de Tumbes. Pour autant, la forte immigration de la période 1988/1993 accompagne un contre-courant migratoire lui aussi important et orienté vers la capitale (Lima), vers les principales villes du nord-Pérou (Chiclayo et Trujillo) et vers l'extrême nord (Piura).

La décennie 1980 marque le début d'une croissance démographique par solde migratoire positif. L'offre de travail dans l'industrie aquacole et pour la collecte de post-larves fait de Tumbes une terre d'accueil. Les premiers immigrés aquacoles s'installent le long de la Panaméricaine. Ainsi, le taux d'augmentation de la population entre 1981 et 1993 est de 3,2%, avec un taux de 4,3% pour la zone urbaine et -1,1% pour la zone rurale. Aguas Verdes, à côté de la frontière équatorienne, a vu sa population passer de 1196 à 7977 habitants (soit un facteur proche de 7). Si l'on considère les principaux flux migratoires, le plus important relie les piémonts nord-andins (Piura) au littoral de l'extrême nord (Tumbes) tandis qu'un second part de Tumbes en direction de villes de plus grande importance. Les besoins en main d'œuvre se retrouvent dans le taux de masculinité, qui est parmi les plus élevés du pays et le plus élevé dans le nord : 112 hommes pour 100 femmes alors que la moyenne nationale est de 98. En 1993, il était de 106, ce qui rend compte d'un renforcement récent du phénomène. Si l'on s'en tient aux migrants récents, c'est-à-dire ayant immigré depuis moins de 5 ans, le taux en 1993 était de 135 alors qu'il était de 111 pour les migrants ayant immigré depuis plus de 5 ans. Cette différence s'explique par les longueurs de séjour relativement courtes d'une partie des migrants. Un indice de 135 (pour les migrants récents de moins de 5 ans) signifie une migration répondant à une offre de travail dédiée au genre masculin, en particulier dans les

¹⁶ Les deux autres départements attractifs sont Tacna et Moquegua. Le premier exploite sa situation frontalière tandis que le second profite des activités de pêche, des mines et du commerce.

secteurs agricoles et de la construction, mais aussi dans le tertiaire du fait de la croissance démographique qui provoque une augmentation des besoins en services. L'INEI (2005) confirme cette hypothèse avec des statistiques plus récentes : le taux d'immigration masculine est supérieur de 10 points au taux d'immigration féminine sur la période 1995-2005.

L'âge moyen des immigrés à Tumbes est de 21 ans, le moins élevé de tous les départements du nord du pays. Les individus de cette classe d'âge sont plus mobiles que leurs aînés, ce qui est un avantage pour la réalisation de travaux saisonniers, mais sont aussi plus à même à effectuer des tâches difficiles. Localement, le facteur climatique permet d'expliquer une partie des migrations. Dans les districts reculés du département de Tumbes, les activités pastorales dépendent de la disponibilité de fourrage, qui fluctue en fonction des pluies et particulièrement en réponse aux événements El Niño. Dans les départements septentrionaux de Lambayeque et La Libertad, des sécheresses entre 1976 et 1981 ont ainsi engendré des courants migratoires. Un autre facteur d'attraction de Tumbes est lié à sa position frontalière.

4.3.2.1.2 Méthode

Un questionnaire (Annexe 4) a été soumis aux employés de six exploitations aquacoles de la région de Tumbes. Les enquêtes ont été réalisées sur le site même des exploitations. En effet, la majorité des ouvriers ne quitte que très rarement l'exploitation, et lorsqu'ils la quittent ce n'est que pour de brèves périodes. L'exploitation était donc le seul site possible pour des entretiens. Dans la majorité des cas, les entretiens ont été effectués individuellement en face à face avec les ouvriers. Sur l'une des exploitations, le chef de camp ne l'a pas permis et les questionnaires ont alors été remplis en même temps. Un certain nombre des ouvriers, étant analphabètes, n'ont pu répondre correctement — raison pour laquelle certains questionnaires ont été jugés inexploitable. Parmi les exploitations échantillonnées, on compte des exploitations en systèmes intensifs, semi-intensifs, et extensifs. Au total, ce travail, réalisé entre mai et juin 2007 a permis de produire 70 questionnaires exploitables.

4.3.2.1.3 Résultats

a) Une large majorité de Piuranos

Une très large majorité des enquêtés, 74% (n=52), n'est pas originaire du département de Tumbes. Les migrants, tous Péruviens et tous des hommes, viennent en grande majorité du département de Piura (92%), et plus particulièrement des provinces rurales de Morropon, Piura, Huacabamba et Ayacaba (70% du total) (Figure 4-9). Ces provinces sont toutes situées dans l'est du département, c'est-à-dire dans la partie montagneuse, plus pauvre, du fait des conditions agro-écologiques peu favorables. Là où l'irrigation est possible, du coton, du manioc, des légumineuses (haricot) et des agrumes sont cultivés. Dans les secteurs moins favorables, plus escarpés, ces cultures sont remplacées par la pomme de terre.

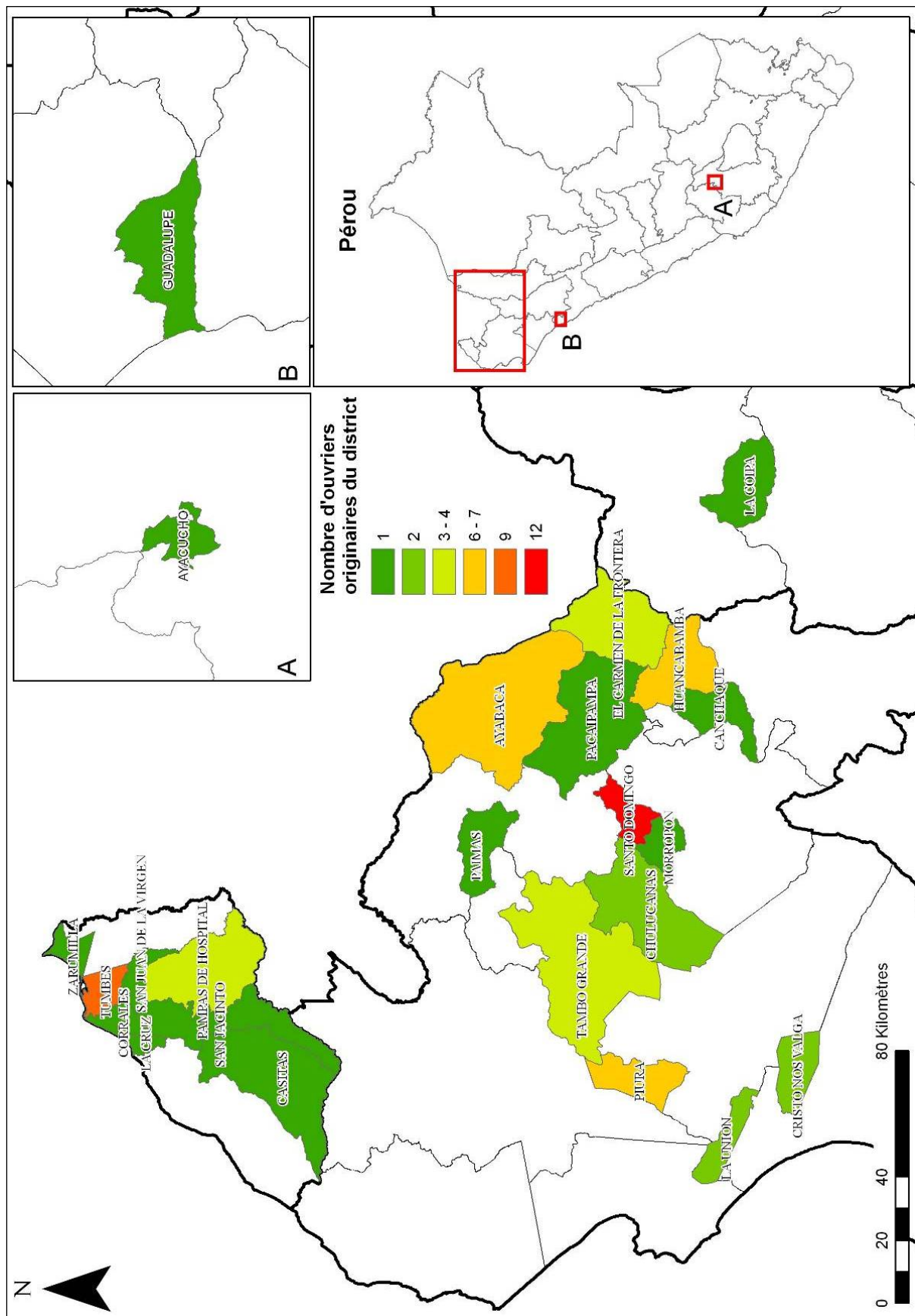


Figure 4-9 - Origine géographique des ouvriers enquêtés

Une ségrégation socio-économique des populations se calque sur la division géographique du Pérou en trois milieux distincts : la forêt amazonienne (*selva*), les Andes (*sierra*) et la côte (*costa*). Les taux de pauvreté les plus importants se localisent dans les Andes. Cette distinction, à l'échelle macro-régionale, ne reflète pas les inégalités qui existent à l'intérieur des différents milieux. On retrouve, par exemple, des inégalités entre les zones urbaines, favorisées, et les zones rurales, marginalisées. Toutefois, les taux agrégés de pauvreté et d'extrême pauvreté restent plus faibles sur la côte. Ils sont respectivement de 72% et 39% dans les Andes contre 45% et 5% sur la côte. Le facteur économique permet donc d'expliquer les migrations des Andes vers la côte.

La province de Tumbes profite donc incontestablement de cette attractivité structurelle du littoral. Le taux d'extrême pauvreté y est beaucoup plus faible que dans les montagnes : 7,4% (INEI 2003). Si à l'échelle du pays, les raisons du tropisme côtier sont variées, celles qui prévalent à Tumbes sont autant la conséquence de la présence simultanée de besoins dans les services primaires, secondaires et tertiaires que des conditions de vie difficiles sur le piémont andin.

Le département de Piura conserve néanmoins un solde migratoire positif du fait de l'attractivité de sa capitale. Son bilan migratoire avec Tumbes est quant à lui négatif. C'est l'expression d'un double phénomène démographique, (i) celui d'une concentration de la population dans des agglomérations de taille régionale et (ii) celui de migrations des populations du piémont en direction du littoral. Les facteurs qui permettent *a priori* d'expliquer l'attractivité de Tumbes pour les gens originaires de Piura sont l'accessibilité (coûts et temps de transport réduits) et la présence d'une diaspora. C'est aussi le seul département péruvien limitrophe de Tumbes. Si l'aquaculture permet en partie d'expliquer les migrations, ce n'est cependant pas la seule raison. En effet, le tropisme littoral est une constante des migrations domestiques péruviennes (Radcliffe 1992, White *et al.* 1995).

b) Qui sont les migrants ?

À partir des modalités de variables les plus représentées, le profil moyen des migrants¹⁷ a été établi. Le '*migrant type*' possède les caractéristiques suivantes : célibataire (58%), originaire de Piura (92%), niveau scolaire secondaire (67%), sans enfants (47%), arrivé à Tumbes depuis moins de 4 ans (48%), vivant seul (33%), ayant migré pour raisons économiques (60%) et pour aider la famille (27%), ayant choisi Tumbes pour son offre de travail (47%) et du fait de la présence de proches (famille, amis) (25%), ayant migré seul (63,5%), avec le désir de retourner vivre dans son lieu d'origine (80%), envoyant de l'argent à sa famille (57%), qui a précédemment occupé un emploi dans le secteur agricole (39,5%) et dont le premier emploi exercé à Tumbes l'a été dans le secteur aquacole (66%). La majorité des migrants interrogés étaient célibataires au moment de la migration. L'âge et le statut marital sont deux attributs adaptés aux métiers pénibles.

Les conditions de travail jouent aussi un rôle sur la sélection des travailleurs. En effet, la majorité des ouvriers logent sur le site même de l'exploitation, ce qui favorise les étrangers sans attache locale. Lors des entretiens, les chefs de camp et propriétaires ont révélé avoir tendance à engager préférentiellement des étrangers pour deux raisons principales : une plus grande endurance au travail, et une plus faible probabilité de participer à des vols.

Le niveau scolaire moyen des migrants est faible. Le fait qu'ils indiquent avoir fait des études secondaires (équivalent au collège) ne signifie en effet pas toujours qu'ils aient accompli le cycle dans son intégralité. Ainsi, la majorité ne possède qu'un faible bagage de connaissances, ce qui les contraint à des emplois peu ou pas qualifiés. Le fait que la majorité d'entre eux ait antérieurement exercé un emploi agricole semble corroborer cette hypothèse.

¹⁷ Pour ce faire, le logiciel MODALISA™ a été utilisé.

Les raisons de la migration sont donc clairement économiques exprimant un manque d'opportunités dans leur province d'origine. Ceci est confirmé par le fait qu'une majorité envoie une partie de son salaire à la famille restée dans la province d'origine. Le choix de Tumbes est ainsi, en premier lieu, lié à l'offre d'emploi plus abondante. La seconde raison évoquée est la présence de proches. Cette présence facilite en effet l'intégration du nouveau venu dans les réseaux de travail. Cela s'exprime particulièrement au niveau des exploitations. De nombreux travailleurs ont des liens de parenté au sein des exploitations. Ce constat tend alors à prouver que l'aquaculture joue un rôle, sinon dans la création, du moins dans la continuité du phénomène migratoire. Ce mode d'arrivée est, en effet, confirmé par le fait qu'une majorité d'ouvriers a travaillé dans le secteur aquacole en guise de premier emploi et qu'ils ont migré seuls. Le fait que la plupart d'entre eux soient arrivés à Tumbes durant les 4 dernières années tend à montrer que les migrations ne s'inscrivent pas dans la durée et que des roulements s'opèrent, ce que la pénibilité du travail peut expliquer. Une grande majorité exprime en effet le souhait de retourner dans leur lieu d'origine après une expérience de quelques années dans le secteur aquacole.

c) Le fonctionnement des exploitations

Le fait que les migrants travaillent dans le secteur aquacole dès leur arrivée s'explique par une offre d'emploi conséquente du fait des besoins de main d'œuvre toute l'année suite au renouvellement important du personnel (80% des employés ont moins de 2 ans d'ancienneté dans l'exploitation A) (Tableau 4-1). La durée limitée de présence dans le secteur (en moyenne 5,4 ans pour l'ensemble de l'échantillon) s'explique par les facteurs négatifs évoqués par les ouvriers : l'obligation de dormir sur le site, le salaire, les horaires, et les maladies. Ces conditions les poussent à changer d'emploi ou de région lorsqu'ils en ont l'opportunité. Certains font néanmoins *carrière* et restent dans le secteur plusieurs années. Ainsi, l'ancienneté moyenne dans l'exploitation B est de 6,3 ans, bien supérieure aux moyennes des autres exploitations. Ces différences d'ancienneté des ouvriers indiquent l'existence de politiques salariales différentes d'une exploitation à l'autre et de conditions de travail, elles aussi, variables. Le personnel de l'exploitation B est aussi celui qui a la plus grande ancienneté dans le secteur aquacole, ce qui tend à confirmer des politiques d'emploi différentes. Celles-ci résultent, pour partie du moins, de besoins différents. Ainsi, les exploitations intensives ont besoin de personnel globalement plus qualifié que les exploitations extensives, ce qui nécessite soit de conserver le personnel sur une durée plus longue, soit d'engager du personnel possédant une plus grande expérience dans le secteur, qui représente alors une forme d'assurance du capital investi : cette assurance repose sur une relation de confiance, sur des salaires globalement plus élevés, et sur la garantie de conditions de vie sur le site globalement plus satisfaisantes.

Au regard de la moyenne de l'ancienneté, le taux de renouvellement du personnel apparaît élevé. Les réseaux familiaux et amicaux (à forte composante géographique) constituent les moyens les plus efficaces pour accéder à l'emploi (96%), ce qui peut expliquer l'existence de petites diasporas communautaires et familiales dans plusieurs exploitations (par exemple, 62,5% des ouvriers sont originaires de la province de Morropon dans l'exploitation E) (Tableau 4-1), avec la création de véritables filières entre certaines localités de Piura et les exploitations. Parmi les migrants, plus de 83% ont, en effet un membre de la famille travaillant dans le secteur, ce qui tend à un effet de regroupement. Du fait que l'offre concerne des emplois sans qualification requise, tous les migrants peuvent y prétendre. Compte tenu de la faible durée de travail dans le secteur, le travail en aquaculture représente une opportunité qui peut paraître plus attractive que l'agriculture. En effet, une partie des ouvriers sont salariés, et bénéficient à ce titre d'avantages sociaux. Les contrats ont des durées variables, de 6 mois jusqu'à une période indéterminée, et le logement ainsi que la nourriture ne leur sont

pas décomptés. Il existe toutefois des différences de traitement d'une exploitation à l'autre, observables à travers certaines variables quantitatives.

Sous-Population	Âge moyen	Durée de résidence à Tumbes (ans)	Ancienneté dans l'exploitation (ans)	Ancienneté aquacole (ans)	Durée de travail hebdo. et mensuel (heures)	Salaire mensuel (soles)	Salaire horaire (soles)	Envois d'argent
Général	31,3	6,7	3,6	5,4	9,6/ 60	593	9,9	236
Exploitation A (SE*)	28,9	5,5	3	4	10,5/ 66	527	8	288
Exploitation B (SI)	37,1	8,4	6,3	8,3	10/ 60	603	10	180
Exploitation C (I & SI)	34,5	7,7	3,2	7,3	8,7/ 52	800	15,4	130
Exploitation D (I & SI)	29,3	9	3,5	7,7	7,6/ 48	616	12,8	200
Exploitation E (I & SI)	32,4	8,3	3,4	5,4	8,4/ 53,6	688	12,8	200
Exploitation F (SE & SI)	33,8	6,8	3	3,5	9/ 56	546	9,75	235
Originaires de Tumbes (n=18)	33,1		3,6	7	8,6/53	662	12,5	256
Migrants (n=52)	30,7	6,6	3,6	4,8	10/ 62	569	9,2	232

Tableau 4-1 – Informations sur les ouvriers aquacoles en fonction des exploitations échantillonnées (*SE : semi-extensif, SI : semi-intensif, I : intensif)

L'exploitation A, semi-intensive, se distingue du reste des exploitations sur plusieurs points : elle y emploie des travailleurs plus jeunes, arrivés depuis peu à Tumbes, engagés dans l'aquaculture depuis moins de temps que ceux des autres exploitations (hormis l'exploitation F) avec des conditions de travail, salariales et horaires, moins favorables, et malgré cela des envois d'argent plus importants vers le pays natal. L'hypothèse est donc que les exploitations moins intensives requièrent plus que les autres des ouvriers sans aucune qualification ni expérience, ce qui pousse les entrepreneurs à garder des salaires bas, engendrant un *turnover* plus élevé des travailleurs. Les envois d'argent plus importants peuvent s'expliquer par le fait que les travailleurs qui acceptent ces conditions plus difficiles sont en situation de grande précarité et d'urgence, pour subvenir aux besoins de la famille restée dans le lieu d'origine. De plus, l'ancienneté de la migration semble aussi être corrélée négativement avec les envois d'argent. Les exploitations en production intensive et/ou semi-intensive s'appuient sur des travailleurs installés depuis plus longtemps à Tumbes et travaillant dans le secteur aquacole depuis plus longtemps. Les opérations dans les systèmes semi-intensifs et intensifs sont plus nombreuses et plus rigoureuses. Les salaires y sont en moyenne plus élevés et les conditions de travail moins exigeantes. L'importance des capitaux investis pousse les propriétaires à trouver un équilibre entre personnel non qualifié et sans expérience et personnel non qualifié avec expérience, expliquant les écarts de salaires plus importants que dans le cas précédent. Le temps passé dans chaque exploitation ne varie pas beaucoup d'une exploitation à l'autre. Les gérants privilégient, en effet, le turn-over. Si l'on tient compte de l'origine géographique des travailleurs, une distinction entre les gens de Tumbes et les migrants doit être faite. En effet, le personnel originaire de Tumbes possède en général des conditions plus avantageuses qu'on peut expliquer par le fait que ceux-ci possèdent en moyenne un niveau d'étude plus important leur permettant d'occuper des postes à responsabilités. Enfin, le ratio entre le temps passé à Tumbes et le temps passé dans le secteur aquacole indique que l'aquaculture a occupé une grande partie de la population depuis leur arrivée (73%). Ainsi, durant les premières phases, ces personnes sont soit satisfaites soit ne trouvent pas d'autres occupations. Les migrations sont donc exclusivement domestiques. À la différence des migrations internationales qui requièrent un capital financier minimum, celles-ci peuvent aussi concerner

les foyers les plus modestes, *a fortiori* lorsque les foyers d'émigration et d'immigration sont géographiquement proches¹⁸.

4.3.3 Le niveau local

La grille de lecture employée pour analyser les réseaux locaux a été élaborée en fonction des évolutions que ces réseaux ont connues. L'objectif était d'abord d'identifier les nouveaux acteurs et les changements que leur intégration a suscité, puis les acteurs ayant été exclus, et enfin ceux dont le rôle a fortement évolué.

4.3.3.1 La modification des réseaux locaux

4.3.3.1.1 De nouveaux acteurs insérés dans les réseaux locaux

Une première interrogation portera sur la manière dont ces nouveaux acteurs ont été insérés dans les réseaux locaux : sont-ils venus d'eux-mêmes ? Était-ce programmé ou fortuit ?

Les nouveaux acteurs considérés sont :

- les propriétaires
- les ouvriers non qualifiés
- les *larveros*
- les itinéraires techniques
- les crevettes
- les filières (méthode de conditionnement)
- le cadre légal
- le lobbying environnementaliste

a) Les propriétaires

Selon les informations obtenues quant à l'origine des exploitants et des propriétaires fonciers, aucun propriétaire n'est originaire de Tumbes. Leur présence physique ou à travers leurs capitaux a donc entraîné une restructuration de l'organisation sociale. Les deux raisons qui expliquent leur insertion dans cette organisation sont leurs savoirs en matière de production et leurs capitaux. Cette intégration apparaît comme la conséquence de la volonté politique de développement aquacole initié à la fin des années 1970. Après la crise du White Spot et le développement des systèmes intensifs, les investisseurs devaient être prêts à engager des fonds conséquents pour satisfaire à l'exigence de réorienter les systèmes de production vers des systèmes intensifs et semi-intensifs. Ces propriétaires ont ainsi comme caractéristique commune d'être généralement riches et, pour certains, aussi, d'appartenir à la classe politique. Ces attributs, combinés au fonctionnement des réseaux sociaux, leur ont octroyés une place élevée dans la hiérarchie sociale qui s'explique avant tout par leur pouvoir (financier et parfois politique) et par le rôle qu'ils exercent sur le développement local. Une conséquence de cette position dominante est l'accaparement des revenus tirés du capital naturel local, et leur fuite dans les cas où les propriétaires ne vivent pas sur place. L'impact est ambigu car ces propriétaires ont été capables de transformer les ressources en actifs, c'est-à-dire de rendre les ressources naturelles productives d'un point de vue financier, mais ont ensuite exporté une partie de la richesse en dehors du territoire où sont localisés ces actifs.

La question qui se pose alors est celle de la compatibilité entre rentabilité et partage. Lorsque les deux ne sont pas corrélées positivement, le calcul des coûts d'opportunités trouve une justification afin de connaître le prix de ce à quoi l'on se prive. Le mélange d'indicateurs

¹⁸ Tumbes et Piura ne sont séparés que par environ 5 heures de transport routier, ce qui, pour un pays aussi vaste que le Pérou, est relativement faible.

économiques et sociaux sont des outils capables de révéler des injustices plus importantes que le seul indicateur économique agrégé. En résumé, l'intégration de ces propriétaires apparaît aujourd'hui comme un facteur qui a distendu le réseau à la fois verticalement (augmentation des inégalités) et horizontalement (création d'emplois).

b) Les ouvriers non qualifiés

La création d'emplois a favorisé de manière inégale les travailleurs sans qualification dont la force de travail est peu onéreuse. On a constaté précédemment que ces travailleurs étaient majoritairement originaires de zones marginales. Ils se sont déplacés vers Tumbes pour des raisons avant tout économiques, mais le travail dans les exploitations ne constitue pas une source d'emploi durable pour des raisons déjà soulevées de turn-over et de pénibilité.

Ces arrivées massives, au regard de la population de la zone d'immigration, ont pour conséquence de modifier la structure sociale en y élargissant la base de la pyramide sociale, composée des individus aux ressources individuelles les plus faibles. Les conséquences sont (i) la modification du marché du travail et (ii) l'augmentation de la consommation de biens et de services.

La présence de ces ouvriers s'explique par les besoins de compression du coût du travail pour la production d'un bien, la crevette d'élevage, qui appartient à un marché très concurrentiel. Leur présence est d'autant plus importante que les coûts de transaction des petites régions sont élevés : distance aux marchés, qualité des infrastructures. Leur présence fournit pourtant aux locaux engagés dans la vente de biens et de services un surplus de clients. En effet, des secteurs tels que les transports, le logement ou l'alimentation tirent avantage d'un accroissement de la population, même s'il est vrai qu'une majorité des ouvriers loge à l'intérieur de l'exploitation une grande partie du temps. La présence de ces migrants permet alors aux locaux d'exercer des métiers moins contraignants. La pénibilité, les horaires, la liberté, la distance au foyer comptent parmi les critères importants dans l'évaluation des différents métiers. Après un temps dans les exploitations, certains se reconvertissent dans un autre métier ou rentrent chez eux.

c) Les larveros

L'activité a été intense entre 1985 et 1995-2000. On comptait alors des implantations (simples baraques) tout le long de la côte, de la frontière équatorienne aux plages de Paita (Département de Piura), en particulier sur la *Playa Hermosa* ainsi que sur la plage, au nord, d'*El Bendito*. Le centre de l'activité était le pueblo d'El Bendito. C'était alors un véritable marché aux PL où les acheteurs (fermiers, intermédiaires) et les vendeurs (*larveros*, intermédiaires) pouvaient se rencontrer. Une majorité de *larveros*, originaire de la Sierra, est arrivée au moment du boom aquacole, c'est-à-dire durant les années 1980 et 1990. Il s'agissait principalement des paysans. Environ 30% sont rentrés chez eux depuis alors que 70% se sont définitivement installés à Tumbes pour monter un petit commerce ou faire du négoce (Ruiz Com. Pers.). La majorité ne gagnait qu'entre 5 et 10 soles par jour alors que l'activité de *larveros* pouvaient les faire gagner jusqu'à 100 ou 150 soles par jour (Ruiz com. pers.). C'était donc pour eux une activité lucrative. Certains groupes n'ont pas vocation à venir uniquement pour l'activité aquacole. Une partie, en effet, est encore liée aux migrations historiques de la sierra en direction de la côte pour travailler durant la saison du riz. Durant la grande campagne, ils trouvent en effet du travail, d'autant plus facilement que les locaux ne sont pas assez nombreux, que ce soit pour la transplantation ou pour la récolte. On retrouve ces groupes, appelés *golondrinos* (Ruiz Com. Pers.), principalement sur la Playa Hermosa, c'est-à-dire vivant à proximité de la principale zone de culture du riz, dans le delta. Les *golondrinos* constituent une population mobile de saisonniers agricoles qui enchaînent le travail dans les principales zones rizicoles du nord : Chiclayo, Mochumi, Motupe, Illimo et

Lambayeque et se déplacent donc à Tumbes pour la transplantation et le repiquage du riz avant d'aller ensuite extraire les larves dans la mangrove et sur les plages. Les autres catégories sont caractérisées par des différences portant sur la fréquence du travail de *larvero* ou alors sur l'ancienneté des pratiques¹⁹. En 1997, il y avait 4000 *larveros* sur le territoire (INEI). En 2002, l'INEI n'en avait dénombré plus que 300, la plupart travaillant pour les exploitations équatoriennes. Cela suppose donc qu'une grande partie d'entre eux ont quitté la zone ou trouvé une autre occupation. Aujourd'hui, il y aurait encore quelques *larveros* éparpillés sur la plage, en nombre toutefois réduit. En 1993, année qui correspond à une période de pointe de l'activité, plus de 7500 jeunes entre 15 et 35 ans sont arrivés en provenance de Piura, 2400 de Lambayeque, et 2000 de Lima. Cela donne une idée des flux migratoires de l'époque dont on peut expliquer l'intensité pour partie du moins par l'activité de *larveros*. L'activité s'est ensuite éteinte avec l'apparition du White Spot. L'activité a ainsi été stigmatisée comme étant un vecteur des maladies de crevettes du milieu sauvage vers le milieu de production. Aujourd'hui ne subsistent qu'un faible nombre de *larveros* dispersés sur les plages et travaillant souvent pour des petites exploitations, informelles et/ou de subsistance.

d) Les itinéraires techniques

Le développement des systèmes semi-intensifs, puis des systèmes intensifs, ne s'explique pas par les mêmes raisons. Pourtant dans les deux cas, les changements ont consisté à mettre en place de nouvelles pratiques d'élevage, en s'appuyant sur des savoirs, des savoir-faire et des intrants venus de l'extérieur. Les conséquences locales de ces adoptions se sont d'abord exprimées sur la nature et le volume de l'offre de travail. L'intensification est, en effet, corrélée avec le nombre d'emplois provoquant un appel d'air favorable aux migrations. Une seconde conséquence est l'apparition de sous-traitants dans l'environnement immédiat des exploitations : revendeur d'aliments, fabricants de glace, vendeurs de fertilisants... L'adoption de nouveaux itinéraires techniques a donc eu pour conséquence une densification des réseaux sociaux du fait de la hausse d'activité.

e) La crevette

La crevette joue un double rôle symbolique : celui de la modernité et celui du territoire. Le développement des systèmes intensifs montrent en effet qu'il est possible de développer localement une industrie moderne utilisant des technologies de pointe, en l'occurrence des biotechnologies. La crevette apparaît ainsi comme le symbole de la pénétration de la globalisation sur le territoire, et qui implique des changements en termes de gouvernance par exemple. Le fait que les produits soient destinés à l'exportation joue aussi sur la représentation que se font les acteurs locaux de leur territoire et de la place de celui-ci au plan national et international. La crevette d'élevage participe donc au processus de territorialisation

¹⁹ On relève ainsi plusieurs groupes : les extracteurs traditionnels, les itinérants, les intermittents, et les immigrants. Les premiers sont les extracteurs historiques, ceux qui connaissent le fonctionnement de la mangrove, la dynamique des populations (de manière empirique). Ils connaissent souvent des difficultés pour maintenir leur niveau de vie mais comptent parmi les plus respectueux de l'environnement. Les extracteurs itinérants sont, par exemple, constitués des *golondrinos*. Ce groupe est composé de personnes qui se déplacent dans le département de Tumbes et ailleurs pour effectuer différents travaux saisonniers, souvent agricoles. Ils viennent alors à Tumbes au moment des *aguajes* ; leur comportement est donc plutôt du type opportuniste. Le groupe des intermittents comprend des individus qui ont une autre source de revenus et n'effectuent des sorties que de manière ponctuelle et sans fréquence particulière. Enfin, le groupe des immigrants est constitué de personnes qui s'installent dans des baraquements sommaires, en particulier le long de la Panaméricaine pour y pratiquer des petits commerces suivant un mode opportuniste (vendeurs ambulants, vendeurs frontaliers, construction, journaliers aquacoles...). La récolte de PL fait partie de leur éventail d'activité. Ils vont la pratiquer en période de pénurie de travail (Ruiz com. pers. 2007).

du fait de cette appropriation collective, et ce en dépit que tous les acteurs ne partagent pas ce point de vue. En effet, cette symbolique n'est pas partagée par les acteurs qui subissent les externalités aquacoles tels que les collecteurs de la mangrove.

Ainsi, l'élevage aurait dans un premier temps été adopté grâce à l'intervention de facteurs extérieurs, avant de participer au processus de construction du territoire, puis d'exploiter la dimension territoriale afin d'ajouter de la valeur aux produits (Figure 4-10). Le processus de territorialisation aurait donc successivement (i) émergé puis (ii) été mis en valeur, et enfin (iii) renforcé par le biais de relations marchandes.

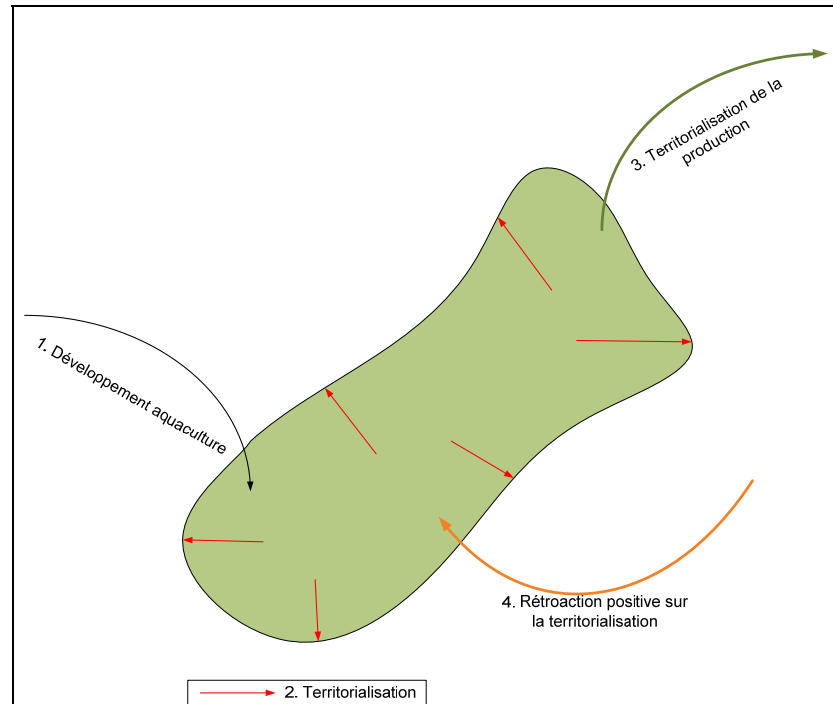


Figure 4-10 - Modèle du processus de territorialisation

f) Cadre législatif

L'aperçu donné plus haut sur l'évolution du cadre législatif montre comment le juridique s'imisce de manière croissante dans le quotidien. On peut analyser ce phénomène comme une conséquence de la multiplication des enjeux, en particulier ceux qui contiennent une dimension environnementale, et de leur médiatisation. Certaines logiques d'acteurs sont clairement destinées à influencer sur le pouvoir en place afin que celui-ci légifère. Le juridique devient ainsi un outil d'autant plus efficace que des mesures ont été prises dans d'autres régions ou d'autres pays. On pressent alors le risque d'une uniformisation d'une certaine partie du cadre juridique, sans que soit prises en compte les spécificités locales. La décentralisation engagée au Pérou, qui octroie certains pouvoirs législatifs aux régions (création des régions en 2003), promet aussi une plus grande réactivité juridique, qui pourra donc, dans une certaine mesure, être exploitée à bon ou mauvais escient.

g) Les environnementalistes

Le rôle des environnementalistes est pour partie lié à ce qui vient d'être énoncé sur le cadre législatif. Leur rôle a été important dans l'évolution des lois sur la protection des habitats. L'ONG Pronaturaleza a longtemps été présente à Tumbes et son rôle s'est avéré central dans l'évolution du statut des milieux naturel et dans l'évolution des consciences. Certains de ses membres, qui ont quitté depuis l'ONG, restent très actifs et utilisent des stratégies identiques

pour médiatiser leur lutte qui les a opposés aux aquaculteurs. Ainsi, les comités de gestion²⁰ mis en place dans le cadre du sanctuaire de mangrove comportent des membres de l'ONG qui sont donc partie prenante aux décisions tournées vers la conservation. Les environnementalistes apparaissent donc être un nouvel acteur incontournable.

4.3.3.1.2 Les acteurs exclus

Parallèlement à l'intégration de nouveaux acteurs, des exclusions ont aussi émaillé l'histoire récente des réseaux locaux. Parmi ces exclus, on compte :

- les *larveros*
- les propriétaires peu résilients
- les ouvriers aquacoles
- les extracteurs/collecteurs/éleveurs
- les pratiques d'élevage artisanales

Chronologiquement, les premiers lésés sont ceux qui utilisaient les espaces ensuite utilisés par l'aquaculture, tel que les collecteurs, les pêcheurs ou les éleveurs. Du fait du caractère informel de leurs activités, il n'est toutefois pas possible de déterminer leur nombre exact.

Dans un premier temps, les ouvriers n'étaient que temporaires et venaient majoritairement de Tumbes. Ce n'est qu'après un certain temps que des courants migratoires se sont mis en place. Les informations recueillies lors de notre séjour sur le terrain ont informé du caractère temporaire des migrations, signifiant que nombre d'ouvriers, soit continuent leur parcours migratoire, soit retournent dans leur province d'origine. Ces retours ont été plus nombreux à l'orée de ce siècle lorsque s'enchaînèrent El Niño et le White Spot. Hormis quelques exploitations qui prônent la stabilité, le roulement est la règle. De nombreux travailleurs partent donc avant même d'avoir eu la possibilité de créer des liens avec le territoire.

Les ouvriers ne sont pas les seuls à avoir subi les diverses crises du secteur. Les propriétaires, en effet, ont eux aussi subi les conséquences de la succession des crises. Les moins résilients d'entre eux, que l'on peut identifier selon des critères de capital, de propension au risque, de connaissances du marché et de compréhension des phénomènes biologiques, ont été progressivement évincés du système. Les crises sectorielles sont ainsi souvent l'occasion d'une sélection. En lien direct avec ces changements à la tête des exploitations, on retrouve des changements dans les modes de production. Ainsi, les modes de production extensifs ont progressivement été remplacés par des modes de production plus intensifs.

Les foyers d'émigration ont eux aussi évolué car les migrations provoquent le départ d'une force de travail et l'arrivée de nouvelles ressources financières. Les impacts des envois d'argent sur les activités des foyers d'émigration n'ont pas pu être caractérisés avec précision. Il a toutefois été possible d'estimer le montant de ces envois. La moyenne de l'échantillon s'établit à 236 soles par mois alors que le salaire moyen est lui de 593 soles, ce qui représente donc 40% du salaire mensuel. Aux dires des acteurs interrogés, les investissements se réalisent dans les services ou commerces de proximité (épicerie, garage...). Nyberg-Sorensen *et al.* (2002) résument les impacts positifs et négatifs de l'émigration et des envois d'argent sur les foyers d'émigration (Tableau 4-2).

²⁰ Organe créé à la suite du sanctuaire qui comprend tous les acteurs utilisant les ressources de la mangrove, ou vivant aux abords. Cette diversité ayant l'objectif de développer de la coopération, de la confiance mutuelle pour tenter de résoudre plus facilement les conflits actuels ou à venir.

Bénéfices	Inconvénients
Amélioration des revenus du foyer	Réduction de la force de travail (en particulier si ce sont majoritairement les jeunes qui migrent)
Amélioration de l'alimentation, de la santé	Envoi contre-productifs en raison d'une utilisation uniquement dédiée à la consommation
Agrandissement ou réhabilitation de la maison	
Améliorer l'éducation des enfants	
Diffusion potentielle des effets positifs au reste de la communauté	

Tableau 4-2 - Avantages et désavantages de l'émigration (Nyberg-Sorensen *et al.* 2002)

4.3.3.2 Les emplois

L'emploi aquacole compte parmi les principales externalités positives de l'aquaculture. Les bénéfices qu'en tirent les individus ne sont pas seulement d'ordre financier. Les impacts des emplois sur les conditions d'existence varient dans le temps, dans l'espace et entre les personnes et les foyers. Ils dépendent en premier lieu du niveau de rémunération, qui dépend lui-même (i) de la nature du travail, (ii) du niveau de responsabilité engagé, (iii) des compétences mobilisées et (iv) de la concurrence sur le poste. Les impacts dépendent toutefois aussi de nombreux autres facteurs tels que : la pénibilité, la sécurité, le caractère anxiogène du travail, la liberté de changer d'emploi, l'utilité retirée... Le critère économique n'est donc pas le seul critère pertinent pour juger un emploi. Par une approche similaire, les bénéfices d'un emploi ne se limitent pas non plus au seul critère économique et concernent aussi le domaine psychologique et le domaine social. Dans les sociétés modernes, l'emploi apparaît comme le principal moyen pour la plupart des individus de se réaliser. L'emploi permet de restreindre plusieurs types de privations des individus. Les nuisances associées à la perte d'emploi vont au-delà de la perte de revenus et « affectent l'équilibre psychologique, la motivation professionnelle, les compétences et l'estime de soi. Le chômage apparaît comme une cause d'augmentation des maladies et du taux de morbidité, d'une détérioration des relations sociales et familiales, d'un renforcement de l'exclusion sociale et d'une accentuation des tensions et des inégalités liées au sexe » (Sen 2003).

4.3.3.2.1 Le travail dans les usines de conditionnement

Les deux tâches qui fournissent la majorité des emplois sont l'étêtage et le triage. Pour pouvoir quantifier l'emploi créé, une donnée essentielle est le poids relatif moyen du céphalothorax et de l'abdomen d'une crevette. En moyenne, l'abdomen de la crevette correspond à 68% du poids de l'animal tandis que le céphalothorax compte pour 32% du poids total. Il est important de préciser cette part relative car le calcul du nombre d'employés pour la tâche de l'étêtage s'appuie sur le poids total tandis que le nombre d'employés chargés du tri s'appuie uniquement sur le poids des abdomens. La seconde donnée dont l'obtention est nécessaire est le nombre moyen d'employés pour l'étêtage et le tri d'un certain volume : 8 jours de travail pour étêter une tonne de crevettes et 10 jours de travail pour en trier une tonne²¹. Il faut, enfin, connaître la part des crevettes vendues entières et celle des crevettes vendues étêtées. L'ensemble de ces informations a permis de réaliser le calcul suivant.

➤ personnel des usines :

$$E_p = [(P_t * y) * x_1 + (P_e + P_c) * x_2] / z \quad (1)$$

Où E_p est le nombre d'employés par usine, P_t la production totale brute (kg), P_e le poids des crevettes exportées entières (en moyenne 10% de la production), P_c le poids des crevettes congelées et conditionnées, x_1 le nombre de personnes embauchées par l'exploitation pour

²¹ En ce qui concerne l'étêtage, la journée de travail dure 8 heures, chaque heure étant payée 2,3 soles, tandis qu'elle dure 12 heures pour le triage, chaque heure étant payée 2,25 soles.

l'étêtage, x2 le nombre moyen de personnes par tonne pour les opérations de congélation et de conditionnement, y la part de la production à étêter, z le nombre de jours travaillés par employé.

Plusieurs variables ont été fixées : $x_1 = 8$; $x_2 = 10$; $y = 0.9$ et $z = 260$ (soit des semaines de 5 jours).

Année	Crevette (tonnes)	Crevettes exportées entières (tonnes)	Crevettes à étêter (tonnes)	Crevettes étêtées (poids)	Nombre jours de travail étêtage	Nombre jours travail triage	Nombre jours de travail total	Nombre moyen d'emplois à temps plein*
1997	1035	103	931	633	5067	7369	12436	48
1998	1131	113	1018	692	5536	8050	13586	52
1999	1348	135	1213	825	6600	9598	16197	62
2000	225	23	203	138	1102	1603	2705	10
2001	377	38	340	231	1848	2687	4535	17
2002	969	97	872	593	4744	6899	11642	45
2003	1415	142	1274	866	6929	10077	17006	65
2004	1000	100	900	612	4894	7117	12011	46
2005	2014	201	1812	1232	9860	14338	24198	93
2006	2474	247	2227	1514	12112	17615	29727	114

Tableau 4-3 - Production et nombre d'emplois dans une usine de Tumbes (*260 jours de travail annuels)

En considérant 260 jours de travail annuels, le nombre moyen d'emplois à temps plein a atteint 114 pour cette usine en 2006. À plein régime, elle peut employer jusqu'à 400 personnes par jour dans les deux tâches détaillées. Pour obtenir une valeur globale, il faut ajouter les emplois liés aux tâches administratives, aux opérations de contrôle ou à la manutention. Si ces postes concernent un nombre restreint de personnel, la différence est que les emplois sont généralement pérennes. Un cadre d'analyse pertinent de l'emploi est celui du genre. Certaines tâches sont, en effet, réservées aux femmes et d'autres aux hommes. Les opérations délicates sont réalisées par les femmes tandis que les hommes exécutent les tâches plus physiques ainsi que les contrôles. En utilisant le même mode de calcul que précédemment, et en attribuant aux femmes les emplois liés à l'étêtage et au tri, on a pu estimer l'emploi total féminin en se basant sur la production totale de l'aquaculture (Figure 4-11). En 2006, ce chiffre a approché la moyenne des 500 emplois sur un total d'environ 600 emplois (soit 84%). Dans la réalité, un nombre beaucoup plus important de femmes est employé car l'emploi ne s'étale pas sur un si grand nombre de jours de travail annuels. En outre, un certain nombre de femmes exercent d'autres activités en parallèle. En conséquence, il est difficile d'estimer de manière rigoureuse le nombre de femmes qui tirent tout ou partie de leurs revenus annuels de cette activité. Un facteur multiplicatif de deux paraîtrait constituer une estimation convenable.

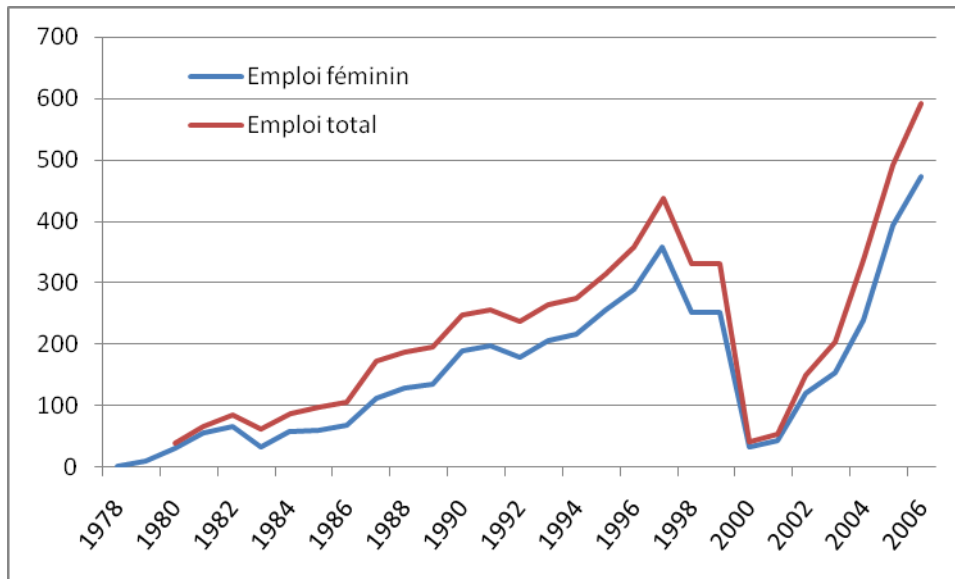


Figure 4-11 - Emploi féminin et emploi total dans les usines de conditionnement de Tumbes

4.3.3.2.2 Les emplois dans les exploitations

Le calcul du nombre d'emplois dans les exploitations s'est fait grâce aux informations transmises par les propriétaires et les chefs de production, ainsi qu'aux entretiens réalisés auprès du personnel institutionnel. Les données issues des exploitations échantillonnées ont permis de calculer le nombre moyen d'emplois par hectare, ce qui a permis d'extrapoler le nombre de travailleurs à l'ensemble des exploitations.

La typologie des emplois est la suivante : les employés permanents des exploitations réunissant les emplois qualifiés (secrétariat, techniciens, administration) et non qualifiés (alimentation, gardiennage, maintenance), et les employés temporaires des exploitations (opérations de récolte et de nettoyage). L'estimation du nombre de travailleurs s'est appuyée sur trois valeurs : le volume de production annuel, la superficie agrégée annuelle des étangs en production par type de système (extensif, semi-intensif, intensif), et le nombre de exploitations. Les équations sur lesquelles reposent les estimations sont les suivantes :

- personnel permanent dans les exploitations

$$E_{pf} = Q * F + N_{qa} * SI + N_{qb} * I \quad (2)$$

Où E_{pf} est le nombre d'employés permanents par exploitation, Q le nombre de personnes qualifiées par exploitation, F le nombre d'exploitations, N_{qa} le nombre de personnes permanentes non-qualifiées par hectare en système semi-intensif et extensif ($N_{qa} = 0,2$), N_{qb} le nombre de personnes permanentes non-qualifiées par hectare en système intensif ($N_{qb} = 2$), SI surface des systèmes semi-intensifs et extensifs en hectares, I la surface pour les systèmes intensifs, en hectares.

- personnel temporaire :

$$E_t = A * a * v + I * a * w \quad (3)$$

Où E_t est le nombre d'employés temporaires, A la surface totale en production, A le nombre de cycles de production par an, V le nombre d'ouvriers nécessaires par récolte et par hectare, W le nombre d'ouvriers nécessaires après récolte pour le nettoyage des bassins intensifs.

Pour être fidèle à la réalité, deux valeurs ont été ajoutées à la valeur totale :

$$Ed = Epf + Ep + Et + t + u \quad (4)$$

Où Ed est le nombre d'emplois directs agrégés, T le nombre de personnes impliqués dans les services directs à la filière (aliment), U le nombre d'ouvriers travaillant dans les exploitations non déclarées.

L'évolution d'Ed dans le temps est donc conditionnée par les niveaux de production et les surfaces productives (Figure 4-12). Lorsque l'on ajoute les emplois des usines de conditionnement, on obtient l'emploi total dans le secteur aquacole. La courbe ressemble sensiblement à celle que l'on a obtenue pour la production en raison de l'indexation des calculs sur la production. Le minimum a été atteint en 2001, avec 439 emplois, alors que le maximum a été atteint en 2006, avec plus de 2660 emplois²². Au début des années 2000, les données officielles relevaient 6400 personnes employées dans le secteur. En comparaison de nos résultats, les données officielles semblent donc surestimer la réalité.

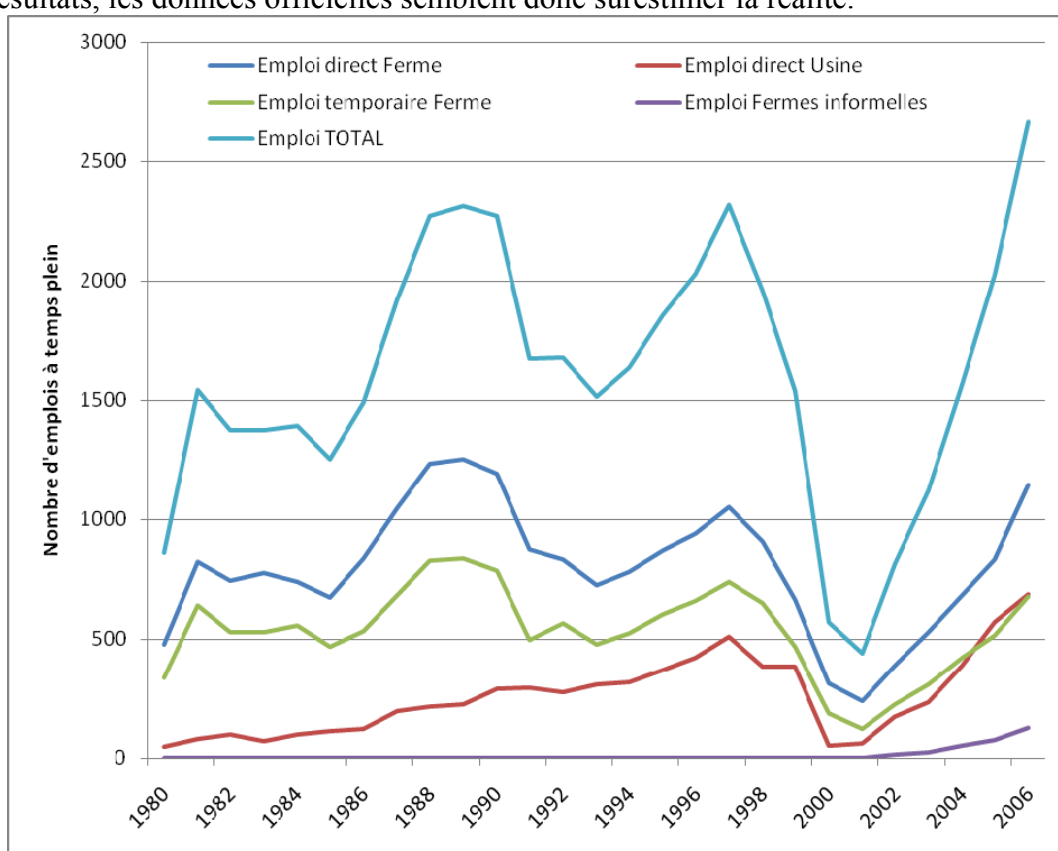


Figure 4-12 - Evolution des emplois aquacole à temps plein

Pour comptabiliser le nombre de personnes dont le mode de vie est affecté d'une manière ou d'une autre par les revenus tirés de l'aquaculture, il faut considérer les membres de la famille des travailleurs. À travers les entretiens, il est apparu qu'une certaine catégorie d'entre eux, à savoir les ouvriers non qualifiés des exploitations, transfèrent une partie importante des revenus gagnés, soit à la famille nucléaire restée dans le foyer d'émigration, soit à des membres de la famille élargie, résidant à Tumbes et ayant facilité l'intégration des travailleurs dans le marché du travail (dette de gratitude). Aux dires des acteurs, les sommes transférées sont utilisées à des fins domestiques ou investies dans des petits commerces de proximité.

²² La production aurait dépassé récemment 15 000 tonnes, ce qui, d'après ce mode de calcul, aurait fait passer le nombre d'emplois à 3500.

Au total, un facteur de trois pour estimer le nombre de personnes directement affecté par les revenus aquacoles paraît approprié. En utilisant un tel facteur, on peut estimer que près de 8000 personnes sont dépendantes des emplois directs de l'aquaculture, ces derniers se répartissant au niveau local mais aussi dans les foyers d'émigration. Si l'on tient compte du fait que certains individus ne travaillent qu'une partie de l'année dans le secteur aquacole, on peut probablement arriver à des chiffres qui dépassent les 10000 individus.

4.3.3.2.3 Les contraintes et privations

A l'évidence, l'emploi fournit aux individus leur offre la possibilité d'augmenter ou de maintenir leur utilité. Toutefois, la fourniture seule d'un emploi n'est pas une condition suffisante pour rendre caduque toutes les formes de privation. Cette offre de travail dépend à la fois des quantités produites, c'est-à-dire de l'intensité et des surfaces de production, mais aussi du calendrier culturel. Celui-ci est marqué par des pointes de travail au moment des récoltes et donc une diminution de l'offre en dehors des pointes de travail. Le chômage nécessite alors la mise en place de stratégies visant à offrir son travail dans d'autres secteurs de l'économie, comme celui des services, par exemple. Cette insécurité, liée au fonctionnement du marché du travail, n'est pas compensée par des subventions/allocations de l'état, ces dernières pouvant aider financièrement et psychologiquement les individus. Sen (2003) relève que les subventions aux chômeurs ne sont pas synonymes d'une absence d'inégalités et que le cadre culturel joue fortement sur le niveau d'acceptation de ce système. Le statut de chômeur est un statut de moindre indigence que celui du pauvre non aidé, mais peut aussi engendrer des perturbations d'ordre psychologique. L'insécurité des travailleurs aquacoles s'exprime aussi à travers les contrats de travail qui accordent à l'employeur la latitude de les rompre. Pour les ouvriers non qualifiés ce sont, en règle générale, des contrats de six mois, résiliables à tout moment²³. Cette flexibilité contractuelle maintient le coût du travail à de bas niveaux et fait des ouvriers la véritable soupape économique du secteur.

Une autre contrainte est liée à la pénibilité du travail d'autant plus importante lors des fortes chaleurs. Dans certaines zones, la pénibilité est aussi liée à l'abondance des moustiques, qui provoquent de nombreuses maladies telle que la dengue. Les horaires sont aussi une contrainte majeure, en particulier pour les équipes de nuit (12 h d'affilée).

Enfin, l'isolement géographique provoque une sensation d'éloignement à la fois de la ville mais aussi de la famille du fait des difficultés de communication avec les proches. La majorité des employés non qualifiés ont l'obligation, en effet, de rester plusieurs jours par semaine sur le site de l'exploitation, dans les baraquements exigus. S'il ne leur est pas totalement interdit de quitter l'exploitation, les distances qui les séparent de la ville limitent les possibilités d'allers et venues. Ces contraintes expliquent l'âge précoce d'une partie des ouvriers. Pour ces jeunes, l'aquaculture est une porte d'entrée dans le monde du travail, comme peuvent l'être les emplois agricoles.

4.3.3.2.4 Comparaison avec d'autres secteurs d'emplois

La question est de savoir si des avantages comparatifs existent en faveur des métiers de l'aquaculture et si oui, quels sont-ils. Le développement de l'aquaculture a empiété sur d'autres secteurs et a entraîné en conséquence la disparition d'un certain nombre d'entre eux. Ses impacts environnementaux, conjugués à d'autres causes, ont aussi entraîné une réduction

²³ Une loi devait être promulguée obligeant les employeurs à déclarer les travailleurs temporaires, leur permettant de bénéficier des avantages sociaux des emplois permanents.

de l'activité de certains métiers dédiés à l'extraction des mollusques et crustacés de la mangrove²⁴.

L'aquaculture doit son attractivité au fait qu'elle fournit du travail une grande partie de l'année et constitue, à ce titre, une source complémentaire de revenus. Ainsi, des locaux qui exercent dans les secteurs du bâtiment ou du transport trouvent dans l'aquaculture une source de revenus complémentaires durant les périodes de récolte. On observe le même phénomène pour les métiers du secteur primaire. Dans la Pampa de la Soledad par exemple, située dans la zone de forêt sèche à proximité de la mangrove, des individus anciennement éleveurs ou agriculteurs ont, grâce à l'aquaculture et à cause d'elle, diversifié leurs activités de sorte que l'emploi aquacole est devenu une des principales sources de revenus (Peña Ruiz, com. pers.). On trouve la même dynamique à Puerto Pizarro, le principal port de pêche de la zone. Là, il n'y aurait plus que 30 familles vivant exclusivement de la collecte d'*A. tuberculosa* alors qu'elles étaient une centaine il y a quelques années (Peña Ruiz com. pers.). Là encore, un certain nombre travaillent dans le secteur aquacole de manière temporaire.

Pour les collecteurs, l'attrait de l'aquaculture est donc aussi la conséquence des incertitudes par rapport aux volumes collectés. En effet, sur un plan comptable, une journée de collecte rapporte aux travailleurs une moyenne de 50 pesos²⁵, soit un dixième environ d'un salaire mensuel dans une exploitation. En comparaison, le travail dans la mangrove est donc économiquement intéressant. Le problème n'est donc pas lié à la rémunération du travail mais à la disponibilité de ce même travail. Ainsi, entre 1996 et 2005, la moyenne mensuelle des captures en zone de mangrove est passée de 120 kg à 96 kg (INRENA 2007). La production de pêche a également chuté. La pêche dite au *rodéo*²⁶ aurait ainsi vu sa moyenne passer de 1200 kg à seulement 360 kg alors que celle qui utilise un épervier est passée de 80 kg à 48 kg (INRENA 2007). Les raisons de ces réductions sont multiples : augmentation du nombre d'extracteurs, altération de l'habitat (par les effluents aquacoles et urbains et par destruction pur et simple), mailles de filet trop fines, non respect des périodes d'interdiction (durant les périodes de reproduction) et phénomènes naturels (ensevelissement de l'espace intertidal par les sédiments charriés par les crues). Le facteur démographique compte parmi les facteurs expliquant la dégradation des ressources. La croissance de la population des collecteurs a été particulièrement forte après la cessation d'activité des *larveros*. Si une partie des *larveros* sont retournés dans leur province d'origine (Piura), d'autres se sont reconvertis dans d'autres activités locales, et en particulier dans la collecte de mollusques et de crustacés. En conséquence, les volumes collectés ont augmenté dans un laps de temps limité.

²⁴ Les mollusques (*Anadara tuberculosa*, *A. grandis*...) se localisent dans les zones au niveau des racines de la mangrove. Les zones où on les trouve sont appelées *tiros de concheo*. On les rencontre dans les zones fréquemment baignées par les marées, c'est-à-dire sur une zone parallèle à la côte d'une largeur en général d'environ 50 mètres. Dans chaque *tiro*, le *conchero* effectue entre 100 et 150 m pendant une journée de 5 heures ; cette durée correspond à la période entre deux marées. Les crabes se réfugient généralement dans des nids sous forme de trous d'environ 1,5 mètres de profondeur. Ils se situent dans la zone de balancement des marées, sur une largeur d'environ 250 mètres à partir de la laisse des basses eaux ou des rives des chenaux et canaux d'eau saumâtre. Similairement au cas des mollusques, on nomme *tiros de cangrerejos* les lieux où on peut les trouver en densité. Ils sont plus facilement extractibles durant les fortes chaleurs, période durant laquelle ils ont une propension plus grande à sortir de leurs trous.

²⁵ Dans le cas des crabes, le nombre moyen d'individus collectés quotidiennement est de 70 à 80. Le prix est d'environ 6 soles les 8 individus (environ \$US), soit 60 soles par jour, auxquels il faut décompter environ 10 soles de frais divers (transport, nourriture, etc.). Le gain est donc d'environ 50 soles par jour, pour 4 à 5 heures de travail.

²⁶ La pêche dite du *rodéo* consiste à placer un filet à l'orée de la mangrove durant la marée haute puis d'attendre la marée descendante pour que le poisson, emprisonné, tente de s'échapper des mailles en sautant au dessus du filet. Derrière ce filet, une barque permet, sans effort, de les récolter. Cette technique est particulièrement efficace pour la capture des mulets (mugils, lisa).

4.3.3.3 Les conflits

Au fil du travail de terrain, plusieurs types de conflits sont apparus. Certains sont d'ordres territoriaux, relatifs à l'appropriation des terres, et d'autres plutôt liés aux externalités de l'aquaculture.

4.3.3.3.1 Collecteurs et aquaculteurs

Ces conflits se localisent dans les zones d'interface entre la mangrove et les étangs aquacoles. Les deux raisons du conflit sont le relargage dans le milieu de produits polluants et l'occupation de l'espace par les étangs qui restreignent les possibilités de déplacement, en particulier vers les sites de collecte. De ces conflits résultent des sabotages ou des vols fréquents. Les problèmes sont apparus lorsque les collecteurs ont établis un lien entre la réduction de leurs ressources et l'augmentation des surfaces aquacoles. Le début des années 2000 a connu de nombreux actes de vandalisme, tels que des incendies criminels des ponts d'accès aux exploitations. Le conflit a été en partie résolu depuis Lima, grâce à la médiation en particulier de l'ONG ProNaturaleza. La solution proposée a consisté à construire des bassins de décantation et d'oxydation destinés à réduire les effets des effluents.

Il y a encore de nombreux problèmes, liés au fait que les propriétaires ne se conforment pas toujours aux exigences environnementales susmentionnées (EIA, DIA PAMA) en raison de leur poids politique et financier. Lors des agrandissements, ils ne réalisent pas d'études d'impact préalables, ce qui provoque des réactions du côté des associations locales, et qui engendre des affaires qui se terminent parfois à la cour. Le dialogue instauré dans le comité de gestion du sanctuaire a néanmoins permis de normaliser les relations. Sur un plan plus théorique, ce conflit apparaît comme la conséquence d'une multiplication des acteurs locaux et d'une réduction en conséquence de l'espace dont dispose chaque acteur. Ainsi, la promiscuité des activités rend nécessaire de nouvelles règles de fonctionnement pour assurer un maximum de liberté à chacun.

4.3.3.3.2 Aquaculteurs et villageois

Plusieurs exploitations situées entre la Panaméricaine et Puerto Pizarro ont subi ces dernières années des vols²⁷ ou des récoltes sauvages, parfois à l'aide de complicités internes corrompues. Outre le manque à gagner, les exploitants mettent un point d'honneur à ne pas être victime de vols dont ils craignent une recrudescence. La majorité des gardiens travaille la nuit, période durant laquelle le risque de vol est le plus fort. Leur travail principal est de faire la ronde toute la nuit. Du fait du contexte (absence des chefs, peu de témoins) ces derniers sont plus faciles à corrompre que les équipes de jour. L'année 2006 aura été marquée par un évènement meurtrier. L'évènement est lié au projet d'extension d'une exploitation jusqu'à la limite d'une zone urbaine. Une fois de notoriété publique, ce projet a eu pour conséquence un soulèvement de la population contre l'exploitation²⁸ en raison des enjeux de sécurité sanitaire liée aux effluents et du problème des odeurs et de la pollution visuelle. Les habitations étant illégales²⁹, le propriétaire de l'exploitation a justifié cette extension sur le plan juridique. Le terrain visé était la propriété de l'exploitation. L'extension était donc possible puisqu'il n'y a pas de règles définissant la distance minimale qui doit séparer une exploitation des habitations. Ce terrain était, en outre, une zone sursalée où s'écoulaient déjà les effluents des

²⁷ Les vols se font principalement à l'aide d'un filet épervier, localement appelé *atarraya*.

²⁸ Concrètement, plusieurs centaines de villageois sont entrés de force dans l'exploitation et ont saccagé puis volé l'essentiel du matériel. Ils ont aussi fait la récolte des étangs trois semaines avant la date officielle.

²⁹ D'après le chef du quartier, la zone comprenait, en 2006, 144 habitations avec une moyenne de 6 personnes par habitation, soit 864 personnes.

exploitations. C'est, de plus, durant les périodes de crues, une zone où le risque d'inondation est élevé. La création d'habitations aurait donc nécessité d'importants remblais. À la suite de l'incident, le terrain a été donné à la municipalité.

4.3.3.3.3 Les aquaculteurs entre eux

L'absence d'aménagement dirigé provoque des conflits entre exploitations, souvent liés aux décharges d'effluents. La plupart du temps, des accords à l'amiable permettent d'utiliser collectivement les drains et les canaux d'adduction. Il arrive pourtant que les exploitations ne s'entendent pas et portent le cas devant la justice, qui doit alors trancher en fonction du statut des canaux. Dans un des cas récent (entre la Panaméricaine et Puerto Pizarro), l'utilisation du drain d'une exploitation par une seconde exploitation a entraîné des problèmes de colmatage accéléré et une contamination de l'exploitation située plus à l'aval, entraînant une amende pour l'exploitation qui avait agi frauduleusement. Le second type de conflit qui se produit est lié aux droits de passage d'un exploitant pour accéder à son exploitation. De manière générale, les conflits sont sporadiques. Ils sont peu nombreux mais peuvent être violents. Ils sont aussi inégaux lorsqu'ils concernent des exploitations aquacoles et des collecteurs, ce qui pousse la population à s'organiser en associations.

4.3.3.3.4 Les impacts spatiaux

Une des spécificités du secteur aquacole est d'occuper un espace largement anthropisé (agriculture, aquaculture, pâturage) mais très peu dense et surtout très concentré (Figure 4-13). L'habitat est en effet concentré dans des villes et des bourgs et entre ces villes on trouve des *no man's land*. Ainsi, 89% des agriculteurs ne vivent pas sur leur exploitation mais dans les villes (Ministerio de Agricultura). Au niveau départemental, 12% de la population seulement, soit 19 000 habitants, est considéré comme rurale (INEI). La population est donc majoritairement urbaine. Puerto Pizarro est le seul village côtier situé dans la zone d'étude. L'espace littoral est donc aussi un espace au sein duquel la population se déplace du lieu de résidence aux exploitations.

On constate sur la Figure 4-13 que l'espace est organisé parallèlement à la côte, selon la succession suivante : plage, mangrove, étangs aquacoles, agriculture irriguée, agriculture pluviale/pâturage/forêt sèche ou savane. L'aquaculture se trouve ainsi intercalée entre la mangrove, l'agriculture intensive, l'agriculture pluviale, les zones de pâturage et la forêt sèche.

Parmi les impacts spatiaux que l'on peut associer au développement aquacole (fragmentation spatiale, réduction de la valeur esthétique du paysage, obstruction à la circulation), les restrictions sur le développement urbain constituent un problème majeur. L'utilisation de l'espace par les étangs de production restreint, en effet, les possibilités d'extension urbaine, en particulier du village de Puerto Pizarro. Des problèmes similaires se retrouvent à Zarumilla, où les habitations et les étangs sont contigus étangs. Un dernier aspect négatif, souvent noté par ailleurs, est le faible impact sur la disponibilité alimentaire au niveau local. En effet, une part très faible de la production (environ 5%) est destinée au marché local. Cette part correspond aux produits ne répondant pas aux critères d'exportation, en termes de taille, couleur et dureté de la cuticule.

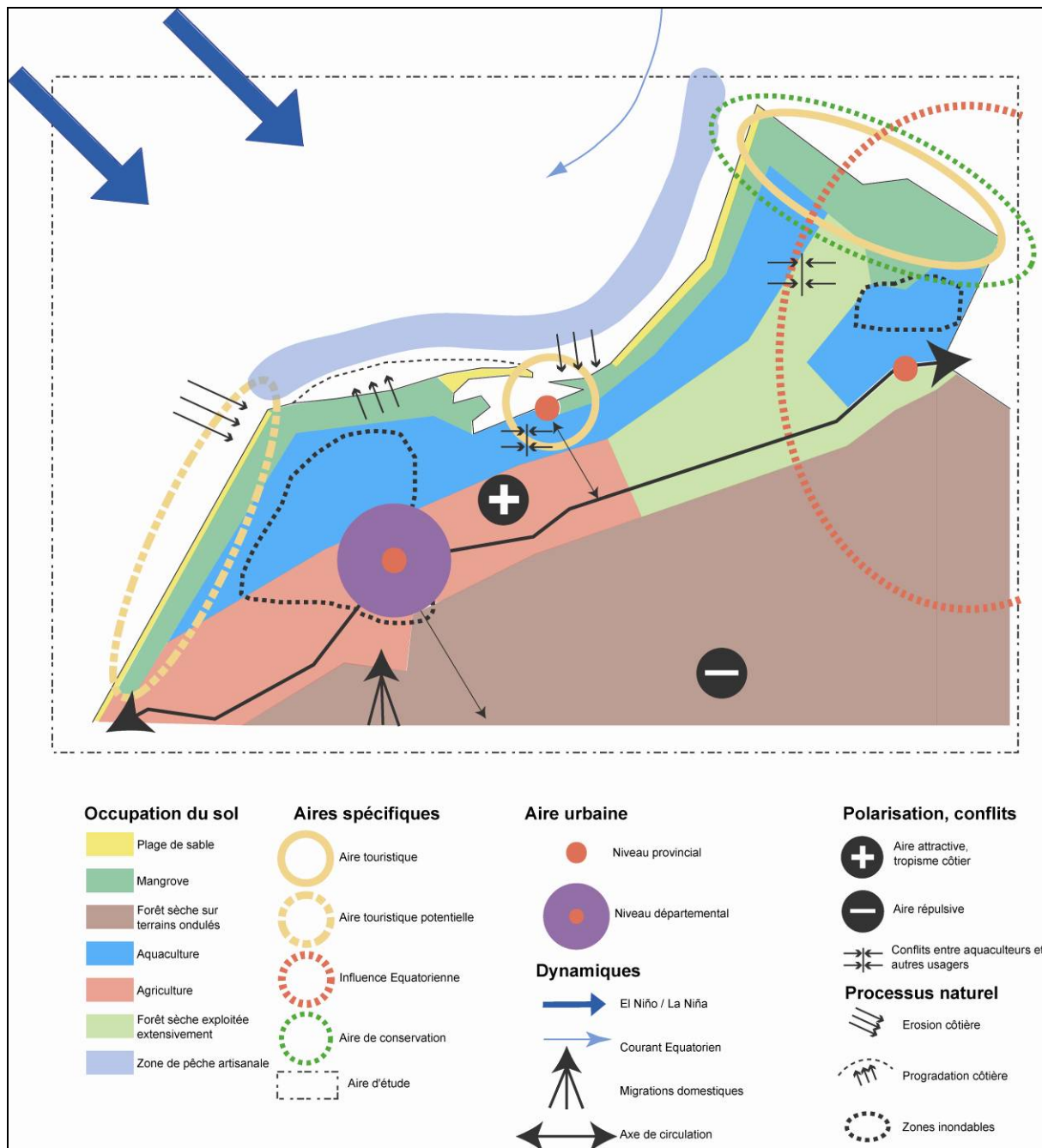


Figure 4-13 - Schématisation du territoire et des dynamiques territoriales

Enfin, on note une inégalité croissante entre la côte et l'arrière pays, que l'on peut expliquer par la théorie de la causalité cumulative (relations de causalité qui se renforce en s'auto-entretenant). Appliquée aux problématiques spatiales, cette théorie suppose qu'à partir de deux régions, un produit et des coûts de production, une région prendra l'avantage sur la seconde et y accueillera une plus grande partie des capitaux. Ainsi, une fois la différence créée entre ces deux régions, la tendance est à l'accroissement des inégalités du fait d'un accroissement des transferts de capitaux et d'investissements dans la région la plus riche. Par la suite, du fait d'économies d'échelles ou de la croissance de l'offre et de la demande, une région devient de plus en plus attractive au dépend de l'autre, qui au contraire se paupérise. On constate la présence d'un tel phénomène d'inégalités entre Tumbes, qui continue de croître même si la croissance est marquée par de violents coups d'arrêts à chaque événement Niño par exemple, et l'arrière pays, qui a beaucoup de mal à valoriser les ressources dont il

dispose. On ne peut ainsi pas comprendre l'organisation spatiale du territoire local uniquement sur la base des ressources locales. Il faut aussi prendre en considération les ressources des territoires connexes et les positions hiérarchiques relatives des territoires entre eux. Il faut également considérer l'environnement de production dans les autres zones où sont produits les mêmes biens pour comprendre les changements locaux.

A Puerto Pizarro par exemple, les nouveaux migrants se sont généralement établis dans les zones proches de la mangrove. Le village entier, peu peuplé, était alors totalement entouré par de la mangrove et n'était pas prêt à accueillir un si grand nombre de personnes. La population est passée de 298 habitants en 1961 à 432 en 1972, puis 715 en 1981, 1469 en 1993 et plus de 1696 dans les années 2000. Le rôle de l'aquaculture est déterminant dans cette évolution démographique, en particulier durant les années 1980. Les conséquences sociales sont une absence totale de planification qui pousse les populations à occuper des zones à risques environnementaux ou toxicologiques, et qui pose de manière anticipée les jalons de conflits futurs.

4.3.4 Une évaluation globale

4.3.4.1 Diagnostic d'ensemble du territoire aquacole de Tumbes

4.3.4.1.1 La dynamique du système aquacole péruvien

On peut faire des analogies entre l'évaluation globale de la production aquacole (Figure 4-14) et les cycles adaptatifs de Holling (1986). La phase de croissance initiale s'appuie l'apprentissage et la maîtrise des techniques de production. Abstraction faite d'El Niño en 1983, la croissance s'est poursuivie jusqu'à l'épidémie de choléra en 1991, qui a marqué un coup d'arrêt brutal à une augmentation jusque là régulière. Après une période de stabilité marquée par des restructurations, la production s'est remise à augmenter jusqu'en 1997. Les périodes de stabilité étaient relativement courtes dans le temps, car les innovations ont engendré une croissance presque continue. La fin brutale de la croissance a coïncidé avec les passages successifs d'El Niño puis du White Spot.

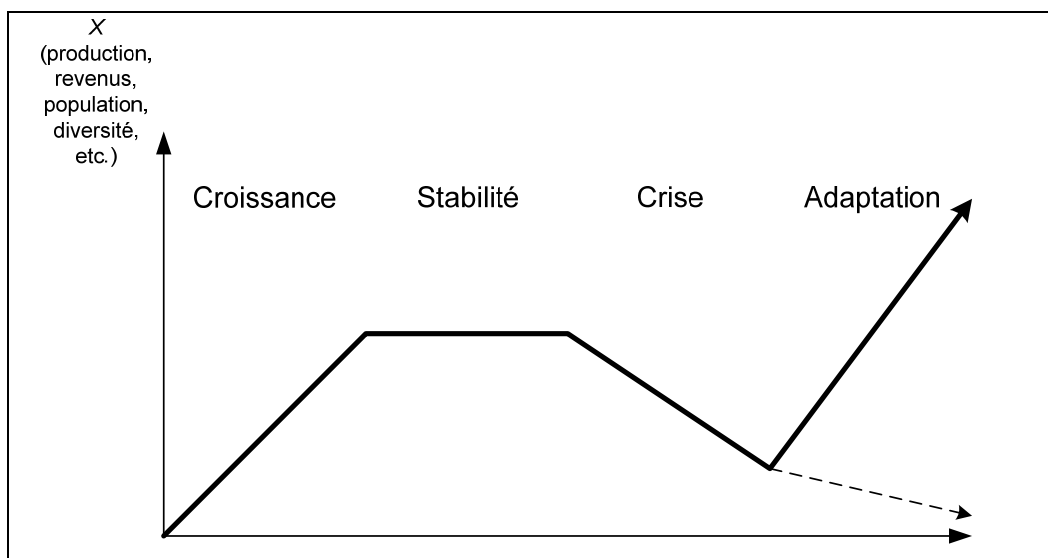


Figure 4-14 - Évolution schématique du système aquacole

L'importance des dégâts causés par El Niño 1998 s'explique en partie par le renouvellement des propriétaires entre El Niño 1983 et El Niño 1997 qui a entraîné la disparition de la mémoire liée aux risques. L'apparition du White Spot est liée à l'accumulation de

problèmes dans les méthodes de production et la gestion des ressources de l'exploitation. Elle est arrivée à un moment où le système s'était largement complexifié, globalisé, intégrant un nombre grandissant d'acteurs. Cette complexification ne s'est toutefois pas accompagnée d'un contrôle efficace de l'environnement naturel de la production. La crise consécutive au White Spot pouvait déboucher sur deux possibilités : soit un arrêt de la production et le choix d'une alternative, soit une adaptation du secteur pour initier une reprise. C'est ce second choix qui a été fait par les producteurs et par l'Etat. Les adaptations sont le fruit des innovations nombreuses en matière de production et de meilleures connaissances quant à la transmission de la maladie.

Dans les années qui ont suivi la crise, on a même pu observer un décollage de première ampleur, jusqu'à dépasser les valeurs de production antérieures. Cette augmentation des volumes ne s'est pourtant pas accompagnée d'une augmentation sensible des superficies, et s'est même, dans un premier temps, réalisée sur une partie seulement de l'ensemble de la zone aquacole. Le facteur multiplicateur de la production a été bien plus important que celui des surfaces aquacoles : l'intensification explique donc majoritairement ce développement. Si l'intensification peut sembler être le phénomène central, il n'en demeure pas moins que d'autres facteurs sont venus modifier le système telle que la prise en compte des aléas naturels, une accession à la terre, et une adaptation aux régulations environnementales.

4.3.4.1.2 La vulnérabilité du territoire

La vulnérabilité s'exprime face à des aléas naturels, sociaux, ou économiques. Pour ce qui est des aléas naturels, plusieurs politiques de réduction des risques sont possibles. Les aquaculteurs ont réalisé plusieurs types d'actions qui ont permis de réduire les enjeux et la vulnérabilité. En effet, les exploitations les plus exposées, situées à proximité du fleuve Tumbes, ont réduit leurs superficies d'exploitation, c'est-à-dire ont condamné un ou plusieurs étangs. D'autres exploitations ont axé leur politique sur une diminution de la vulnérabilité en surélevant les digues des étangs. La gestion du risque inondation se résume à :

- recreuser les canaux adjacents pour une meilleure évacuation des eaux ;
- surélever les digues des étangs, en particulier celles qui sont situées le long des cours d'eau et canaux ;
- condamner une partie de l'exploitation, c'est-à-dire abandonner délibérément une partie de la production.

La principale vulnérabilité marchande est liée aux territoires *irremplaçables* avec lesquels le territoire de Tumbes échange des biens et des services. Ces territoires irremplaçables correspondent aux marchés d'exportation, les États-Unis et l'Europe, pour l'essentiel. La rentabilité est, en effet, le résultat des prix de vente élevés. Une variation de la demande peut toutefois provoquer une rentabilité moindre de l'activité. Cette vulnérabilité est réelle car la variation de la demande en crevettes dans les pays développés peut rapidement suivre une période de crise économique alors que la marge de manœuvre pour réduire les coûts est assez limitée. Un second facteur de vulnérabilité est la dépendance aux transferts de savoirs et de savoirs-faires, en particulier avec l'Équateur. La question de la vulnérabilité se pose aussi avec acuité du fait que l'activité économique globale de Tumbes repose sur un nombre limité d'activités : agriculture, aquaculture, et commerce frontalier sont les trois principaux moteurs économiques. Si l'un d'entre eux venait à être sinistré, c'est l'ensemble du territoire qui serait affecté.

On définit la résilience comme la capacité à résister à un choc et à retrouver une fonctionnalité identique à ce qu'elle était avant le choc. La résilience de l'aquaculture est donc la capacité du secteur à faire face à des crises sans que soit affectée sur le moyen ou long terme l'augmentation de sa production. Sous contraintes, les volumes de production ont

toujours tendance à réagir négativement dans un premier temps, mais reprennent progressivement une évolution croissante. Cela est dû à plusieurs facteurs qui contribuent à rendre l'activité résiliente. Ceux-ci sont (i) la flexibilité de la force de travail, (ii) l'absence de concurrence pour les terres, (iii) la présence d'investisseurs importants, (iv) la circulation de l'information, (v) les innovations (destinées à changer les systèmes de production), (vi) le maintien de prix élevé de la crevette, (vii) l'adoption de nouvelles techniques de production, (viii) la multiplication de personnel spécialisé dans les techniques de production et de diagnostic afin de limiter le risque des pathologies, (ix) la faible imposition fiscale, et (x) la présence de l'Équateur. La conjonction de ces facteurs ne promet toutefois pas une activité durable sur les plans environnemental et social.

4.3.4.2 Du rôle de l'aquaculture dans le développement local

Les analyses économiques néo-classiques considèrent que la croissance doit être l'objectif numéro un à atteindre car elle est capable, par la suite d'étendre ses bénéfices à l'ensemble de la population par effet multiplicateur. Un effet multiplicateur est la conséquence comptable du réinvestissement ou de la dépense au niveau local de la richesse créée localement. Dans le cas, par exemple, où les personnes investissent 60% de leurs revenus au niveau local, les cycles successifs donnent :

- 1^{er} cycle : 1
- 2^{ème} cycle : 0,6
- 3^{ème} cycle : 0,36
- 4^{ème} cycle : 0,22
- 5^{ème} cycle : 0,13, etc.

Ainsi, pour un impact initial de 1, l'impact cumulé peut égaler 2,5 (Malecki 1997). La richesse réintroduite dans l'économie est surtout bénéfique aux services. L'idée forte est donc qu'un développement local peut être initié à partir d'une activité créatrice de richesse et que cette activité peut être une activité d'exportation. La théorie de la base économique considère les exportations comme des activités susceptibles de créer de la richesse. Cette théorie de la base économique énonce aussi que les activités d'exportation sont capables de capter des revenus créés en d'autres lieux et permettent donc le développement économique d'une région ou d'une ville. Ceci serait d'autant plus vrai pour les régions et villes de petite taille, qui doivent importer des biens et services non produits localement (Malecki 1997). Ces activités engendrent le développement des activités destinées aux marchés locaux (Tiebout 1956). Fonctionnant de la même manière, un afflux de migrants provoque un mécanisme identique : accroissement des richesses et accroissement de la demande, susceptibles de stimuler la production et donc les retours de richesse. Ainsi, l'offre de travail du secteur aquacole, destinée à du personnel non qualifié, a comme conséquence l'augmentation de la demande en biens et services, supposant, pour y répondre, une augmentation des investissements.

L'aquaculture est fréquemment citée comme une activité capable de réduire la pauvreté des populations en améliorant les *livelihoods* des communautés rurales du fait de la création d'emplois directs et indirects (Hishamunda et Ridler 2006, ADB 2004, Edwards 2000 ; Heck *et al.* 2007). Au niveau local, plusieurs facteurs limitent pourtant ces effets multiplicateurs : (i) les envois d'argent des travailleurs vers la famille restée dans les lieux d'origine, (ii) l'inégale répartition des revenus et le fait qu'une partie des bénéfices ne soit pas captée par des résidents mais par des personnes extérieures (Lima, ou pays étrangers), (iii) l'isolement des ouvriers qui restreint leur participation à l'économie locale, et (iv) le maintien de bas salaires. Le maintien de bas salaires constitue probablement le problème majeur. Les améliorations salariales sont en théorie la conséquence des augmentations de la productivité. Tel a été le cas dans les pays du Nord au moment des innovations industrielles et de la hausse

des rendements agricoles. Cela ne paraît pas toujours évident dans le cas de l'aquaculture. Ainsi, parmi les ouvriers interrogés, la majorité d'entre eux touchent des salaires légèrement supérieurs au salaire minimum en ce qui concerne les ouvriers déclarés, et inférieurs au salaire minimum pour ceux qui ne sont pas déclarés. Il apparaît ainsi que malgré les immenses gains de productivité depuis le début des années 2000, les ouvriers demeurent au niveau salarial le plus bas possible. La première des raisons tient à ce que la force de travail est inépuisable du fait du sous-emploi chronique dans les campagnes. Dans le même temps, la forte concurrence des pays producteurs sur le marché de la crevette, et donc la baisse des prix puis le développement de l'intensif, a forcé les exploitants à réduire ou du moins limiter la croissance de certains coûts. Ainsi, pour maintenir la production rentable en dépit de nouveaux coûts (géomembrane, aérateurs, serres, ...), et de l'augmentation des coûts intégrés dans l'activité depuis plus longtemps (énergie, aliments, post-larves, entretien), plusieurs solutions s'offrent aux exploitants. Les politiques fiscales décidées par le gouvernement central constituent la première solution ; le maintien des bas salaires représente la seconde.

L'aquaculture a donc entraîné une augmentation de l'échelle des salaires et donc une montée des inégalités. L'augmentation des inégalités signifie un écart de ressources croissant entre les catégories hautes de l'échelle sociale et les catégories basses. Cette différence augmente l'effet de position sociale au détriment de l'effet de lien social, c'est-à-dire qu'« à mesure que le différentiel de ressources s'accroît, l'importance de la position d'origine pour la réussite instrumentale augmente aussi » (Lin 1995). Cela signifie que la position sociale initiale conditionne l'ascension sociale possible ; la réussite instrumentale étant, pour Lin (1995), le moyen d'accéder à des ressources sociales d'un groupe hiérarchiquement plus élevé. Ces ressources sont d'autant plus importantes que le groupe est en haut de la hiérarchie. Ainsi, une activité qui crée de l'inégalité à court terme engendre une structure ou stratification sociale verticalement étanche dans un avenir à moyen ou long terme. De plus, un groupe de niveau inférieur composé d'un grand nombre d'agents diminue la probabilité des relations hétérophiles³⁰ et favorise au contraire les relations homophiles. Ainsi, les inégalités produites par l'aquaculture seraient à double titre préjudiciables : d'abord en accentuant le différentiel entre les ouvriers et les propriétaires et gérants, mais aussi en octroyant la plus grosse partie des bénéfices à un nombre limité de personnes de sorte que les écarts de revenus s'agrandissent et que l'écart de taille entre le groupe des plus riches et celui des plus pauvres s'accroît lui aussi.

Conclusion

Ce chapitre a permis de faire le lien entre les ressources de nature et d'échelles différentes et le développement de l'aquaculture. L'aquaculture est ainsi prise dans une matrice géographique et historique en changement constant, le territoire, qu'elle contribue à son tour à modifier. Dans un premier temps, les systèmes d'élevage et les systèmes de productions aquacoles ont été caractérisés, ce qui a permis, entre autres, de déterminer la nature et l'origine des facteurs de production. Dans un second temps, deux propriétés du territoire influençant l'aquaculture ont été identifiées : le réseau de territoires, constitué à travers les proximités historiques et géographiques et la législation. Selon les moments, cette dernière a anticipé ou bien a réagi aux évolutions aquacoles. Enfin, les impacts que l'aquaculture produits ont été décrits et analysés en fonction des échelles dans lesquels ils s'inscrivent. A

³⁰ L'hétérophilie se réfère aux relations sociales hors de son groupe social d'appartenance. Elle est généralement associée au concept d'action instrumentale qui permet à des individus l'accès aux ressources sociales d'individus appartenant à des groupes sociaux plus élevés. L'homophilie se réfère au contraire aux relations à l'intérieur de son groupe et se rattache à la notion d'action expressive, qui a pour objectif le maintien des ressources sociales de son groupe d'appartenance.

l'échelle nationale, l'impact le plus significatif est la migration de travailleurs non qualifiés, principalement en provenance des piémonts andins, du département de Piura. Cette migration s'explique par les conditions de travail dans les foyers d'émigration mais aussi par les besoins de main d'oeuvre de l'aquaculture qui ne peuvent être entièrement satisfaits avec la main d'œuvre locale. Enfin, au niveau local, on a pu évaluer les impacts de l'aquaculture sur le marché du travail, et plus particulièrement dans les exploitations et dans les usines de conditionnement.

PARTIE 2

L'AQUACULTURE ET LE TERRITOIRE DE PAMPANGA

Caractéristiques générales du territoire

Localisation géographique

La zone d'étude aux Philippines correspond au delta formé par les alluvions de plusieurs fleuves dont le principal est la Pampanga qui prend sa source dans la Sierra Madre, à l'est de la plaine centrale, et qui se jette dans la baie de Manille. Le delta se localise à cheval sur les provinces de Pampanga, de Bulacan et de Bataan. Si la zone d'étude à proprement parler est le delta, à des fins de comparaisons mais aussi d'intelligibilité (interrelations de type écosystémique), des espaces contigus ont aussi été considérés. Au final, la zone d'étude est comprise entre les coordonnées suivantes : angle NO : 120.53° E, 15.02 N et angle SE : 120.81° E, 14.74° N (Figure introduction Philippines 1).

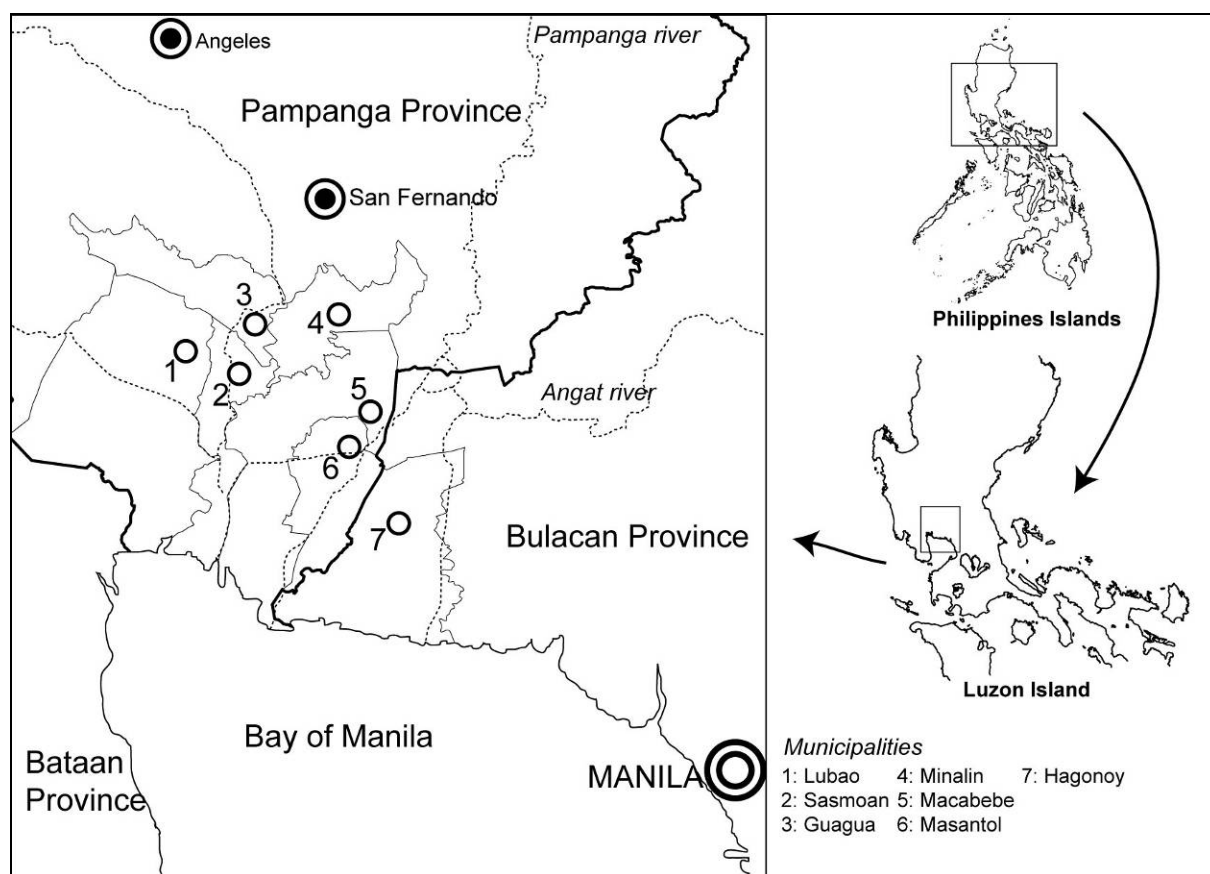


Figure introduction Philippines 1 - Localisation de la zone d'étude

Géomorphologie

La zone d'étude est située dans le complexe deltaïque formé par les alluvions des différents cours d'eau du bassin-versant de la Pampanga (Pampanga, Angat, Bulacan-Meycauayan) et de plusieurs cours secondaires, prenant leur source dans la chaîne des monts de Zambales, à l'ouest, et qui déversent aussi leurs eaux dans la baie de Manille. Le delta est également constitué des produits des éruptions du Pinatubo, localisé plus à l'ouest. Couvrant environ 2700 km², le complexe deltaïque s'étend de Bataan à l'ouest jusqu'à KAMANAVA (acronyme pour un ensemble géographique composé de plusieurs grandes villes situées dans la périphérie de Manille : Kalookan, Malabon, Navotas et Valenzuela), au nord de Manille (Soria et al. 2005).

Il y a un million d'années, la zone où l'on trouve aujourd'hui le delta et la plaine alluviale était totalement inondée, sous un niveau marin alors plus élevé qu'aujourd'hui, et entourée de deux îles, connues aujourd'hui sous les noms de monts de Zambales à l'ouest et de la Sierra Madre à l'est (Tantingco et Mallari 2004). Les régressions marines successives ont ensuite progressivement exondé les sédiments d'origine marine et ont favorisé l'installation de zones marécageuses. Ce phénomène de régression marine a également entraîné l'émergence de certaines parties de la plaine centrale actuelle de Luzon, telle que Pangasinan, Nueva Vizcaya et Nueva Ecija. L'une des preuves de ce caractère maritime ancestral se retrouve à travers les fossiles marins retrouvés dans les puits de la plaine centrale (Salita 1958). Les zones humides ont continué de se combler du fait du retrait de la mer mais aussi grâce aux produits des éruptions du Pinatubo et du mont Arayat. Les dernières éruptions du Pinatubo (35 000 BP : période Inanaro; 17 000 BP : période Sacobia ; 9 000 BP : période Pasbul ; 5 000 à 6 000 BP : période Crow valley, et 3 900 à 2 300 BP : période Maraunot) ont dispersé des produits volcaniques et des lahars dans les alentours du cratère, ce qui a abouti à créer de nouvelles terres dans les régions situées à l'est du Pinatubo, c'est-à-dire Tarlac, Angeles et Mabalacat ainsi que dans la province de Zambales, située sur le versant ouest (Tantingco et Mallari 2004). Sur son bord ouest, le delta est flanqué par les montagnes de Zambales constituées d'ophiolites de l'Eocène, par le nouveau Pinatubo, le Natib et les volcans de Mariveles (Soria *et al.* 2005). Une partie du delta tel qu'on le connaît aujourd'hui, qui engloberait Guagua, Sasmoan, Lubao et Minalin, était il y a encore peu une baie, c'est-à-dire totalement immergée. Elle s'est progressivement remplie avec les sédiments pyroclastiques du Pinatubo produits durant l'avant-dernier épisode éruptif (Buag : 500-800 av. J.-C.) (Soria 2005). C'est le dernier gros événement en date qui a engendré une telle reconfiguration.

La plaine deltaïque¹ de Pampanga se situe dans le prolongement de la plaine alluviale de Luzon. Cette plaine deltaïque est composée de nombreux chenaux distributaires qui rayonnent à partir des fleuves ; les nombreux aménagements anthropiques rendent toutefois impossible la distinction entre les chenaux d'origine naturelle et les canaux d'origine anthropique. Entre les chenaux, des sédiments argileux se déposent, souvent riches en matière organique végétale. Le delta n'est cependant pas la seule unité géomorphologique de la province de Pampanga et de notre zone d'étude. On peut en relever trois autres : la plaine, les hautes terres et le synclinal de Candaba. La plaine s'étend sur environ 60% de la région et est largement recouverte par des cultures irriguées de riz. Elle correspond à l'ancienne mer située entre les monts de Zambales et la Sierra Madre. A l'ouest du delta, on trouve une zone de texture sableuse qui correspond à d'anciennes terrasses alluviales sur lesquelles se sont aussi déposés des produits du volcanisme. Les hautes terres comprennent la chaîne des monts de Zambales à laquelle appartient le Pinatubo, composée de roches volcaniques (andésites, dacite, rhyolite) et qui comprend plusieurs têtes de bassins versants des cours d'eau s'écoulant vers le delta. Il s'étend sur environ 10% de la province. Enfin, la dépression de Candaba, qui correspond à un large synclinal fermé, est affectée par les pluies saisonnières qui tombent sur la province et qui modifient le faciès du site selon la saison. Durant la saison humide, les pluies qui s'abattent sur l'ensemble du bassin-versant provoquent un remplissage progressif de la dépression, lui donnant un caractère lacustre durant plusieurs mois compte tenu de la faible capacité de drainage du sol et de la difficile évacuation des eaux en raison des pentes très

¹ Les deltas se forment à l'exutoire d'un bassin versant fluvial. C'est ce bassin versant qui apporte l'eau, les sédiments et les éléments chimiques qui entrent ensuite dans le système côtier. Lorsque le fleuve débouche en mer, les courants subissent une décélération suite à l'augmentation brusque de la section d'écoulement, provoquant le dépôt de la majeure partie des sédiments transportés par la rivière. Au fur et à mesure des apports de sédiments par le fleuve, le delta prograde en mer et s'organise selon un schéma morphologique général commun à tous les deltas en plaine deltaïque, front de delta et prodelta.

faibles. Cette zone, d'une superficie d'environ 27000 ha, est ainsi totalement inondée entre juin et décembre. Ce cycle en fait une zone adaptée aux séjours d'espèces d'oiseaux migrateurs qui colonisent annuellement la zone, mais laisse aussi place à une activité de pêche. Elle s'assèche progressivement durant la saison sèche et retrouve un caractère agricole durant les premiers mois de cette saison. Cette formation a donc une fonction de bassin de rétention naturel qui a été exploitée à travers les aménagements du territoire effectués durant le dernier siècle. On peut noter aussi la présence du mont Arayat au sein du bassin versant de la Pampanga qui domine largement la plaine centrale du haut de ses 1026 mètres.

Les sols du delta sont classés dans la catégorie des hydrosols, qui sont des sols caractéristiques des zones humides, à forte rétention d'eau (Figure introduction Philippines 2).

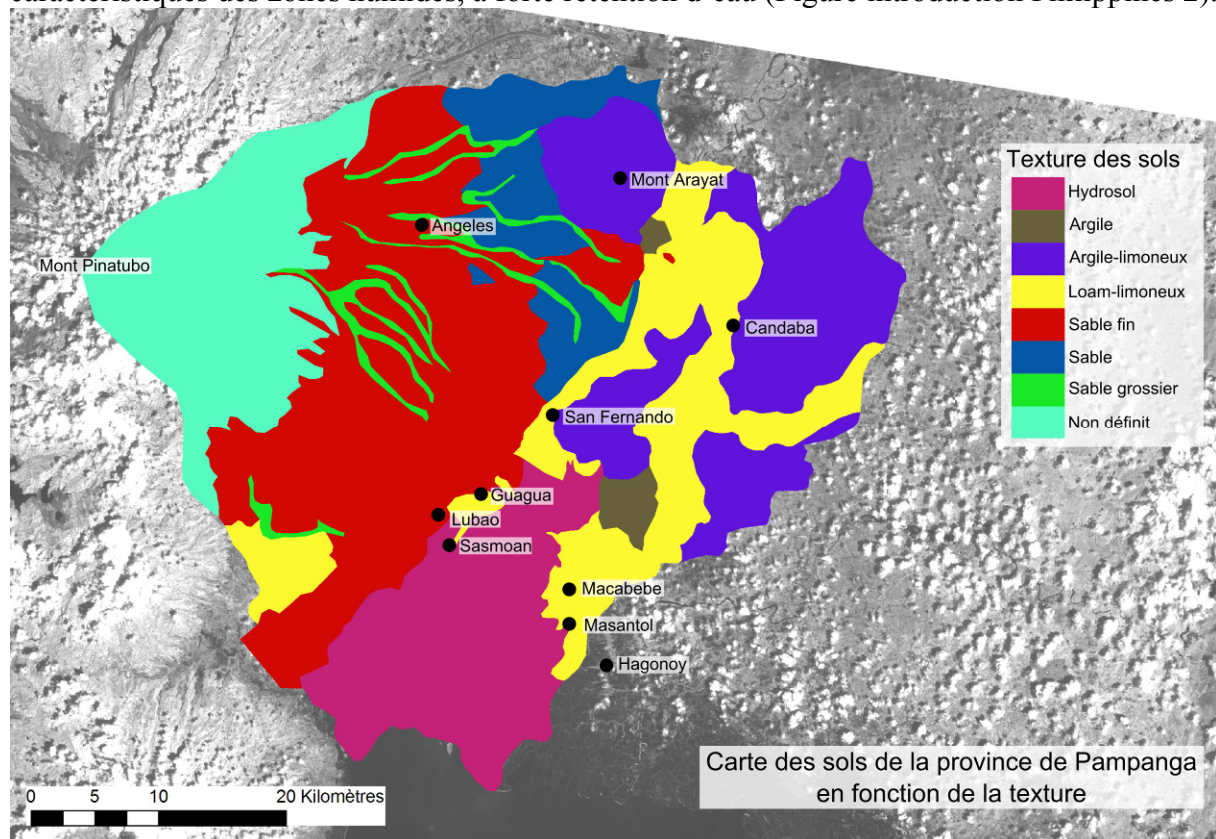


Figure introduction Philippines 2 - Carte de texture des formations superficielles

Climat

Le climat de Pampanga est de type tropical humide à saison alternée. On peut constater sur les diagrammes des précipitations de Masantol et de Cabanatuan que la saison sèche s'étend de décembre à avril (Figure introduction Philippines 3). Durant ces mois, les précipitations moyennes mensuelles sont inférieures ou égales à 50 millimètres. En ce qui concerne la saison des pluies, plusieurs différences sont à noter entre les deux stations. En effet, si Masantol est située au sein du delta, Cabanatuan est une station localisée dans la province de Nueva Ecija, à l'intérieur des terres. A Cabanatuan, on constate que les maxima, soit les précipitations moyennes mensuelles supérieures à 300 mm, se font entre juillet et septembre alors qu'à Masantol, la période où les précipitations sont les plus abondantes se situe entre juin et septembre. Le cumul de ces quatre mois représente 71% du cumul moyen annuel dans le cas de Masantol et 70% dans le cas de Cabanatuan. Il y a donc bien une concentration des précipitations durant un nombre limité de mois qui s'explique par deux facteurs : le passage de cyclones et la mousson. Masantol présente une moyenne annuelle de 2203 mm, Cabanatuan 1970 mm et l'aéroport de Clark (Angeles) 2030 mm. La zone littorale est donc

plus arrosée que l'arrière pays. Ce sont les mois de juin et de juillet qui sont les plus discriminants et durant lesquels la différence est la plus grande (environ 100 mm de plus pour la station de Masantol). L'indice de dispersion des totaux annuels de Masantol est également plus élevé que celui de Cabanatuan : 584 contre 327, signe d'une plus grande variabilité inter-annuelle. Durant la période la plus récente, entre 1984 et 2006, la différence s'accroît avec un écart-type de *seulement* 288 mm pour Cabanatuan. Si l'on s'en réfère à la classification de Köppen, le climat est du type Am, correspondant à un climat de mousson, caractérisé par des températures élevées toute l'année, une forte variabilité intra-annuelle des précipitations et des totaux annuels de précipitations élevés, supérieurs à 1500 mm (Figure introduction Philippines 3).

Les cyclones sont les événements météorologiques principaux du climat à Pampanga, comme dans une grande partie du pays. En moyenne, 20 dépressions tropicales balayent chaque année l'archipel entre mai et décembre (Franco 2002). En certains endroits, les précipitations qu'ils amènent peuvent constituer jusqu'à 38% des totaux pluviométriques annuels (Bankoff 2003) et engendrer d'importantes crues. Les cyclones sont aussi caractérisés par de très basses pressions qui provoquent des ondes de tempête et des surcotes marines. Le régime des précipitations est un facteur très important dans la vie quotidienne des habitants, dont de nombreuses activités dépendent. Une cause majeure de la variabilité climatique interannuelle est l'apparition récurrente d'El Niño et de sa contrepartie La Niña. Lors d'un épisode El Niño, le climat est marqué par un prolongement de la saison sèche et une réduction des précipitations en saison des pluies, entraînant une sécheresse. Au contraire durant un épisode La Niña, le climat est généralement plus humide et la saison cyclonique plus intense. Localement, El Niño implique une variation du débit et de la salinité de la Pampanga (Lopez et Mendoza 2004)². Liés à El Niño, deux vents de mousson rythment aussi le climat philippin. Un vent de nord-est, sec, qui souffle entre novembre et avril durant la saison *Amihan* ; et un vent de sud-ouest, qui souffle entre mai et octobre, froid et humide, durant la saison appelée *Habagat*. El Niño peut décaler les saisons *Amihan* et *Habagat*. Durant un épisode El Niño, on observe une fin anticipée de la saison des pluies, une faible activité durant la mousson, une activité cyclonique réduite, un retard du déclenchement de la saison des pluies, des précipitations anormalement basses et des températures au-dessus des normales (PAGASA³). A l'inverse, un épisode La Niña marque un allongement de la saison des pluies, une mousson *Amihan* très active, une activité cyclonique au-dessus de la moyenne, une avancée du démarrage de la saison des pluies, et des températures légèrement au-dessus des moyennes (PAGASA). Les températures sont, quant à elles, élevées toute l'année, avec des moyennes qui fluctuent entre 26 et 30 °C. Les deux mois les plus chauds sont avril et mai, tandis que les deux mois les plus frais sont décembre et janvier. En résumé, le climat est donc marqué par (i) un régime pluviométrique annuel mono-modal distinguant une saison sèche d'une saison humide, et (ii) une variabilité interannuelle des précipitations en fonction du passage des cyclones dont l'activité est partiellement liée à El Niño.

² Ceci est confirmé par les écarts-types de la série des données relatives aux précipitations de Masantol, laquelle donne respectivement, pour les années 1997 et 1998, des écarts-types négatifs de 1,16 et 1,4 : scores les plus faibles de la série avec l'année 1993 ; 1997-1998 étant connu comme un des événements El Niño majeurs du 20^{ème} siècle.

³ Philippines Atmospheric Geophysical and Astronomical & Services Association

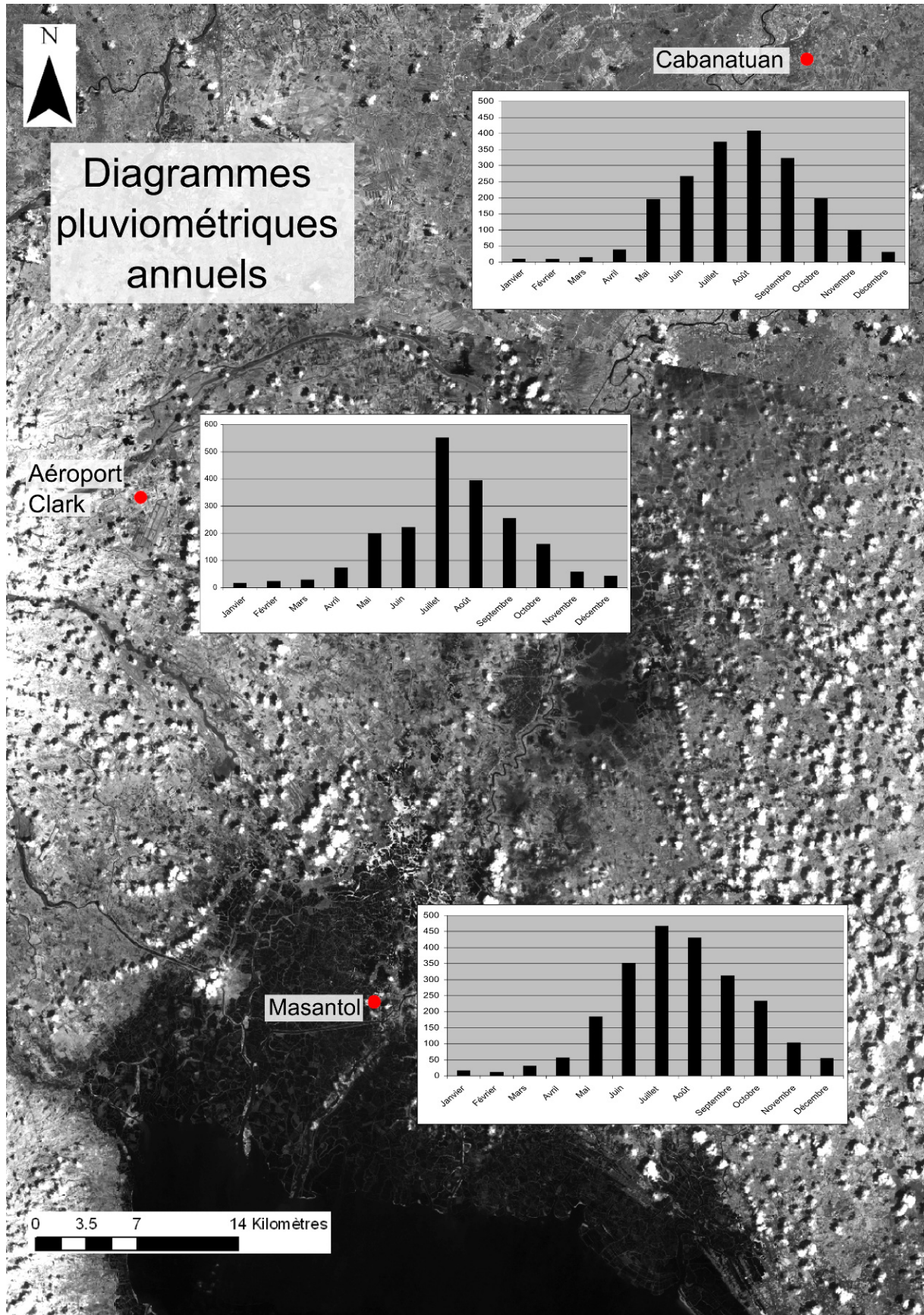


Figure introduction Philippines 3 - Diagrammes pluviométriques

Hydrologie

La circulation hydrologique de surface est fortement liée à la Pampanga, qui est le principal pourvoyeur d'eau de la région et dont les débits sont rythmés par les saisons climatiques. Le bassin de la Pampanga est le quatrième bassin versant des Philippines par la taille, soit 10 540 km², en y incluant le bassin versant de la rivière Guagua. Le bassin s'étend depuis les pentes sud des montagnes de Caraballo, les flancs ouest de la chaîne de la Sierra Madre et à l'intérieur de la majeure partie de la plaine centrale de Luzon. Il s'étale sur les provinces de Nueva Ecija, Bulacan, Tarlac, Quezon et Pampanga. La longueur totale du cours d'eau est de 260 kilomètres. De nombreux affluents viennent grossir le fleuve le long de son parcours (par exemple Penaranda, Coronel-Santor, Rio Chico). A proximité du delta, c'est l'Angat qui se trouve être l'affluent principal et dont la confluence se situe à Calumpit, Bulacan.

En réaction aux variations saisonnières climatiques, la plupart des cours d'eau connaissent des périodes de crue entre les mois de mai et de novembre. Ces crues sont la conséquence à la fois des précipitations, des capacités de rétention des sols, et de la topographie. En effet, les eaux sont bloquées dans la partie basse du delta, situé seulement à quelques mètres au-dessus du niveau marin, d'autant que les épisodes cycloniques s'accompagnent comme on l'a souligné de surcotes marine. Des documents historiques écrits révèlent l'omniprésence des crues dans le delta depuis au moins le 16^{ème} siècle. Certains travaux montrent que 62% des inondations sont dues au passage de cyclones tandis que 38% résultent des précipitations de mousson (Ferraris 1970). Ferraris (1970) relève aussi une tendance à l'augmentation des inondations dans la partie basse du bassin-versant en raison des changements d'utilisation du sol qui augmentent les surfaces de ruissellement au détriment des surfaces de percolation.

On peut relever la présence de deux systèmes de cours d'eau dans la zone d'étude qui montrent des caractéristiques similaires en ce qui concerne leur orientation et leur origine. Le premier, localisé à l'ouest, est composé de cours d'eau dont les têtes de bassins sont localisées dans les monts de la chaîne de Zambales, et qui présentent une trajectoire ESE : Gumain, Pasac, Guagua, San Fernando, Pasig-Potrero. Le second système comprend des cours d'eau dont les écoulements sont orientés S et SO. Il comprend, entre autres, la Pampanga, le rio Chico et l'Angat. Les cours d'eau du premier système ont une charge sableuse et un lit en tresses (Salita 1958). Ils ne sont plus navigables aujourd'hui. En ce qui concerne le second système, les fleuves sont généralement plus larges, présentent des méandres de plaine et sont généralement navigables (Salita 1958). C'est ce second système qui est le principal pourvoyeur d'eau et de sédiments du delta.

Les ressources végétales

On relève différents type d'espèces végétales selon l'unité biophysique considérée. Dans le delta, on trouve des espèces halophiles, hydrophiles et à respiration racinaire aérienne selon les sites. Certaines sont adaptées à des submersions partielles ou entières. Sur les versants montagneux, les espèces, pour la plupart sempervirentes, sont adaptées à la forte hygrométrie ambiante. Dans la chaîne des monts de Zambales et sur les flancs du mont Arayat, on trouve par exemple : *Pantacme contorta* (white lauan), *Shorea negresensis* (red lauan), *Shorea polysperma* (*tangili*), *Shorea souasmata* (*Mayapis*), *Dipterocarpus grandiflorus* (*Apitong*), *Hopea sp.* (*yaka*), *Shorea guiso* (*Guijo*), ainsi que d'autres espèces utilisées pour leurs qualités de combustion, de carbonisation et de bois d'œuvre (Salita 1958).

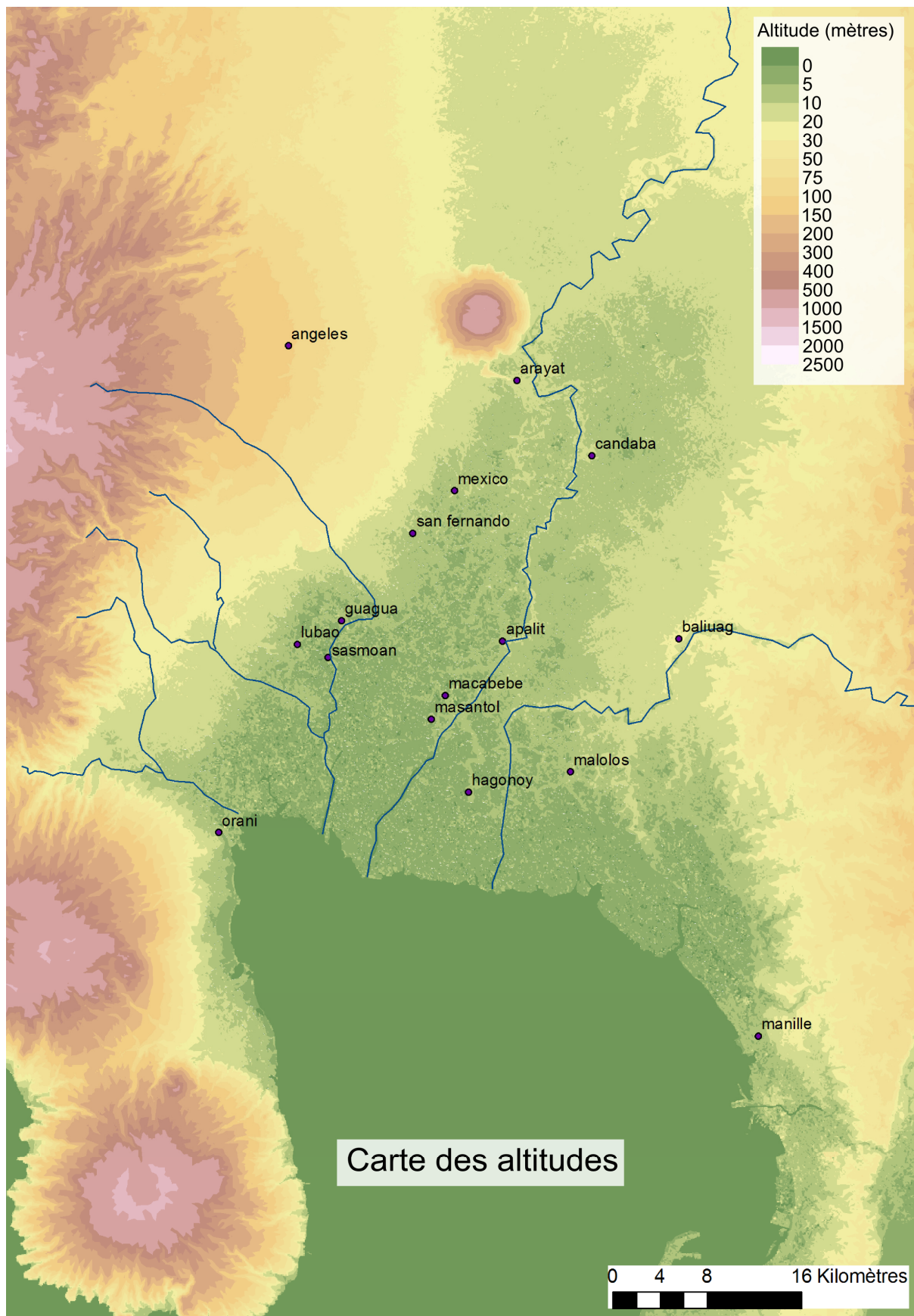


Figure introduction Philippines 4 - Carte hypsométrique de la zone d'étude (source : SRTM)

Dans le delta, on trouve certaines espèces en abondance. Parmi les plus représentées, l'espèce *Nypa fruticans* (monocotylédone), appelée localement *nipa* ou *sasà*, de la famille des arécacées. Une des caractéristiques de cette espèce est son stipe horizontal, enfoncé dans le sol, les parties émergées correspondant aux feuilles et aux fleurs. On retrouve ce palmier d'eau sur de nombreux littoraux intertropicaux des pays d'Asie du Sud-est, et c'est l'une des principales espèces composant la mangrove dans cette partie du monde. À la différence de certaines espèces de palétuviers, il ne peut cependant pas être exposé à des inondations d'eau marine durant de trop longues périodes. Il est ainsi plus adapté à des eaux saumâtres et peut s'étendre à l'intérieur des terres dans les limites de la zone de balancement des marées, dans laquelle les graines se diffusent par flottaison. Il est une ressource à plusieurs titres. Le tressage des feuilles sert à fabriquer des toits de chaume et d'autres composants servent de murs et de sols aux maisons traditionnelles (Walters *et al.* 2008). Dans le delta, le nipa est aussi utilisé pour fabriquer du vin et du vinaigre à partir d'un processus de fermentation de la sève récoltée dans les inflorescences avant la floraison. Cet alcool de palme, appelé *tubà*, a très tôt provoqué un développement de l'activité, qui s'est matérialisé par la création d'haciendas à l'intérieur même du delta durant la première moitié du 20^{ème} siècle. Jusque dans la première moitié du 20^{ème} siècle, on retrouvait une autre espèce de la famille des arécacées mais appartenant au genre *Corypha*, adaptée à des eaux douces, le *Corypha elata* Roxb., dont l'aire de présence est située à l'intérieur des terres. La formation la plus importante de cette espèce, appelée localement *buri*, se localisait à Candaba, à la fin des années 1930, et recouvrait plus de 5000 hectares pour plus de 9 millions d'individus (Henson 1955). On trouvait cette espèce le long de nombreux cours d'eau, dont le Rio Chico par exemple, l'un des principaux affluents de la Pampanga, jusque dans les années 1950 (McLennan 2001). Le long de certains cours d'eau à l'ouest du delta, on trouvait aussi du bambou (Salita 1958). Toutes ces espèces de ripisylve sont moins présentes aujourd'hui. En zone marécageuse, on trouve plusieurs graminées tel que le roseau (*tiké*), plusieurs espèces du genre *typha* (*Typha angustifolia* - cattail), ou encore *Imperata cylindrica* (cogon grass). Plus récemment, *Saccharum spontaneum* (talahib) a envahi les zones couvertes de lahars. Les palétuviers ne sont pas absents même si leur aire de diffusion s'est largement restreinte au cours du temps. Ils ne recouvrent que quelques hectares aujourd'hui et sont très dispersés. On ne trouve en effet plus aujourd'hui que des reliques de forêt de mangrove dont les espèces de palétuviers dominantes sont *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Avicennia marina*, et *Sonneratia alba*.

Cette introduction sur l'environnement physique de la zone d'étude permet de dresser non seulement le cadre des activités humaines que nous allons étudier en détail dans les chapitres suivants, mais aussi d'appréhender les contraintes physiques et les ressources et services écosystémiques du milieu qui déterminent en partie l'organisation économique et sociale du delta de la Pampanga.

Chapitre 5 Méthode et résultats préliminaires des analyses par télédétection du territoire philippin

Plusieurs questions ont guidé le début de l'analyse du territoire philippin et la mise en place de la méthode :

- Quelle est l'évolution des aires dédiées à l'aquaculture ?
- Sur quelles occupations du sol s'est elle développée ?
- Quelle est l'évolution de l'occupation du sol aux échelles villageoises, du delta et de la région ?

Les objectifs sont donc multiples : (i) l'amélioration des connaissances sur les paysages littoraux aquacoles actuels à travers la cartographie de l'occupation du sol, (ii) l'identification de la cinématique paysagère grâce à la diachronie réalisée à partir de plusieurs cartes d'occupation du sol, et (iii) l'amélioration des connaissances spécifiques à l'aquaculture grâce à la cartographie des étangs aquacoles et à l'identification de leur cinématique. L'objet central est donc la caractérisation du paysage et son évolution. L'identification des causes sous-jacentes est l'objet du chapitre suivant.

5.1 Matériel et méthode

5.1.2 Le choix des images

Les éléments de surface que l'on souhaite extraire sont des éléments d'échelle métrique voire inframétrique. Ainsi, les images à moyenne et haute résolution enregistrées par les capteurs des satellites Landsat (capteurs MSS, TM) possèdent une résolution spatiale adaptée. Leurs fenêtres spectrales étant situées dans le visible et dans l'infrarouge, la résolution spectrale de ces images est également adaptée à détecter les objets voulus. Le jeu de données est composé de 8 images satellites, toutes acquises par les satellites Landsat (Tableau 5-1), et couvrant une période de 30 ans, entre 1972 et 2002. Le jeu de données est également composé de deux cartes topographiques éditées par le National Mapping Resource Information Authority (NAMRIA¹) en 1970 et 2008. Il n'a pas été possible d'obtenir les informations concernant les dates d'acquisition des photographies aériennes qui ont servi de support à l'élaboration de ces cartes. Par recoupement, les données ayant servi de support à la carte éditée en 1970 ont dûes avoir été acquises durant les années 1960 et probablement les années 1950. La carte éditée en 2008 a, quant à elle, vraisemblablement été réalisée d'après des photographies aériennes récentes, au plus tard 2006. Il n'a pas été possible d'obtenir des photographies aériennes de la zone d'étude. Comme dans d'autres cas, pour des raisons stratégiques, l'accessibilité aux photographies aériennes et aux images satellites est en effet parfois réduite voire nulle (Dahdouh-Guebas et al. 2002).

Le champ d'observation au sol (CTOS) des satellites Landsat est de 185 kilomètres. La zone couverte par une image est donc de 34225 km². Pour réduire les temps de traitement et pour améliorer les résultats des traitements grâce à des contrastes radiométriques plus forts, les images initiales ont été découpées. La délimitation effectuée s'est appuyée à la fois sur des facteurs biophysiques, culturels et politiques. Le découpage s'est notamment fait en fonction des limites du marais maritime, mais aussi en fonction des liens écosystémiques que ce milieu entretient avec les espaces situés à l'amont du bassin versant. L'intérêt de considérer une unité englobant plusieurs écosystèmes se justifie par les liens étroits que les écosystèmes entretiennent les uns avec les autres. Le découpage administratif, dont les limites

¹ Institut cartographique officiel des Philippines

correspondent à peu près aux limites culturelles et linguistiques, ont servi, dans un deuxième temps, à un découpage plus fin de la zone d'étude. Le nord de la baie de Manille est bordé par plusieurs provinces¹ : Pampanga, Bulacan et Bataan. Ce découpage administratif reprend approximativement les frontières linguistiques entre les populations de langue Kapampangan (Pampanga) et Tagalog (Bataan et Bulacan). La majeure partie du marais maritime du nord de la baie de Manille appartient à l'espace ethno-linguistique Kapampangan. En résumé, la zone d'étude comprend le marais maritime situé dans la province de Pampanga et l'aval du bassin versant drainé par les cours d'eau qui se jettent dans le nord de la baie de Manille, c'est-à-dire, au premier chef la Pampanga, mais aussi, l'Angat, la Gumain, la Pasig-Potrero et l'Abacan. Les limites sont donc, au sud : la baie de Manille, au nord : le Mont Arayat, à l'ouest : la ville d'Angeles, et à l'est : la métropole de Manille.

Image	Dates	Résolution spatiale (mètre)
Carte topographique	1970	
Landsat MSS	23 décembre 1972	57
Landsat MSS	17 mars 1976	57
Landsat TM	25 janvier 1989	28,5
Landsat TM	12 septembre 1991	28,5
Landsat TM	2 avril 1993	28,5
Landsat ETM+	4 octobre 1999	28,5 & 14,25
Landsat ETM+	18 mai 2001	28,5 & 14,25
Landsat ETM+	26 novembre 2001	28,5 & 14,25
Landsat ETM+	3 avril 2002	28,5 & 14,25
Carte topographique	2008	

Tableau 5-1 - Images utilisées dans l'étude du territoire philippin

En fonction des thèmes abordés, les traitements ont été effectués soit sur l'ensemble de la zone d'étude ou bien sur une portion seulement. En effet, la méthodologie s'est organisée selon un emboîtement d'échelles (Figure 5-1). Cette méthodologie s'appuyant sur plusieurs niveaux a permis d'obtenir des degrés de précision variés, censés améliorer la compréhension globale du système étudié.

5.1.3 Nomenclature

L'élaboration préalable d'une nomenclature permet d'interpréter les classes créées lors de la classification. Cette nomenclature a été construite à partir des principaux éléments composant le paysage (Figure 5-2).

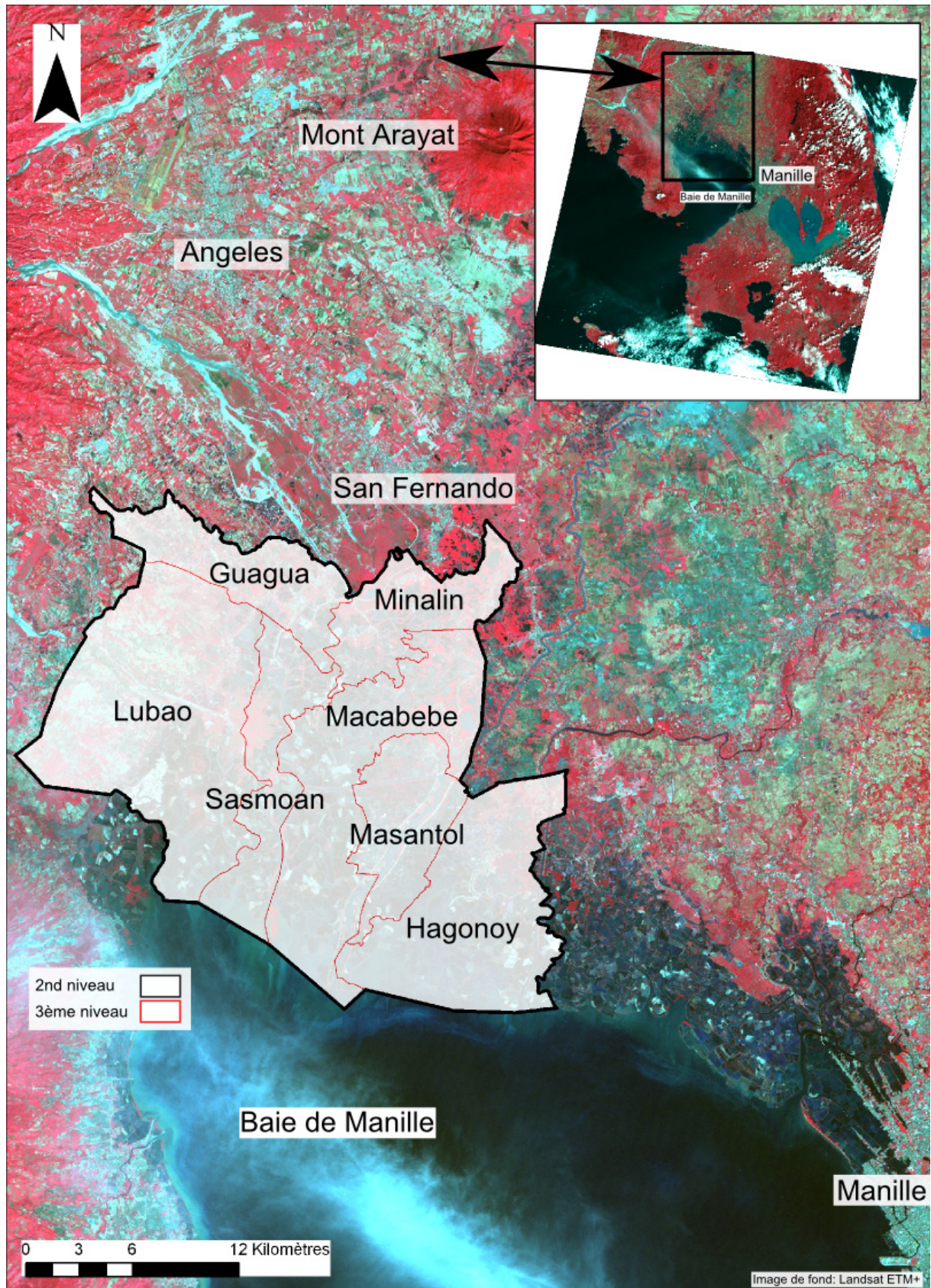
5.1.3.1 Identification des éléments paysagers

Les éléments du paysage sont présentés à travers les trois grandes catégories des objets de surface : la végétation, les sols, et l'eau.

5.1.3.1.1 La végétation

Sur le plan floristique, des formations végétales cultivées côtoient des formations naturelles. La riziculture est de loin la culture plus représentée. Bien qu'elle occupe majoritairement les sols à texture fine, certaines parcelles sont localisées sur des terres à texture sableuse, à l'ouest et au nord-ouest du delta. D'autres cultures secondaires, maraîchères ou céréalières, sont présentes mais en quantité beaucoup moins importante et de façon plus dispersée dans l'espace.

¹ Les Philippines sont découpées par régions (au nombre de 17), subdivisées en provinces (79), elles-mêmes subdivisées en villes et municipalités puis en *barangay*, qui est la plus petite unité administrative.



Une difficulté à leur identification sur les images satellites est que ces terres cultivées ne présentent pas un faciès végétal tout au long de l'année. Les surfaces rizicoles présentent ainsi plusieurs semaines par an un faciès de sols nus. Une première sous-catégorie de formations naturelles se compose d'espèces adaptées aux zones humides : des palétuviers (*Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*), *Nypa fruticans* (palmier d'eau), *Ipomoea aquatica* (plante herbacée – liseron d'eau), et *Eichhornia crassipes* (jacinthe d'eau) pour les plus caractéristiques d'entre elles. Les palétuviers et le palmier d'eau sont adaptés à des salinités moyenne à forte et se localisent, de ce fait, dans la zone de balancement des marées. La jacinthe et le liseron plutôt adaptées à un milieu oligohalin et sont donc localisées dans les endroits où l'influence des eaux marines est moins forte. Les espèces forestières sont, quant à elles, localisées sur les versants du Mont Arayat et sur les versants de la chaîne des Monts de Zambales. D'autres espèces, enfin, sont localisées dans les zones artificialisées : digues, voies de communication. Les plus représentées sont *Leucaena glauca* (faux-mimosa), qui constitue une ressource à plusieurs titres : fourrage, bois de combustion, *Imperata cylindrica*, utilisée en particulier pour la fabrication de toit et pour du vannage, et *Saccharum spontaneum*, très présente aussi et dont la prolifération est liée aux dépôts de lahars, faisant suite à l'éruption du Pinatubo, qui se sont avérés constituer un milieu favorable à leur croissance.

5.1.3.1.2 Les sols

Les zones bâties présentent une signature spectrale proche de celles des sols nus, soit des réflectances élevées à la fois dans le visible et dans le proche infrarouge. La catégorie des sols comprend donc aussi le milieu urbain, composé principalement d'habitations, et les infrastructures telles que les axes de communications.

5.1.3.1.3 Les plans d'eau

La plupart des plans d'eau correspondent à des étangs aquacoles. Ceux qui n'en sont pas peuvent être des retenues de type lacustre, pérennes ou temporaires. Les étangs aquacoles se localisent à la fois dans la zone d'eau saumâtre, dont les limites correspondent au marais maritime, et dans la zone dulcicole. En dehors des périodes d'élevage, les étangs sont parfois mis en assec, laissant ainsi le sol à nu. Toutefois, les assecs pratiqués ne sont pas toujours complets. Les lacs permanents sont peu nombreux. La plupart sont situés dans les environs des localités de Masantol et de Macabebe. Les lacs temporaires, formés durant la saison des pluies, sont particulièrement étendus dans la zone du synclinal de Candaba, à l'est du Mont Arayat.

Photographies présentant les principaux éléments du paysage

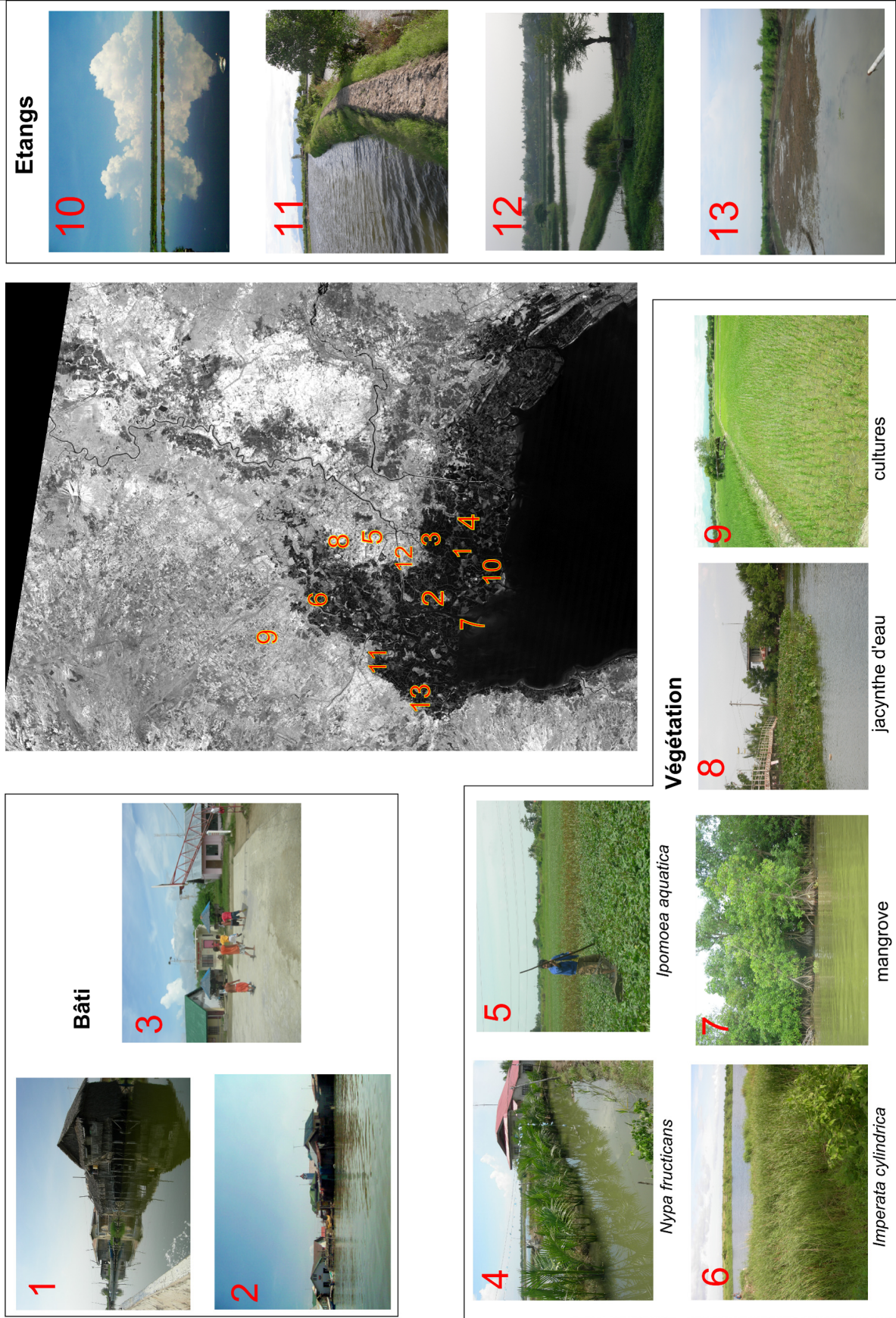


Figure 5-2 - Photographies des principaux éléments du paysage

5.1.3.2 Elaboration de la nomenclature

L'élaboration d'une nomenclature pour désigner les différentes catégories d'occupation du sol a pour vocation d'aider le regroupement de classes issues de la classification.

5.1.3.2.1 Végétation

En ce qui concerne la végétation, il a été décidé de distinguer les classes non pas par rapport aux espèces qui les composent, mais par rapport au niveau de la valeur radiométrique dans le rouge et proche infrarouge, à partir de laquelle on en déduit l'activité chlorophyllienne. La classification est donc établie selon l'état physiologique et selon l'activité chlorophyllienne des formations. La sémantique utilisée pour exprimer l'information contenue dans les classes se réfère à ce niveau d'activité chlorophyllienne : forte activité, activité moyenne et faible activité. Ce n'est que dans un second temps, en recoupant cette information de nature radiométrique avec la localisation des surfaces concernées, qu'une caractérisation plus précise des classes a pu être réalisée. Ainsi, dans l'hinterland, la classe à forte activité chlorophyllienne correspond à des cultures, telle que le riz en période de croissance, ou bien à des formations forestières du Mont Arayat et des versants de la chaîne des Monts de Zambales. Dans le delta, elle peut correspondre à des formations denses de mangrove (palétuviers et *Nypa fruticans*) ou à des plantes aquatiques flottantes densément réparties à la surface de l'eau. Les niveaux d'activité chlorophyllienne moins élevés correspondent à des degrés plus ou moins avancés de maturation des plantes ou bien à des mixels de végétation (Green 2000), c'est-à-dire des pixels regroupant les informations spectrales de plusieurs états de surface.

5.1.3.2.2 Sols nus

Lorsque les images s'y sont prêtées, il a été possible de distinguer deux catégories de sols en fonction de leur humidité relative : les sols nus secs et les sols nus humides. La première catégorie comprend aussi bien le bâti, les digues, les terres arables en jachère et au repos, les sols érodés et les étangs en période d'assec prolongé. Ces éléments se caractérisent par une signature spectrale particulière, à la fois croissante depuis les longueurs d'onde du visible jusqu'aux longueurs d'onde plus élevées de l'infrarouge, et par des valeurs de réflectance plus importantes que pour les autres états de surface. Dans le cas des sols nus, humides, la signature spectrale est aussi croissante dans le spectre électromagnétique mais avec des valeurs de réflectance moins élevées. Cette catégorie de sols comprend les terres rizicoles, durant leur préparation (mise en boue, labour) et les sols aquacoles.

5.1.3.2.3 Eau

Deux ensembles correspondant à l'état de surface 'eau' ont été identifiés : les plans d'eau et les mixels. Le premier ensemble correspond à des plans d'eau surmontés d'une colonne d'eau de hauteur variable. Le second type correspond à des pixels à cheval sur plusieurs états de surface dont de l'eau : berges, ripisylves, tout élément situé à l'interface d'un milieu aquatique et d'un milieu terrestre.

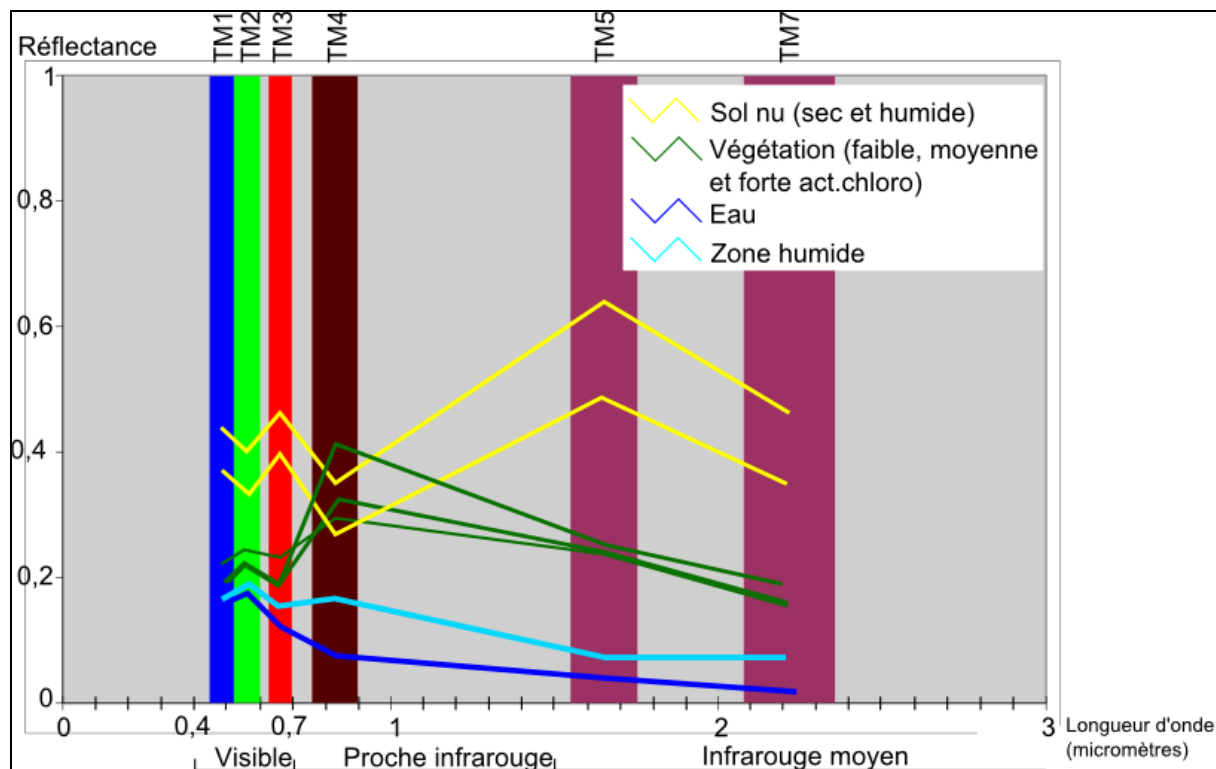


Figure 5-3 - Correspondance entre les longueurs d'onde et les éléments de la nomenclature

5.2 Méthodes de traitement

5.2.1 Prétraitements

Grâce aux sorties de terrain effectuées durant le premier semestre 2008, de nombreux points GPS (GPS Garmin TM 60.cx) ont été relevés sur une grande partie de la zone d'étude, et ont permis de sélectionner l'image ETM+ du 18 mai 2001 comme image maîtresse en raison d'une parfaite concordance entre les points de contrôle de l'image et du GPS. Les opérations de recalage ont ensuite été effectuées entre cette image maîtresse et les autres images, alors considérées comme images esclaves. La transformation appliquée est un polynôme de second degré, suivi d'un ré-échantillonnage effectué par une interpolation du plus proche voisin. Après avoir été scannées, les deux cartes topographiques ont subi les mêmes traitements. Les images ETM+ ont été fusionnées par la méthode Gramm-Schmidt qui permet d'obtenir des images multispectrales à la résolution spatiale de la bande panchromatique ETM+8, soit 14,25 m.

Images esclaves	Nombre de points amers	RMS
Landsat MSS 1972	18	0,362420
Landsat MSS 1976	13	0,360177
Landsat TM 1989	23	0,388660
Landsat TM 1991	22	0,279877
Landsat TM 1993	26	0,318936
Landsat ETM+ 1999	22	0,458700
Landsat ETM+ 2001* (26/11)	15	0,258824
Landsat ETM+ 2001 (26/11)	22	0,382011
Landsat ETM+ 2002	22	0,479932
Landsat ETM+ 2002*	15	0,340884

Tableau 5-2- Résultats des corrections géométriques effectuées sur les images multispectrales (*Gramm-Schmidt)

5.2.2 Inventaire des étangs aquacoles

Les traitements effectués pour la détection des étangs aquacoles n'ont pas été en tous points similaires à ceux réalisés sur les images satellites du territoire péruvien. Cette différence s'explique d'abord par une configuration différente des étangs aquacoles. En effet, les digues séparant les étangs sur le terrain philippin ne sont larges que de quelques décimètres ce qui rend délicate leur détection. Seules des images à très haute résolution spatiale (inframétrique ou de quelques mètres) permettraient de les détecter individuellement.

La chaîne de traitements a débuté par le calcul d'un indice normalisé de l'eau, dont on a pu précédemment démontrer les qualités. L'indice normalisé de l'eau (NDWI) de Gao (1996) utilise les bandes TM4 (proche infrarouge) et TM5 (infrarouge moyen)¹. L'indice utilisé ici s'appuie sur une logique identique mais sur des canaux différents, TM2 (vert) et TM5 (infrarouge moyen), d'après l'équation suivante :

$$NDWI = (TM2 - TM5) / (TM2 + TM5) \quad (1)$$

Relevons qu'un indice identique a été utilisé par Hui *et al.* (2008). Pour les images MSS, les bandes du vert (MSS4) et du proche infrarouge (MSS7) ont été utilisées.

$$NDWI = (MSS4 - MSS7) / (MSS4 + MSS7) \quad (2)$$

L'application de cette équation sur les images permet d'obtenir une image numérique avec des valeurs situées dans l'intervalle [-1, 1]. Compte tenu de la signature spectrale de l'eau, l'extraction de l'eau se fait au moyen d'un seuillage haut, c'est-à-dire que seuls les pixels à forte valeur sont conservés. Les valeurs seuils ont été établies empiriquement à l'aide de l'histogramme de fréquence. L'image finale est une image binaire sur laquelle les plans d'eau ont la valeur '1'. Par la suite, un filtre a été appliqué afin de rendre l'information représentée plus intelligible. Cette dernière opération n'a pas été appliquée systématiquement compte tenu de la superficie réduite de certains étangs. En effet, certains étangs ont des superficies inférieures à 1 ha, ce qui correspond à un nombre de pixels inférieur à 12. Les opérations de filtrage, pour l'essentiel, des ouvertures ou des ouvertures par reconstruction éliminerait ainsi des parties substantielles des étangs, voire les étangs entiers.

La dernière étape consiste à éliminer des plans d'eau identifiés comme non aquacoles (Figure 5-4). Plusieurs critères permettent de distinguer les étangs d'aquaculture : géométrie, superficie et réponse spectrale. L'exploitation des deux premiers paramètres suppose que les étangs puissent être détectés individuellement, sous forme d'objets, définis comme un ensemble contigu de pixels séparés les uns des autres, ce qui n'a pas été possible dans de nombreux cas de figure. C'est donc la réponse spectrale qui a permis de séparer les étangs des autres plans d'eau (rizières inondées, mares ou lacs temporaires). La méthode a alors consisté à réaliser une classification à l'intérieur du masque des plans d'eau obtenu d'après le NDWI.

5.2.3 Diachronie des étangs aquacoles

Afin de rendre compte de la cinématique des zones aquacoles, des diachronies ont été réalisées à partir des images binaires précédemment obtenues. La technique a consisté à additionner deux images en entrée afin d'obtenir une image de sortie synthétique. En attribuant des valeurs différentes aux pixels des deux images en entrée, l'image de sortie contient trois informations : les zones stables, et les zones présentant une cinématique, progressive ou régressive (Figure 5-5).

¹ Exprimé en longueur d'onde : $NDWI = (0.86 \mu m - 1.24 \mu m) / (0.86 \mu m + 1.24 \mu m)$

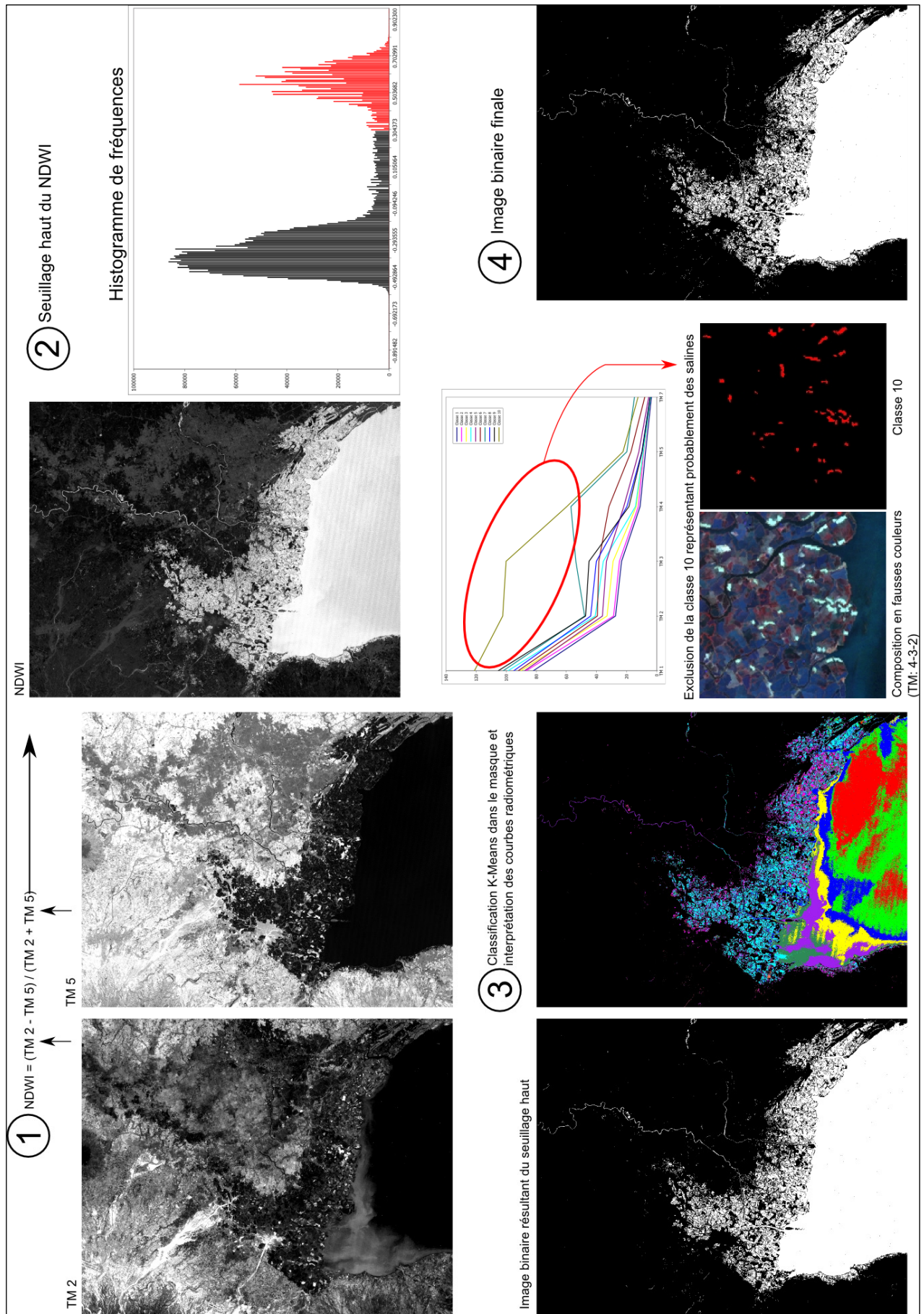


Figure 5-4 - Méthode de détection des étangs du delta de la Pampanga

Une valeur de 10 a été attribuée aux pixels représentant les étangs aquacoles sur une première image (date t1) alors qu'une valeur de 1 a été attribuée ceux représentés sur une seconde image (date t2). Les pixels ne représentant pas des étangs aquacoles ont été codés à 0. L'image de synthèse comporte alors des pixels ayant 4 valeurs possibles : 0 (zones jamais couvertes par les étangs aquacoles aux deux dates), 1 (zones couvertes par des étangs aquacoles à la date t2), 10 (zones couvertes par des étangs aquacoles à la date t1) et 11 (zones couvertes par des étangs aquacoles à la date t2 et à la date t1).

Une seconde méthode de représentation de la cinématique s'est appuyée sur le nombre de fois où chaque pixel de l'image correspond à un étang aquacole. Ainsi, après avoir détecté les étangs sur l'ensemble des images, une nouvelle image a été créée en additionnant toutes les images binaires préalablement construites (Figure 5-6). La création de cette carte de synthèse a nécessité au préalable de ré-échantillonner les images binaires suivant une résolution spatiale définie. Celle-ci a été fixée à 14,25 m car elle correspond à la plus forte résolution spatiale des images de notre corpus (images ETM+ fusionnées). De cette manière, le ré-échantillonnage, qui est un sur-échantillonnage, n'entraîne pas de pertes d'information car les résolutions ont toutes le même multiple (14,25 m). L'image finale présente donc des pixels ayant de nouvelles valeurs, de 1 à 9, qui correspondent à l'occurrence des étangs aquacoles. Ainsi, un pixel ayant représenté à toutes les dates un étang aquacole aura une valeur de 9. Au contraire, un pixel n'ayant jamais représenté d'étang aquacole aura une valeur de 0. Cette carte synthétique permet un zonage global des évolutions spatio-temporelles de l'aquaculture en fonction de l'occurrence d'occupation.

5.2.4 La cartographie de l'occupation du sol

Les traitements visant à cartographier l'occupation du sol ont été similaires pour l'ensemble des images. Ils ont consisté à réaliser la chaîne comportant les étapes suivantes : une analyse en composantes principales suivie d'une classification non-supervisée par centres mobiles (Nuées Dynamiques) sur les premiers axes factoriels (Figure 5-7). Une fois la classification effectuée, les classes créées à l'aide de la nomenclature élaborée préalablement ont été interprétées (Figure 5-8 – pour les autres municipalités, voir Annexe 5).

La méthode de cartographie diachronique est identique à celle utilisée dans le cas du littoral péruvien (cf. chapitre 2). Ces analyses, réalisées à partir des cartes de l'occupation du sol, permettent de déterminer qualitativement et quantitativement la nature et les superficies des changements (Shalaby et Tateishi 2007)¹. Des analyses diachroniques ont été réalisées sur la partie de l'image correspondant à la zone de production aquacole. Ces analyses ont permis de constater quels étaient les états de surface originels sur lesquels s'était installée l'aquaculture.

¹ Selon Pham et al. (2007), cette méthode, appelée de post-classification, présente l'avantage de fournir des informations quant à la nature des changements, mais exige en contrepartie beaucoup de temps et s'accompagnerait d'erreurs d'omissions.

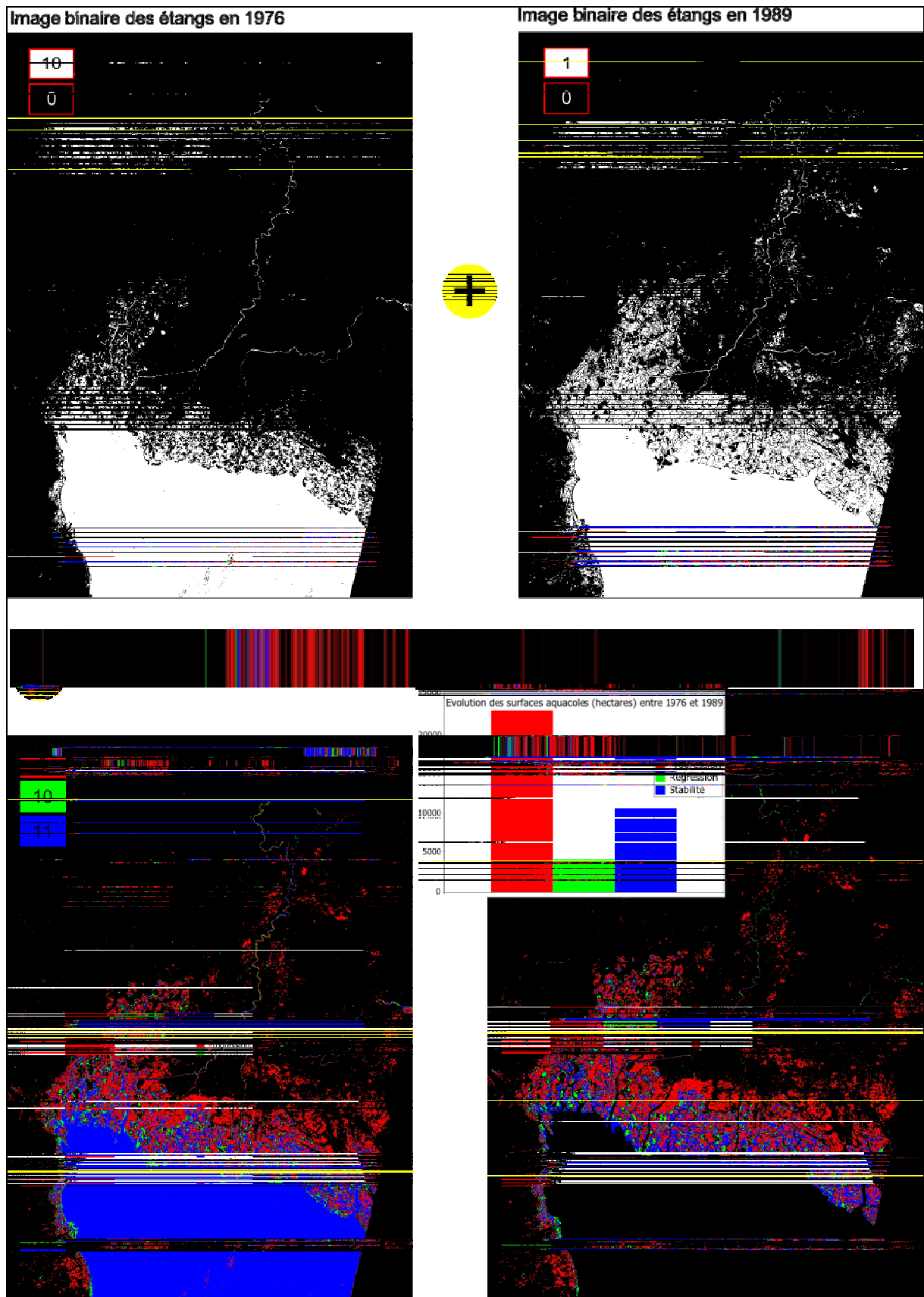


Figure 5-5 - Méthode de la réalisation des cartes diachroniques des étangs aquacoles dans le delta de la Pampanga

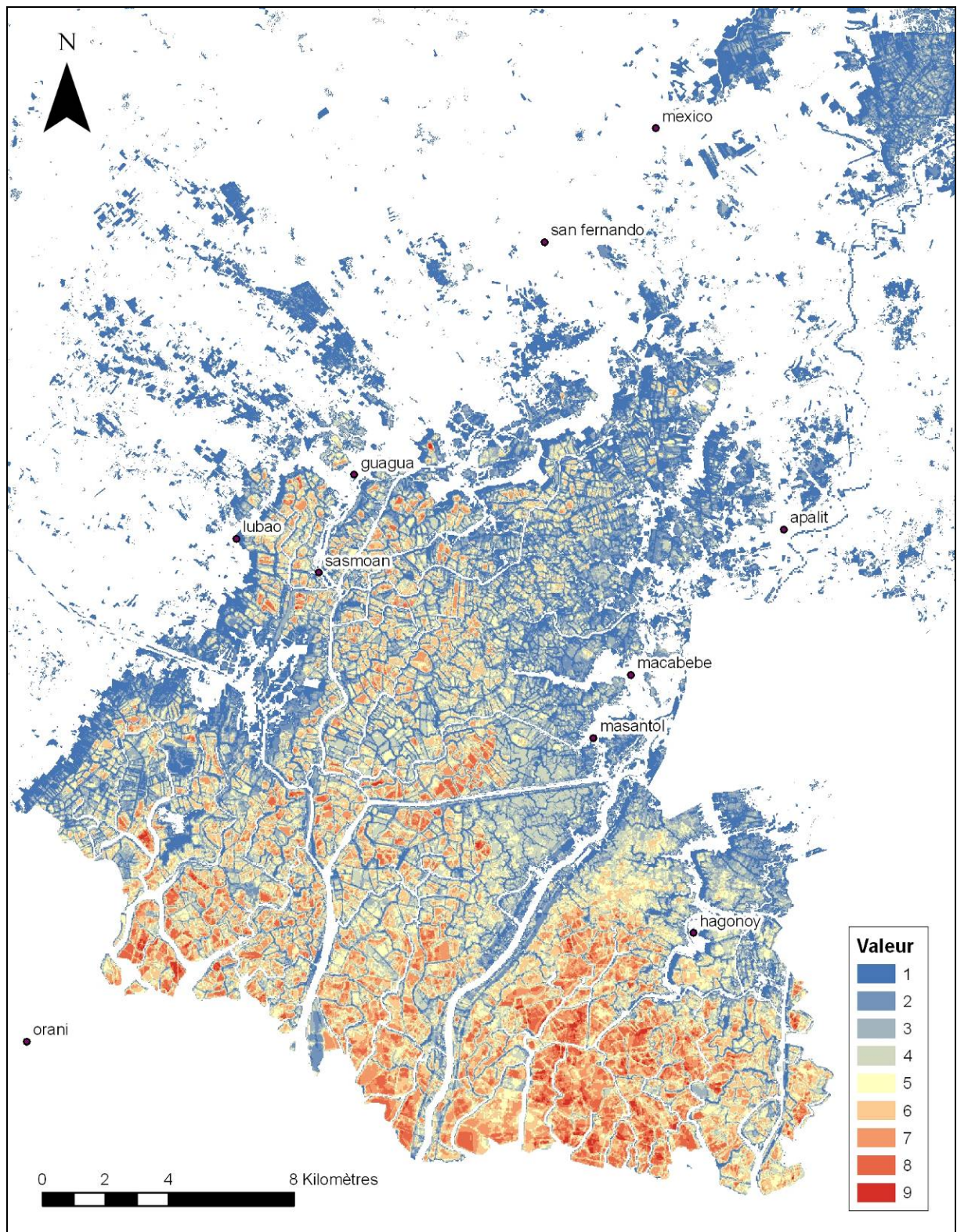


Figure 5-6 - Carte de fréquence de la présence des étangs aquacoles

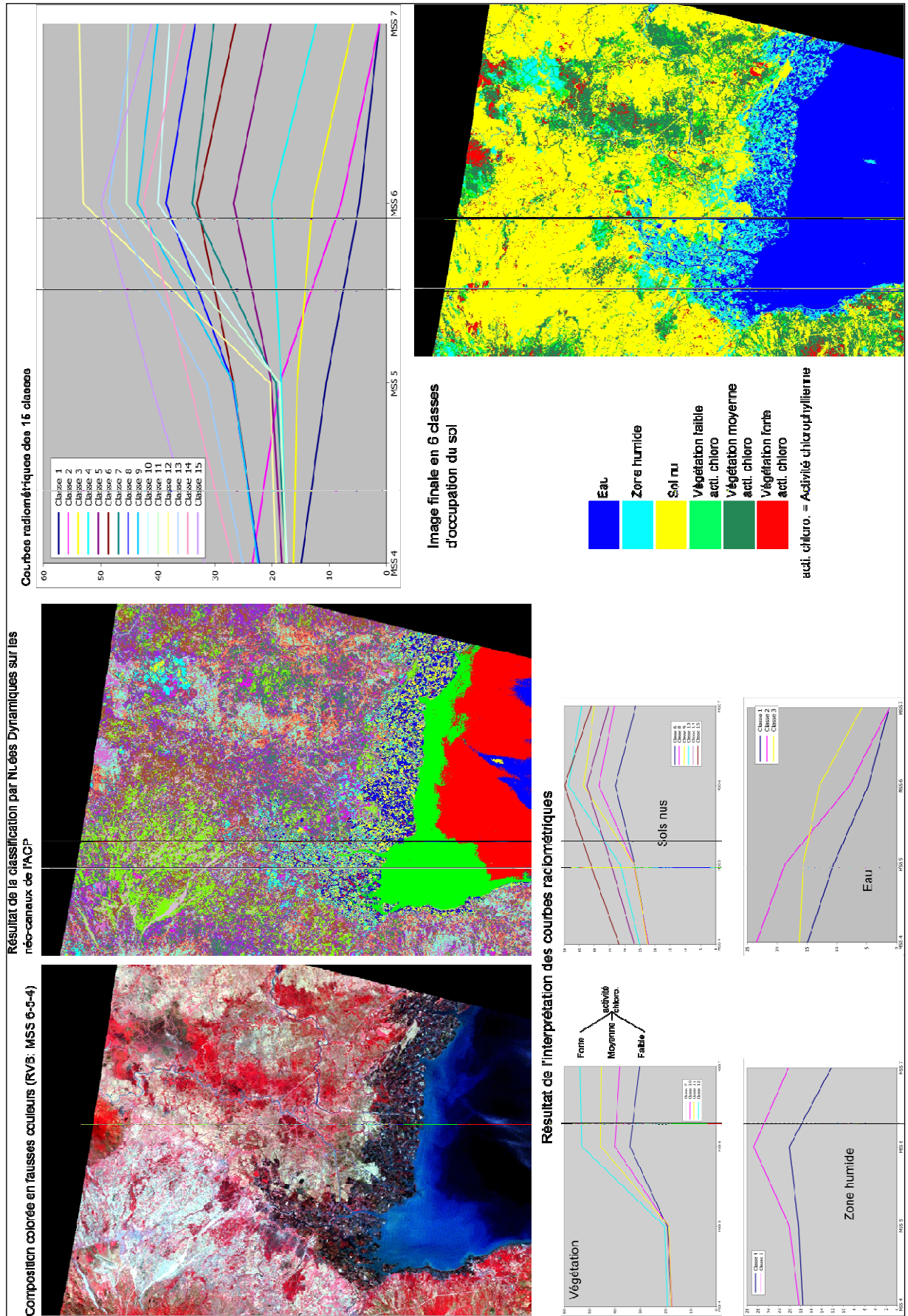


Figure 5-7 - Méthode de réalisation de la carte d'occupation du sol de l'image MSS de 1976

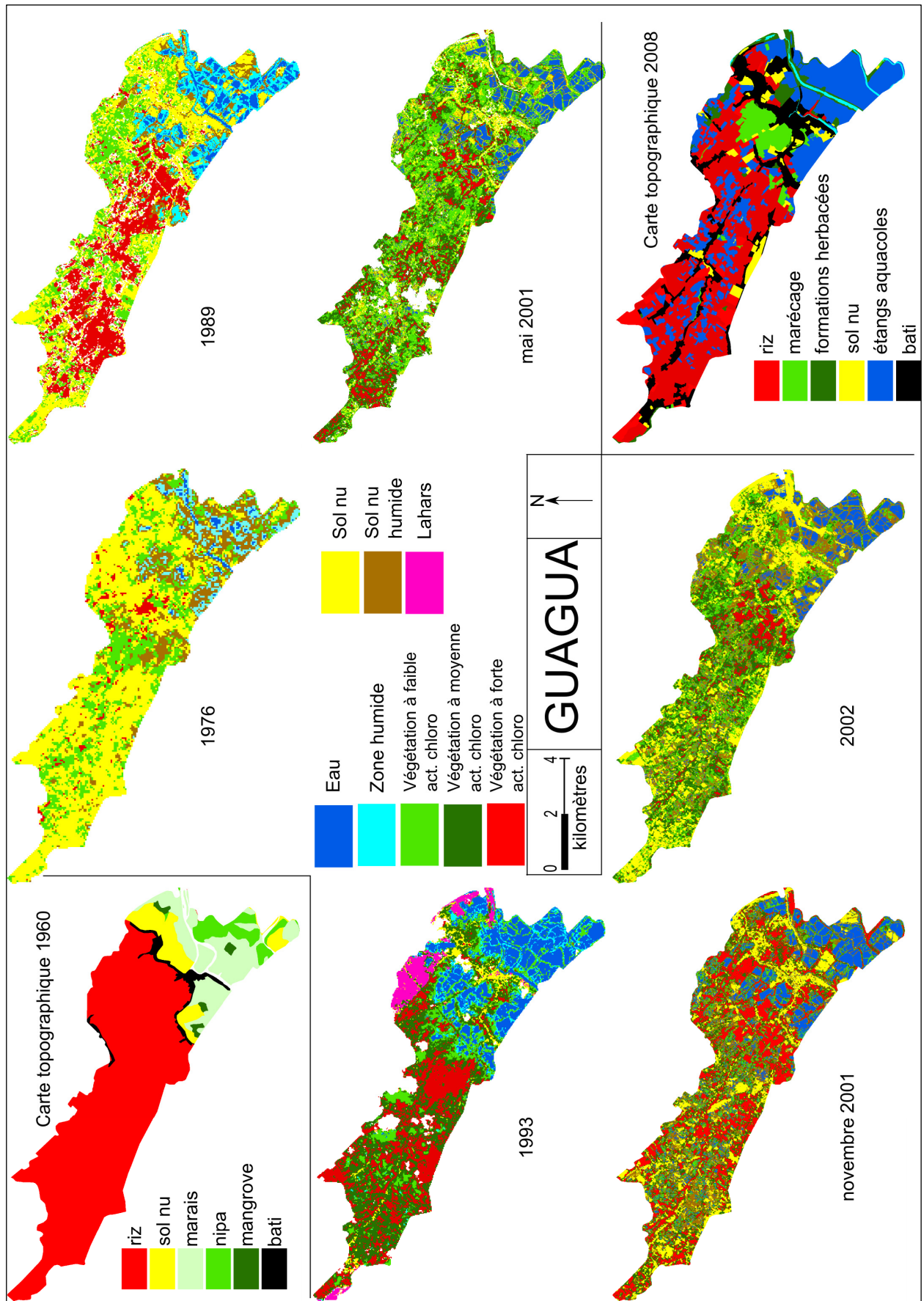


Figure 5-8 - Cartes d'occupation du sol de la municipalité de Guagua

5.3 Résultats

5.3.1 Les étangs aquacoles

5.3.1.1 L'évolution sur le long terme

La Figure 5-9 montre l'évolution des surfaces aquacoles entre 1965 et 2008. On constate une très forte progression des superficies aquacoles qui passent de 3 900 à 33 000 hectares, soit une augmentation par un facteur égal à 8,4. La disponibilité d'images acquises durant un court intervalle permet en outre de révéler des rythmes en fonction de la saison. Ainsi, les cycles saisonniers engendrent des cycles successifs d'augmentations et de régressions des superficies aquacoles. Les précipitations en saison des pluies occasionnent des dommages de nature différente : changement brutal de la salinité, difficulté de la pêche des mollusques/gastéropodes servant d'aliments, difficulté et hausse des coûts de la vidange, érosion des digues. Les deux images de 2001, l'une acquise en saison des pluies, l'autre en saison des pluies, reflètent cette réduction saisonnière des surfaces de production, estimée à environ 5 000 hectares. Les saisons ne sont pas les seuls facteurs qui affectent les superficies de production. D'autres facteurs provoquent des fluctuations des superficies de production, et cela sur des pas de temps variables : épizooties, fluctuations des prix du marché, conflits d'acteurs, diffusion des innovations. Les images disponibles ont permis de révéler notamment le rôle du Pinatubo en 1991 et en 1993. En 1991, l'image a été acquise peu de temps après l'éruption, rendant alors identifiables les zones affectées par les lahars. Notons que la réduction des superficies aquacoles est la conséquence à la fois de l'éruption et des aléas liés à la saison des pluies. En 1993, malgré la reprise de l'activité aquacole constatée, les surfaces de production équivalent celles de 1989, indiquant un affaiblissement de la croissance observée jusque là. Cet affaiblissement est la conséquence des phénomènes post-éruptifs. Des lahars ont été déclenchés plusieurs années après l'éruption et provoquent un transfert progressif d'un matériel composite (produits pyroclastiques et sédiments arrachés *in situ*) en direction du delta qui s'est accumulé dans les chenaux et canaux occupant le delta. Les colmatages ont affecté la gestion et les opérations de production, provoquant l'augmentation importante des coûts de production, qui s'est prolongée jusqu'à 2008.

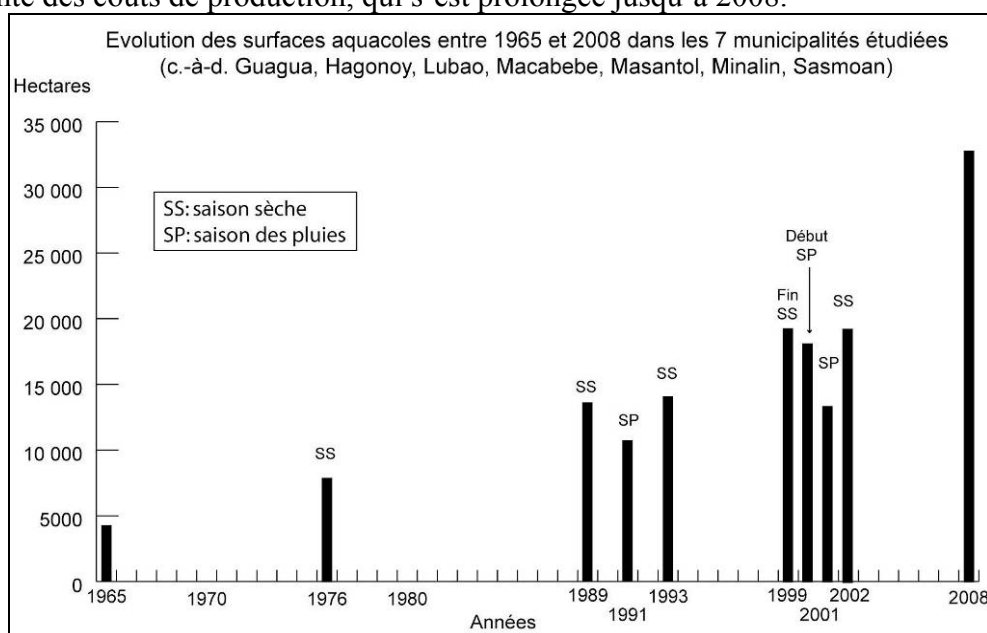


Figure 5-9 - Evolution des surfaces aquacoles entre 1965 et 2008

5.3.1.2 L'évolution spatiale

Pour mieux comprendre et caractériser l'évolution spatiale des surfaces aquacoles, un diagramme représentant la variation des surfaces aquacoles en fonction de la distance à la mer a été réalisé (Figure 5-10). La juxtaposition des courbes facilite la comparaison des données et permet de tirer des conclusions quant aux évolutions spatio-temporelles. On constate que dans les années 60 jusqu'en 1976, les étangs étaient concentrés dans les 10 premiers kilomètres depuis le trait de côte. En 1976, les surfaces ont sensiblement augmenté dans cette zone, signe d'une densification aquacole. Cette densification est encore plus marquée en 1989, année où l'on trouve, pour la première fois, des étangs au-delà de la limite des 20 kilomètres à partir du trait de côte. À la densification s'est donc ajoutée une extension aquacole vers l'intérieur des terres durant les années 1980. En 1991 et 1993, la surface aquacole dans les premiers kilomètres a fortement diminué tandis que l'extension dans l'arrière pays s'est pérennisée et même étendue jusqu'à la ligne des 25 kilomètres. L'importante diminution des surfaces aquacoles à proximité de la côte s'explique par les impacts indirects de l'éruption du Pinatubo (qualité et gestion de l'eau). La reprise observée en 1993 indique un rétablissement partiel du secteur, deux ans après l'éruption. En 1999, 2001 et 2002, les pentes se sont fortement accentuées indiquant une densification aquacole dans les 20 premiers kilomètres accompagnée d'une extension jusqu'à environ 27 kilomètres de la côte. Une nouvelle caractéristique importante est l'apparition d'un second mode à partir de la ligne des 32 kilomètres. Cet espace correspond à la zone aquacole d'eau douce de Candaba, Santa Anna et San Luis. La production de tilapia s'y est en effet continuellement développée durant les années 1990. La décennie 1990 a surtout été marquée par la densification aquacole de la zone des 10 à 20 kilomètres. Enfin la courbe correspondant à l'année 2008, qui ignore les rythmes de production (compte tenu de la source d'information, la carte topographique), indique clairement que les surfaces conquises par l'aquaculture au cours des 30 dernières années ont été très importantes. On constate une distribution multimodale, et une rupture nette à environ 30 kilomètres de la côte. Cette rupture correspond, sur le plan géographique, à la limite nord du delta et sur le plan de la salinité, à la limite de l'extension de la zone saline. En conclusion, ce graphique permet de distinguer les phases de développement de l'aquaculture dans le temps et dans l'espace : densification, extension.

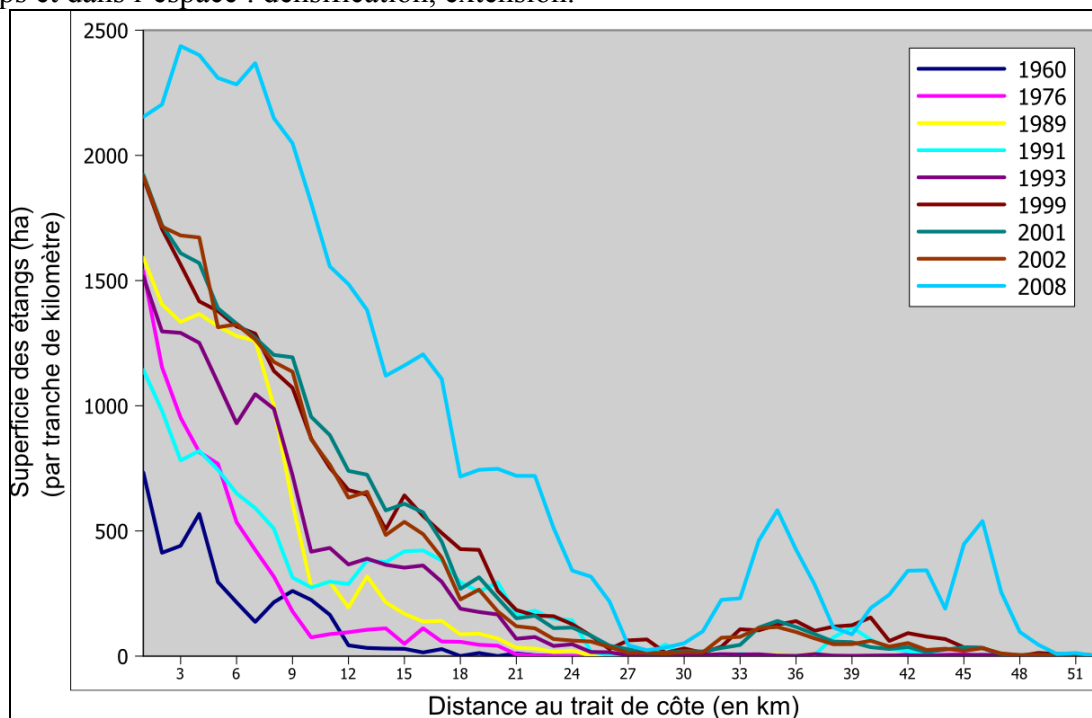


Figure 5-10 - Superficie de la zone aquacole selon la distance au trait de côte

5.3.1.3 Les changements à l'échelle des municipalités

5.3.1.3.1 Evolution globale

A l'échelle des municipalités (Figure 5-11), on constate de fortes similitudes avec le diagramme précédent, à savoir une tendance générale à l'augmentation des superficies aquacoles accompagnée de réductions lors des deux années citées précédemment. En 1991, deux municipalités ont connues de fortes diminutions de leurs surfaces aquacoles: Masantol et Hagonoy ; Lubao et Sasmoan sont aussi concernées par cette diminution mais dans une moindre mesure. Ce fait distingue les municipalités de l'ouest du delta affectées par les impacts directs du Pinatubo et celles, à l'est, affectées par le changement saisonnier. Ces différentes causes engendrent des évolutions des systèmes elles aussi différentes. Ainsi, en 1993, Hagonoy retrouve un niveau élevé de surfaces aquacoles tandis que les superficies aquacoles à Lubao ont peu évolué. En 2001, hormis Guagua, toutes les autres municipalités connaissent un déclin. Là encore, le changement saisonnier est le principal facteur explicatif. En saison des pluies, les conditions de production ne sont, en effet, pas optimales. Cette saison climatique s'avère plus propice à la riziculture. Les pentes des courbes augmentent au fil des périodes : 1965-1990, 1990-2000, 2000-2008. Entre 1965 et 1990, les pentes sont assez similaires. Entre 1990 et 2000, trois municipalités constituent l'essentiel du contingent : Hagonoy, Masantol et Macabebe. Durant la dernière période, toutes retrouvent des niveaux d'évolution très élevés.

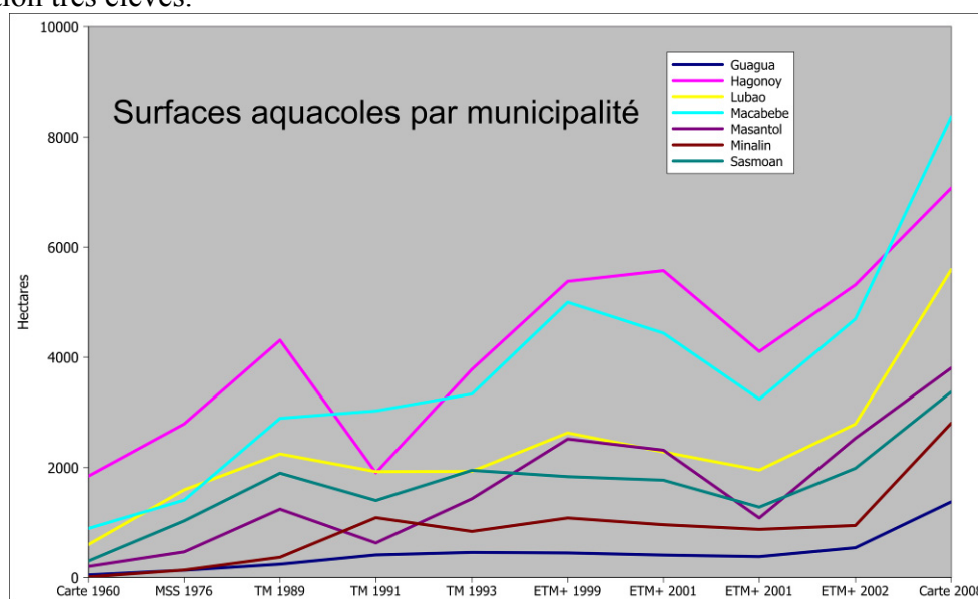


Figure 5-11 - Surfaces aquacoles par municipalité

Sur l'ensemble de la période, on relève une nette augmentation pour toutes les municipalités des superficies aquacoles, +1049 % pour Guagua, +253 % pour Hagonoy, +351 % pour Lubao, +595 % pour Macabebe, +817 % pour Masantol, +2076 % pour Minalin, +327 % pour Sasmoan, +534 % pour l'ensemble des 7 municipalités. La surface totale est donc multipliée par presque six en seulement 32 ans.

5.3.1.3.2 Evolution moyenne annuelle

La Figure 5-12 a été construite en calculant les superficies moyennes annuelles gagnées ou perdues par l'aquaculture dans chacune des municipalités. Par un souci de comparaison pertinente, les statistiques ont été calculées uniquement pour les images acquises en saison sèche. Les valeurs moyennes, ajoutées en bout d'axe, ne sont dépassées que durant la période 2001/2008 par quatre municipalités, Guagua, Lubao, Macabebe et Sasmoan. Masantol a,

quant à elle, dépassé sa moyenne dès la période 1993/2001. Hagonoy aussi a dépassé sa moyenne de 1993 à 2001 puis une seconde fois entre 2002 et 2008. Minalin l'a dépassé une première fois de 1989 à 1993 puis de 2002 à 2008. Le fait que la majorité des municipalités aient dépassé leur moyenne après 2001 indique que la dynamique d'extension aquacole s'est fortement accrue lors de la dernière décennie. Il faut aussi ajouter que les évolutions constatées sont celles des étangs en production et non pas celles de la zone aquacole en tant que telle. Ce fait permet de mieux comprendre la régression constatée à Lubao entre 1989 et 1993. La seconde régression constatée durant la même période à Hagonoy est, quant à elle, attribuable plus spécifiquement aux successions culturales pratiquées (riz-aquaculture).

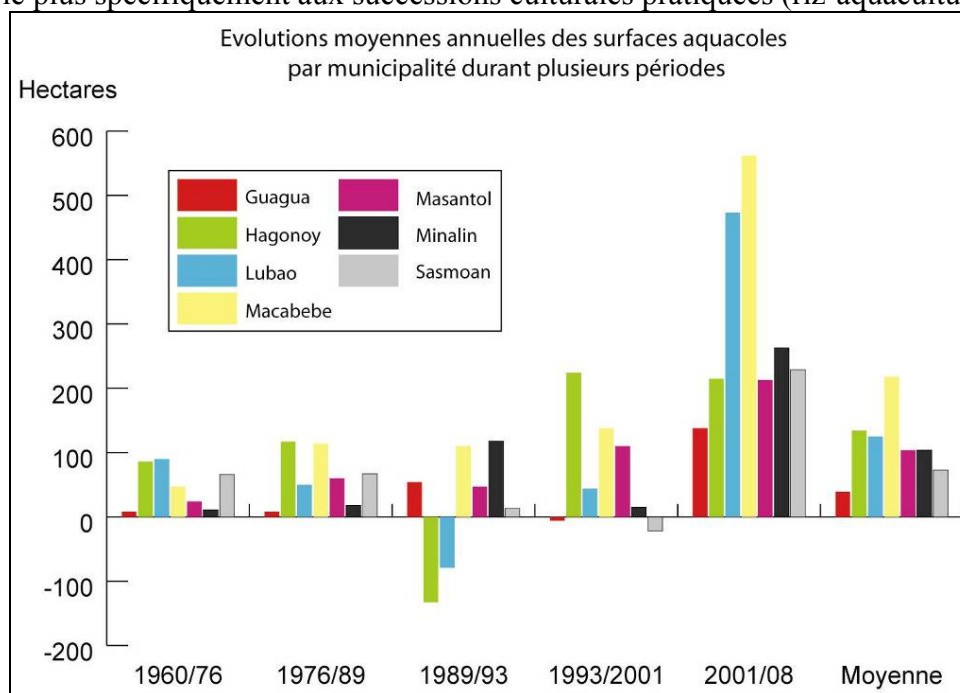


Figure 5-12 - Evolutions moyennes annuelles des surfaces aquacoles par municipalité

5.3.1.3.3 Des évolutions différenciées

Pour rendre compte des évolutions des surfaces aquacoles dans plusieurs entités (municipalités, zone saumâtre et province), une normalisation des données a été réalisée (Figure 5-13 et Figure 5-14). La moyenne des évolutions a été pondérée afin de réduire le poids des entités présentant de petites superficies (Tableau 5-3). Le facteur de pondération, *représentativité*, a l'équation suivante :

$$r = \bar{x} (a + b) \quad (1)$$

Où r est le facteur de représentativité, a la part relative de chaque individu à la date t_1 (en %), b la part de chaque individu à la date t_2 (en %) et \bar{x} la moyenne.

Municipalité	Superficie 1976 (ha)	Superficie 1989 (ha)	Evolution 1976/1989 (%)	Représentativité	Ecart à la moyenne	Ecart à la moyenne au carré	Unités d'écart type
Pampanga	5094	8972	76,1	66,1	-4,3	18,5	-0,09
Guagua	131	241	84,0	1,7	3,5	12,5	0,08
Hagonoy	2789	4307	54,4	33,9	-26,0	676,3	-0,57
Lubao	1592	2244	41,0	18,5	-39,5	1558,6	-0,86
Macabebe	1406	2889	105,5	19,8	25,0	627,1	0,55
Masantol	465	1241	166,9	7,6	86,4	7473,2	1,89
Minalin	135	367	171,9	2,2	91,4	8357,3	2,00
Sasmoan	1029	1895	84,2	13,7	3,7	13,9	0,08
Saumâtre	4741	8914	88,0	63,6	7,6	57,4	0,17
Sup. totale des étangs	7883	13279	Moyenne pondérée	80,43	Ecart type	45,7	

Tableau 5-3 – Valeurs ayant servis à la normalisation des données pour la période 1976-1989

Nombre d'écart-types entre l'évolution moyenne des superficies aquacoles des individus rapportés à la moyenne globale

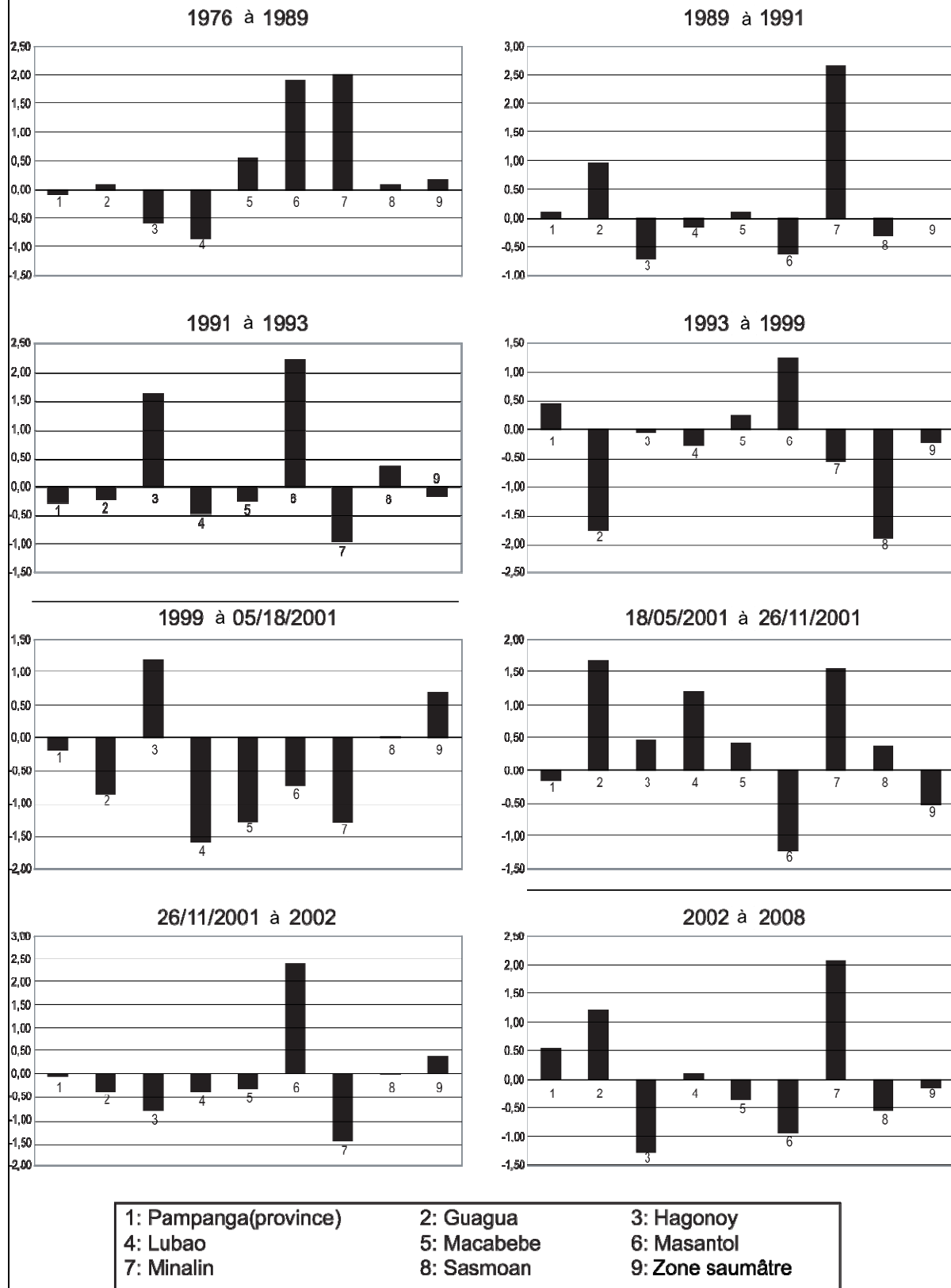


Figure 5-13 - Evolutions normalisées des superficies aquacoles pour chaque entité

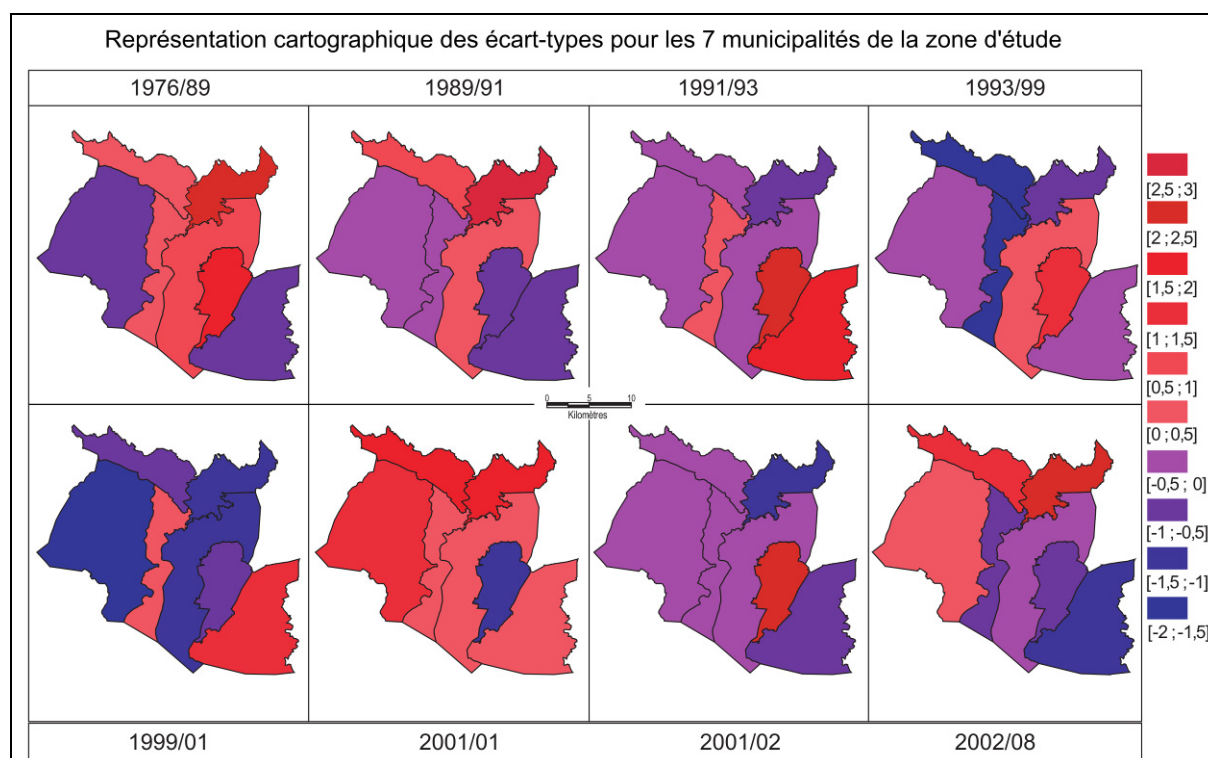


Figure 5-14 - Cartographie des évolutions spatiales aquacoles normalisées

Le Tableau 5-4 rassemble les principaux enseignements tirés de l'interprétation des documents.

Période & Moyenne pondérée de l'évolution des superficies	Seuil d'écart-type			Interprétation
	> 1 σ (+ ou -)	> 0,5 σ (+ ou -)	< 0,5 σ (+ ou -)	
1976 / 1989 80.4	(+) MAS, MIN	(+) MAC (-) HAG, LUB	(+) GUA, SAS, SAU (-) PAM	Score négatif pour les entités présentant en 1976 une couverture aquacole déjà importante Score positif pour les unités 'à fort potentiel', c'est à dire présentant des conditions environnementales adaptées à l'aquaculture en eau saumâtre
1989 / 1991 -2.6	(+) MIN	(+) GUA (-) HAG, MAS	(+) PAM, MAC (-) LUB, SAS	Inondations à Minalin ont favorisé développement temporaire des étangs au dépend du riz Lubao et Sasmoan ont été directement affectés par les lahars. A Guagua aussi mais la faible couverture aquacole avant l'éruption a limité l'ampleur des changements. Hagonoy et Masantol présentent des scores négatifs alors qu'elles n'ont pas directement été affectées par les lahars. Signe des successions culturales : riz (saison sèche)-aquaculture (saison humide).
1991 / 1993 22.6	(+) HAG, MAS	(-)MIN	(+) SAS (-) PAM, GUA, LUB, MAC, SAU	Les zones les plus éloignées du Pinatubo et les moins affectées montrent les scores les plus élevées. Les scores élevés de Masantol et Hagonoy s'expliquent par les successions culturales Score négatif de Minalin s'explique par un retour à la normale des superficies aquacoles Sasmoan retrouve un état pré-Pinatubo
1993 / 1999 43.8	(+) MAS (-) GUA, SAS	(-) MIN	(+) PAM, MAC (-) HAG, LUB, SAU	Score positif de Masantol reflète une augmentation très élevée compte tenu que la moyenne est elle aussi élevée Manque de terres à Sasmoan et conditions de production à Guagua expliquent les scores négatifs

1999 / 18-05-2001	(+) HAG (-) LUB, MAC, MIN	(+) SAU (-) GUA, MAS	(-) PAM	Score de Hagonoy est la conséquence de la continuité des variations saisonnières d'occupation du sol et des changements définitifs d'occupation du sol
-3.6				
18-05-01 / 26-11-01	(+) GUA, LUB, MIN	(-) SAU	(+)HAG, MAC SAS	Score de Masantol s'explique par les changements saisonniers d'occupation du sol
Moyenne	(-) MAS		(-) PAM	Score positif de Lubao en dépit d'une réduction de la superficie d'étang, qui s'explique par une diminution moindre que la moyenne et donc d'une sensibilité aux variations saisonnières moins forte
-33.7				
26-11-2001 / 2002	(+) MAS (-) MIN	(-) HAG	(+) SAU (-) PAM, GUA, LUB, MAC	Continuité des cycles culturels en succession à Masantol provoque des valeurs négatives pour les autres unités, signe d'une importance accrue de Masantol sur la couverture aquacole totale
Moyenne				
55.4				
2002 / 2008	(+) GUA, MIN	(+) PAM (-) MAS, SAS	(+) LUB (-) MAC, SAU	Score positif des municipalités les plus éloignées du trait de côte, caractérisant une avancée du front aquacole dans les terres. Le score positif de Pampanga confirme ce fait. A contrario, le score négatif de la zone d'eau saumâtre est significatif d'une extension de l'aquaculture au-delà de zone saumâtre initiale
Moyenne	(-) HAG			
95.9				

Tableau 5-4 - Synthèse des interprétations de la figure 4

Dans notre cas, il a été possible de travailler à la fois sur les temps long et court, ce qui a permis d'extraire des informations sur les variabilités intra-annuelles. Les graphiques et les tableaux créés ont permis d'extraire l'essentiel de l'information. Comparativement aux résultats obtenus sur le littoral péruvien, il n'a pas été possible de détecter individuellement les étangs. Sur les images ETM+ fusionnées, il a toutefois été possible de détecter des différences entre le sud du delta, où les étangs sont de grande taille, et le nord, où les étangs sont sensiblement plus petits car occupant d'anciennes rizières. Cette distribution n'est pas aléatoire, elle résulte d'une histoire différente entre le sud, où l'occupation du sol par l'aquaculture est ancienne, et le nord où elle est plus récente de sorte que l'aquaculture ne s'est pas développée au dépend des mêmes types d'occupations du sol dans ces deux espaces. En ce qui concerne l'indice NDWI modifié, la substitution des bandes 4 et 7 (indice original) par les bandes 2 et 5 a eu un impact sur la nature des objets détectés. Ainsi, certaines images en sortie, outre qu'elles représentent des plans d'eau, ont aussi intégré parfois des ripisylves, ou des écosystèmes/écotones de zone humide (liseré de mangrove, marais maritimes). En théorie, un plan d'eau voit sa réflectance décroître en même temps qu'augmentent les longueurs d'ondes du spectre électromagnétique. Les bandes sélectionnées font que les variations de réflectance dans le canal proche infrarouge n'exercent pas d'influence sur l'indice final. La bande du proche infrarouge est la bande qui permet de distinguer les végétaux des autres éléments de surface. Ainsi, des états de surface qui présentent une réflectance stable ou décroissante dans le visible, suivi d'un pic ou d'une augmentation dans le proche infrarouge, ne pourraient pas être distingués des autres éléments de surface. C'est la raison pour laquelle certains états de surface, en particulier certains *mixels* combinant une partie aquatique avec des végétaux, ont été inclus. C'est une des limites de l'indice NDWI utilisé ici. C'est aussi la raison pour laquelle le rajout d'une étape supplémentaire, qui consiste à réaliser une classification des objets détectés, s'est avéré souvent nécessaire et performante. Dans notre cas, des rizières et des lacs temporaires créés durant la saison des pluies ont pu être identifiés de la sorte et éliminés.

La cinématique des étangs aquacoles a permis de savoir à quels rythmes s'étaient faites ces extensions, et sur quels sites. Il apparaît ainsi que l'extension se soit faite dans presque toutes les directions, avec toutefois un axe majeur sud-nord. Pour que ces résultats puissent servir des actions de gestion environnementale et d'aménagement du territoire, ils ont été croisés avec les informations relatives aux autres états de surface. Toutefois, les informations relatives aux surfaces aquacoles intéresseront les gestionnaires des ressources aquatiques et du

littoral, institutionnels, civils ou privés ainsi que les services chargés d'assister le secteur aquacole. Ces derniers seront intéressés par les possibilités offertes par les bases de données spatialisées qui permettent d'associer aux étangs détectés diverses informations telles que les propriétés physico-chimiques des eaux, les pratiques de production, des données relatives aux propriétaires.

Sur le plan fonctionnel, la couverture quasi-complète du delta par des infrastructures aquacoles entraîne une réduction des services écologiques que ce delta offre aux populations riveraines. Là encore, il faudra préciser quels états de surfaces ont été affectés pour pouvoir déterminer les impacts indirects du développement aquacole. La création de fermes s'accompagne en outre du creusement de canaux pour acheminer l'eau vers les étangs mais aussi pour les vider. Dès le début du 20^{ème} siècle, ces aménagements ont entraîné des conflits entre les usagers des ressources deltaïques. Certaines questions relatives au statut juridique des canaux utilisés pour l'activité aquacole étaient en effet sans réponses : les canaux sont-ils naturels ? Leur creusement par les exploitants entrave-t-il la libre circulation des biens et des personnes ?

5.3.2 L'occupation du sol

Les traitements réalisés jusque là ne fournissent pas d'informations sur les évolutions paysagères. Pour y parvenir, une cartographie de l'occupation du sol à des dates différentes a été réalisée.

5.3.2.1 Zonage agro-écologique à l'échelle régionale

Réalisées à l'échelle régionale, les cartes d'occupation du sol (Figure 5-15), ont permis d'identifier les principaux agrosystèmes. Les agrosystèmes sont des écosystèmes simplifiés qui présentent une faible diversité biologique (souvent monospécifique) et pour lesquels une partie importante de la matière et de l'énergie nécessaires à la croissance des plantes (eau, sels nutritifs, labours) est apportée artificiellement par l'homme (Frontier *et al.* 2004). Ce sont des écosystèmes rendus artificiellement juvéniles du fait de la sélection orientée d'espèces à la fois robustes et à croissance rapide (Frontier *et al.* 2004). Leur maintien au cours du temps est le résultat des actions des hommes qui les sélectionnent en raison de l'appétence de leurs produits. La riziculture est la culture dominante dans la région. Les agriculteurs peuvent réaliser plusieurs cycles durant l'année selon la disponibilité en eau. Les systèmes d'irrigation gravitaire et par exhaure permettent ainsi d'allonger la saison culturale en apportant de l'eau durant une plus longue période de l'année et en particulier durant les périodes végétatives qui sont les plus exigeantes en eau. On compte ainsi dans la région des systèmes de cultures à une, deux, voire trois récoltes annuelles. Peu de zones sont ainsi éligibles aux trois cultures annuelles. La localisation détermine aussi des périodes d'inondations plus ou moins longues durant lesquelles l'activité agricole est réduite.

Cartes d'occupation du sol régionales

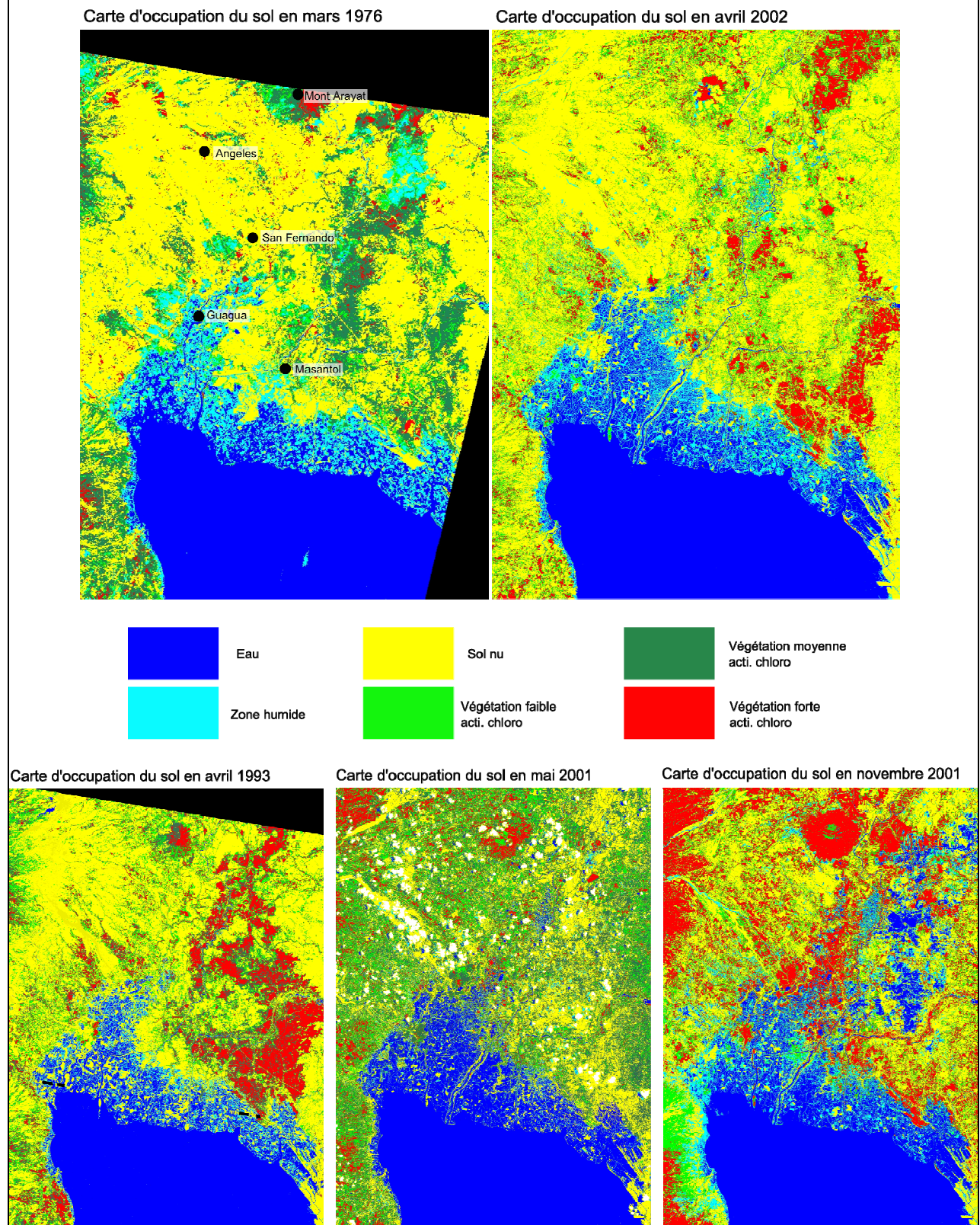


Figure 5-15 - Cartes d'occupation du sol régionales

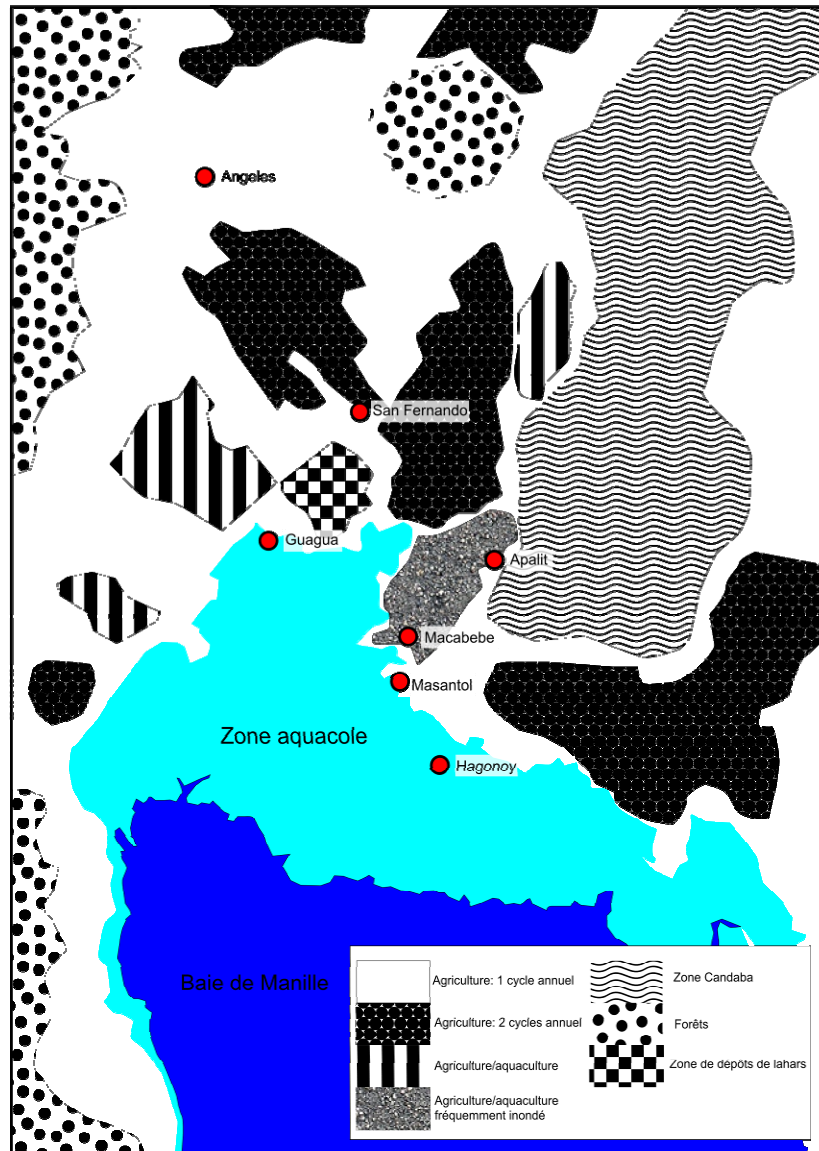


Figure 5-16- Carte schématique des principaux agrosystèmes (réalisée d'après les cartes d'occupation du sol)

Les agrosystèmes irrigués sont aisément identifiables sur les images satellites en raison du comportement spectral de saison sèche, opposé au comportement spectral des autres végétaux. Ceux qui sont localisés le long des cours d'eau bénéficient d'une irrigation gravitaire. Lorsque l'irrigation par puits prédomine, les périmètres irrigués prennent une autre texture, non plus lisse mais tachetée car les agriculteurs d'un même périmètre irrigué n'ont pas tous accès à l'eau souterraine. La zone de Candaba correspond à une zone de culture de décrue. Elle est inondée plusieurs mois de l'année durant la saison des pluies devenant alors une zone privilégiée de refuge pour les espèces d'oiseaux migrateurs en provenance de Chine, mais aussi une zone de pêche en libre accès. En saison sèche, elle retrouve un faciès agricole et son corollaire, son finage.

Notons enfin la présence, essentiellement durant la saison des pluies, de zones humides en arrière du front aquacole, remplaçant de façon temporaire et parfois pérenne les champs rizicoles. Ces espaces inondés sont envahis par des espèces hydrophiles, tel que *Eichhornia crassipes*, détectable et identifiable en raison de sa très forte réflectance dans le proche infrarouge.

5.3.2.2 Analyse diachronique sur coupes topographique

Deux profils topographiques à l'échelle régionale ont été réalisés : un premier suivant un axe nord-sud, en rive de la Pampanga et un second, orienté ONO-ESE. Les données altimétriques sont issues d'un MNT construit à partir de données SRTM. La localisation des occupations du sol a été effectuée par interprétation visuelle des images satellites. Les résultats de l'analyse des profils ont été consignés dans des tableaux (Tableau 5-5 et Tableau 5-6).

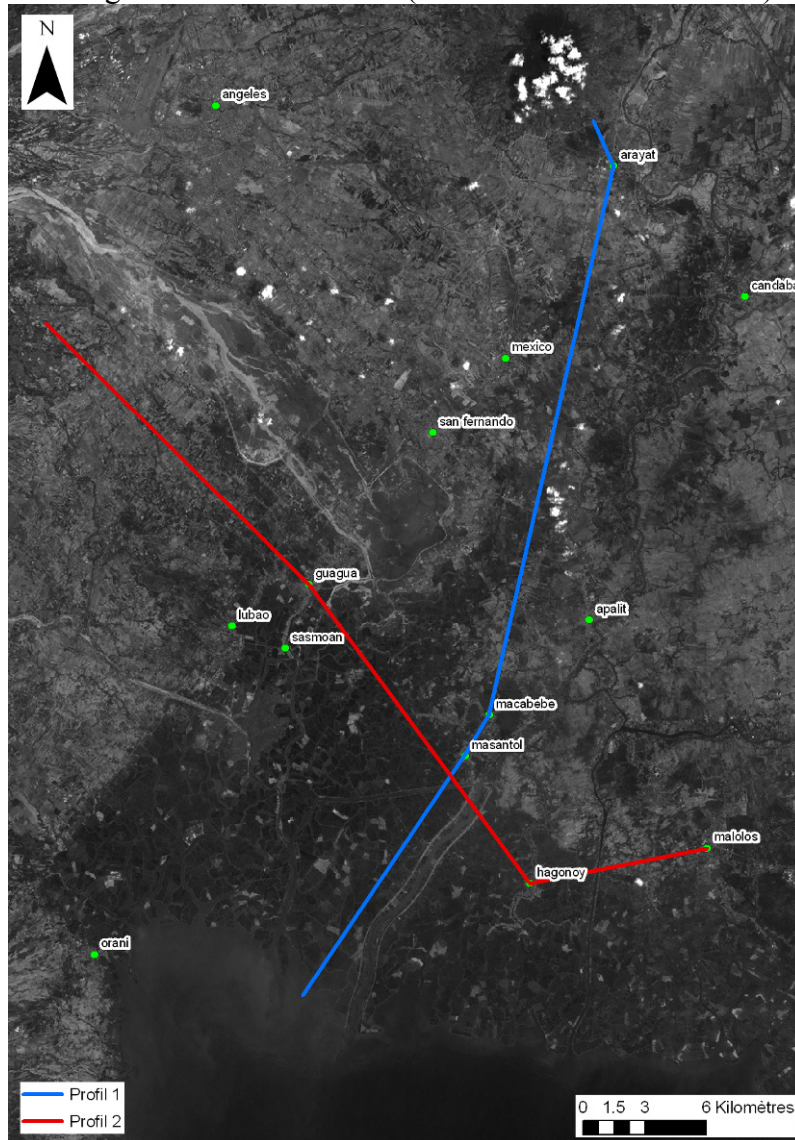


Figure 5-17 - Localisation des deux profils diachroniques

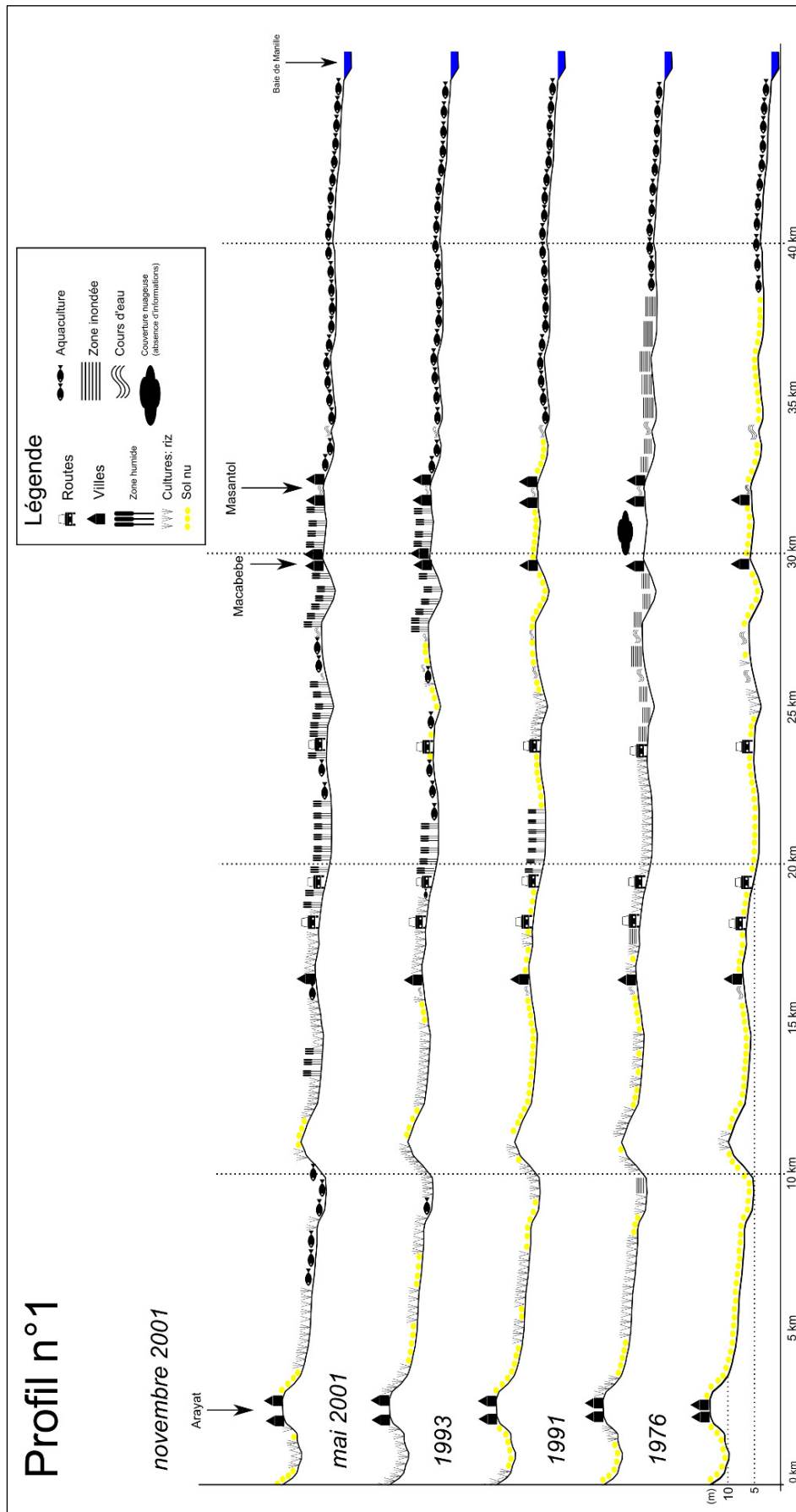


Figure 5-18 - Profil agro-écologique à travers le delta de la Pampanga, orienté nord-sud

Profil n°2

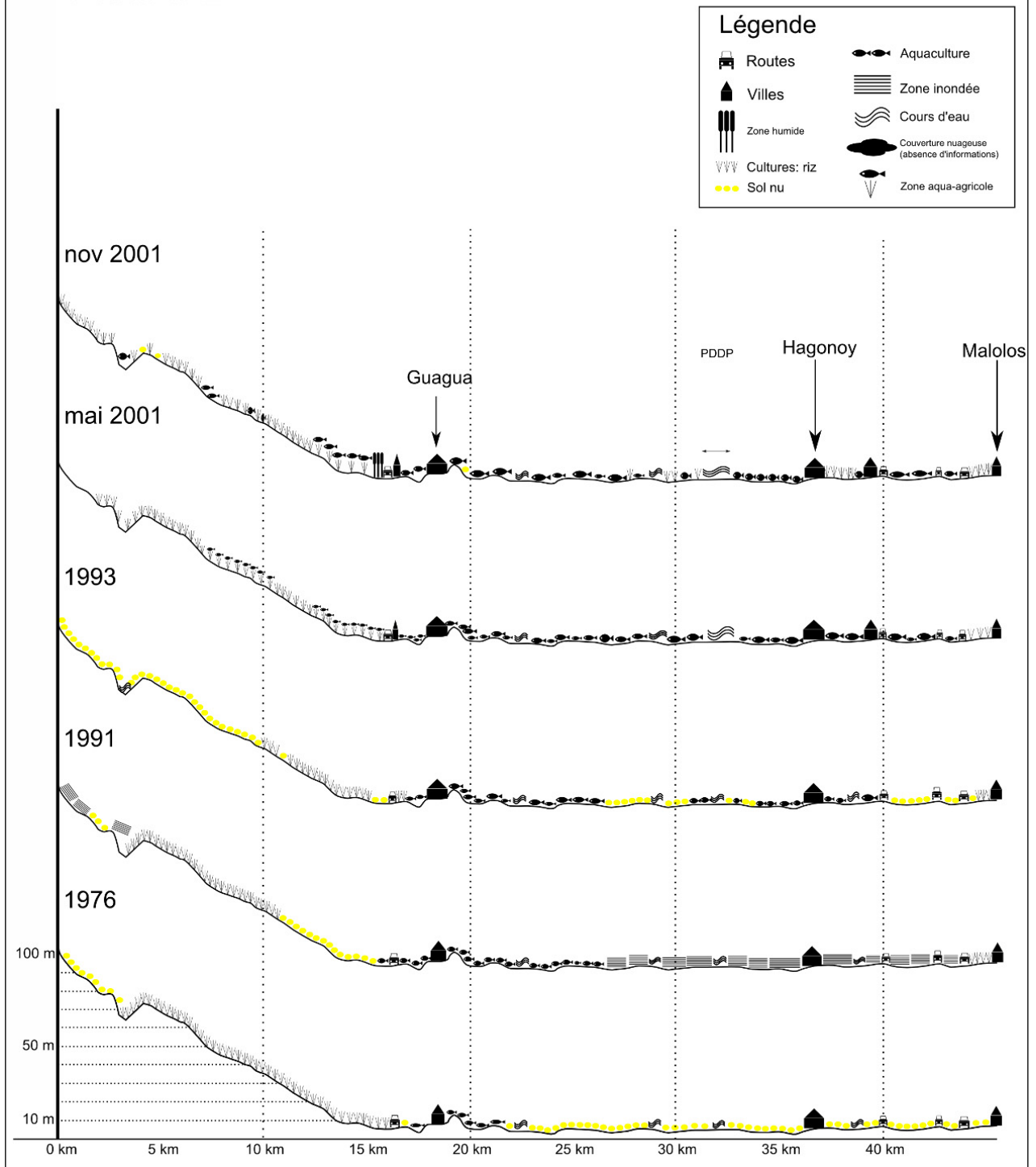


Figure 5-19 - Profil agro-écologique à travers le delta de la Pampanga, orienté ouest-est

0 à 10 km	10 à 20 km	20 à 30 km	30 à 47 km
Zone agricole partiellement convertie à l'aquaculture depuis le début des années 2000	Zone agricole présentant une succession de terres cultivées et au repos. A la fin de la saison des pluies de 2001, une partie de la zone agricole a été envahie par de la végétation aquatique	Portion du profil qui présente de fortes différences d'une année sur l'autre et d'une saison à l'autre. C'est donc une zone soumise à de fortes dynamiques. Elle fut très affectée par les inondations en 1991. Deux ans après, la zone la plus éloignée de la mer est occupée par une zone humide. Cette tendance se poursuivra. Ainsi, la variation climatique saisonnière provoque un remplacement de la zone agricole par une zone humide	La tendance entre 1976 et 2001 est ici claire. Le faciès agricole a laissé sa place à l'aquaculture, en grande partie dès 1993

Tableau 5-5 - Interprétations du premier profil

0 à 10 km	10 à 20 km	20 à 30 km	30 à 44 km
Jusqu'en 1993, l'occupation du sol est majoritairement agricole. Les profils de 2001 montrent qu'en certains points du profil, les zones agricoles se sont aussi couvertes d'étangs. L'altitude minimum de la zone étant de 35 mètres, on peut facilement en déduire que l'aquaculture pratiquée est de type dulcicole	On constate un développement aquacole au dépend de la riziculture à partir de 2001. Les espaces uniquement dédiés à l'agriculture se sont ainsi fortement contractés	La métamorphose du paysage agricole s'est opérée dès le début des années 1990. Les zones inondées en 1991 retrouvent leur utilisation du sol agricole deux ans plus tard. Après une période durant laquelle les systèmes aquacoles et agricoles ont été voisins, le début des années 2000 a vu l'aquaculture occuper tout l'espace	La zone agricole a totalement été inondée en 1991. Deux ans plus tard, une moitié environ a vu son utilisation du sol basculer au profit de l'aquaculture. La conversion en étangs aquacoles a été complète à partir de 2001

Tableau 5-6 - Interprétation du second profil

Les profils montrent que les dates de démarrage de l'aquaculture sont antérieures dans le delta, comparativement aux interfluves. Sur ces derniers, en effet, l'aquaculture s'est développée plus récemment et laisse encore à la riziculture des espaces de production. Dans le delta, au contraire, l'aquaculture présente un taux de recouvrement quasi complet. Là, une cinématique prédomine : les sols agricoles laissent d'abord place à une zone humide, avant d'être définitivement convertis. Les alentours de Macabebe et Masantol, occupés par des rizières, ont été peu à peu transformés en étangs puis en zones humides. A partir de critères topographiques, Ces profils permettent de distinguer trois types d'aquaculture : celle du delta, celle située à des altitudes supérieures à 35 m et enfin une dernière située à plus de 35 km du trait de côte.

5.3.2.3 Les dynamiques d'occupation du sol

Les cartes diachroniques ont permis d'identifier les principaux changements d'occupation, sur un plan qualitatif et quantitatif.

Période	1976 à 1989	1976 à 1989	1989 à 1993	1989 à 1993
Changement	SN à eau	SN/VFC à VEG	Eau à SN	SN à eau
Superficie (ha)	6041	9321	6509	2630
Localisation	MAS, MAC, HAG	Autour de la zone deltaïque, dans l'ager	A l'intérieur du delta	A l'intérieur du delta
Caractéristiques	Les sols nus correspondaient à des sols nus agricoles, laissés au repos entre deux cycles de riziculture	Successions culturales (riz-aquaculture) déduites de l'apparition de la riziculture	Arrêt de la production aquacole qui s'exprime à travers l'exondement des étangs	Extension de l'aquaculture.
Période	1989 à 1993	1993 à 1999	1993 à 1999	1993 à 1999
Changement	VEG à SN	SN à eau	SN à VEG	SN à VFC
Superficie (ha)	6091	10252	4459	6343
Localisation	Autour de la zone deltaïque, dans l'ager	Sur les marges occidentales et orientales du delta ainsi que dans le delta lui-même.	Sur la marge occidentale du delta	Dispersé sur l'ensemble de la zone
Caractéristiques	Successions culturales déjà constatées entre 1976 et 1989 qui permettent de caractériser le calendrier cultural et les pratiques des agriculteurs	Caractérise une reprise de l'aquaculture au sein du delta et une extension sur les marges	Changements de la couverture du sol indiquent le passage des sols nus agricoles à des sols cultivés. On peut ainsi aussi identifier les parcelles irriguées, c'est-à-dire à activité biologique en saison sèche	Plusieurs types de changements : accroissements ponctuels des surfaces ou reprise d'activité de la mangrove, en partie sur les sédiments du Pinatubo, et des espèces de fourrage (<i>Leucaena glauca</i>) sur les digues
Période	Mai 2001 à nov. 2001	Mai 2001 à nov. 2001	Mai 2001 à nov. 2001	1976 à 2001
Changement	Eau à VEG	VFC à VEG	Eau à SN	SN à Eau
Superficie (ha)	2008	4489	3736	9328
Localisation	MAS et HAG	Dispersé	A l'intérieur du delta	Surface continue en arc de cercle d'Hagonoy à l'est jusqu'à Minalin au nord-ouest
Caractéristiques	Zone à succession culturale riz-aquaculture	Révèle les formations végétales réactives à la pluie : plantes herbacées en zone de dépôts naturels ou artificiels de lahars (<i>Saccharum spontaneum</i> , <i>Imperata cylindrica</i>), cultures pluviales, macrophytes aquatiques en zone inondées (<i>Eichhornia crassipes</i>)	Marque les arrêts, du moins temporaire, de la production aquacole, du fait du climat	Passage de l'agriculture à l'aquaculture
Année t1 à année t2	1976 à 2001	1976 à 2001		
Changement	Zone humide à Eau	VEG à Eau		
Superficie (ha)	6966	2349		
Localisation	Dans la partie méridionale du delta	A l'intérieur du delta		

Caractéristiques

Développement de l'aquaculture dans le marais maritime
Déboisement de la mangrove et en particulier de *Nypa fruticans*

Notes : MAS Masantol, MAC Macabebe, HAG Hagonoy

SN : sol nu ; VFC Végétation à faible activité chlorophyllienne ; VEG : végétation à forte activité chlorophyllienne.

Tableau 5-7 - Principaux changements d'occupation du sol, sur les plans quantitatif et qualitatif

Conclusion

Les traitements en télédétection appliqués au territoire philippin utilisent pour partie la méthodologie développée dans le chapitre 2. Les résultats présentés dans ce chapitre révèlent plusieurs phases d'évolution spatiale des étangs : une phase de densification d'abord jusqu'aux années 1990, suivie de plusieurs phases d'extensions, à l'intérieur de la zone d'eau saumâtre dans un premier temps puis au-delà, dans la zone d'eau douce, plus récemment. Entre les années 1960 et 2008, les superficies sont passées de moins de 5000 à plus de 30000 hectares, avec des rythmes différents selon les municipalités, qui s'expliquent avant toute chose par la situation de ces dernières. Les profils réalisés à partir des images satellites ont enfin permis de montrer que l'évolution de l'aquaculture s'était effectuée au détriment de la riziculture, suivant une succession que l'on trouve à la fois dans le delta et sur les marges peu élevées : agriculture – zone humide – aquaculture. Cette succession est significative d'une modification de l'environnement car dans le cas contraire, le changement aurait été plus direct agriculture – aquaculture, comme c'est par exemple le cas sur les interfluves.

Chapitre 6 Étude des changements : reconstruction paysagère et identification des chaînes de causalité

Le paysage est, selon Deffontaines (1973), un moyen d'accès à la connaissance. Étant le support des activités humaines, sa structure, son organisation et son fonctionnement apparaissent ainsi comme des indicateurs des modes d'exploitation et de gestion des ressources. Dans un premier temps, les paléo-paysages ont été reconstruits à l'aide d'indices historiques durant des périodes anciennes, pré-hispaniques, hispaniques ainsi que durant la période américaine. Dans un second temps, le paysage a été abordé à travers les cartes d'occupation du sol et les cartes de changements réalisées à l'aide d'images satellites. L'objectif est ici de reconstruire l'ensemble de la chaîne de causalité ayant débouché *in fine* sur les structures paysagères que l'on aura caractérisé, ce qui revient à identifier les causes puis à les mettre en relations.

6.1 La période historique ancienne

6.1.1 La période préhispanique

Les informations relatives à cette période historique et à la zone d'étude ne sont pas abondantes. En conséquence, les objectifs se sont résumés à identifier et à caractériser l'organisation politique, l'occupation de l'espace, les principales activités en lien avec les ressources naturelles et à travers ces dernières, les modes d'exploitation et de gestion de ces mêmes ressources.

6.1.1.1 Organisation politique

La plus petite unité à cette époque est le *barangay*. Celui-ci est composé, en moyenne, de 30 à 100 foyers (De Jesus 1998). Bien que l'on ne trouve pas une structure sociale identique sur tout le territoire philippin, la structuration sociale en trois classes apparaît dominante. Trois classes composent la société : les chefs/possesseurs de la terre (*datus*), les esclaves et les hommes libres. Ces derniers étant le plus souvent d'anciens esclaves auxquels on a donné la liberté (De Rienzi 1836) (Figure 6-1).

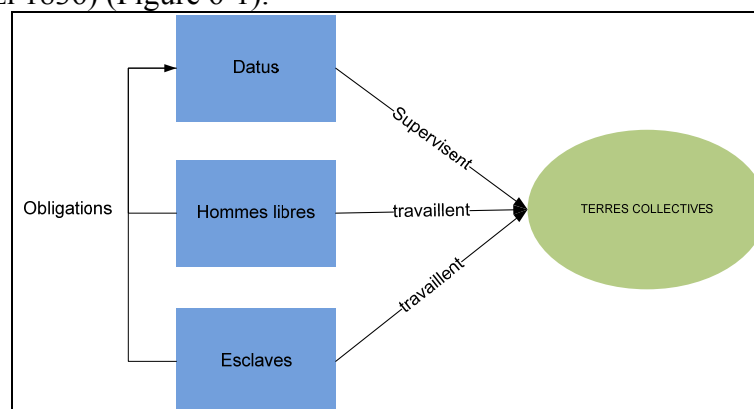


Figure 6-1 - Structure sociale préhispanique

La structure sociale était donc hiérarchique. En effet, les *datus* étaient considérés comme les chefs de village et rassemblaient la plupart des pouvoirs (Larkin 1971). Parmi leurs nombreuses fonctions, celles de rendre justice en cas de conflits entre personnes ou de condamner tout acte délictueux (Scott 1994). Cette fonction de régulation était d'autant plus

importante que les conflits étaient nombreux entre *barangay* voisins (Newson 2009). La transmission de la fonction se faisait de manière héréditaire mais il était possible qu'un *datu* soit remplacé par un autre leader susceptible de mieux défendre les intérêts de la communauté. Dans un tel cas de figure, c'était un conseil de pairs qui décidait du changement et qui pouvait opter pour un *datu* doté d'un bon sens du jugement (Scott 1994).

6.1.1.2 Occupation humaine de l'espace

Les populations, sédentaires, étaient concentrées autour de la baie de Manille et en particulier le long des cours d'eau (Larkin 1985, 1971, Newson 2009) (Figure 6-2). Les villes les plus peuplées étaient Lubao, Macabebe, Sexmoan, Betis, Guagua, Bacolor, Apalit, Arayat, Candaba, Porac et Masicu (Mexico aujourd'hui) (Larkin 1985). Plusieurs facteurs permettent d'expliquer cette répartition : biophysiques, historiques et sites. Des facteurs biophysiques (pédologique, topographique et hydrographique) tout d'abord permettent de distinguer plusieurs sous-ensembles : un marais maritime, une plaine alluviale, et d'anciennes terrasses sableuses bordées par des versants montagneux. De ces trois ensembles, la plaine est celle qui présente les conditions agro-écologiques les plus favorables à l'agriculture (texture des sols, disponibilité en eau). Elle se prête mieux à l'agriculture irriguée et peut donc supporter des densités de populations plus élevées. Sur les anciennes terrasses sableuses, c'est l'abattis-brûlis (*kaingin*) qui est majoritairement pratiqué. Les parcelles sont déboisées par essartage puis brûlées afin de restituer la fertilité au milieu. La période de culture observe une durée variable, généralement de un à trois ans après quoi elles sont abandonnées à la friche boisée (Mazoyer et Roudart 1997). Les systèmes d'abattis-brûlis supportent des densités de population de 10 à 30 habitants par km² de forêts (Mazoyer et Roudart 1997). Ces densités sont supérieures aux densités supportées par un système de prédation, mais sont bien inférieures à ceux des systèmes irrigués des bas-fonds.

L'histoire du peuplement constitue une seconde source d'explication de la répartition spatiale de la population. La plaine et les bas-fonds sont le domaine des populations d'origine malaises tandis que les interfluves sont le domaine des populations issues de la première vague migratoire, caractérisées, sur le plan morphologique par une petite taille, une couleur de peau sombre, des cheveux crépus et un nez évasé. L'arrivée postérieure des populations malaises auraient ainsi eu pour effet de repousser les premières populations dans les montagnes. On ne sait pourtant pas toujours très bien si ces populations originelles n'occupaient pas, pour une partie du moins, les espaces arborés. Ces peuples premiers sont rassemblés sous les vocables de Zambals et de Negritos. Régulièrement, ils réalisaient des raids hostiles envers les populations de la plaine et étaient connus pour leur pratique de la décapitation. Malgré ces relations conflictuelles, il existait aussi des échanges entre les deux populations, basés sur le troc (Larkin 1985, Newson 2009).

Les populations de Pampanga avaient développé des circuits d'échanges maritimes avec la Chine, les Moluques, Aceh, Brunei et d'autres royaumes depuis le 9^{ème} ou 10^{ème} siècle (De Jesus 1998, Chong *et al.* 1982). Les populations possédaient ainsi des flottes relativement importantes. Cette orientation vers les échanges maritimes s'explique, outre la situation de façade maritime, par la possibilité de naviguer sur les principaux cours d'eau jusque dans l'intérieur des terres. Les cours d'eau tel que l'Abacan passant à Angeles, la Pasig passant par Bacolor ou la Gumain passant à Lubao étaient assez profonds pour permettre la navigation de navires marchands (Tantingco 2004) ce qui renforçait le caractère stratégique de la localisation à proximité de la mer et des cours d'eau.

6.1.1.3 L'exploitation et la gestion des ressources

Toutes les ressources naturelles d'un *barangay* appartenait au domaine public et étaient soumises à des règles territoriales (Scott 1994). Les terres agricoles étaient détenues collectivement à l'intérieur d'un *barangay*. Hormis les esclaves, les habitations et quelques biens tel que l'or, le régime de propriété commune prévalait sur l'ensemble des terres, de sorte que les *datu*s avaient le pouvoir de déterminer qui pouvait la travailler mais n'en avaient pas la propriété *stricto sensu* (Larkin 1985). Il est probable que la forte disponibilité de terres arables eut égard au nombre d'hommes capables de les mettre en valeur puisse expliquer ce statut. C'est donc l'absence de pression foncière qui aurait pu expliquer la détention collective de la terre (Scott 1994). Ainsi, le travail de la terre par une personne extérieure ne posait généralement pas de problème du fait que ces terres n'étaient pas exploitées de manière intensive.

La riziculture couvrait la majeure partie de l'*ager* (Newson 2009). Certaines rizières occupaient les zones humides inondables de la plaine alluviale (cultures de décrue) tandis que d'autres étaient probablement irriguées (Newson 2009). La pêche était aussi très pratiquée (à l'hameçon, au filet ou au par la pose de pièges) (De Zuñiga 1803, Larkin 1985). La canne à sucre n'était toutefois pas absente, de même que les vergers ou la culture de l'indigo. Les systèmes d'élevage exploitaient les espèces suivantes : cochons, poulets, chèvres. En système d'abattis-brûlis, on cultivait du riz pluvial, de la patate douce (*Ipomoea batatas*), du maïs. On y pratiquait la chasse, en particulier du gros gibier, tel que le cerf.

Les ressources aquatiques, elles aussi, sont sous régime de propriété collective, au niveau du *barangay*. Une personne extérieure devait s'acquitter d'un droit pour accéder aux ressources d'un *barangay* auquel il n'appartient pas. Des droits de pêche étaient donc accordés à ceux qui désiraient exploiter les ressources halieutiques d'un cours d'eau situées dans un *barangay* hors de leur *barangay* d'origine. Le synclinal de Candaba, inondé de manière saisonnière par les eaux, était l'une des principales zones de pêche de Pampanga (Newson 2009). Parmi les fonctions d'un *datu*, Scott (1994) relève qu'il peut '[...] *build fish dams, obstruct river traffic* [...] ce qui peut constituer un indice de la présence d'une proto-aquaculture, c'est-à-dire d'une aquaculture très extensive, où aucun apport de capital ou de travail supplémentaire n'est fourni. Ces barrages étaient dressés de façon temporaire.

Bien avant que les espagnols n'arrivent, le marais maritime autour de la baie de Manille était couvert par une végétation composée, entre autres, de palétuviers et de *nipa* (Newson 2009). Ces ressources forestières étaient importantes car elles étaient utilisés pour la construction des habitations traditionnelles, les *patalan*, maison sur pilotis dont les matériaux principaux sont le bambou et de feuilles de *nipa* (De Rienzi 1836). Les avantages de ces constructions sont leur adaptation dans un contexte de vulnérabilité face aux inondations, aux séismes et aux attaques adverses. Les récurrentes destructions potentielles auraient poussé les habitants à choisir des habitations faciles à reconstruire. Une autre ressource ligneuse de première importance était le *buri* (ou *bouri*, *Corypha*¹), un palmier géant. Il occupait les rives du rio Chico et les alentours du synclinal de Candaba et s'étendant jusqu'au pied du mont Arayat. Ce palmier était exploité pour plusieurs produits : pâte, vin, vinaigre (De Rienzi 1836). Sur les versants des monts de Zambales, on retrouve l'une des forêts denses constituées d'espèces sempervirentes dont la composition floristique est proche de celle que l'on peut trouver en Indonésie. En effet, au début de l'Holocène, des ponts terrestres subsistaient avec Bornéo alors qu'ils avaient disparu depuis le Pliocène avec Taiwan et la Chine méridionale (De Lataillade *et al.* 1999).

¹ On en retrouvera jusque dans les années 1950 le long du rio Chico (McCoy et De Jesus 2001).

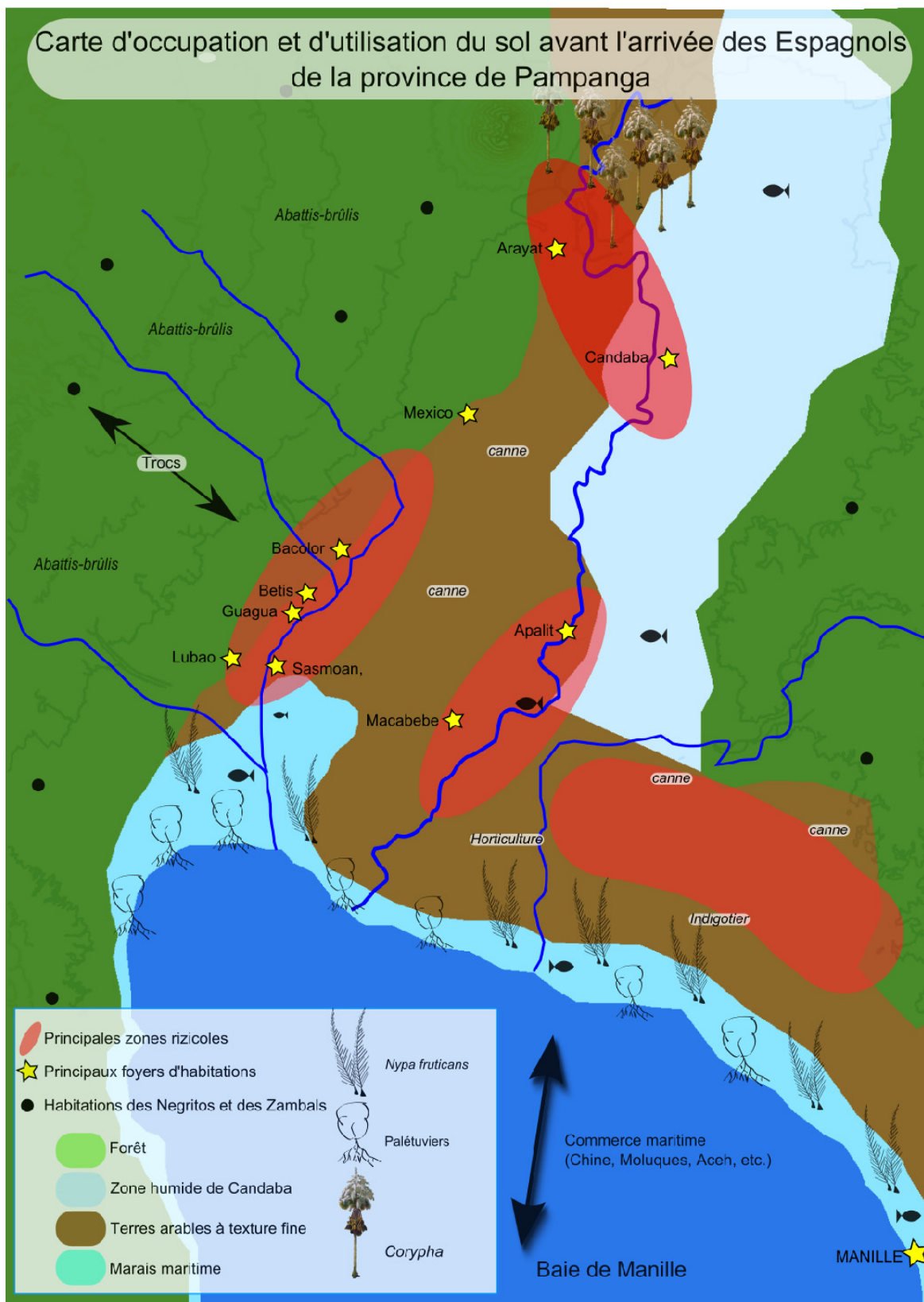


Figure 6-2 - Carte d'occupation du sol avant l'arrivée des Espagnols (conception : Mialhe F.)

6.1.2 La période hispanique

6.1.2.1 L'entrée dans Pampanga

En 1571, cinquante ans après le débarquement de Magellan dans le sud de l'archipel, Legaspi débarque sur l'île de Luzon. Les troupes espagnoles arrivent à Pampanga peu de temps après. Elles y rencontrent plusieurs résistances. Rajah Soliman, qui était un chef local habitant à Macabebe, opposa une résistance aux colons, de courte durée cependant (Scott 1994, Larkin 1985). Une bataille opposa la flotte navale espagnole à celle de Rajah Soliman. La déroute a été totale pour ce dernier durant la bataille de Bangkusay du 3 juin 1571, à laquelle ont pris part de nombreux habitants de Macabebe et de Hagonoy (Scott 1994). Un peu plus au nord, les Espagnols ont rencontré une seconde résistance de la part des populations musulmanes rassemblées dans les fortifications de Betis et Lubao (Scott 1994). Cette résistance fut annihilée en peu de temps là encore par les colons. Si l'on ne connaissait pas la population musulmane au moment des faits, on sait que cinq ans plus tard, celle-ci était de 3500 pour Bétis et Lubao (Newson 2009) ce qui donne une idée de la résistance opposée à l'envahisseur. A la suite de ces rapides victoires, la magnanimité des Espagnols envers les chefs déchus provoqua une certaine déférence des populations colonisées qui facilita leur conversion au christianisme (Larkin 1985), ce qui permit aussi aux Espagnols de pouvoir compter de nombreux alliés dans les rangs des Kapampangan.

6.1.2.2 La place stratégique de Pampanga

Rapidement, Pampanga va devenir une place stratégique pour les Espagnols. Dès 1575, Pampanga devient le grenier de la capitale coloniale, Manille (Scott 1994). Les garnisons espagnoles en poste à Manille étaient ainsi très dépendantes de la production de riz de Pampanga — d'autant plus que l'approvisionnement était facilité par les possibilités de navigation entre les villes de Pampanga et la capitale (Larkin 1985). Une seconde raison de l'importance stratégique de Pampanga est liée à ses ressources ligneuses qui servaient pour la construction des galions espagnols utilisés pour les liaisons trans-pacifiques. Certains écrits disent que le bois était situé sur la mer et très proche de Cavite, où était localisé le principal chantier naval de Manille (Société de gens de lettres 1783). Cette indication porte à croire qu'une partie du bois exploité était constitué de certaines espèces de la mangrove. Une essence particulièrement exploitée pour la construction de navires et de bâtiments était *Vitex parviflora* (Newson 2009). Le rôle stratégique de Pampanga se vérifie à travers un événement qui a eut lieu en 1583. Cette année là, de nombreux hommes de Pampanga furent envoyés dans les mines d'Ilocos, réduisant ainsi les surfaces agricolesensemencées (Larkin 1985). Les effets se firent rapidement ressentir. L'année suivante, en effet, la famine a touché Manille et Pampanga (Larkin 1985).

6.1.2.3 Les changements politiques

Dès le début de l'occupation, les Espagnols mettent en œuvre un système d'imposition qui se base sur trois taxes : l'impôt par tête, la *vandala* et le *polo*. Le premier s'applique indifféremment à chaque individu. S'il pouvait être payé en espèces dans toutes les autres provinces, à Pampanga, il devait exclusivement être payé en riz (De Jesus 1998, Newson 2009). Le problème de cet impôt est qu'il ne reposait pas sur des données actualisées, et qu'en cas de départ ou de mort de certains, le tribut devait être payé par le reste de la population (Newson 2009). L'impôt de la *vandala* constitue un prélèvement sur la production de riz, dont le but principal était de nourrir les garnisons espagnoles et la capitale (De Jesus 1998). Pour pouvoir faire face à ces ponctions tout en maintenant un niveau de production suffisant pour

le foyer, les populations durent augmenter la production en étendant l'*ager* aux dépends de la forêt (de Lataillade *et al.* 2003). Cette intensification de l'agriculture n'a pu se faire que dans les limites du travail disponible, c'est-à-dire du nombre de membres que compte le foyer. Enfin, le *polo* englobait toutes les corvées redevables à la couronne et consistait dans l'obligation de fournir du travail tel que l'abattage d'arbres, la production de charbon de bois, la construction de navires, la construction de Manille ou la construction de ports (De Jesus 1998, Newson 2009).

Pour comprendre les différents impacts de ces taxes, il faut décrire les changements politiques induits par l'arrivée des colons sur la structure sociale initiale. La position la plus haute à laquelle pouvait prétendre un natif était celle de *gobernadorcillo* (anciennement occupé par les *encomenderos*), administrant le *pueblo* (l'équivalent de la municipalité), rassemblant plusieurs *barangay*. Chaque *barangay* était administré par un *cabeza de barangay*, un natif aussi, qui servait les intérêts de la couronne en devenant un agent du gouvernement colonial (De Jesus 1998). Cette délégation du pouvoir aux natifs s'explique par la volonté des colons de limiter le nombre d'Espagnols aux Philippines et par l'interdiction de quitter Manille (De Casanova et Bombrun 2000). Cette fonction de *cabezas* était généralement tenue par les anciens *datus*. Les Espagnols comprirent ainsi rapidement l'importance de maintenir les anciens chefs dans l'organisation administrative du pays. Au-dessus des *cabezas*, il y avait un *gobernadorcillo* qui administrait l'équivalent des municipalités, puis l'*alcade mayor* à un niveau provincial. Au niveau local, la structure en trois classes s'est donc simplifiée en une structure en deux classes, les *cabezas de barangay* et le reste de la population.

6.1.2.4 Les changements agricoles

Dès 1572, Macabebe, Calumpit, Batan, Betis, Lubao, Bulacan, et Malolos ont été assignées en *encomiendas* (Newson 2009). Certains Espagnols étaient récompensés pour leurs bons et loyaux services envers la couronne à travers l'octroi d'*encomiendas*, qui sont des aires de juridictions de terres agricoles sur lesquelles les *encomenderos* étaient autorisés à récolter des taxes et retenir un pourcentage de celles-ci (Larkin 1985). La propriété privée est ainsi introduite dès les premiers moments de la colonisation (Hedjova 2006). Dix ans plus tard, en 1582, on compte 12 *encomiendas* à Pampanga (Newson 2009). Rapidement, les activités liées aux échanges maritimes se réduisirent au profit de la production agricole (Scott 1994). Le système d'*encomiendas* pris fin en 1600 à la suite de nombreux abus de la part des *encomenderos* et de la faible restitution des taxes au pouvoir local (de Casanova et Bombrun 2000).

A la suite de la disparition des *encomiendas*, le rôle de récolte des impôts et de l'organisation du travail forcé revint à la *cabeza de barangay* (De Jesus 1998). Ils conservaient une partie des impôts récoltés et en étaient eux-mêmes exemptés (De Jesus 1998). Ils participaient aussi à l'élection du *gobernadorcillo*. Ce fut alors le début d'une période durant laquelle cette classe a mis la main sur des superficies importantes de terres et qu'un système d'endettement généralisé s'est mis en place. Ceux qui étaient au pouvoir et ceux qui avaient servi durant plus de 10 ans furent ainsi appelés *principalia* (De Jesus 1998). Il était ainsi courant que la *principalia* conserve une grande partie des impôts collectés, plus grande que celle qui était autorisée. Cette accumulation de biens leur permettant alors d'octroyer des prêts aux fermiers qui devaient s'acquitter de la *vandala* (Newson 2009). En parallèle, la couronne, qui reconnaissait la propriété individuelle, octroya des prêts à la *principalia* pour que celle-ci achète des terres agricoles. En retour, la *principalia* devait servir les intérêts de la couronne (Larkin 1985). Ainsi, déchargée des règles coutumières, la *principalia* s'appropriera peu à peu des grandes portions de terres (De Jesus 1998). La pression exercée sur les fermiers s'intensifia à partir de 1608, date qui marque le début de la guerre entre les Espagnols et les Hollandais, alors présents en Indonésie. Durant cette guerre (1608-1648), les ponctions

augmentèrent drastiquement, forçant les fermiers à emprunter toujours plus afin de payer l'impôt ou bien d'acheter le droit d'en être exempté, ce qui fit émerger une situation dans laquelle une grande partie de la population avait une situation proche de l'esclavagisme (De Jesus 1998). La pression était d'autant plus forte à Pampanga du fait de sa proximité avec Manille et des volumes produits (Newson 2009). C'est à ce moment que, dans le sud de Pampanga, les systèmes de culture à deux cultures annuelles de riz se sont développées (De Lataillade *et al.* 1999). Cette période correspond ainsi à une extension encore plus importante de l'*ager*, en particulier au dépend de la forêt. Ainsi, au cours de cette première partie du 17^{ème} siècle, la structure agraire voit se côtoyer de grandes propriétés détenues par les ordres religieux et des propriétés détenues par la *principalia*. Aussi, l'un des faits majeurs de cette période est l'émergence d'une nouvelle classe constituée de sans-terres travaillant pour un propriétaire, la classe des métayers (Figure 6-3). En parallèle, les changements paysagers relatifs à la colonisation sont liés à une exploitation intensive des ressources ligneuses ainsi qu'à une extensification et une intensification des systèmes de cultures. L'intensification agricole a été rendue possible par la multiplication des systèmes d'irrigation en zone de plaine alluviale, qui a permis une meilleure régulation des flux d'eau. Ainsi, les fermiers ont construit des petits barrages en bambou, en sable et en terre qui ont permis l'irrigation de rizières en saison sèche (De Lataillade *et al.* 1999). Le développement de ces systèmes d'irrigation, en dirigeant de manière artificielle le drainage, a eu pour conséquence un assèchement des lacs qui parsemaient la plaine alluviale et qui permettaient d'écarter les crues.

Au moment de l'arrivée des Espagnols, il est intéressant de révéler quelques faits démographiques. En 1580, la population de Pampanga (qui comprenait alors la province de Bulacan) comptait environ 30000 âmes, concentrées autour de la Baie de Manille (Newson 2009). Cette population a fortement varié dans les premières années du fait (i) de la récurrence d'épidémies (en particulier la varicelle), (ii) des exactions de la part des *encomenderos* et (iii) des morts par le travail forcé (Newson 2009). Ainsi, en 1600, la population aurait été réduite de moitié, passant à 15 000, avant de remonter en 1700 à 52 000, puis en 1800 à 155 000 (Newson 2009). Les densités sont donc restées faibles durant une longue période. Les changements paysagers qui ont eu lieu aux 16^{ème} et 17^{ème} siècles sont donc la conséquence des décisions politiques plutôt que d'une hausse de la démographie.

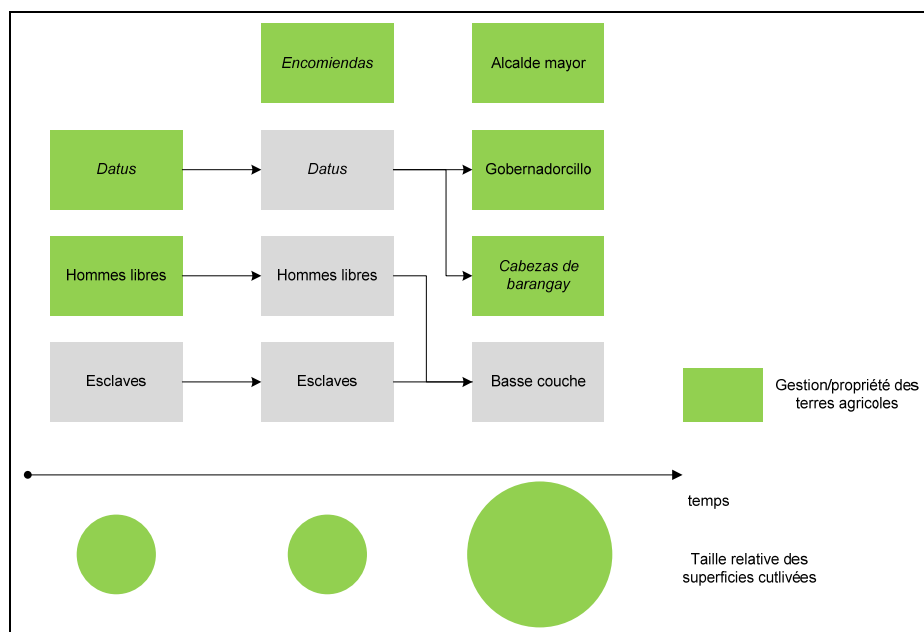


Figure 6-3 - Evolution schématique de la structure sociale durant la première phase de la colonisation espagnole.

6.1.2.5 La communauté chinoise

Pour comprendre la suite des événements, il est nécessaire d'apporter un éclairage sur la communauté chinoise et sur les métis sino-philippins qui ont joué un rôle très important dans l'évolution du paysage. Dès le début de la colonisation, les Espagnols tissèrent des relations commerciales avec les Chinois. Les navigateurs chinois accostaient à Manille sur des jonques remplies de produits divers, dont certains à forte valeur ajoutée (soie). Ces produits étaient expédiés ensuite au Mexique par les galions espagnols qui revenaient chargés d'argent afin de payer les commerçants chinois (De Jesus 1998). Ce commerce triangulaire provoqua l'afflux de Chinois à Manille. A la fin du 16^{ème} siècle, la communauté comptait 20 000 membres, à comparer avec les 700 espagnols présents à Manille ou les 1200 espagnols présents dans tout le pays (De Jesus 1998). L'autorisation que la communauté s'élargisse par solde naturel ou migratoire s'expliquait par l'importance des impôts payés. Toutefois, par crainte de voir les Chinois accumuler trop de pouvoir, des massacres ont été perpétrés au cours du 17^{ème} siècle. Le premier en 1603 a vu l'effectif de la communauté chinoise passer de 35 000 à 12 000 ; suivi d'un second en 1639, qui réduisit à nouveau la communauté de 40 000 à 7000 membres (De Rienzi 1836). Les décrets d'expulsion se multiplièrent au cours du 18^{ème} siècle. Ainsi, les exils au départ de Manille furent fréquents. Guagua, située à proximité du delta de la Pampanga, accueillit de nombreux exilés, en partie en raison de sa fonction portuaire. Au milieu du 18^{ème} siècle, certaines provinces dont Pampanga comptaient plus de 10% de leur population d'origine chinoise (De Jesus 1998). Pour des raisons à la fois politiques (reconnaissance de droits) mais aussi démographiques (taille de la communauté), certains Chinois se sont mariés avec des natives. La descendance a acquis le statut de *mestizo*², c'est-à-dire de métis sino-philippin. L'importance de cette nouvelle classe se fit sentir au niveau commercial, principal secteur d'activité dans lequel excellaient les Chinois.

La date de 1765 est souvent retenue comme la date à partir de laquelle le rôle des *mestizos* dans l'évolution de la société est devenu important (Larkin 2001). Leur aptitude en matière de commerce, et l'accumulation de capital leur ont rapidement permis de devenir les banquiers de la *principalia*, qui avait besoin de liquidité pour accroître ses propriétés (Larkin 1985). Ces prêts étaient des prêts sur gage (*pacto de retrovendendo*), le gage étant le titre de propriété. Ainsi, en cas de mauvaises récoltes ou du fait de la baisse des prix, les membres de la *principalia* perdaient leur titre au dépend des *mestizos* (Larkin 1985). Les *mestizos*, spécialistes des prêts ont ainsi peu à peu pris possession des terres agricoles. Parallèlement, la suppression de la transmission lignagère automatique de la *principalia* en 1786 offrit la possibilité aux *mestizos* d'accéder au pouvoir politique. Ainsi, le changement majeur concernait le transfert des droits de propriété. On constate aussi que le nombre de transferts est fortement lié aux conditions climatiques. Ainsi, un contexte climatique tel que celui de Pampanga, soumis à de fréquentes inondations, a probablement favorisé un nombre de transferts plus élevé qu'ailleurs.

6.1.2.6 La dynamique des systèmes agraires au cours du 19^{ème} siècle

Les changements paysagers liés aux modifications des systèmes agraires s'intensifièrent à partir de la fin du 18^{ème} siècle. L'un des événements, dont l'importance ne fut pas immédiate, est le décret de 1789, qui permit aux navires marchands, battant pavillon européen, d'accéder au port de Manille (De Jesus 1998). Cette mesure avait pour objectif de réduire la dépendance

² De 1741 à la fin du 19^{ème} siècle, la population des Philippines était divisée en 4 catégories selon la loi espagnole (i) les Espagnols et les *mestizos* espagnols, (ii) les Chinois, (iii) les Indiens (ou natifs d'origine malaise) et les Chinois *mestizos*, chacun dotés d'obligations, de restrictions et de droits différents (Larkin 1993).

de la colonie au commerce des galions et à faire entrer la colonie dans le libéralisme économique (De Jesus 1998). Pourtant, en raison de la dépendance de la colonie à l'argent de Mexico et des restrictions liées au commerce de galions, le démarrage économique de l'archipel ne démarra qu'après 1820 (Larkin 2001).

A partir du 19^{ème} siècle, la croissance de la population a été l'un des principaux moteurs de changements des systèmes agraires (McCoy et De Jesus 2001). À cette époque, la culture de la canne à sucre avait alors commencé à se développer. D'autres cultures de rente se sont développées à Pampanga comme à Bulacan³. La canne était cultivée avant l'arrivée des espagnols, mais de manière relativement insignifiante (Cutshall 1938). La conséquence immédiate de ce développement est la migration des systèmes d'élevage (vaches, carabao, chevaux, cochons) vers l'intérieur des terres, dans la province de Nueva Ecija, au nord de Pampanga (McCoy et De Jesus 2001). Cette migration des systèmes d'élevage se fit au détriment des espaces forestiers qui avaient jusque là été préservés. Ce siècle vit aussi le développement de la culture et de la manufacture du tabac, qui prit fin en 1881, 100 après la création du *tobacco monopoly* (Larkin 1982, McCoy et De Jesus 2001). Cette culture occupait principalement les terrasses sableuses de la Pampanga et de la Peñaranda (Nueva Ecija). Progressivement, les zones présentant des sols à texture sableuse se couvrirent de canne à sucre et de maïs. La culture de la canne à sucre avait débuté avant même que ne se termine la culture du tabac, sur les zones les plus éloignées des cours d'eau (McCoy et De Jesus 2001). Le plus gros bouleversement agricole au cours de ce siècle a été le remplacement du riz par la canne à sucre en tant que culture principale alors que Pampanga était déjà au 18^{ème} siècle le principal producteur de canne du pays et que l'expansion n'était entravée que par la faiblesse de la demande (Larkin 2001). En 1820, la canne a supplanté le riz en superficie plantée à Pampanga (Larkin 2001). A cette date, le riz était pourtant encore la principale culture de subsistance, alors que la canne était, quant à elle, la majeure source de revenus (Larkin 1971). Ce fut une occasion supplémentaire pour les *mestizos* d'acquérir des terres car la culture de la canne supposait l'obtention d'un capital à la fois pour la conversion des terres mais aussi pour acquérir les outils et machines nécessaires à cette nouvelle culture. Devant cette percée de la classe des *mestizos*, à la fois sur le plan politique et financier, la *principalia* s'est mise à pactiser avec eux au travers d'alliances diverses (par ex. mariages) ainsi qu'avec les *principalia* voisines avant d'acquérir progressivement le statut d'élite économique et intellectuelle.

Le développement de la canne s'explique par plusieurs facteurs : (i) l'introduction de nouvelles technologies en matière agricoles et en matière de transport, (ii) l'ouverture du canal de Suez et développement du bateau à vapeur, (iii) le retour après 1850 de Chinois permettant une plus grande efficacité de la filière, et (iv) l'augmentation du prix du sucre (Larkin 2001). Le principal facteur reste l'incroyable développement de la demande internationale, en particulier des pays développés en Europe et en Amérique (Larkin 1971, 2001). En 1838, Pampanga perdit sa place de leader national rizicole. Pour comprendre le développement de la culture de la canne à Pampanga, il faut garder à l'esprit que l'un des facteurs de production, la terre, était disponible en quantité. Ainsi, la forêt située au nord de la zone occupée par le riz a été déboisée et mise en valeur pour la culture de la canne, ce qui a également provoqué des migrations de populations vers ces terres (Larkin 1971). Cette nouvelle tendance agricole a donc provoqué une croissance démographique plus importante dans la partie nord de Pampanga, et c'est à cette époque que des villes comme San Fernando ou Angeles se développèrent, en particulier au dépend de Mexico dont l'affaiblissement est aussi la conséquence d'une baisse de la navigabilité de la Pampanga suite à sa sédimentation. Certaines grosses *haciendas* commencèrent à se former à cette époque. Ainsi, Don José de

³ Ainsi, à Bulacan, les haciendas cultivent aussi du café, de l'indigo, de la canne à sucre et d'autres cultures d'exportations.

Leon (appartenant à la *principalia*) possédait 250 ha de terres à Bulacan, et plus de 5000 à Nueva Ecija à la fin du 19^{ème} siècle (McCoy et De Jesus 2001). En 1880 et en 1894, le gouvernement colonial avait émis des décrets pour la titularisation des terres mais l'ignorance, l'analphabétisme et l'adhésion aux concepts traditionnels des droits des terres ont empêché la plupart des paysans d'acquérir les terres qu'ils travaillaient, au contraire de la *principalia* qui a profité de l'occasion pour accroître ses propriétés (McCoy et De Jesus 2001). Les *haciendas* possédées par les ordres religieux n'avaient pas, à Pampanga, les dimensions qu'elles pouvaient avoir dans d'autres provinces. Les terres possédées par l'église étaient généralement destinées à supporter les églises au niveau local. Ainsi, à Pampanga, la plus grande propriété, à Bacolor, faisait 115 ha (Larkin 2001). On peut expliquer cette situation peu favorable pour l'église par l'agressivité des membres de la *principalia* pour accroître leurs terres (Larkin 2001). En conclusion, le développement de la canne à sucre a provoqué de profonds et durables changements sociaux en renforçant sur les plans politique et foncier la classes des *mestizos*, et en provoquant sur le plan des paysages de nombreux déboisements et le remplacement partiel des cultures vivrières par des cultures de rente.

6.1.2.7 La déforestation

Le développement de la canne à sucre a été un moteur essentiel de déforestation à Pampanga. Ce phénomène a été d'autant plus important que la mécanisation progressive de la filière de la canne a permis aux individus de posséder des *haciendas* de plus en plus grandes (Larkin 1971). Le déboisement a connu son apogée entre 1820 et 1925, avec deux phases: (i) une première au 19^{ème} siècle, durant laquelle des pionniers (Ilocanos et petits propriétaires) et des *hacenderos* réalisèrent des coupes à blanc ; et (ii) une seconde au début du 20^{ème}, où des gros exploitants et des métayers ont été les principaux responsables (McCoy et De Jesus 2001). Ainsi, dès le 19^{ème} siècle, des petits propriétaires terriens coupent des espaces boisés de versant afin d'y pratiquer du riz pluvial, entrecoupé de jachères pour rétablir la fertilité. L'exploitation de la montagne permet d'augmenter un peu le revenu de ces petits exploitants. Le bûcheronnage, pour le bois de charpente, la coupe des bambous et l'abattis-brulis qui permet la culture de riz pluvial sur les fortes pentes, se répandent (De Casanova et Bombrun 2000). Mais au début du 20^{ème} siècle, ces espaces boisés qui appartenaient jusqu'alors au domaine public, passent entre les mains d'investisseurs privés qui exploitent le bois pour l'exportation tout en interdisant l'abattis-brûlis sur leurs parcelles (De Casanova et Bombrun 2000). Ainsi, la pression sur les systèmes d'abattis-brûlis s'est peu à peu intensifiée par une limitation des jachères. Les missions catholiques destinées à christianiser les populations et à répondre aux besoins de services religieux ont aussi contribué à la déforestation, comme par exemple, à partir de 1823, l'établissement d'une mission dans ce qui deviendra plus tard Floridablanca. Les missionnaires défrichèrent ainsi peu à peu les alentours pour obtenir du bois de construction et du bois de feu. D'autres raisons permettent d'expliquer les taux de déforestation, comme les besoins en bois de feu et le charbon de bois pour la fabrication du sucre, ou encore les besoins en bois de mangrove pour la fabrication du sel (McCoy et De Jesus 2001, De Casanova et Bombrun 2000). Le déboisement s'accompagne en règle générale d'une privatisation des terres, contestable par ailleurs compte tenu du caractère prétendument inaliénable de la forêt. À la fin de la période espagnole, il restait pourtant encore des terres collectives disponibles, que certains estiment à environ 10% de la surface totale de la province (Larkin 2001).

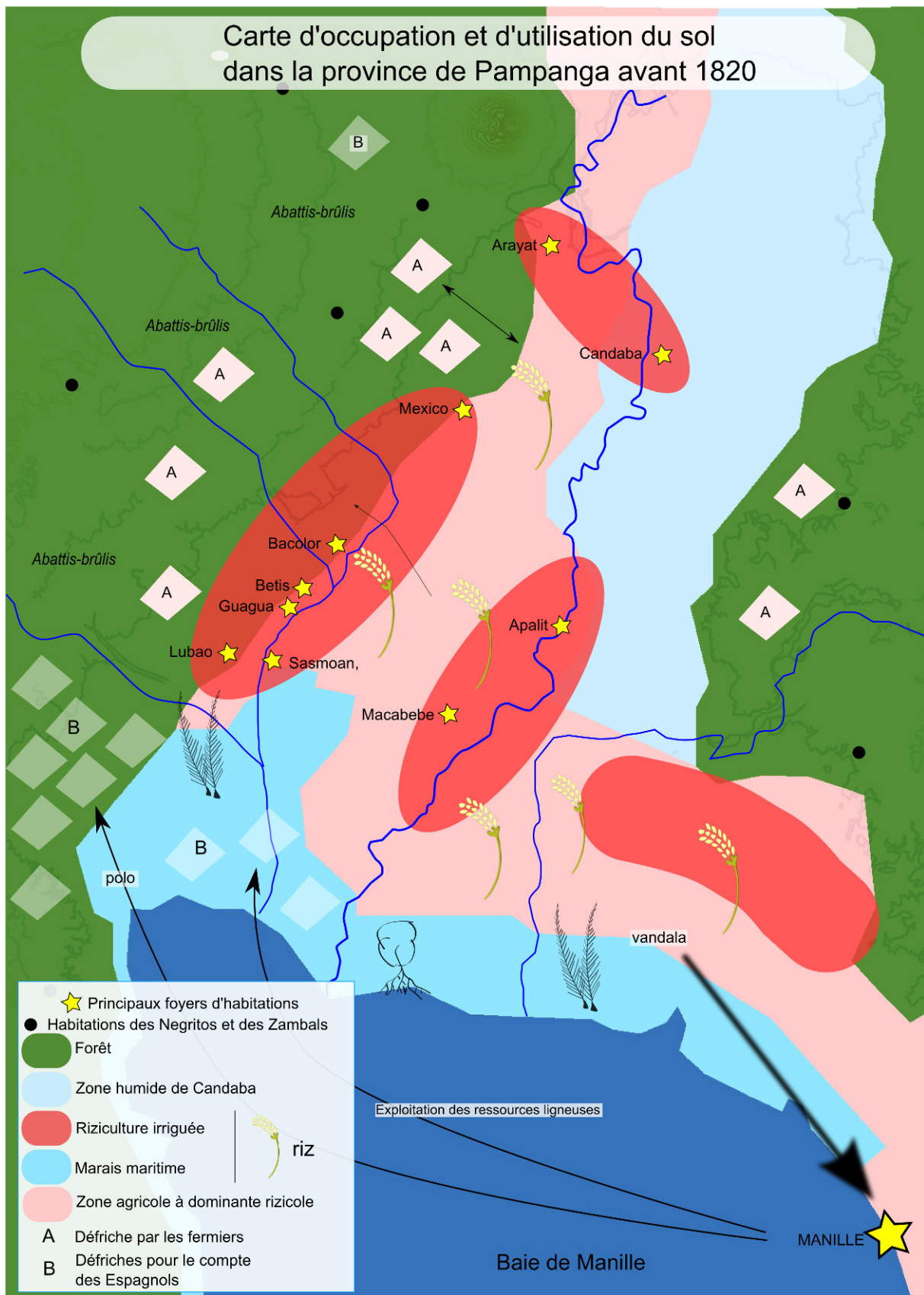


Figure 6-4 - Carte d'occupation du sol avant 1820 (conception : Mialhe F.)

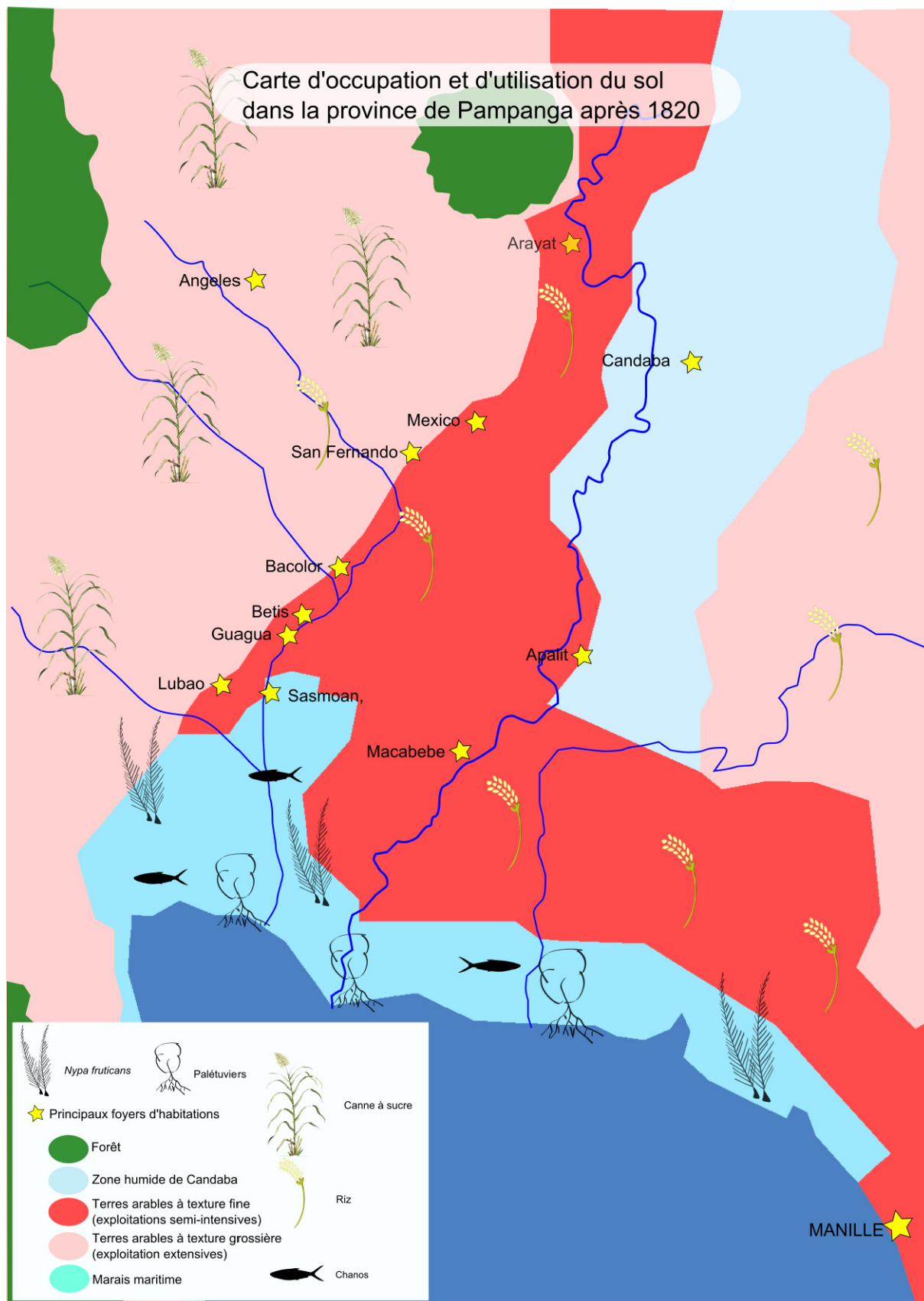


Figure 6-5 - Carte d'occupation du sol après 1820 (conception : Mialhe F.)

6.1.3 La période américaine

Les intérêts qui poussèrent les Américains à acquérir les Philippines en 1898 étaient doubles : d'une part il s'agissait de préserver la politique d'ouverture libre-échangiste en Chine en utilisant ces îles dotées d'une position géographique stratégique comme base asiatique et, d'autre part, de développer leur richesse agricole pour alimenter l'industrie étasunienne (Goh 2008). Le changement d'administration a provoqué de nombreuses ventes de terres précédemment détenues par les Espagnols et par les ordres religieux, qui préféraient vendre par crainte que les modifications à la suite du changement de régime ne soient en leur défaveur. Le cadastrage des terres par les Américains, à partir de 1913⁴, a été l'occasion pour la *principalia* d'obtenir les titres de terres qui ne lui appartenaient pas et qui étaient travaillées par des petits paysans. Pour accroître leurs terres, les *hacenderos* engagèrent aussi des fermiers (*inquilinos*) afin que ceux-ci défrichent les espaces boisés restants. Ainsi, les *haciendas* se sont développées à la fois sur les terres des petits paysans et sur les terres collectives, en particulier sur la forêt (McCoy et De Jesus 2001). L'augmentation de la taille des *haciendas* a eu pour conséquence directe d'ôter la terre aux paysans. Ainsi, le début du 20^{ème} siècle consacre-t-il la transition de la petite production familiale au métayage, c'est-à-dire d'une rente fixe à une rente mobile, dépendante de la production (McCoy et De Jesus 2001). Le système de production à cette époque est celui dit du 'rent capitalism', qui diffère du capitalisme moderne en cela que le premier cherche à collecter le plus grand nombre de rentes tout en déchargeant le propriétaire des tâches et des obligations d'une gestion entrepreneuriale (McCoy et De Jesus 2001). Il est ainsi plus facile de contrôler un tenancier plutôt que d'augmenter les rendements. Ce contrôle s'est fait à travers un morcellement des terres. La taille de ces parcelles ne permettait pas à l'exploitation d'atteindre son seuil de reproduction, ce qui poussait les tenanciers à demander des prêts (*bugnos*) auprès du propriétaire. Ainsi, le système d'endettement généralisé, proche de l'esclavage, a été un moyen pour la *principalia* de conserver ses terres.

Après une période de vicissitudes, la culture de la canne profita des accords de libre échange signés avec les Américains, en particulier l'accord de Payne-Aldrich de 1909, qui octroie aux Philippines la possibilité d'exporter, sans être taxé, 300 000 tonnes de sucre sur le marché américain, en contrepartie de l'accès illimité au marché philippin pour tous biens et services américains (Larkin 2001). Cet accord a permis à la filière de se revigorer alors qu'un an plus tôt, la moitié des surfaces anciennement occupées par la canne étaient en jachère ou semées en riz (De Lataillade *et al.* 2003). Cet accord, et ceux qui suivirent, bénéficièrent largement aux planteurs de Pampanga et leur permit d'accroître leurs exploitations. La période d'avant-guerre a donc été une période faste pour l'élite. Dans les faits, et malgré ces accords, du fait de la concurrence du sucre élaboré à Hawaï ou à Cuba, les exportations ont majoritairement été à destination de l'Asie du Sud-ouest, c'est-à-dire des marchés moins lucratifs (Larkin 2001).

Le boom sucrier a toutefois subi plusieurs écueils qui ont limité ses superficies. Ainsi, l'un des problèmes récurrents à Pampanga est lié à la piètre qualité du sucre produit à Pampanga, le *muscovado*. La guerre en Europe a aussi eu pour conséquence (i) de réduire la demande et (ii) de rendre plus difficile l'acheminement du sucre vers le marché du fait des destructions d'une partie de la flotte marchande. La difficulté d'accès au crédit, qu'il soit institutionnel ou informel, au lendemain de la guerre a aussi joué en défaveur d'une reprise de l'activité. La période de colonisation japonaise a aussi eu pour conséquence de détruire la plupart des sucrières (Larkin 2001). L'un des signes des problèmes de l'agriculture a été le dépassement

⁴ Processus qui prit fin vers 1935 à Pampanga (Larkin 2001).

du nombre de ventes par *retrovendendo* par les ventes directes (Larkin 2001) qui traduit le pessimisme de la part des agriculteurs au lendemain de la 2nde guerre mondiale.

Sur le plan des infrastructures, l'époque américaine restera comme une période de développement. Ainsi, dès 1904, des campagnes de creusements de puits prennent place dans la province afin que les populations aient accès à une eau de qualité. Un réseau de digues ayant vocation à contenir les flots pour restreindre les zones inondées a ainsi commencé à prendre forme à partir des années 1910.

6.2 Les changements contemporains

A l'inverse de ce qui a été exposé dans la première partie, une reconstitution des paysages à partir d'indices bibliographiques, la reconstruction concerne ici les chaînes de causalité et part des changements paysagers détectés par télédétection. La méthode utilisée jusque là s'inverse donc. Précédemment, l'occupation du sol était déduite des informations historiques alors que désormais, les causes sont déduites des changements paysagers. Des recoupements avec d'autres sources d'information ont cependant été effectués. L'ensemble des cartes de changements et de stabilité des occupations du sol ont permis, dans le chapitre précédent, d'identifier les principales cinématiques paysagères : (i) le développement de l'aquaculture jusqu'aux années 1970 aux dépens des écosystèmes du marais maritime, (ii) le développement de l'aquaculture aux dépens de la riziculture entre les années 1980 jusqu'à aujourd'hui, (iii) le développement de l'aquaculture d'eau douce, (iv) le développement de systèmes de cultures riz-aquaculture, (v) le recouvrement par les *lahars* de 1991.

6.2.1 Le développement de l'aquaculture jusqu'aux années 1970

Au lendemain de la Seconde guerre mondiale, les changements paysagers vont se poursuivre tout en changeant parfois de nature. Ainsi, l'un des premiers changements identifié grâce aux techniques de traitement d'image est une augmentation des plans d'eau au dépend de plusieurs types d'occupations du sol parmi lesquelles des formations végétales, composées en partie de palétuviers et de *nipa*.

6.2.1.1 Changements : localisation et quantifications

La carte des changements (Figure 6-7) montre une extension des surfaces aquacoles au dépend de la mangrove, du *nipa*, du marais maritime, et de divers plans d'eau. En superficie, les marais maritimes ont été les plus affectés par le développement aquacole. En valeur relative, ce sont les formations de mangrove : presque 70% de la surface de mangrove a ainsi disparu entre ces deux dates. Les municipalités qui possèdent une façade maritime : Hagonoy, Macabebe, Sasmoan et Lubao sont celles qui ont connu les plus forts changements.

Avant d'identifier et de caractériser les facteurs politiques, économiques, sociaux et écologiques qui ont provoqué et permis une telle dynamique paysagère, les débuts de l'aquaculture ont été décrits.

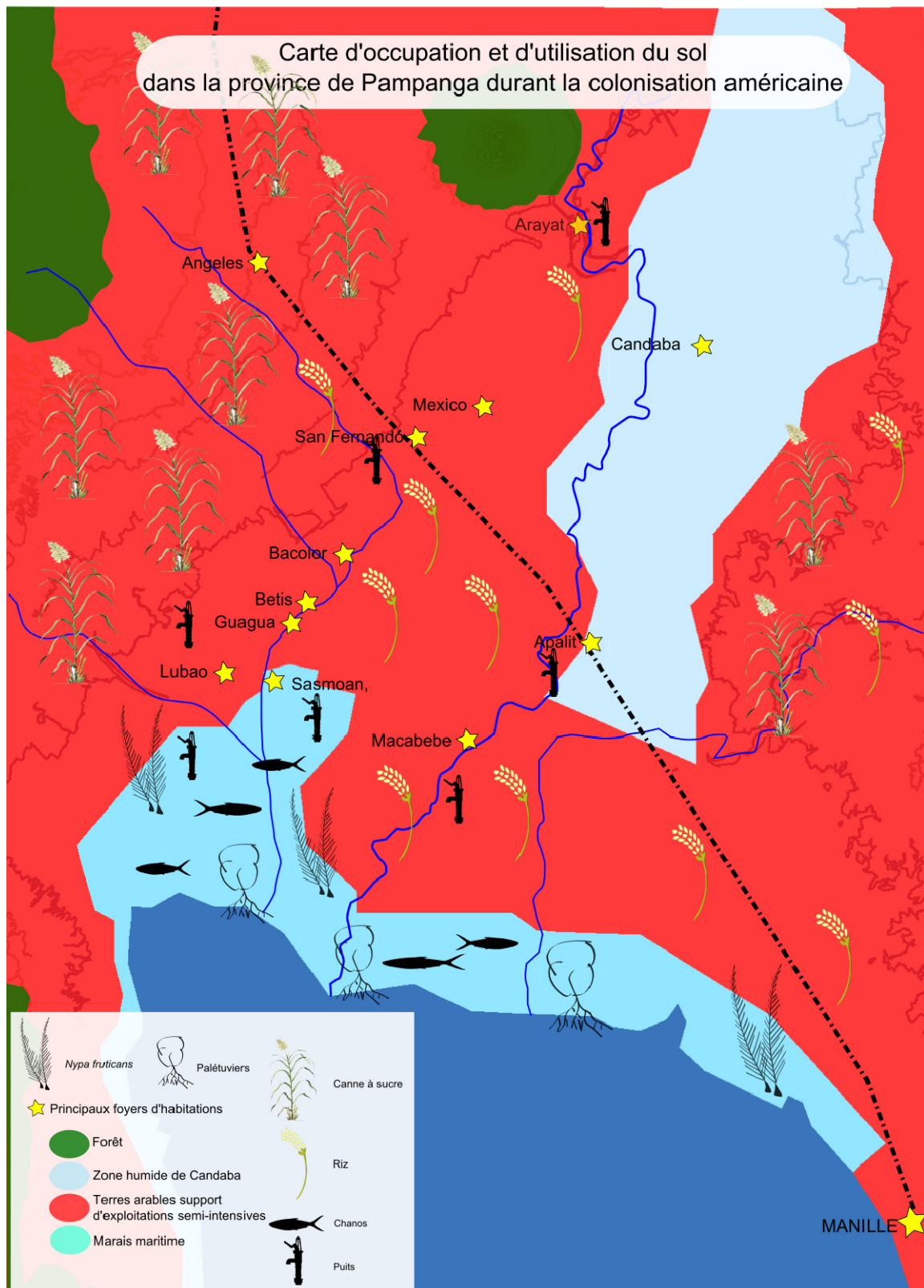
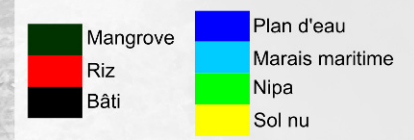
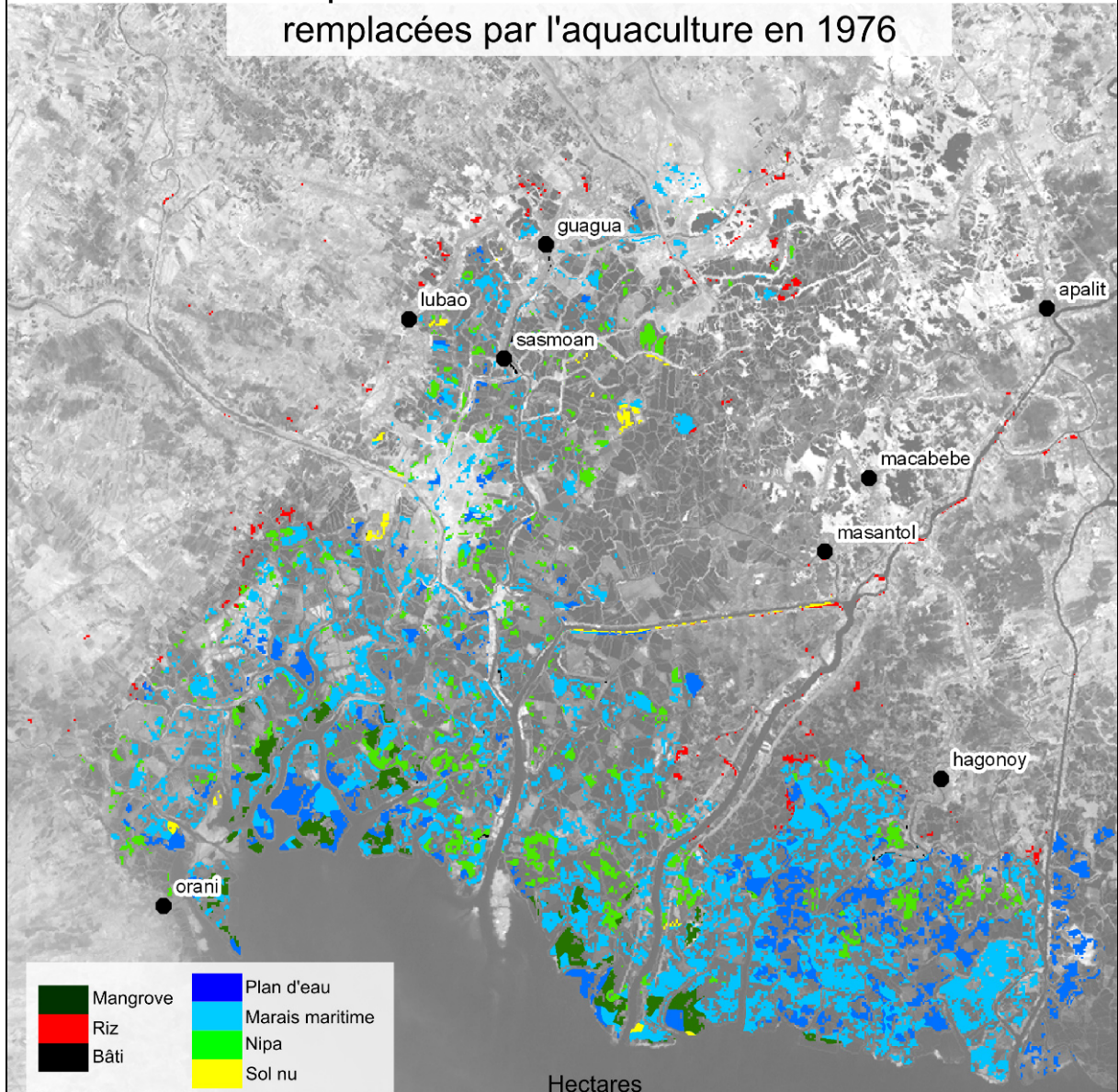


Figure 6-6 - Carte d'occupation du sol durant la colonisation américaine (conception : Mialhe F.)

Occupations du sol des années 1950/1960
remplacées par l'aquaculture en 1976



Hectares

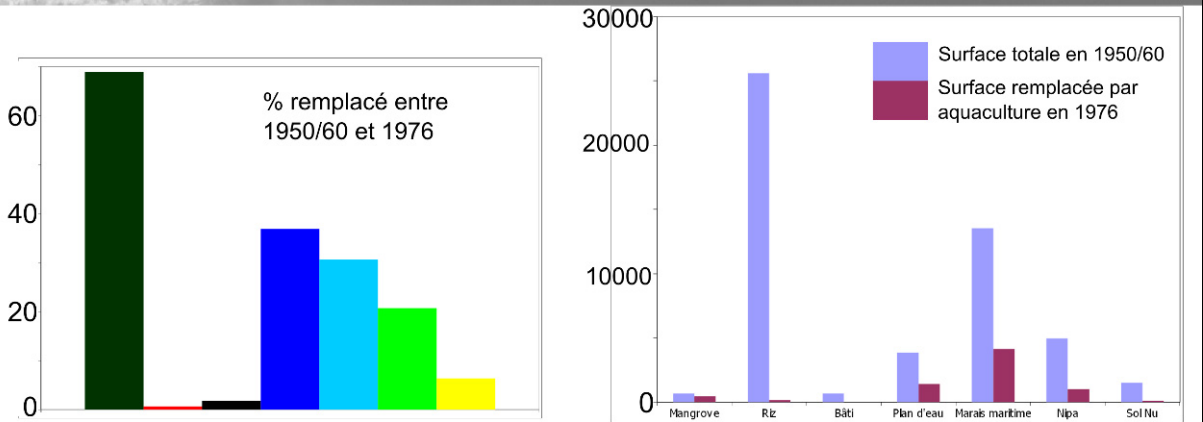


Figure 6-7 - Carte des changements d'occupation du sol entre les années 1950/60 et 1976.

6.2.1.2 Origine de l'aquaculture

On ne connaît pas avec précision la date des premiers étangs aquacoles aux Philippines. Des éléments laissent à penser qu'avant l'invasion des Espagnols, une forme très extensive d'aquaculture était déjà pratiquée. Si l'on s'en réfère aux informations spécifiquement liées à Pampanga, on constate que l'une des méthodes les plus utilisées pour construire un étang consiste à empêcher l'écoulement des rivières (Figure 6-8). On peut donc penser que cette technique, simple et couramment utilisée au début du 20^{ème} siècle, si l'on en croit les nombreuses références dans les procès-verbaux, remonte à des temps anciens. Son avantage est de ne reposer sur aucune modification de l'écosystème terrestre (ou supra-tidal) en place.

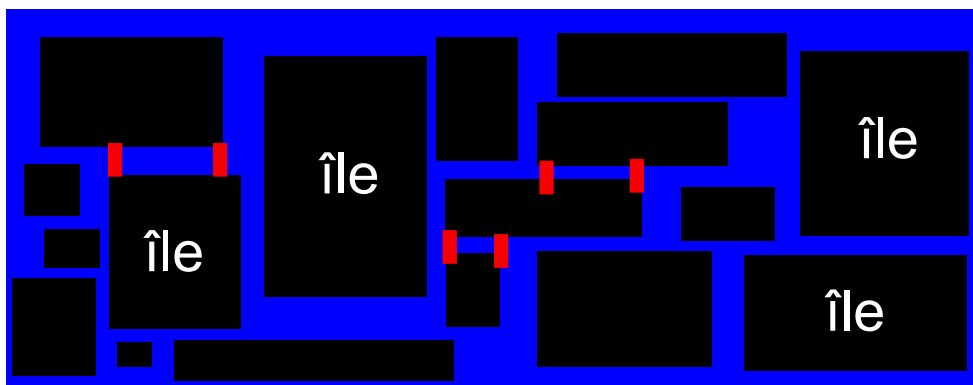


Figure 6-8 - Schéma du premier moyen supposé de création des étangs aquacoles dans le delta (bleu : eau, noir : terre, rouge : barrages artificiels en travers des chenaux)

En effet, lorsque les îles sont occupées par des formations végétales, il est nécessaire auparavant de les déboiser, ou de les éclaircir pour en permettre l'accès, ce qui suppose une certaine quantité de travail. Autrement dit, il faut que les bénéfices surpassent les coûts. On peut ainsi supposer que le choix d'aménager des cours d'eau plutôt que de modifier l'écosystème forestier est le résultat (i) soit de bénéfices aquacoles limités, (ii) soit de bénéfices tirés des écosystèmes forestiers supérieurs, (iii) soit des deux à la fois. Un autre moyen de construire un étang, au début du 20^{ème} siècle consiste à élever des diguettes autour des marais à *nipa* afin de maintenir une lame d'eau dans le casier alors créé. Ceci permet le stockage d'organismes aquatiques présents dans le milieu naturel (Figure 6-9). L'utilisation de cette technique, relevée par Chong *et al.* (1982) à Pampanga, a été confirmée par plusieurs témoignages, en particulier à Macabebe où les exploitations à *nipa* ont progressivement été converties en étangs, mais après avoir été en association avec de l'aquaculture. Ces systèmes correspondaient donc à des systèmes d'aqua-sylviculture.

De tels systèmes n'ont pas pu être clairement identifiés sur la carte topographique éditée dans les années 1960 qui ne comporte pas une telle information. Ainsi, il est probable que les surfaces aquacoles y aient été sous-estimées. Progressivement, ces zones de *nipa* ont donc été remplacées par des étangs aquacoles qui, de fait, sont plus facile à repérer puis à cartographier. Des estimations des superficies aquacoles dans les années 1920 permettent de confirmer que ces systèmes occupaient de vastes superficies : 3193 ha dans la province de Rizal, 16 700 ha à Bulacan, 14 200 ha à Pampanga et 4000 ha à Bataan (Herre et Mendoza 1929).

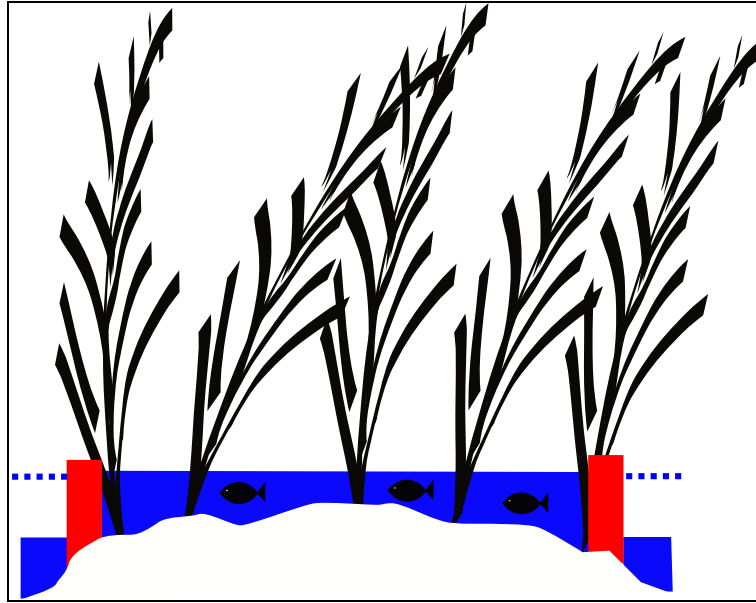


Figure 6-9 - Schéma d'un système aqua-sylvicole, associant la culture du *nipa* et l'aquaculture pratiquée durant la première moitié du 20^{ème} siècle.

L'histoire montre, grâce à des conflits répertoriés dans les procès-verbaux, que l'aquaculture existait bel et bien dès le dernier quart du 19^{ème} siècle, mais qu'elle était concurrencée par d'autres activités. En effet, le procès-verbal n°L-24066, qui pose la question de la légitimité des actions d'un propriétaire foncier, indique que ce propriétaire, Valentin Susi, rachetant un étang aquacole, a immédiatement, semé des graines de palétuviers. Ainsi, si l'on considère cet exploitant comme rationnel, l'aquaculture devait être comparativement moins rentable que la sylviculture, alors même que les étangs rachetés étaient productifs depuis au moins 1880, l'utilisation principale de la mangrove étant le bois de feu et le bois d'œuvre (De Rienzi 1836). Certains évoquent une ancienneté de 400 ans pour les systèmes en eau saumâtre (Guanzon et Basa 1977). Il n'existe pas de description précise des systèmes les plus anciens. L'information concernant les aménagements opérés par les *datus* ('*datus could build fish dams, obstruct river traffic [...]*') (Scott 1994) est toutefois un indice important d'existence d'une proto-aquaculture dans les temps pré-hispaniques. Le manque d'informations plus précises est probablement lié au caractère très extensif de la production, qui ne s'accompagnait donc pas de méthodes et techniques particulières, d'autant que le caractère archipélagique du pays rend l'ichtyofaune disponible et relativement facile d'accès. Les différentes méthodes de capture, en rivière ou en mer, sont, quant à elles, bien détaillées par ailleurs (voir Jagor 2007). Le texte le plus ancien dans lequel il est fait référence à la pisciculture dans la province de Pampanga est un document espagnol daté de 1840 (*errecciones de pueblos*) qui regroupe diverses informations sur les localités de Pampanga et relève l'importance de la *piscicultura*. Seule la manière de pêcher y est décrite, qui s'apparente aux pratiques traditionnellement utilisées dans le cas de la pêche de capture mais on ne trouve cependant pas de référence claire sur la manière dont les organismes sont stockés et sur les types d'infrastructures. Toutefois, l'utilisation du terme de pisciculture révèle une action dirigée dans le but d'augmenter la concentration de la biomasse. On peut alors penser que les étangs devaient uniquement servir à enfermer les animaux et à les laisser croître jusqu'à une taille permettant la vente ou bien l'autoconsommation. Compte tenu du milieu et du contexte climatique, il est probable que les plans d'eau contenant les poissons correspondaient à des lacs formés naturellement dans la plaine d'inondation de la Pampanga (McCoy et De Jesus 2001). La rusticité des infrastructures devait ainsi permettre à tout un chacun d'organiser de tels étangs. Le procès-verbal n°L-9969 donne une idée de la taille

relativement importante des exploitations localisées dans le delta. En l'occurrence, l'exploitation, d'une taille de 71 ha, recouverte de *nipa*, dont le mode d'exploitation consiste alors à couper l'arbre avant de le revendre (1910).

6.2.1.3 Les facteurs de changements

Le développement s'inscrit dans une continuité historique de faits et d'évènements. C'est cet ensemble, finalement cohérent, qui constitue le ferment du développement aquacole. Une trame historique a été utilisée pour présenter la succession de faits et d'évènements qui ont abouti au développement de l'aquaculture en commençant par l'occupation de l'espace, et en poursuivant par l'accessibilité des ressources deltaïques, avant d'identifier les différents usages de ces mêmes ressources, pour finir par les conditions qui ont permis un décollage de l'activité.

6.2.1.3.1 L'occupation de l'espace

Une première hypothèse du développement aquacole est liée à une augmentation de l'occupation du sol accentuant la pression sur les ressources de la plaine et des interfluves. Celle-ci aurait posé les bases préalables d'une extension du front agricole. Cette hypothèse repose sur plusieurs éléments qui sont (i) des héritages de l'époque espagnole, (ii) des héritages de l'époque américaine, et (iii) des facteurs transversaux, que l'on ne peut pas formellement catégoriser dans les deux catégories précédentes.

a) Les héritages de l'époque espagnole

Cette époque a fortement modifié la structure agraire de Pampanga, à travers (i) la privatisation des terres, (ii) le système de taxes, et (iii) l'émergence des *haciendas*. L'histoire foncière de Pampanga a abouti à un système totalement inégal, dans lequel une classe, la *principalia*, dispose de la grande majorité des terres tandis qu'une autre classe, les métayers, ne dispose que de sa force de travail. C'est la conséquence, à terme, du processus de privatisation engagé à l'époque espagnole. Le taux de métayage à Pampanga est alors, aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles, parmi les plus élevés de tous les pays. Ce taux est beaucoup plus élevé par exemple que dans la province Negros, avec laquelle Pampanga a comme point commun de produire de la canne à sucre, mais qui, à la différence de Pampanga, s'appuie sur une classe ouvrière en formation. C'est le reflet d'une différence de capitalisme entre, d'un côté, un capitalisme de rente (Pampanga) dont l'objectif est de collecter le plus de taxes possible ; et de l'autre, un capitalisme moderne (Negros Occidental) dont l'objectif est d'intensifier la production en vue d'augmenter de la productivité du capital. Les capitalistes de Pampanga étaient donc, globalement, plus conservateurs. Cela entraîne la mise en place de systèmes de production extensifs, ayant besoin de grandes superficies pour pouvoir se reproduire. Alors, les *hacenderos* recherchent les moyens de pouvoir acquérir toujours plus de terres. Ainsi, au début du 20^{ème} siècle, ont commencé à se former de grandes *haciendas*⁵. Les terres arables, à texture fine (riziculture) et à texture sableuse (canne à sucre) étaient donc presque totalement occupées à la fin du premier quart du 20^{ème} siècle. Les terres disponibles, déjà limitées à 10% de la superficie de la province en 1870, s'étaient donc encore davantage réduites. Très tôt, les taxes et impôts ont déclenché d'importants déboisements sur les terres initialement moins adaptées à la riziculture. L'objectif était de pouvoir augmenter suffisamment la production de manière à pouvoir en conserver suffisamment à l'intérieur de la famille. Toutefois, au regard de l'ensemble des évènements ayant provoqué ces déboisements, ces actes isolés, qui sont le

⁵A titre d'exemple, à la fin du 19^{ème}, Benito Legarda, un métis sino-espagnol, possédait 1100 ha de marais maritime couvert de *nipa* qu'il exploitait pour la fabrication d'alcool produit dans sa distillerie de Guagua (Larkin 1993).

fait de populations marginalisées sur le plan économique, ont été probablement moins importants que la déforestation engendrée par le développement de la canne à sucre. Ainsi, l'occupation complète de l'espace est la conséquence à la fois de facteurs exogènes, politico-économiques internationaux des 18^{ème} et 19^{ème} siècles (révolution industrielle, marché mondial, révolution des transports), ainsi que des changements du système foncier opérés par les espagnols et des conséquences de ces deux facteurs sur la structure sociale interne.

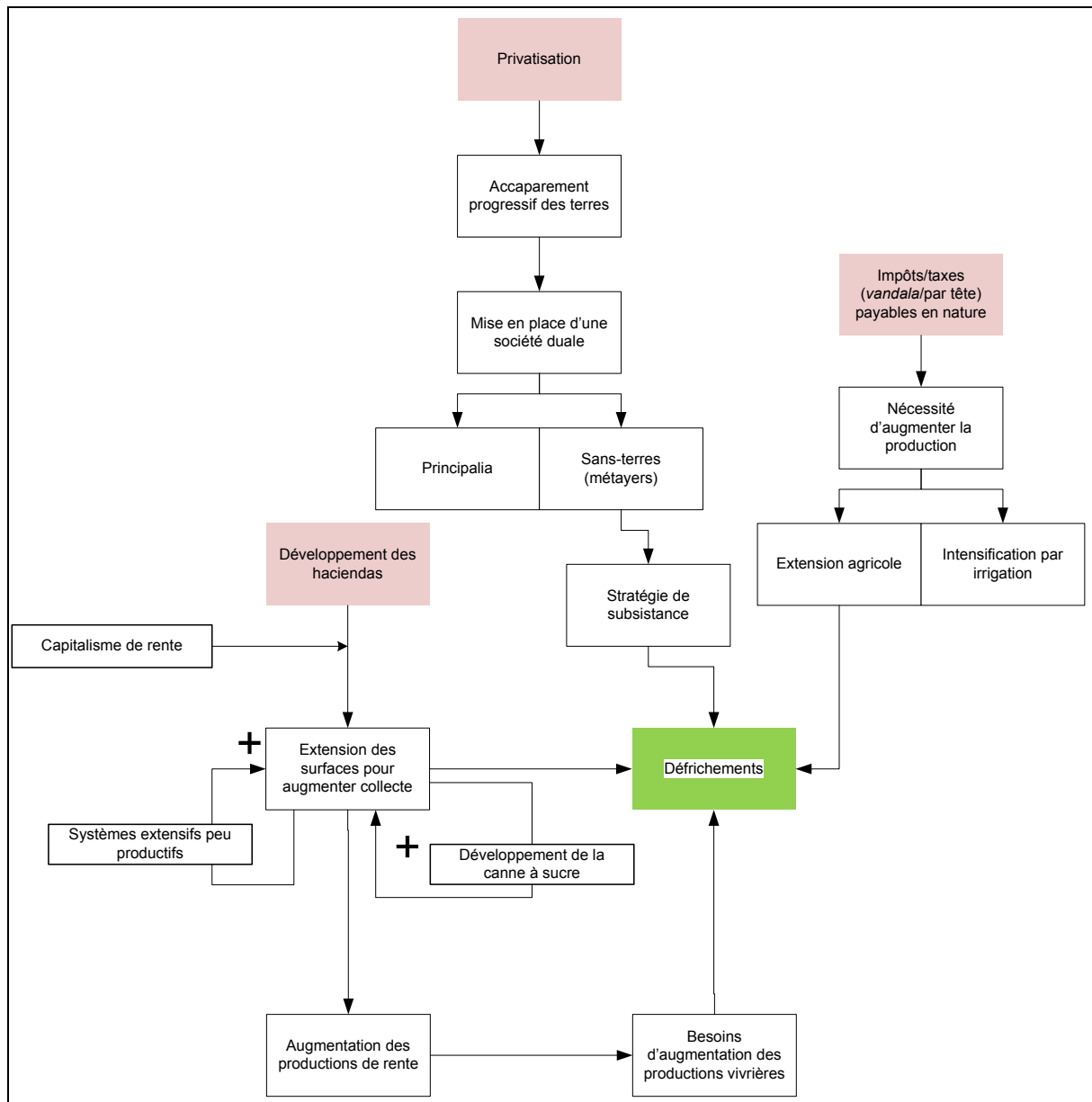


Figure 6-10 - Modélisation du processus d'extension agricole provoquant, en particulier, un défrichement.

b) La continuité du processus durant l'époque américaine

Cette période n'entrave en rien, au contraire, le processus engagé précédemment. Le développement des infrastructures, la modernisation de l'administration et les accords commerciaux d'échanges ont renforcé le pouvoir des *hacenderos*. En effet, l'amélioration des infrastructures, et particulièrement, des axes de communication vers Manille, ont permis de baisser les coûts de transaction. Le cadastrage engagé en 1913 a donné les capacités aux *haciendas* d'accroître leurs superficies, tandis que les accords commerciaux ont stimulé

encore un peu plus la culture de la canne. Enfin, le début de la croissance démographique et du développement des zones résidentielles et commerciales a aussi promu des conversions des terres arables.

c) Le début de l'accroissement démographique

Le diagramme de la population provinciale permet d'apprécier le phénomène démographique dans une perspective longue (Figure 6-11). On constate une bifurcation entre les années 1913 et 1941 qui marque le démarrage d'une croissance bien plus forte qu'auparavant. Le diagramme de la population de Manille confirme le départ d'un accroissement démographique important avant le début de la Seconde guerre mondiale. Larkin (1971) notait que jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle la densité de population de Pampanga n'était pas très élevée, en comparaison avec les plus fortes densités asiatiques (Java), d'autant qu'on observait déjà la fin du 19^{ème} siècle des migrations des *Kapampangans* vers les zones vierges du sud de Tarlac (39 000 en 1903) ainsi que vers Manille (15 000). Néanmoins, durant la colonisation américaine, la population a presque doublé, passant d'environ 200 000 âmes en 1899 à un peu plus de 400 000 au lendemain de la Seconde guerre mondiale. La conséquence de cette croissance démographique sur les ressources naturelles, rapportée au fait que l'on soit en présence d'une société duale, a accrue la pression sur les ressources (aquatiques, ligneuses, foncières). Il apparaît en définitive que, vers le premier quart du 20^{ème} siècle, les terres peu exploitées ou exploitées de manière très extensive, se limitent aux zones montagneuses à fortes pentes et aux ressources du delta.

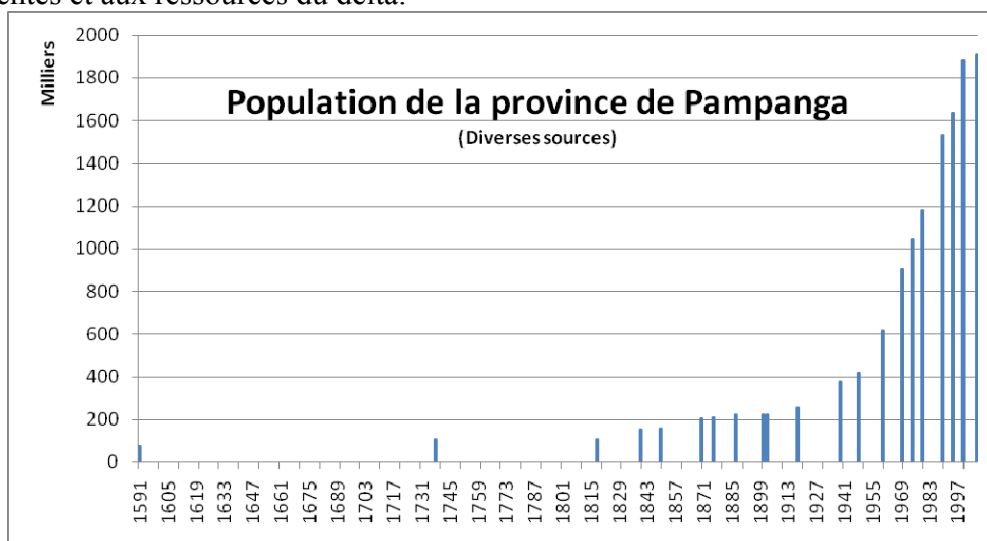


Figure 6-11 - Diagramme de la population de Pampanga entre 1591 et 2007.

6.2.1.3.2 L'exploitation et la gestion des ressources naturelles du delta

Les ressources du delta sont exploitées depuis des temps anciens ce qui permet en premier lieu de réfuter l'emploi du terme de « front pionnier ». Avant d'être utilisées pour l'aquaculture, on pouvait ainsi constater une diversité des usages des ressources naturelles jusque dans les années 1950. L'hypothèse est que la diversité des modes d'exploitation s'est progressivement réduite pour ne plus laisser place qu'à l'aquaculture.

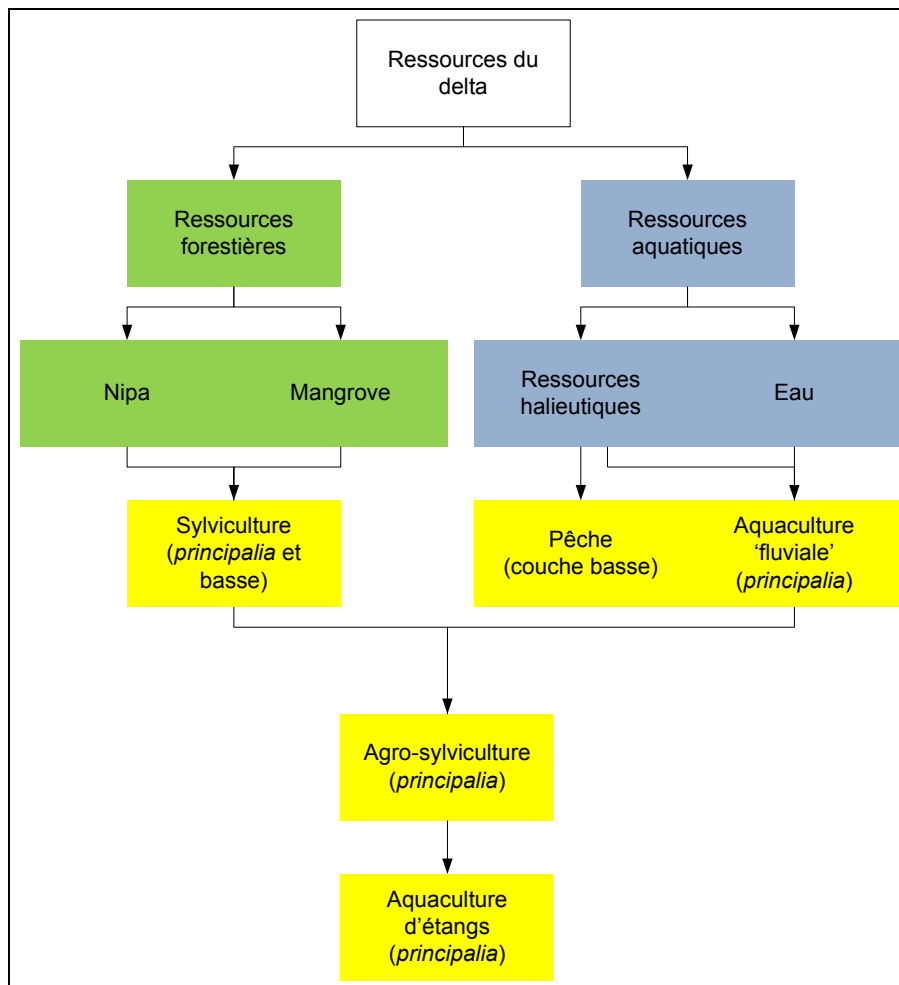


Figure 6-12 - Evolution de l'exploitation et des exploitants des ressources du delta.

Si l'on dispose de peu d'informations quant aux usagers et aux bénéficiaires que ceux-ci tirent de l'exploitation des ressources du delta, on peut imaginer que du fait de leur statut de bien public, certaines d'entre elles étaient exploitées par les populations appartenant à la couche basse. Ainsi devait-il en être en ce qui concerne les ressources halieutiques (pêche à la ligne et pêche de capture) et les ressources ligneuses (bois de feu et bois de construction des maisons traditionnelles). Les plus riches, c'est-à-dire, les membres de la *principalia* exploitaient eux-aussi les ressources forestières mais sur des superficies plus grandes. Les étangs aquacoles 'fluviaux', c'est-à-dire construits dans le lit des cours d'eau, nécessitaient des opérations qui, bien que simples, devaient probablement être effectuées sous la responsabilité de membres de la *principalia*. Si l'activité de pêche a perduré, l'aqua-sylviculture s'est quant à elle progressivement étendue au dépend des systèmes sylvicoles et de l'aquaculture fluviale. Cette dernière aura été intégrée *de facto* dans les exploitations agro-sylvicoles, d'où la présence de nombreux conflits à propos du statut de certains étangs. Ces derniers existaient-ils avant d'avoir été clôturés, ou bien appartiennent-ils au domaine public, et sont-ils donc privatisés illégalement ? Le procès-verbal n° L-11401 rappelle que les cours d'eau sont sous le contrôle et la responsabilité de la municipalité et qu'ils restent publics et inaliénables. Ainsi, lors de tels cas, les plaignants, qui s'opposent à l'obstruction des cours d'eau, ont souvent gain de cause. En revanche, lorsque l'obstruction des cours d'eau est trop ancienne, la justice ne donne généralement pas raison aux plaignants. Ainsi, le procès-verbal n° L-16949 (1967) évoque une lettre du sénateur Rogelio de la Rosa, qui cherche à appuyer la demande de plusieurs plaignants habitant Sasmoan contre les propriétaires d'étangs qui auraient développé leur ferme au dépend des cours d'eau de la municipalité. La réponse de la cour suprême donne

une idée de l'ancienneté de l'activité. En effet, les plaintes sont récusées en raison de l'ancienneté présumée des faits, qui dateraient d'un siècle ou plus, ce qui permet de dater les étangs en question, au plus tard, aux années 1860.

Une affaire particulièrement révélatrice de ce cas de figure (procès-verbal n° L-15829) a opposé Roman Santos à Moreno à propos du statut et de l'appropriation des cours d'eau par les exploitants aquacoles. On a ainsi des informations quant à l'histoire de la propriété de Roman Santos, qui est l'un des plus gros propriétaires du delta et qui possède encore aujourd'hui plusieurs *barangay* entiers (dont San Estéban–Macabebe). Son exploitation dont il est question constitue une partie de l'Hacienda San Esteban, située dans le *barangay* éponyme. Cette hacienda était la propriété d'une famille espagnole, la famille Zobel, dont la gestion était déléguée à Ayala & Co. Entre 1860 et 1924, l'hacienda était tournée vers la production d'alcool de *nipa* (*tuba*), ce qui, compte tenu de la superficie exploitée, prouve la présence d'exploitations capitalistiques. Il y avait aussi une distillerie localisée dans la partie habitée de San Esteban. Un des problèmes principaux de l'hacienda était son accessibilité. Les gérants ont alors commencé à creuser des canaux à travers leur exploitation, ce qui devait faciliter la récolte de la sève de *nipa* pour la fabrication d'alcool de *nipa*. Progressivement, du fait de l'érosion, les canaux creusés ont pris la dimension de rivières. En 1924, l'hacienda a été convertie en une multitude d'étangs à *chanos*. Avant cette date, on en récoltait déjà à la suite de la disposition de diguettes qui les empêchaient de s'échapper. Le problème soulevé devant la justice est lié au fait que, au moment de la conversion, la plupart des cours d'eau qui parsemaient l'hacienda ont été fermés afin de constituer des étangs aquacoles, ce qui eut une double conséquence (i) l'augmentation des inondations et (ii) l'obstruction de la circulation des biens et des hommes. Sur le plan juridique, il fallait prouver l'origine naturelle ou artificielle des cours d'eau. Cette affaire donne enfin une idée de l'époque à laquelle la rentabilité du *nipa* s'est mise à chuter, qui s'explique par les coûts inférieurs de la fabrication d'alcool de canne qui connaissait, alors, un second souffle. Le développement des centrales sucrières à Tarlac dans les années 20 (Pasumil et Pasudeco), a en effet permis, grâce à de nouvelles méthodes de distillation, une augmentation de la production d'alcool de canne (Larkin 2001). Pourtant, durant la majeure partie de la première moitié du 20^{ème} siècle, il semble bien que plusieurs modes d'exploitation aient cohabité dans le delta.

Des documents espagnols, qui datent de la fin du 19^{ème} siècle, permettent de quantifier la valeur des ressources ligneuses du delta comparativement aux ressources du reste du territoire (Figure 6-13). Bien que l'on ne sache pas exactement à quelle utilisation se réfère chaque ressource, on constate non seulement que plusieurs d'entre elles avaient des valeurs équivalentes mais surtout qu'elles produisaient des richesses beaucoup moins importantes que d'autres ressources. Pourtant, ces autres ressources et activités, telles que la riziculture irriguée, ont aussi connu des déboires durant le premier quart du 20^{ème} siècle, comme l'expliquait alors un habitant de Lubao (HDP) qui se plaignait du manque de diversification des usages des ressources naturelles dans le delta et sur ses marges. Cette diversification s'est rendue pourtant nécessaire par les baisses de production rizicoles suite aux taux de sédimentation excessifs dans les cours d'eau en provenance des monts de Zambales, et suite aux épizooties qui ont affecté le cheptel des buffles d'eau.

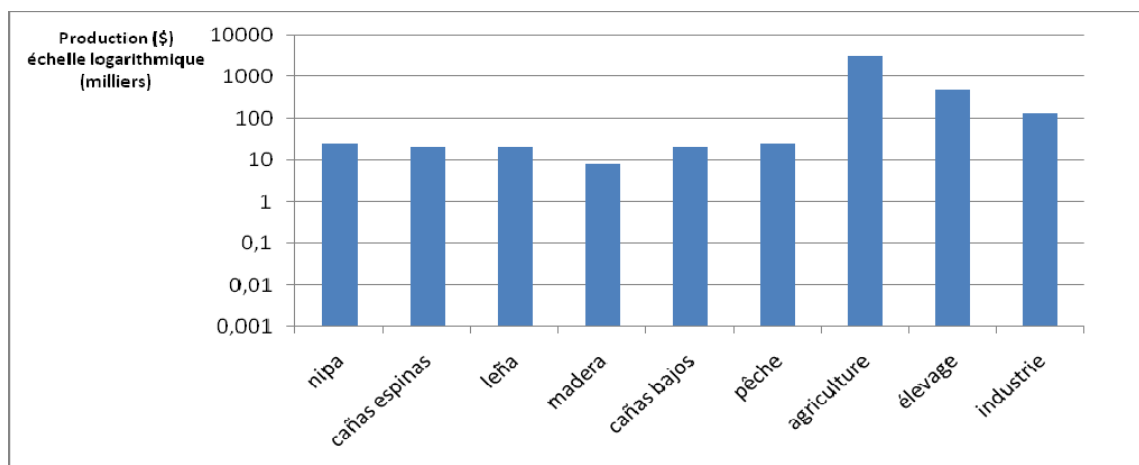


Figure 6-13 - Valeurs des productions de différents secteurs d'activités économiques à Pampanga à la fin du 19ème siècle.

6.2.1.3.3 Accessibilité des ressources

On doit désormais répondre à la question de l'accessibilité de ces ressources. En effet, on constate sur la Figure 6-12 qu'en dehors des ressources halieutiques, les autres ressources ont été accaparées par la *principalia*. Pour comprendre comment cet accaparement a pu s'opérer, il faut étudier la question relative à l'accès au foncier et celui relatif au statut de la mangrove qui couvre, encore au début du 20^{ème} siècle, une grande partie du delta. On étudiera dans ce qui suit cette question du statut de la mangrove car pour pouvoir s'approprier des terres, faut-il encore qu'elles soient aliénables.

a) Le statut de la mangrove

Le statut légal des ressources naturelles conditionne en partie le mode et l'intensité de leur exploitation. On trouve également de nombreuses situations durant lesquelles elles ne sont pas exploitées selon les règles en vigueur. Il convient donc d'étudier ces cas d'utilisation illégale des ressources car ils peuvent être symptomatiques d'un contexte particulier.

Le 'Philippine Bill' du 01 juillet 1902 est l'une des premières lois organiques sous régime américain⁶. Ainsi, les forêts y ont non seulement le statut de bien public, mais leur exploitation est strictement interdite — sauf décision exceptionnelle du gouvernement. Une telle décision devait être appuyée par les recommandations du Bureau Forestier, qui devait alors montrer que la mise en valeur agricole des terres procure des bénéfices supérieurs à ceux de la sylviculture. Cette loi organique reprend pour partie la classification des terres établie auparavant par les Espagnols. Ainsi, tout espace appartient à l'un des trois secteurs suivants : agricole, minier ou forestier. Cette typologie sera d'ailleurs réutilisée dans la constitution du Commonwealth de 1935, et donc valable jusqu'à la constitution de 1973 qui, quant à elle, ajoute de nombreux types (industriel, commercial, résidentiel...). De ces trois types, seules les terres agricoles peuvent être aliénées. En effet, les forêts et les zones minières ne peuvent être privatisées sauf dans le cas où elles sont reclassées. En ce qui concerne la place de la mangrove dans cette typologie, il faudra attendre 1909 et l'affaire 'Montano vs. Insular government' pour savoir à quel type elle appartient. Cette affaire a permis de reconnaître la

⁶ La section 17 évoque le cas des formations végétales '[...] timber, trees, forests, and forest products on lands leased or demised by the government of the Philippine Islands under the provisions of this Act shall not be cut, destroyed, removed, or appropriated except by special permission of said Government and under such regulations as it may prescribe'.

mangrove comme une zone agricole⁷ et donc susceptible d'être aliénée. On prend déjà en compte à l'époque les cas de conversions en étang aquacole qui se multiplient et l'importance de ces conversions pour l'économie. L'abrogation de cette loi '*détruirait les investissements réalisés jusque là et serait un désastre public*'. On peut donc penser que devant la difficulté à reconnaître le caractère arboré ou arbustif des palétuviers et des *nipas*, l'Etat a tranché en lui accordant le statut agricole.

En 1917, le code administratif reconnaît la mangrove en tant que forêt publique. Cette réglementation concerne les forêts de *nipa* et de mangrove. En dépit de ce code, de multiples affaires au cours du 20^{ème} siècle continuent de reconnaître la mangrove comme zone agricole. Une explication possible est la faible valeur intrinsèque de ce milieu. Ainsi, les forestiers ne reconnaissent qu'une faible valeur à la mangrove (procès-verbal n° L-13756) pour la raison qu'un seul usage y soit reconnu, à savoir celui du bois de feu. A cette époque, certaines décisions reconnaissent qu'une exploitation aquacole, salicole ou forestière (*nipa*) durant plus de 10 ans de terres précédemment occupées de mangroves permet de légaliser l'exploitation. Cette décision s'appuie sur la loi organique de 1902, pour qui le statut de la mangrove n'est ni minier ni forestier, et ne prend donc pas en compte le code administratif de 1917.

Durant la période qui suivit l'émission du code, différents usages de la mangrove ont été privilégiés. Ceci a été justifié dans certaines décisions par le faciès arbustif et non pas arboré des palétuviers et *nipa*. En 1933, une décision de justice rappelle et réaffirme le fait que la mangrove n'est pas considérée comme une forêt. Une affaire en 1977 (procès-verbal n° L-34463) fait le lien entre la valeur de ces espaces et la nécessité, ou non, de les inclure dans le domaine public⁸.

Dans les années 1970, un processus permet d'aménager des étangs en zone de mangrove. Il faut en premier lieu que la zone soit classée en tant que 'fishpond development area' par le Bureau of Forest Development à travers le Land Classification Committee (Gatus et Martinez 1977). La gestion des terres est ensuite confiée au Bureau of Fisheries and Aquatic Resources. Dans ce cas, des concessions sont émises pour une durée de 25 ans renouvelable une fois aux demandeurs qui doivent, en retour, aménager la zone dans un délai de 5 ans (Gatus et Martinez 1977). À la même époque existait aussi une loi qui interdisait la construction d'étangs à l'intérieur d'une bande de 40 m le long des plans d'eau et d'une bande de 100 m le long du littoral (Gatus et Martinez 1977). Cela n'est pourtant pas suivi dans les faits. Ainsi, en 1981, le BFAR, le BFD, et le Bureau of Soil ont autorisé le déboisement à l'intérieur d'une zone reconnue apte à l'aquaculture et d'une superficie de 4576 ha autour du *barangay* de Consuelo (Macabebe) (procès-verbal n° L-74957). Le changement s'est opéré dans les années 1980, avec plusieurs cas où l'on aborde le problème du statut de la mangrove. Ainsi, dans une affaire de 1983 (Yngson vs. Secrétaire de l'Agriculture et des Ressources Naturelles), la cour rappelle que le BFAR n'a pas la juridiction pour disposer de la mangrove, celle-ci appartenant au domaine public classé en tant que forêt. Plus tard, dans l'affaire dite 'héritiers de Amunategui vs. Directeur des Forêts', il est dit que la classification des terres est fonction de sa nature sur le plan juridique et non de sa physionomie. Ainsi, pour évaluer le caractère légal

⁷ La mangrove est définie comme '*mud flats, alternately washed and exposed by the tide, in which grows various kindred plants which will not live except when watered by the sea, extending their roots deep into the mud and casting their seeds, which also germinate there. These constitute the mangrove flats of the tropics, which exist naturally, but which are also, to some extent cultivated by man for the sake of combustible wood of the mangrove and like trees as well as for the useful nipa palm propagated thereon. Although these flats are literally tidal lands, they cannot be so regarded in the sense in which that term is used in the cases cited or in general American jurisprudence. The waters flowing over them are not available for purpose of navigation, and they may be disposed of without impairment of the public interest in what remains*'.

⁸ '*mangrove swamps where only trees of mangrove species grow, where the trees growing are not of commercial value as lumber do not convert the land into public land. Such lands are not forest in character; they do not form part of the public domain*'

d'une action sur une portion du territoire, il conviendra de connaître l'occupation du sol antérieure. On ne précise toutefois pas jusqu'à quand il faut remonter. C'est pourtant un détail qui a son importance dans le cas de la mangrove, car, un tel écosystème, relativement dynamique, peut voir ses marges se modifier plusieurs fois à l'échelle de temps d'une vie humaine, par exemple. En 1982, officiellement, la coupe de la mangrove est interdite.

Ainsi, est-on revenu périodiquement sur le code administratif de 1917 qui reconnaît la mangrove en tant que zone forestière, inaliénable donc, sauf en cas de décision administrative contraire, tout en s'attachant lors des règlements de conflits, à identifier l'occupation du sol préalable. L'année de la ratification de la loi correspond (i) à une période où les surfaces occupées par la mangrove se sont fortement réduites et (ii) où l'opinion internationale dominante souhaite conserver l'écosystème. En outre, toutes les portions de mangrove transformées avant 1917, conservant leur statut agricole aliénable, l'enjeu est alors de produire les preuves d'une coupe antérieure à 1917.

On constate que les lois en matière de statut de la mangrove auraient dû empêcher sa disparition à grande échelle⁹. Dans les faits, la raison économique l'a souvent emporté et le flou entretenu autour du caractère arbustif ou arboré de la mangrove a donné l'occasion aux investisseurs d'en tirer des bénéfices qui étaient plus importants que les bénéfices antérieurement connus — et qui se limitaient à l'exploitation de ses parties ligneuses pour le bois de feu. A Pampanga aussi, ce statut, s'il n'a pas constitué un levier de la déforestation, n'a pas été un frein pour autant. On peut s'interroger sur le rôle des différents statuts au regard des cas de déforestation de zones reconnues très tôt comme des espaces forestiers mais qui, représentant une source de revenus par les municipalités, ont difficilement été préservés du fait même de cette valeur ajoutée.

b) L'accession au foncier

Cet historique du statut de la mangrove montre alors que les ressources du delta, hormis les cours d'eau, sont toutes aliénables, donc accessibles. Pour autant, cela n'explique pas pourquoi elles ont été accaparées par la *principalia*. Pour expliquer ce phénomène, il faut explorer deux domaines : celui de l'accès légal au foncier, et celui de la capacité d'aménagement liée au capital financier.

b.a) Accès légal

Les époques espagnole et américaine ont connu plusieurs processus de titularisation qui devaient permettre aux agriculteurs de sécuriser leurs terres à travers la possession de droits de propriété et que devait aussi permettre à l'administration un meilleur contrôle. À chaque fois, les processus ont favorisé la *principalia*, et ceci en dépit de l'antériorité d'autres usagers. Au 19^{ème} siècle, pour obtenir des droits de propriété, il était exigé de prouver que l'on travaillait la terre depuis longtemps ou qu'elle n'appartenait à personne. Lorsque des agriculteurs exploitaient les terres en question, il suffisait alors d'affirmer qu'ils étaient les métayers. Ainsi, de nombreux agriculteurs sont devenus métayers de leurs propres terres. La possession et l'utilisation d'un réseau social dans l'administration et la connaissance, à la fois des arcanes de l'administration, mais aussi tout simplement de l'existence des processus a ainsi largement favorisé cette classe. Le cadastrage durant l'époque américaine nécessitait que les propriétaires déclarent administrativement leurs terres. Compte tenu des difficultés de vérification et de la réponse beaucoup plus prompte des gros propriétaires terriens, là encore,

⁹ Au niveau national, Gatus et Martinez (1977) estiment que plus de 175 000 ha de mangrove ont été remplacés par des étangs d'eau saumâtre en 1975. Ces étangs sont à 49% sous régime de propriété individuelle, tandis que 51% appartiennent au parc locatif public. Janssen et Padilla (1999) estiment, eux, que les superficies de mangrove, au niveau national, sont passées de 500 000 à 288 000 ha en 1970, puis à 123 400 en 1993, et dont 261 400 ha convertis seraient imputables à l'aquaculture.

le processus a avantagé la *principalia*, qui en a encore profité pour étendre les superficies exploitées aux dépens parfois des utilisateurs de longue date. Les réseaux, le pouvoir financier, et une meilleure information ont ainsi servi de catalyseur à ces fausses déclarations.

b.b) Capacité d'aménagement

En évoquant les déboisements, Herre et Mendoza (1929) insistent sur le fait qu'il est beaucoup plus facile de défricher du *nipa* que des palétuviers et que ces derniers présentent, de plus, le risque de s'enflammer lorsque les troncs et les branches sont mélangées à la terre de la digue. L'aménagement des exploitations peut suivre plusieurs modes. Le premier a été utilisé auparavant pour défricher les zones forestières, le fermage (*inquilino*). Il consiste à établir un contrat de fermage avec un tiers dans lequel le fermier a la charge de couper la végétation et d'aménager les étangs. Une fois l'étang aménagé, le propriétaire reprend son bien. Ainsi, à Lubao, Donata Montemayor hérita de sa mère en 1905 plusieurs parcelles de terres, composées de marais, de mangrove, de *nipa* et d'étangs (procès-verbal n° L-4156). Montemayor a ensuite établi un contrat avec un fermier dont les termes indiquaient qu'à la fin du contrat, le fermier devait rendre les terres alors développées en étangs aquacoles. Le contrat, d'une durée de 8 ans, portait alors sur une superficie de 56 ha. Le second mode est celui de la mobilisation. Pour convertir de grandes superficies, une main d'œuvre nombreuse doit être mobilisée car la campagne était peu mécanisée au début du siècle passé. Une telle mobilisation nécessite de disposer d'un capital financier suffisant et/ou de posséder de larges réseaux. Le procès-verbal n° L-28227 (1973) rend compte de la mobilisation du travail nécessaire à la conversion d'une exploitation rizicole de 50 ha localisée à Minalin. Cette exploitation, destinée à élever du *chanos*, a dû être approfondie de 60 cm environ (2 pieds) en 1958. Ce travail a mobilisé 100 personnes durant plus de 5 mois¹⁰. Bien que ces données semblent surestimer les besoins réels en main d'œuvre, il n'en demeure pas moins que la capacité de mobilisation était fortement dépendante de la taille des réseaux sociaux et du capital, ce qui explique que les officiels au pouvoir et les membres de la *principalia* aient encore été avantagés.

6.2.1.3.4 Facteurs de développement de l'aquaculture

Les facteurs historiques régionaux ont ici été mis en relation avec le développement de l'aquaculture. A cette fin, trois catégories de facteurs qui ont agi en tant que moteurs de changements ont été identifiées: la mise en place d'une filière, l'augmentation de la population, les évolutions de la culture de la canne à sucre.

a) Mise en place d'une filière aquacole

L'hypothèse est que le développement de la filière a permis de réduire les coûts de production par unité. Comme le soulignent Herre et Mendoza (1929), la structuration de la filière du *chanos* est relativement ancienne. Au début du siècle passé, les alevins utilisés à Bulacan et Pampanga viennent principalement de Batangas. Le grossissement en étang des alevins de *chanos* s'appuie ainsi depuis longtemps sur la fourniture d'alevins passés au préalable par des nurseries. Il n'y avait généralement qu'un cycle par an car celui-ci durait entre 9 et 12 mois (Salita 1958). Les pratiques d'élevage dès le début du 20^{ème} siècle sont déjà relativement évoluées¹¹. L'administration a progressivement permis la structuration de la filière à travers

¹⁰ Soit 2 travailleurs par hectare durant 5 mois. Si l'on considère une semaine constituée de 5 journées de travail et 5 mois constitués de 20 semaines, alors, l'aménagement d'un hectare nécessiterait 200 journées de travail, ce qui est très probablement exagéré.

¹¹ Ainsi, en 1918, on utilise un étang nurserie à l'intérieur des exploitations en vue de faire croître les alevins jusqu'à la taille d'une cigarette, après quoi, on les place dans le bassin d'élevage principal (affaire Molina vs. Rafferty, procès-verbal n°L-11988, 1918). L'étang servant de nurserie est mis en assec puis labouré afin

par exemple le Décret Présidentiel 704 qui rend les municipalités propriétaires des ressources situées dans les eaux territoriales, tels que les alevins de *chanos*. Ainsi, dès la première moitié du 20^{ème} siècle, les municipalités vendent aux enchères des droits temporaires d'accès aux ressources, en vertu du Fisheries Act 4003 promulgué en 1932 (Smith et Panayotou 1984). Ces concessions leur confèrent théoriquement un pouvoir de régulation de la ressource, mais c'est aussi et surtout pour elles une source de financement. Certaines en ont tirées des revenus (par enchères) représentant jusqu'à 13% des budgets municipaux (Smith et Panayotou 1984). Cette part importante s'explique aussi par la pauvreté des municipalités littorales. La suite de l'histoire montrera que ce système de concession n'a pas permis de réguler l'exploitation de la ressource mais qu'il a plutôt été utilisé comme source de rentes. En effet, dans un premier temps, le concessionnaire régulait lui-même le nombre de collecteurs travaillant pour lui et sur sa concession. Il pouvait contrôler l'extraction et s'assurer ainsi une production sur le long terme. Pourtant, devant les gains escomptés, de nombreuses personnes ont voulu participer à la collecte rendant la situation alors incontrôlable. Les concessionnaires n'ont plus été capables de gérer le nombre de collecteurs et se limitaient à acheter les alevins pêchés sur leur concession. Souvent même, les collecteurs ne passaient plus par le concessionnaire et vendaient les alevins directement aux producteurs ou à des intermédiaires (Chong *et al.* 1982), faisant d'eux des contrebandiers, ou *runners*. Les moyens de régulation ont donc progressivement vu leur portée se réduire. C'est toutefois durant cette période que les nurseries ont commencées à être approvisionnées régulièrement et qu'elles ont pu ensuite, à leur tour, approvisionner les zones de production, telles que Bulacan et Pampanga. Comme dans le cas de la déforestation, la redistribution d'une partie des dividendes aux municipalités a stimulé la vente de concessions. L'effet principal pour les producteurs est de pouvoir bénéficier d'alevins, à plusieurs périodes de l'année et à des prix en réduction — la multiplication des nurseries ayant permis d'abaisser les coûts par unité. Les producteurs rencontraient néanmoins d'autres problèmes au niveau de leur exploitation : en particulier inondations et acidité des eaux. Le risque inondation s'est accru à la suite des extensions aquacoles à l'intérieur des marais maritime. En effet, la réduction du nombre et de la largeur des chenaux d'écoulements réduit la section mouillée, augmentant la vitesse d'écoulement et favorisant la multiplication des débordements en cas d'épisodes pluvieux. Face au risque, la stratégie la plus courante consiste à ne pas produire durant la période où le risque est majeur, les pertes liées à l'absence de production étant plus faibles que les coûts de réduction du risque et en particulier le coût des travaux pour surélever les digues (Chong *et al.* 1982). La seconde menace qui pèse sur la production, dès ses débuts, est l'acidification des eaux par oxydation de la pyrite. Parmi les solutions possibles : le maintien d'une lame d'eau pour empêcher l'oxydation, ou le transfert de la production en dehors des zones occupées anciennement par la mangrove. La carte de changements (Figure 6-7) permet de constater que les changements majeurs se sont passés en zone de marais maritime (marécages), où les problèmes d'acidification sont moins importants qu'en zone anciennement occupée par la mangrove.

L'amélioration des pratiques d'élevage, ainsi que la forte disponibilité de main d'œuvre a œuvré pour une réduction des coûts de production. Le retard de la modernisation de l'agriculture n'a pas permis d'absorber l'augmentation de la population qui a alors commencé à migrer pour trouver un emploi dans un autre secteur d'activité, abaissant ainsi le coût du travail.

d'éliminer les prédateurs, avant que l'introduction d'eau marine ne permette la croissance de plantes marines. Cette technique était par ailleurs utilisée à la fois dans les zones de marais maritime ou bien dans les casiers rizicoles. Le procès-verbal n° L-13756 (30 janvier 1919) informe de l'existence d'une écloserie dès 1890, située à proximité de la mangrove sur l'île de Negros.

b) L'augmentation de la population

L'impact de la démographie sur l'agriculture est un débat ancien (Gunnell 2009). Malthus, un des premiers, défend la thèse d'une augmentation de la population liée arithmétiquement à l'augmentation des ressources agricoles, énonçant ainsi la nécessité de réguler la population pour éviter que ne se propage la pauvreté et, finalement, la mort d'une partie de la population avant de revenir à une situation d'équilibre. Boserup, au contraire, voit dans une population nombreuse un facteur d'innovation engendrant des changements techniques et technologiques qui permettent, en particulier à l'agriculture, de franchir un pas en matière de production et de passer de systèmes extensifs à des systèmes intensifs. Ici, la question n'est pas de savoir si la démographie a eu une influence sur l'évolution de l'intensité agricole, mais plutôt de quelle manière la démographie a influencé le type d'activité pratiqué.

En termes de localisation, on peut distinguer au moins deux phases de peuplement. La première, antérieure à l'arrivée des Espagnols, voit se fixer les populations le long des cours d'eau, dans les parties de la plaine alluviale de la province. Des mouvements migratoires vont naître à la suite de l'arrivée des Espagnols : migrations définitives pour ne pas payer les impôts, migrations d'une partie des activités vers les zones boisées. Dans même période, la population a connu d'importantes fluctuations (épidémies, massacres, famines). Une seconde phase de peuplement correspond à l'extension de l'*ager* sur les terres arables à texture sableuse, correspondant à d'anciennes terrasses alluviales de la Pampanga. C'est cette zone, conquise plus récemment, qui a connu la croissance démographique relative la plus importante. Quel est alors le lien entre cette démographie et les changements d'occupation du delta ? On ne retrouve pas localement de liens entre croissance démographique et avancée d'un front pionnier. L'avancée de ce dernier, aux époques pré-hispaniques et hispaniques s'explique avant tout par des facteurs politiques et économiques. Pour comprendre les changements dans le delta, il faut garder à l'esprit (i) que la présence humaine dans le delta est ancienne, antérieure à l'arrivée des Espagnols, mais (ii) que la plupart des changements d'occupation du sol, significatifs d'un point de vue des superficies, ont débuté durant le premier quart du 20^{ème} siècle. Le passage progressif de l'exploitation des produits des espèces de la mangrove aux exploitations aquacoles a pu être la conséquence d'une rentabilité accrue de l'aquaculture du fait (i) d'une réduction des coûts de production, et (ii) d'une augmentation des prix de vente des produits. On peut faire le raisonnement inverse en ce qui concerne les activités exploitant le *nipa* et la mangrove, de sorte que la hausse de rentabilité relative de l'aquaculture est soit la conséquence de son augmentation propre, soit de la baisse de celle des autres activités. Cherchons alors à répondre à ces deux hypothèses. Pour que la rentabilité aquacole ait augmenté, il faut considérer (i) les coûts de production, et leur lien avec la genèse de la filière (voir *supra*) et (ii) l'évolution de la demande, c'est-à-dire l'évolution des prix de vente. La partie domestique de la demande peut s'apprécier à la lumière des changements démographiques.

Au milieu du 19^{ème} siècle, seulement 22% de la population provinciale habite les municipalités proches du delta (Lubao, Minalin, Macabebe, Sasmoan). La population est toutefois encore majoritairement concentrée dans la plaine. Ainsi, l'évolution démographique de la ville d'Angeles permet de constater que les villes situées sur les anciennes terrasses ont connu un développement tardif mais important avec une population qui a été multipliée par environ 10 entre 1936 et 1990 (Figure 6-14).

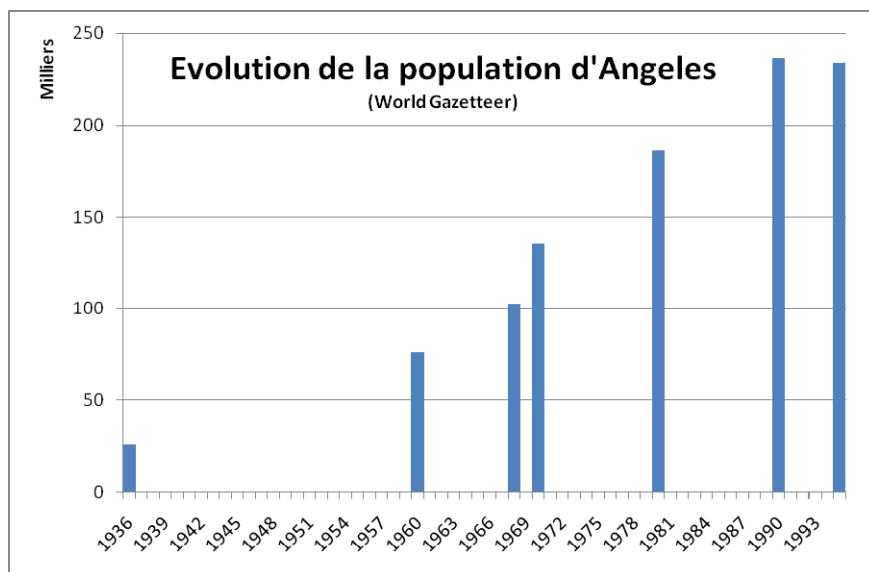


Figure 6-14 - Evolution de la population d'Angeles

Dans le premier quart du 20^{ème} siècle, la transition démographique n'en est qu'au début de la seconde phase caractérisée par une baisse du taux de mortalité et une augmentation du taux de natalité. A la suite des améliorations sanitaires, le taux de mortalité s'est progressivement mis à chuter tandis que celui de la natalité a quant à lui augmenté. Si l'on observe les taux de croissance démographique de la province de Pampanga (Figure 6-15), on constate qu'ils n'ont cessé d'augmenter entre le début du siècle (environ 200 000 habitants) et le milieu des années 1960 (750 000 habitants). Ces taux se sont ensuite mis à baisser, conséquence de la baisse de la natalité, ce qui pourrait correspondre à la fin de la seconde phase de la transition démographique. Pour autant, dans les décennies 1970 et 1980, les taux restent à des niveaux très élevés, proche de 3% et ne se réduiront que dans les années 1990.

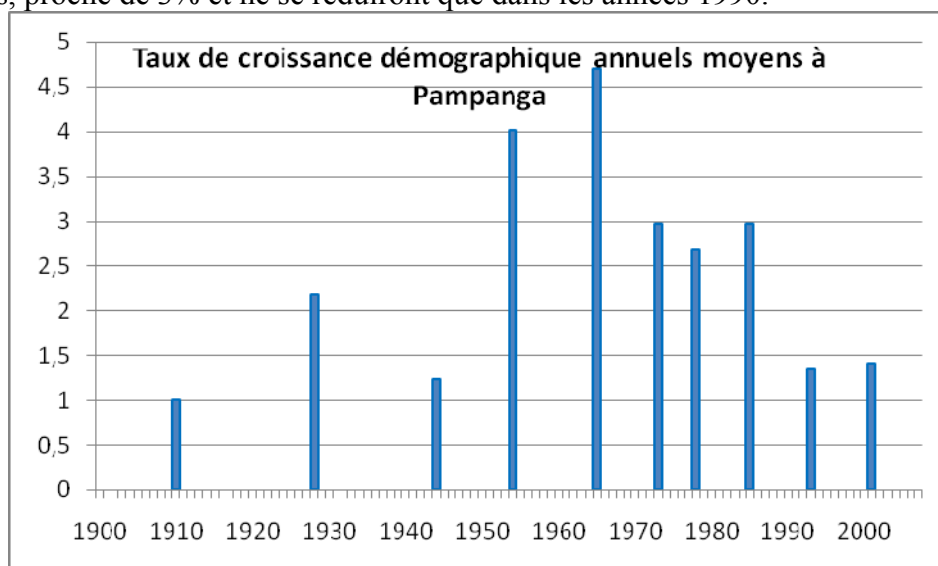


Figure 6-15 - Evolution des taux de croissance démographique de Pampanga.

L'évolution démographique de l'agglomération de Manille (agglomération de Métro Manila) montre aussi une évolution exponentielle de la population métropolitaine passant de 1,2 millions en 1948 à 6 millions trente ans plus tard, puis 10 millions 50 ans plus tard (Figure 6-16). L'importance que revêt cette augmentation est liée à la proximité de la capitale avec la province de Pampanga. Les deux entités entretiennent des circuits commerciaux qui font de Manille un lieu de marché naturel pour les produits élaborés à Pampanga.

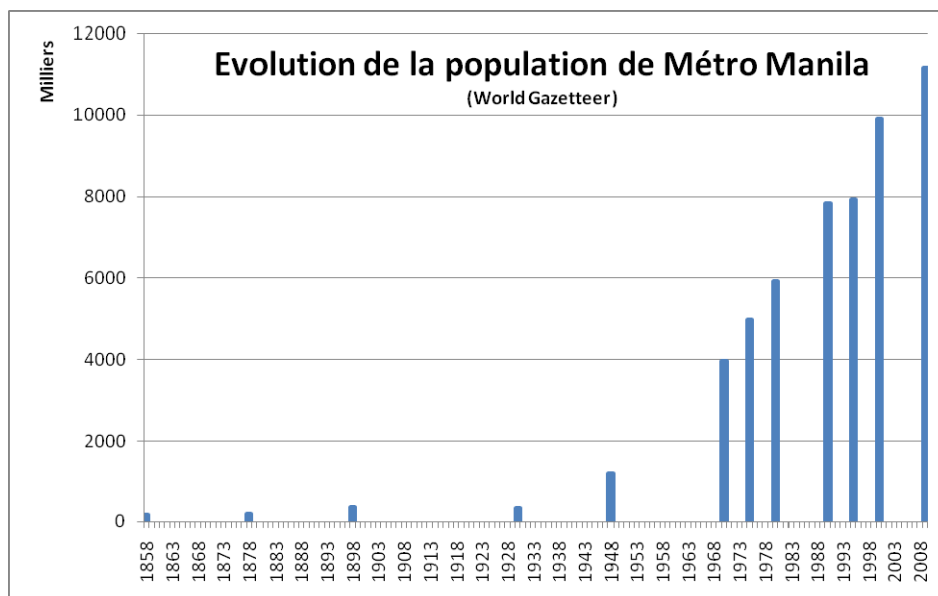


Figure 6-16 - Evolution de la population de Métró Manila.

Ces diagrammes permettent de caractériser un contexte démographique en forte croissance s'accompagnant alors d'une augmentation de la demande en biens alimentaires. La première moitié du 20^{ème} siècle n'a pourtant pas été marquée par des révolutions agricoles qui auraient permis des augmentations importantes des productivités. Il a donc fallu étendre l'*ager* dans un contexte agricole déjà proche de la saturation dans certaines provinces, telle Pampanga. Les zones potentielles d'extension des cultures vivrières étaient réduites : le delta et le synclinal de Candaba. Cette extension spatiale des activités plutôt que leur intensification est longtemps restée le moyen privilégié pour augmenter de la production à Pampanga (Larkin 1971). L'aquaculture était alors la meilleure alternative pour aménager le marais maritime. Ce lien entre l'extension des surfaces cultivées et l'augmentation des populations est d'autant plus probable à Pampanga que cette province est, depuis la colonisation espagnole, un des greniers de Manille. Lorsque l'on considère les produits aquatiques, assimiler une ville à un marché potentiel suppose de bonnes connections dans la zone de chalandise en raison de la périssabilité des produits et des techniques de conservation. Ainsi, le début d'aménagement du territoire durant l'époque coloniale américaine a favorisé le développement de ces marchés. Les villes de Manille et de San Fernando étaient connectées par voie de chemin de fer et deux compagnies de bus assuraient des liaisons régulières (Larkin 2001). Herre et Mendoza (1929) relèvent déjà l'existence de circuits de commercialisation entre les zones de production de Pampanga et Bulacan au marché de Manille. Ainsi, le *chanos* est soit vendu directement par les producteurs aux acheteurs, soit par le biais d'intermédiaires (dont une partie acquiert les produits sur les marchés de vente à la criée), et est transporté soit par voie terrestre, soit par voie maritime (bateau à vapeur¹²). L'augmentation de la population n'a donc pas entraîné d'intensification, mais des changements dans les modes d'exploitation des ressources et dans le fonctionnement de la filière, en faveur d'une production de biens alimentaires. Un tel changement a en outre été stimulé par une rentabilité aquacole comparativement plus élevée que celles de la fabrication d'alcool de *nipa*, du vannage ou de l'extraction de bois de feu. Un autre argument en faveur de cette thèse est relatif aux échecs de certaines fermes aquacoles à la fin 19^{ème} et au tout début du 20^{ème} dont on peut penser qu'une cause probable est l'absence d'une demande soutenue.

¹² Ce n'est pas précisé par Herre et Mendoza (1929), mais il est probable que le port de Pampanga soit encore à cette époque le port de Guagua. Ainsi, la voie utilisée devait passer par la Pasac River, aussi appelé *dalan vapor* (littéralement chemin vapeur), puis par la baie de Manille.

c) Les évolutions de la culture de la canne à sucre

Analyser l'évolution des systèmes agraires à Pampanga exige de comprendre l'évolution de la culture de canne à sucre. La période entre 1921 et 1934 a été prospère pour les cultivateurs. Ceci s'est matérialisé par l'émergence des centrales sucrières suite aux accords commerciaux avec les États-Unis et à l'effondrement de la production européenne (Larkin 2001). La production était toutefois inférieure à celle de Negros en raison des sécheresses répétées et de la rusticité de la production (peu de systèmes d'irrigation) (Larkin 2001). La fin de la période de prospérité est liée à la surproduction de la canne à l'échelle mondiale. Ainsi, les quotas de 1935 ont forcé les producteurs à adopter de nouveaux comportements : réduire les productions ou se diversifier (Larkin 2001). Les conditions sont alors réunies pour que des investissements dans le domaine aquacole puissent se réaliser, en particulier pour les cultivateurs de taille moyenne qui sont parmi les plus affectés. De plus, la réduction de la production offre une main d'œuvre disponible en quantité et à bon marché pour les déboisements.

La Seconde guerre mondiale a marqué un coup d'arrêt brutal qui laisse le secteur de la canne en ruine. Ainsi, au lendemain de la guerre, seules deux centrales sucrières à centrifugeuses sur les quatre qui existaient auparavant ont été remises en marche, après avoir été détruites (Salita 1958). Du fait de la montée au même moment des révoltes sociales, qui s'expriment à travers le mouvement des Huks (*Hukbo ng Bayan Laban sa mga Hapon* - Armée du peuple contre le Japon), conséquence du système de métayage, un certain nombre de gros propriétaires ont migré définitivement vers Manille (2001). Certains ont alors cédé leurs terres tandis que d'autres ont coupé tout lien avec la terre. Parmi les acquéreurs des terres situées dans le delta, il y a des investisseurs de Bulacan et de Bataan qui pratiquaient l'aquaculture dans leur province. L'orientation certaine vers l'aquaculture poussera aussi des Kapampangan à mettre en location les étangs du fait de leur manque d'expérience. Si on ne connaît pas le nombre exact d'étrangers à la province qui possèdent des terres, on a pu constater, aujourd'hui encore, qu'un nombre élevé de propriétaires sont originaires de Bulacan, en particulier à Masantol et à Macabebe. Durant cette période d'après-guerre, de nombreux changements fonciers ont été réalisés du fait de la destruction ou de la perte des actes de propriété. En conclusion, les évolutions du secteur de la canne, et en particulier, les problèmes de rentabilité à partir de 1935, tendent à montrer qu'une part de la diversification a pu profiter au secteur aquacole. De même, la guerre puis les révolutions sociales ont permis à des investisseurs aquacoles extérieurs, déjà aguerris dans le secteur aquacole, de développer l'aquaculture commerciale à partir des années 1950. Dans certains sites Philippines, l'accessibilité de la mangrove a été le principal facteur d'explication de son exploitation et de sa transformation (Janssen et Padilla 1999). A Pampanga, son exploitation tardive est le résultat d'un processus historique d'occupation des plaines, des terrasses et des versants, de structuration sociale, d'une évolution du cadre politique et de changements économiques. Dans un premier temps, c'est l'augmentation de la rentabilité aquacole comparativement aux autres modes d'exploitations, et l'accessibilité juridique des terres par les couches aisées, qui a favorisé le développement aquacole au dépend des autres activités. Dans un second temps, la conjonction de la hausse démographique, du déclin de la culture de la canne à sucre, puis des effets collatéraux de la guerre ont renforcé l'intérêt de l'aquaculture et ont donc stimulé son développement aux dépens de l'écosystème originel. La politique a joué un rôle à plusieurs moments, dont après la Seconde guerre mondiale, avec un effort au niveau national pour stimuler le développement aquacole, en particulier aux dépens des zones humides¹³.

¹³ Dans les années 50, le gouvernement finance la création d'étangs aquacoles grâce au programme RFC — *Rehabilitation Finance Corporation* afin de développer la pêche et l'aquaculture. Des prêts aux conditions avantageuses étaient alors alloués à ceux qui cherchaient à développer l'industrie aquacole.

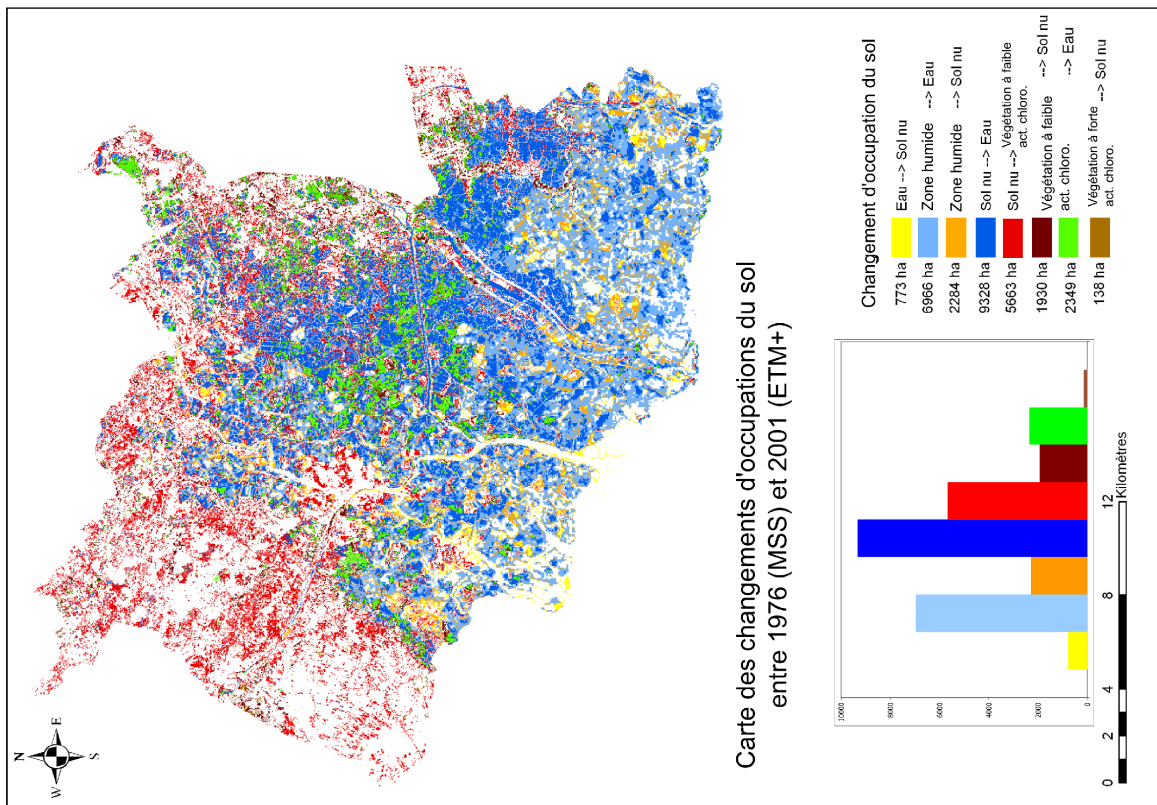
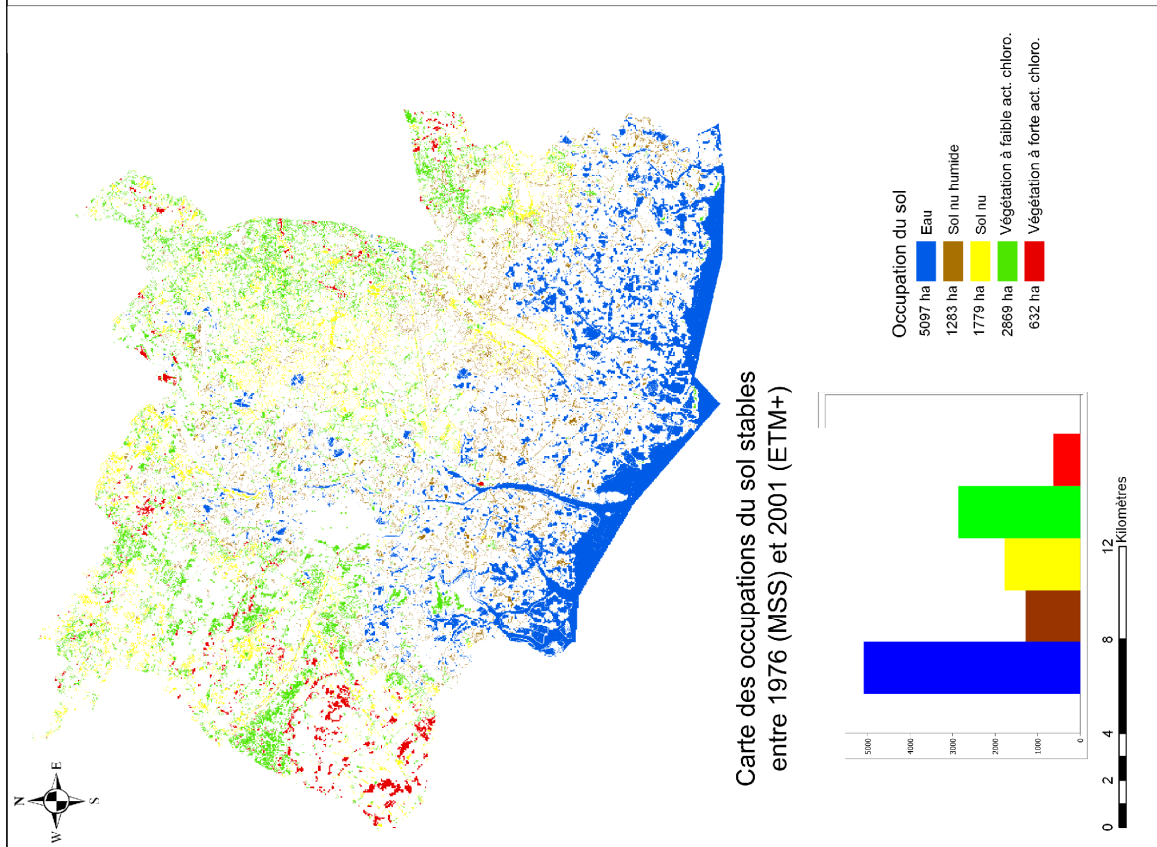


Figure 6-17 –Evolution des occupations du sol entre 1976 et 2001

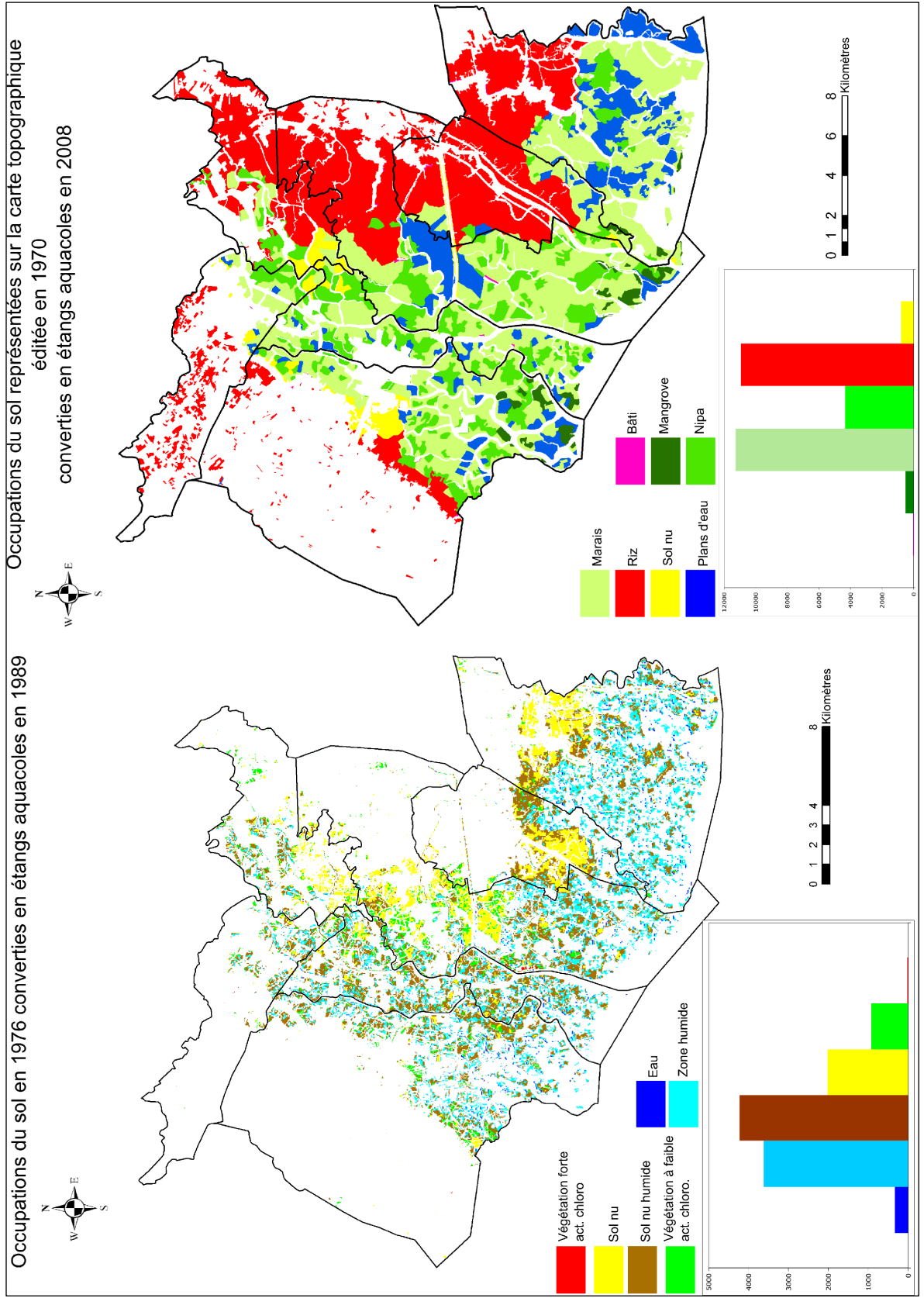


Figure 6-18 - Occupations du sol de 1976 converties par la suite en étangs aquacoles

6.2.2 Changements depuis les années 1970

L'analyse des cartes de changements permet une première catégorisation des changements selon qu'ils sont saisonniers ou non. Parmi les changements saisonniers : les zones de cultures localisées sur les marges du delta, dans toutes les municipalités excepté Sasmoan, dont les activités sont uniquement tournées vers la production aquacole¹⁴. Un autre changement saisonnier a été constatée en 2001, dans la municipalité de Masantol : le passage de la saison des pluies à la saison sèche s'est accompagné d'un changement d'occupation du sol, la couverture végétale à forte activité chlorophyllienne a cédé la place à un plan d'eau. C'est un changement qu'il faudra caractériser. Toutefois, dans un premier temps, les changements ont été analysés indépendamment des saisons climatiques.

6.2.2.1 Le développement de l'aquaculture en zone rizicole

Entre 1976 et 1989, à Masantol et à Hagonoy des surfaces de sols nus ont laissé place à des plans d'eau (Figure 6-18). Compte tenu de l'évolution des autres espaces de sols, on déduit que ces sols nus étaient, au moins pour une partie d'entre eux, des labours au repos. Le fait qu'une partie de ces sols nus soient 13 ans plus tard remplacés par une lame d'eau est donc un indice reflétant un éventuel changement d'utilisation du sol : développement de l'aquaculture. Il reste toutefois à confirmer cette hypothèse avec d'autres images car la lame d'eau peut aussi correspondre à des casiers rizicoles inondés. Entre 1989 et 1993, une partie de la zone qui vient d'être décrite conserve une lame d'eau tandis qu'une autre partie se couvre de sols nus. Cette constatation confirme l'hypothèse de l'adoption de l'aquaculture car le changement s'inscrit dans le paysage de manière pérenne. Entre 1993 et 1999, une dynamique similaire à celle constaté durant la première période (entre 1976 et 1989) est observée, cette fois-ci plus au nord, au sein des municipalités de Masantol, Hagonoy, Macabebe, et Minalin. Une partie de ces plans d'eau nouvellement apparus sont restés en eau en 2001. L'hypothèse qui en découle est celle d'une conquête des terres agricoles par l'aquaculture. La carte des changements entre 1976 et 2001 (Figure 6-17) montre clairement qu'une grande partie de l'espace considéré est passé d'une couverture de sol nu à des plans d'eau.

La Figure 6-19 permet de constater que les étangs se sont développés au dépend de la mangrove (palétuviers et *nipa*) dans un premier temps, puis à partir des années 1980-90 aux dépends des zones rizicoles. La superficie de riz affectée est par ailleurs au total de 11000 ha. Le discours des acteurs a été mis à profit pour identifier les causes de ces changements.

6.2.2.1.1 Analyse des discours des acteurs

Lors des entretiens, le cas des conversions était parfois spontanément évoqué par les personnes interrogées. Au fil des entretiens, plusieurs causes aux conversions se sont distinguées : (i) la plus grande rentabilité de l'aquaculture comparativement à l'agriculture, (ii) la baisse des rendements agricoles résultant d'une augmentation de la salinité des eaux d'irrigation, (iii) la récurrence des inondations, et (iv) l'impact des retombées de cendres sur la qualité des sols. Certaines de ces causes sont corrélées, comme par exemple la baisse des rendements agricoles et la rentabilité de l'aquaculture. Il convient alors de dresser l'ensemble des cas de figures, et donc les associations possibles de causes.

¹⁴ La variation de la couverture végétale en fonction des saisons, couplée à plusieurs images satellites, renseigne aussi sur les calendriers culturels en place.

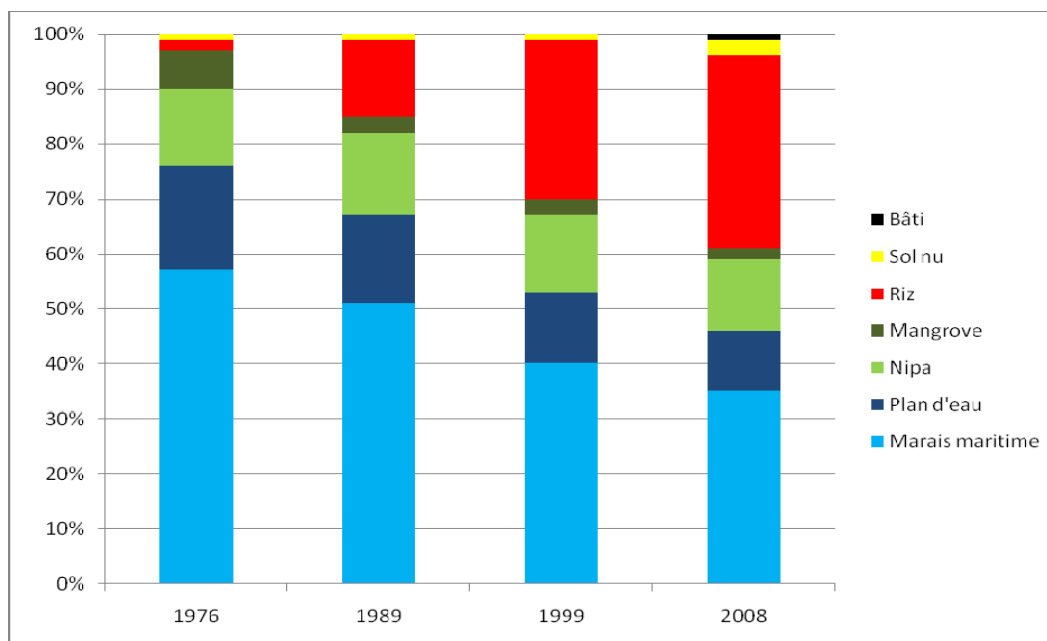


Figure 6-19 - Occupations du sol représentées sur la carte topographique des années 1960 converties en étangs aquacoles à des dates ultérieures.

Les acteurs ayant cité la rentabilité ne sont pas tous situés dans la même zone. Il est en effet important de repérer d'éventuelles auto-corrélations spatiales. C'est le démarrage de la monoculture de crevettes (*P. monodon*) dans les années 1980, stimulée par la demande internationale, qui aurait accru de façon substantielle les bénéfices. Cette espèce de crevette peut vivre dans des environs à salinité variable, elle requiert toutefois un taux de salinité supérieure aux limites admissibles pour la pratique de la riziculture. Ainsi, les agriculteurs ayant fait le choix de changer de système de culture avaient aussi commencé à subir des changements du taux de salinité des eaux d'irrigation. En prenant en compte les variations climatiques saisonnières et les apports d'eau douce différentiels, il est possible de cultiver du riz en saison des pluies et de faire de l'aquaculture en saison sèche.

L'augmentation de la salinité est la cause la plus citée par les aquaculteurs¹⁵ : les rendements ont peu à peu diminué, jusqu'au point de ne plus pouvoir reproduire les systèmes de production.

Un troisième cas de figure est celui des exploitants qui ont subis la récurrence des inondations. Les inondations réduisent en effet la capacité de reproduction des systèmes de production. Certains d'entre eux ont aussi, dans le même temps, subi une augmentation de la salinité des eaux.

Enfin, certains exploitants évoquent une conversion rendue nécessaire suite à la baisse des rendements aquacoles en conséquence des dépôts de cendres du Pinatubo. Ainsi, à Calangain (Lubao), barangay situé à l'interface entre la zone deltaïque et la zone de terres arables, certains fermiers ont modifié leurs systèmes de cultures, passant de la riziculture à l'élevage de crevettes. Ces derniers n'ont duré qu'un temps du fait de taux de mortalité élevés, les forçant alors à passer à la pisciculture.

Le discours des acteurs ont servis à identifier l'évènement ayant engendré les séries de conversions. Il convient maintenant de faire évoluer la perspective et de considérer cette cause comme un effet. Cela suppose (i) d'identifier les facteurs susceptibles d'avoir entraîné une modification de la salinité, (ii) de comprendre de quelle manière ces facteurs ont pu

¹⁵ Dès 1976, de nombreux agriculteurs de Maniango (Minalin) se sont plaints de la salinité excessive des eaux auprès des élus qui ont alors réagi en construction, au coup par coup, des aménagements destinés à contrôler les flux d'eau. Certains de ses aménagements ont toutefois rapidement été détruits car ils empêchaient la navigation.

augmenter la salinité, et (iii) de rendre intelligibles leurs interactions éventuelles afin de comprendre l'évolution globale.

6.2.2.1.2 Les causes de l'augmentation de la salinité

Deux facteurs élémentaires sont susceptibles d'augmenter la salinité des cours d'eau dans un delta : (i) la réduction des apports d'eau douce, et (ii) l'augmentation des intrusions marines. Une réduction des apports d'eau douce peut être la conséquence d'une réduction des précipitations et/ou d'une rétention des eaux de ruissellement modifiant alors le bilan hydrologique. L'augmentation des intrusions marines peut être la conséquence d'une élévation du niveau de la mer, de la subsidence des terres émergées, ou d'une modification de la morphologie des cours d'eau. Grâce aux informations récoltées sur le terrain d'étude, plusieurs facteurs locaux pouvant entraîner de tels phénomènes ont été identifiés (Figure 6-20).

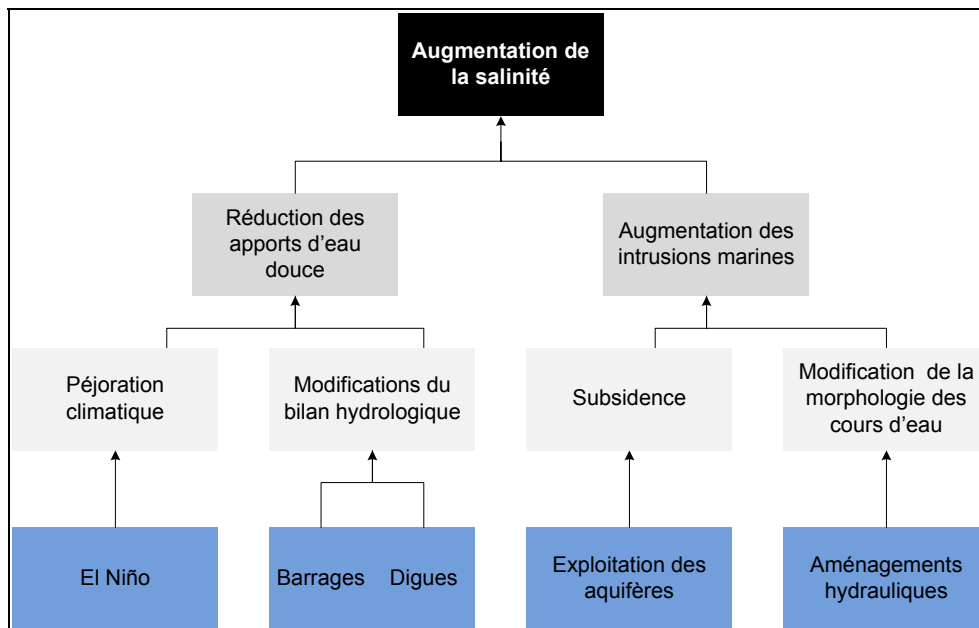


Figure 6-20 - Identification des causes responsables de l'augmentation globale de la salinité.

a) Péjoration climatique : El Niño

Aux Philippines, El Niño est associé à des périodes de sécheresse. Récemment, 5 périodes d'El Niño ont été identifiées : 1968-1969, 1972-1973, 1976-1977, 1982-1983 et 1986-1987 (Berja 1998). El Niño est caractérisé par des températures élevées et des déficits pluviométriques (Lopez *et al.* 2004). Localement, ses conséquences s'expriment sur les systèmes de cultures (Berja 1998). L'évènement de 1997 a aussi causé d'importantes pertes à l'aquaculture, en particulier d'eau douce¹⁶. Les impacts s'expriment à travers l'assèchement des étangs, la perturbation des cycles de production, des taux de croissance anormalement faibles, et des taux de mortalité élevés causés par le stress, les maladies, et la qualité des eaux. Plus de 5000 ha d'étangs d'eau douce, dans la plaine centrale, ont été affectés, ce qui correspond à plus de 4000 exploitations (ADB 2005). Les systèmes de production en eau saumâtre ont quant à eux bénéficié de ce contexte, car l'augmentation de la salinité leur est favorable (Lopez et Mendoza 2004).

El Niño modifie donc les débits fluviaux, permettant une remontée du coin salé, provoque une diminution des lessivages par les pluies, entraînant une remontée par capillarité des sels

¹⁶ La production s'est réduite de 10,2 % en quantité par rapport à 1996 et de 8,7% en valeur. Les pertes auraient atteint 650 millions de pesos, soit environ 10 millions d'euros (ADB 2005).

dissous et réduit la recharge des nappes aquifères, engendrant des déficits pour des usages agricoles et domestiques. El Niño constitue un risque pour les agriculteurs, risque partagé par la communauté, du fait d'une offre de travail moindre. À elles seules, les conditions de sécheresse ne peuvent expliquer les conversions. Elles ont toutefois joué le rôle d'accélérateur de changement social. Ainsi, durant El Niño de 1997/1998, plusieurs exploitants ont ainsi fait évoluer leurs systèmes de culture, passant d'une succession riz-tilapia à riz-crevettes, cette dernière étant plus adaptée à des conditions de salinité élevée (Lopez *et al.* 2004).

En cas de péjoration climatique, les eaux stockées dans les réservoirs formés par les grands barrages diminuent aussi fortement. Ainsi, le réservoir formé par le barrage d'Angat a atteint des volumes extrêmement faibles durant l'épisode El Niño de 1997, ce qui a nécessité la mise en place d'un plan d'urgence qui a contribué à diminuer la disponibilité en eau à des fins domestiques, industrielles et agricoles. La production de riz et de maïs s'en est trouvée réduite respectivement de 43 et 26% durant cette période (Franco 2002). L'une des stratégies a alors consisté à améliorer l'accès aux réserves souterraines. En effet, le gouvernement, par l'intermédiaire du Département de l'Agriculture, a élaboré des programmes d'aide au forage de puits pour les agriculteurs (Rodolfo et Siringan 2006).

b) Modification de la circulation hydrologique

L'hypothèse est que les aménagements réalisés au cours du 20^{ème} siècle ont provoqué une baisse des volumes d'eau douce s'écoulant vers les parties aval du bassin versant. Ainsi, la baisse des débits d'eau douce a permis une remontée des eaux marines vers l'amont. L'impact premier est la modification des écosystèmes, ce qui justifie d'avoir mis l'accent sur les conséquences écosystémiques des différents aménagements effectués tout au long du réseau hydrologique. La démonstration s'appuiera sur les principaux types d'aménagements que l'on trouve dans le bassin versant à savoir les petits systèmes d'irrigation, les barrages multifonctionnels et les endiguements.

b.a) Les petits systèmes d'irrigation

Les systèmes d'irrigation à petite échelle ont pour objectif de stocker puis de distribuer l'eau superficielle. Ils se distinguent des autres systèmes d'irrigation par leur taille, c'est-à-dire par les volumes stockés et les moyens nécessaires à leur gestion et à leur entretien. Pampanga a connu une phase de développement de tels systèmes d'irrigation, basés sur la construction de barrages à partir desquels s'écoulent des canaux de dérivation en direction des parcelles. Les premiers systèmes ont été construits durant l'époque espagnole, suite à la mise en place du système de taxation, et au lendemain de la Seconde guerre mondiale, dans le cadre des réformes rurales. Les objectifs principaux sont d'augmenter la productivité agricole à travers (i) un meilleur contrôle des volumes d'eau entrant dans la parcelle et (ii) un allongement de la période culturale. Leur rôle est particulièrement important dans les zones intertropicales présentant des climats à saisons alternées, où l'eau est quantitativement inégalement répartie durant l'année. Augmenter la production présente un double avantage : l'augmentation des productions, et l'amélioration des conditions de vie des agriculteurs du fait d'une hausse théorique des revenus agricoles. Les bénéfices sont donc partagés, entre les producteurs (revenus) et les consommateurs (baisse des prix agricoles).

Leur impact sur le bilan hydrologique est faible. La principale modification est liée à leur participation à la recharge des nappes phréatiques du fait de la rétention des eaux qui favorise la percolation des eaux plutôt que leur ruissellement— ceci ne modifiant alors pas le budget global. Le stockage provoque par contre une perte par évaporation. Ainsi les débits des cours d'eau, en particulier les débits d'étiage, s'amoindrissent.

La mise en place des barrages permet d'étendre les zones de cultures et de mettre en place un second, voire un troisième cycle cultural annuel. Si les conséquences négatives directes de ces

aménagements sont faibles, les conséquences indirectes, l'extension de l'ager sur les espaces forestiers, sont autrement plus dommageables.

b.b) Barrages multifonctionnels

Entre 1945 et les années 1970, les grands barrages se sont multipliés dans le monde (Goudie 2005). Leur nombre a ensuite diminué à partir des années 1980 et 1990 du fait de la réduction des prix réels des productions agricoles, provoquant un affaiblissement des retours sur investissement de ces grands ouvrages (Bhattarai *et al.* 2002). Les nombreux impacts écologiques associés ont aussi réduit leur intérêt : la subsidence, les tremblements de terre, la perturbation des migrations de poissons, l'augmentation de la salinité, la réduction de la recharge des réserves souterraines, la rétention des sédiments, les pertes par évaporation, l'érosion littorale (Goudie 2005). En ce qui concerne la partie amont du barrage, le principal impact est la destruction par inondation des écosystèmes terrestres, tandis qu'à l'aval l'impact majeur est la modification de la variabilité naturelle des débits (McCartney *et al.* 2001).

Au lendemain de la Seconde guerre mondiale, à Pampanga comme dans le reste des Philippines les actions visant à augmenter la production agricole se sont multipliées à travers des programmes de développement rural que l'on peut englober sous l'appellation générique de révolution verte. Dans ce cadre, la construction de grands barrages permettait de sécuriser la production et d'étendre les surfaces cultivées. Outre l'objectif purement agricole, le développement économique et la croissance démographique du pays (et spécifiquement de Manille) a aussi nécessité d'intensifier et de diversifier l'exploitation de la ressource en eau. Il fallait ainsi répondre à la demande croissante en énergie et à l'augmentation des besoins domestiques tout en réduisant les risques d'inondation. Des études réalisées dans les années 1960 par USAID ont ainsi reconnu le besoin de contrôler les inondations¹⁷. En définitive, les gouvernements successifs ont développé des stratégies dont l'un des principaux volets reposait sur l'exploitation intensive de la ressource en eau à travers la création de grands barrages multifonctionnels. Dans notre zone d'étude, deux grands barrages ont ainsi été construits dans les années 1970 : le barrage d'Angat et le barrage de Pantabangan (Figure 6-21).

Le barrage de Pantabangan (province de Nueva Ecija) a été construit en 1977 à la suite d'une décision du congrès en 1969 (Republican Act 5499). Il est situé juste à l'aval de la confluence formée par les rivières Pantabangan et Carranglam. Les domaines concernés étaient multiples : irrigation, hydro-électricité, approvisionnement domestique et industriel, réduction des crues, et zone récréative. Sa capacité de stockage potentielle est de 3000 millions m³. Il devait initialement irriguer plus de 108 000 ha de terres arables (Franco 2002). On reconnaît aujourd'hui que les données initiales ont surestimé les débits d'étiage, conduisant à un surdimensionnement de l'ouvrage (Franco 2002). De plus, compte tenu des taux de sédimentation mesurés en 1990, sa durée de vie est estimée à seulement 107 ans (Japan International Cooperation Agency - JICA). Le second grand barrage, le barrage d'Angat irrigue, quant à lui, environ 27 000 ha de terres arables, pour l'essentiel dans la province de Bulacan (Lopez *et al.* 2004). Une de ses principales fonctions est de fournir Manille en eau domestique. Il fournirait ainsi à celle-ci plus de 95% de ses besoins.

¹⁷ Les résultats de ces études ont aidé à obtenir des prêts de la BIRD en 1969 (USD 34 000 000).

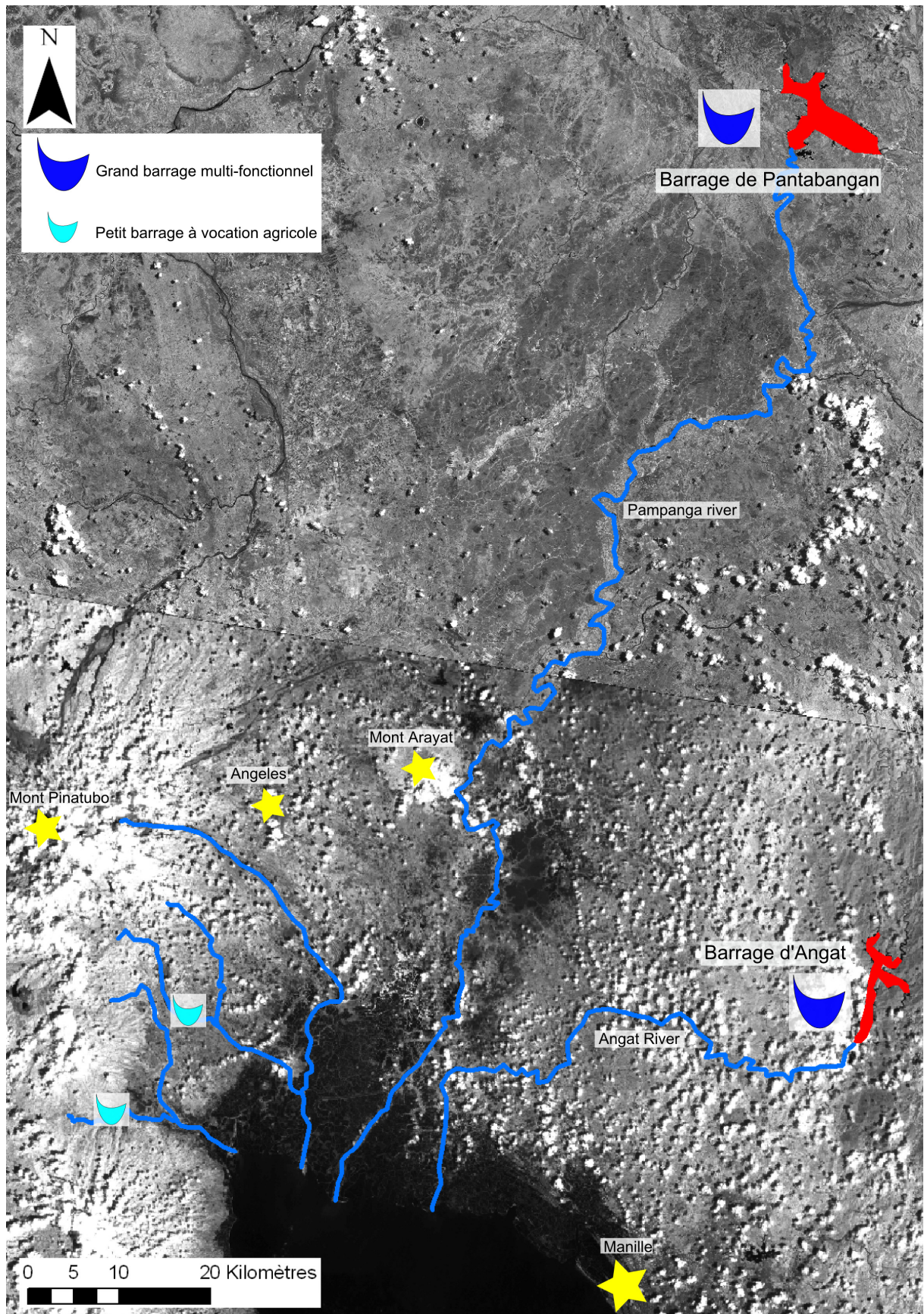


Figure 6-21 - Localisation des principaux barrages de la plaine centrale de Luzon.

Lors de périodes de sécheresse, les eaux stockées dans le barrage de Pantabangan sont destinées à approvisionner les agriculteurs de Nueva Ecija, tandis que les réserves du barrage d'Angat sont destinées à approvisionner Manille. Dans de telles circonstances, Pampanga est privé d'apports d'eau douce. Les impacts environnementaux des barrages ont été ressentis dès le début des opérations. Les anciens se réfèrent spontanément aux changements provoqués à la suite de la construction de ces ouvrages en faisant le lien, dans leur discours, entre les augmentations de salinité du début des années 1980, en particulier dans la municipalité de Macabebe, et la rétention des eaux par ces barrages. Plus récemment, durant l'épisode d'El Niño en 1997, la plupart des exploitants situés à Masantol et à Macabebe ont modifié leur système de culture (Lopez *et al.* 2004).

À l'inverse, les précipitations associées au passage des cyclones remplissent brutalement les réservoirs, provoquant de volumineux largages d'eau puis des crues soudaines. Malgré les avertissements préalables de PAGASA, de nombreux exploitants dont les parcelles sont situées le long de la Pampanga et de l'Angat subissent des crues soudaines. Les impacts de ces barrages sont donc classiques.

Les éléments qu'il faut relever sont les impacts sur le budget hydrologique. Ce budget à l'échelle de Pampanga se réduit compte tenu des pertes par évaporation, des transferts latéraux (vers Manille en particulier), et des volumes captés par les agriculteurs de Nueva Ecija. Les conséquences s'expriment sur les débits et sur les crues, ces dernières ayant pourtant la capacité de lessiver les sols et de recharger les aquifères. Lors de très gros épisodes, la modification engendrée par le barrage sur la magnitude des pics de crues serait insignifiante au regard de la situation antérieure aux barrages (McCartney *et al.* 2001). Leur rôle d'écrêtage des crues est donc particulièrement important en cas d'épisodes pluvieux moyens ou forts.

b.c) Les digues

Les digues (ou levées) réalisées le long des cours d'eau, en particulier celui de la Pampanga, modifient la circulation hydrologique de surface. Si l'objectif premier est de réduire les inondations en contenant les eaux ou en les déviant, on constate d'autres effets associés.

Le premier impact majeur est la réduction de la plaine d'inondation. En l'occurrence, entre Arayat et Apalit, la levée Arnedo a pour conséquence de dévier les eaux en direction de la rive gauche dans la zone humide de Candaba (Figure 6-29). Plus au sud, les digues le long de la Pampanga entre Masantol et la baie de Manille empêchent l'étalement des crues dans la plaine deltaïque. Cette contrainte implique trois changements majeurs : (i) la réduction du lessivage des sols, (ii) la réduction de la recharge des nappes par percolation des eaux, et (iii) la réduction des dépôts de sédiments dans la plaine, ce qui diminue à son tour les transferts de fertilité et l'exhaussement des sols. Les problèmes liés aux digues sont aussi liés aux ouvertures et fermetures des vannes qu'elles renferment, et censées diriger les flots en fonction du niveau de risque. Ainsi, de nombreux témoignages à Macabebe ont spontanément fait référence à la vanne de Sulipan (Figure 6-22). Cette vanne permet de contrôler les écoulements de la Pampanga vers l'ouest du delta. Lors des crues, sa fermeture permet de diriger les écoulements de la Pampanga vers son exutoire naturel au sud tandis qu'en situation normale, son ouverture permet un apport d'eau douce. Si les discours divergent en ce qui concerne la date de construction (la plupart évoquent des dates antérieures à la date réelle de sa construction), ils s'accordent néanmoins sur son actuelle absence d'opérabilité. Le fait qu'elle reste fermée provoque donc une salinisation des terres par remontée du coin salé et un plus grand rayon de diffusion des eaux venant de Minalin, plus polluées.



Figure 6-22 - Vanne de Sulipan (Macabebe).

c) Subsidence

La subsidence deltaïque est la propension naturelle des sédiments composant un delta à se compacter sous leurs propre poids, provoquant ainsi un enfoncement progressif du delta. La compaction s'explique surtout par la réduction du volume d'eau enfermée dans les sédiments. Il s'agit donc initialement d'un phénomène naturel. Cette expulsion d'eau peut toutefois être accélérée par les extractions d'eau effectuées par les hommes. En effet, lorsque l'on extrait de l'eau d'un aquifère, la pression qui était en partie supportée par l'eau est alors transférée aux sédiments, provoquant une compaction de ces derniers et un affaissement du sol (Figure 6-23) (Rodolfo et Siringan 2006). L'extraction de gaz, de pétrole, l'exploitation minière de charbon, de sel, et l'oxydation des dépôts organiques, entraînant leur contraction, comptent parmi les causes anthropiques majeures de subsidence (Goudie 2005). Une telle subsidence est un phénomène que l'on retrouve en de nombreux endroits du monde, et tout particulièrement dans les deltas d'Asie du Sud-ouest (Nunn et Kumar 2006).

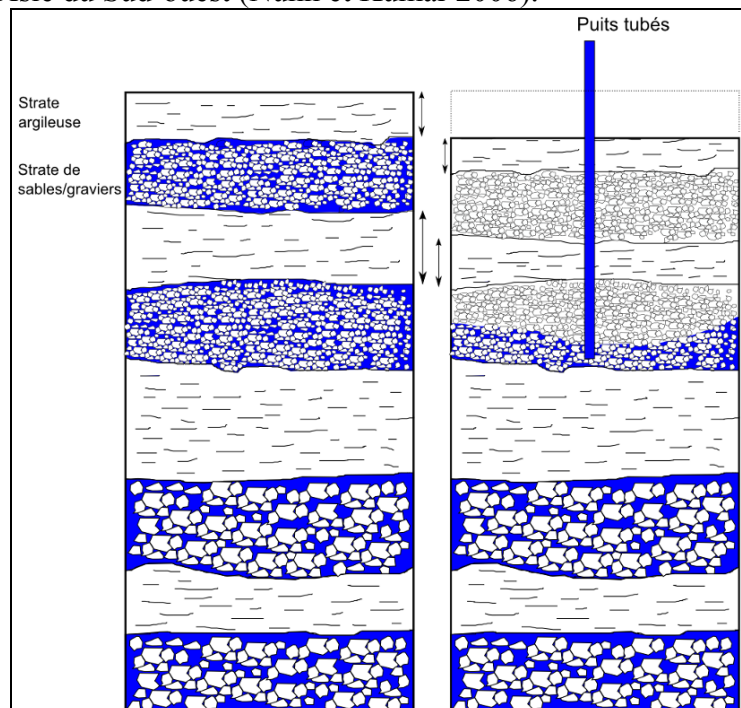


Figure 6-23 - Schéma de fonctionnement de la subsidence sous contrainte anthropique.

La plaine littorale du nord de la baie de Manille est composée principalement de sédiments fins boueux, entrecoupés de couches de sables et de graviers (Rodolfo et Siringan 2006). Des analyses stratigraphiques effectuées récemment sur les sédiments deltaïques, composés d'une succession de sédiments fins marins, infratidaux organiques, sablo-limoneux, et sablo-argileux terrestres ont permis de caractériser, après interprétation, l'évolution des paléo-environnements¹⁸ (Soria *et al.* 2005). Ces mêmes analyses stratigraphiques révèlent une compaction de l'ordre de 1,6 à 5,6 mètres, avec des taux beaucoup plus importants pour les séquences de matière organique que pour les séquences sableuses. Ainsi, compte tenu de la stabilisation relative du littoral il y a environ 1000 ans, les sédiments auraient été compactés à des taux moyens de 0,16 à 0,56 cm/an, ne représentant que 2 à 8% des 2 à 8 cm/an de subsidence estimé pour la période post-Pinatubo, entre 1991 et 2001 (Soria *et al.* 2005). Les hypothèses d'une subsidence accélérée dans le delta, et sur toute la plaine littorale de la baie de Manille, ont permis d'effectuer plusieurs campagnes de mesures directe et indirecte. Ainsi, un marquage effectué à Lubao entre 1999, remesuré deux ans plus tard, confirme un enfoncement annuel du sol de 46 cm tandis que des mesures géodésiques du DPWH au sud de Macabebe révèlent une subsidence annuelle de 40 cm (Rodolfo et Siringan 2006)¹⁹. Les témoignages concernant les hauteurs d'eau lors de crues et lors des grandes marées, ainsi que des mesures effectués sur les puits tubés, ont permis de proposer des taux annuels de subsidence entre 1,7 et 8,3 cm par an avec une moyenne globale de 2,5 cm pour l'ensemble du nord de la baie de Manille (Rodolfo et Siringan 2006). Les estimations fluctuent donc de manière conséquente d'une zone à l'autre. Il serait alors nécessaire de multiplier les campagnes de mesures pour pouvoir confirmer l'intensité du phénomène. Néanmoins, les nombreuses inscriptions dans le paysage d'une subsidence accélérée confirment empiriquement ce constat (Figure 6-24). Les inondations des villes littorales qui accompagnent désormais chaque grande marée (Figure 6-25) et le temps de stagnation de l'eau qui tend à augmenter (une journée au moins avant que les eaux ne se retirent) tendent aussi à prouver que la subsidence s'accélère.

Les facteurs potentiellement responsables de cette subsidence accélérée sont nombreux. Dans un premier temps, seul a été retenu celui d'une extraction d'eau souterraine importante.

c.a) L'exploitation des eaux souterraines

L'exploitation intensive des eaux souterraines entraîne plusieurs impacts, en particulier la subsidence accélérée du sol et la salinisation des aquifères. Cette salinisation peut aussi être la conséquence d'une réduction du lessivage des sols. Beaucoup d'acteurs locaux affirment, en effet, qu'il faut extraire l'eau à des profondeurs beaucoup plus importantes que par le passé pour obtenir une eau potable. Tentons alors de comprendre l'enchaînement des événements.

¹⁸ Les premières successions stratigraphiques révèlent une réduction progressive de la profondeur de l'environnement littoral par des apports d'alluvions, suivi de dépôts sableux, déposés sur des sols organiques, évoquant un événement lié à une rapide subsidence, suivi enfin d'une progradation fluviale. Cela montre donc une fluctuation des influences marines et fluviales (Soria *et al.* 2005).

¹⁹ Ce taux annuel, calculé par le DPWH, s'appuie sur les altitudes mesurées en 1999 et 2001, respectivement de 2,630 m et 1,818 m.



Figure 6-24 - Conséquence de la subsidence sur le bâti. On constate l'enfoncement de la maison par la hauteur de la taille de la porte et la hauteur de la fenêtre par rapport au sol (Sapang Kawayan, Masantol).



Figure 6-25 - Inondations dans le centre de Guagua lors des grandes marées, qui en certains endroits (marché) atteignent plusieurs dizaines de centimètres

c.a.a) Les débuts de l'exploitation des aquifères

Plusieurs facteurs ont contribué à la multiplication des forages. Le début de l'utilisation massive des aquifères dans la province de Pampanga date du début du 20^{ème} siècle. À partir de 1904, les Américains ont la volonté d'améliorer les conditions d'hygiène du quotidien, pour lutter en partie contre la récurrence des pathogènes liés en particulier à la qualité de l'eau (Historical Data Paper 1948). Certains documents historiques²⁰ révèlent les épisodes malheureux que Masantol a connu par le passé, comme en 1882, année durant laquelle d'importantes inondations ont eu lieu, détruisant toutes les récoltes, ainsi qu'une épidémie de choléra et de varicelle qui vit mourir chaque jour de 30 à 70 personnes (HDP 1953). Cette épidémie de choléra n'était pas circonscrite à Masantol et a entraîné de nombreux morts dans plusieurs lieux à Pampanga. Grâce à l'usage simultané de la chloration et des eaux d'origine souterraine, les Américains ont réussi en peu de temps à améliorer la qualité des eaux et à réduire la récurrence des épidémies. En 1948, au lendemain de la guerre, on comptait 3049 puits dans les municipalités de Macabebe, San Fernando, Guagua, Arayat et Angeles : puits artésiens et puits profonds. Guagua et San Fernando étaient alimentés presque exclusivement par des puits artésiens à cette époque. Le puits le plus profond, situé à San Fernando, faisait 235 mètres de profondeur (770 pieds) (Salita 1958). Au total, on comptait 1261 puits artésiens à Pampanga dont : 12 à Angeles, 38 à Apalit, 48 à Arayat, 82 à Bacolor, 100 à Candaba, 125 à Guagua, 123 à Lubao, 61 à Macabebe et 29 à Masantol. Aujourd'hui, les seuls que l'on peut observer se situent à Bataan, signe d'un assèchement de ces aquifères artésiens.

c.a.b) La multiplication des puits

La révolution verte a progressivement été mise en place après la Seconde guerre mondiale, pour répondre à la croissance démographique et à la volonté politique d'indépendance alimentaire, et avec pour objectif principal d'accroître les rendements (De Casanova et Bombrun 2000). Bien que de courte durée (1953-1957), la présidence de Ramon Magsaysay a engendré de profondes transformations de l'espace rural. Son programme, *rural improvement*, comportait deux volets : le premier consistait à étendre et intensifier la fourniture de services institutionnels dans les zones rurales (forages de puits, systèmes d'irrigation) afin d'augmenter la production et d'améliorer les conditions de vie des agriculteurs, le second s'inscrivait dans le long terme, et devait transformer les systèmes agraires, de par un meilleur accès au crédit, par la modification des modes de faire-valoir et par l'évolution des relations de patronage (Wurfel 1958). Ceci s'est par exemple matérialisé par la création du barrage de Porac, qui a permis aux agriculteurs de Guagua de passer à deux cultures annuelles de riz : une première avec des variétés à cycle long et une seconde avec des variétés à cycle court (De Lataillade *et al.* 1999). C'est à partir des années 1960 que les exploitations situées dans le delta se sont équipées de puits. En 1959, Maniango (Minalin) a par exemple connu le forage de nombreux puits artésiens. Certains événements ont précipité les forages. En 1968, une sécheresse importante a poussé le gouvernement à rendre plus accessible la ressource souterraine aux agriculteurs par des programmes d'aide spécifiques (McCoy et De Jesus 2001). Ceux qui n'y ont pas eu accès ont pu acheter de l'eau aux *hacenderos*, mieux équipés, qui ont profité de l'occasion pour leur vendre leur surplus et engrangé ainsi un surplus substantiel de revenus, en particulier à Nueva Ecija (McCoy et De Jesus 2001). Dans les années 1970, les programmes d'accès au crédit ont continué à se développer pour permettre aux agriculteurs de s'équiper en puits et en pompes. Ainsi, les systèmes d'irrigation,

²⁰ Historical Data Paper : ce sont des documents souvent réalisés après la seconde guerre mondiale qui a eu, parmi les nombreuses conséquences, celle de détruire une partie du patrimoine écrit. Ainsi, des missions gouvernementales ont été envoyées dans les différents barangays du pays afin de recueillir et d'archiver diverses informations locales auprès des acteurs (mythes, légende, histoire, statistique, données environnementales, etc.)

gravitaires et par pompage dans les aquifères, se sont étendus sur tout le territoire, et la canne à sucre a été progressivement remplacée par une double culture annuelle de riz. La sécurisation des productions a rendu de plus en plus caduque pour les métayers le partage du risque avec les propriétaires, d'où une montée progressive des revendications de réforme agraire. Au début des années 1980, la transformation des systèmes agraires a connu un tournant. La crise économique et l'augmentation de la dette a réduit les capacités d'intervention de l'Etat dans les campagnes (prêts, prix subventionnés, coopératives), en particulier au moment de la prise du pouvoir de Cory Aquino en 1986, suite au douloureux et couteux épisode Marcos. Pour enrayer l'inflation de la dette, les institutions internationales (FMI) conditionnent alors les aides financières à la suppression des taxes d'importations sur les produits agricoles (De Lataillade *et al.* 1999). De Lataillade *et al.* (1999) identifient les stratégies adoptées par les exploitations de canne à sucre non irriguées: (i) la conversion à la riziculture, qui provoque le passage du métayage sur canne au fermage ou à la propriété sur riz, le métayage étant désormais proscrit, (ii) le développement des *subdivisions* (zones résidentielles) pour s'astreindre des conséquences de la réforme agraire de Marcos, et (iii) le développement d'exploitations capitalistes (hors-sol, mangues). Dans le même temps, la diffusion des variétés de riz à cycle court a permis de libérer 4 mois dans le calendrier cultural (de février à juin). Ce temps a été alors mis à profit pour la mise en place d'une troisième culture (riz ou autre), qui s'appuyait alors sur l'exploitation systématique des eaux souterraines, dans la mesure où à cette saison les cours d'eau connaissent leur période d'étiage. Les programmes d'aide au développement, en particulier ceux du gouvernement japonais, proposaient aussi dans les années 1990 des prêts remboursables sur 5 ans pour la construction de puits d'une trentaine de mètres (coûts d'environ 30 000 pesos). Parallèlement à ces usages agricoles liés aux transformations des systèmes agraires, les eaux souterraines ont été exploitées à d'autres fins : politiques, industrielles, récréatives (Figure 6-26). Leur exploitation a aussi été la conséquence des changements paysagers induits par l'éruption du Pinatubo et par l'évolution des marchés mondiaux. Dans le domaine politique, les puits sont utilisés à des fins clientélistes (Rodolfo et Siringan 2006). L'industrie s'est développée à Pampanga, en profitant en particulier de sa proximité avec Manille. Certaines industries, notamment les brasseries (bière San Miguel), localisées à San Fernando, ont besoin de très grandes quantités d'eau. L'émergence d'une société de consommation passe, entre autres, par le développement des loisirs : création de golfs, multiplication de piscines privées... L'enfouissement, par les *lahars*, de plusieurs systèmes d'irrigation (en particulier à Lubao et Guagua), en particulier ceux qui étaient connectés à la Gumain River, ont provoqué le forage de nombreux puits pour maintenir un accès à l'eau. Les parcelles de riz qui ont reçu d'importantes retombées de cendres et de *lahars* (Guagua, Lubao, Bacolor) ont vu leur fertilité altérée. Ainsi, dans plusieurs zones (par exemple dans les *barangays* Ebus et San José à Guagua), les agriculteurs n'ont eu d'autres choix que de convertir leurs rizières en étangs aquacoles (Grandmougin 2003).

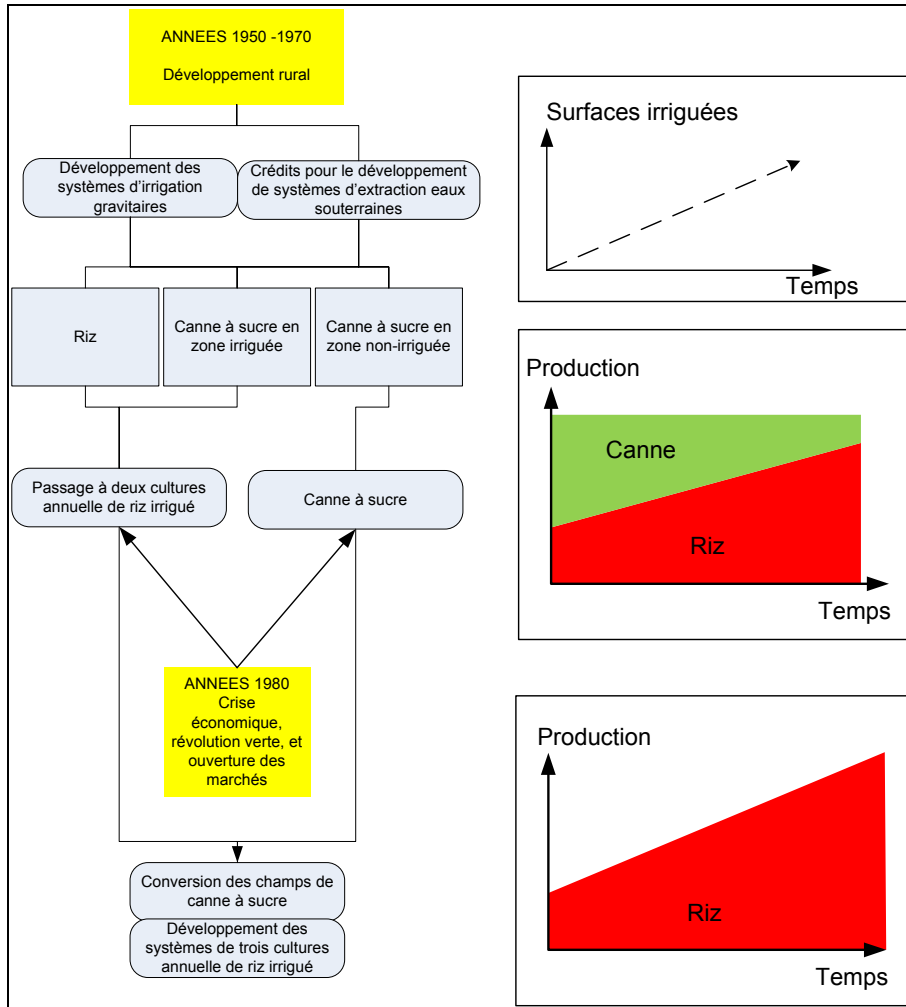


Figure 6-26 - Rapport entre les transformations des systèmes agraires et l'exploitation des eaux souterraines.

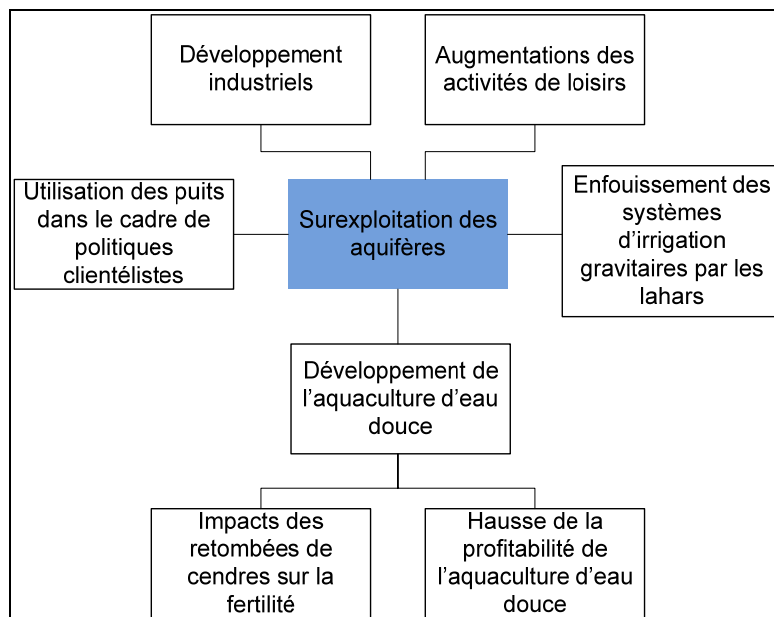


Figure 6-27 - Principaux facteurs explicatifs de la surexploitation des aquifères.

c.a.c) Accessibilité actuelle

D'après nos entretiens²¹, la profondeur minimum nécessaire pour accéder à une eau de qualité potable dans le delta se situe entre 42 et 67 mètres (140 et 220 pieds). La plupart des puits creusés dans les années 1960, de profondeurs d'environ 15 mètres (50 pieds) voient leurs rendements chuter et produisent, de plus, une eau saline. Au nord du delta (San Fernando, Mexico), l'eau est accessible à partir de 6 mètres seulement de profondeur mais elle n'est pas potable, réduisant alors le spectre des usages. Dans cette zone, il faut alors réaliser des forages d'environ 50 mètres (160 pieds) pour avoir accès à une eau non salée. A Lubao, les riziculteurs exploitent des puits forés à plus de 85 mètres (280 pieds), dont les coûts de construction et d'achat de la pompe s'élèvent aux alentours de 70000 pesos philippins. Dans le *barangay* de Natividad (Guagua), l'eau douce est accessible à partir de 64 mètres (210 pieds). Plus on s'éloigne du delta en direction du nord, plus les eaux contenues dans les nappes superficielles sont de qualité. On peut donc faire l'hypothèse d'un vidage progressif des aquifères artésiens au cours du 20^{ème} siècle, partiellement remplacés par des eaux salines.

Les exploitants doivent donc approfondir leurs puits. La recharge de la nappe est menacée par l'imperméabilisation des sols, l'endiguement des cours d'eau et les étangs aquacoles. La récente multiplication des *subdivisions* ainsi que des zones commerciales a ainsi accru les surfaces imperméables. De la même manière, Rodolfo et Siringan (2006) relèvent que la répétition des assecs provoquerait l'assèchement des premières couches et donc leur affaissement alors même que ces couches, argileuses, ont une forte capacité de rétention des eaux. Ainsi, les causes sont de natures différentes : à la fois politiques, économiques, démographiques et environnementales. Les conséquences sont (i) des coûts supplémentaires d'accès à la ressource, (ii) la salinisation des aquifères, (iii) l'augmentation du phénomène de subsidence.

d) Augmentation des intrusions d'eau marine

Les intrusions marines peuvent être la conséquence de plusieurs causes : variation du niveau marin, de l'espace terrestre littoral ou des écoulements d'eau douce. Les intrusions d'eau marine peuvent donc augmenter suite à une hausse du niveau marin, à la modification de la morphologie des cours d'eau, ou à la réduction des apports d'eau douce.

d.a) Ancienneté des inondations

Au 19^{ème} siècle déjà, le principal problème pour le secteur agricole était lié à la récurrence des inondations. Celles-ci sont majoritairement la conséquence des cyclones. Une analyse des inondations entre 1946 et 1966 révèle que 62% des inondations sont la conséquence du passage des cyclones tandis que 38% sont la conséquence de la mousson (Ferraris 1970). De nombreux passages dans les *Historical Data Paper* relatent de graves inondations, tout au long du 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème}. Le passage répété de nombreux cyclones est un des éléments qui permet de comprendre les difficultés du secteur agricole. En 1846, de très grosses inondations ont affecté les productions de riz, de maïs, de canne à sucre et de mangues. Plus récemment, plusieurs événements ont touché le delta durant les années 1972 et 1976²². Aujourd'hui encore, les acteurs locaux qui ont vécu les inondations de 1972 s'y réfèrent spontanément. Si l'on peut penser que cette référence répétée s'explique par l'ampleur de l'évènement, on peut aussi penser que ce sont les conséquences de cet évènement qui permettent une conservation de la mémoire. Ainsi, en 1972, le passage

²¹ A Sagrada (Masantol), plusieurs personnes ont évoqué la présence d'eau de qualité à partir de 200 pieds. Les aquifères moins profonds, à partir de 40 pieds, sont eux salés.

²² Les cyclones les plus violents durant cette période sont Gloring, Isang, Narsing, Norming, Bidang et Didang (Guanzon et Basa 1977).

successif de 4 cyclones (Asiang, Konsig, Toyang, Undang) sur la plaine centrale de Luzon a engendré une crue de la Pampanga et de ses affluents qui s'est exprimée par une stagnation des eaux dans la plaine durant plus de 40 jours consécutifs, nécessitant l'intervention de l'armée américaine pour approvisionner les villes du delta en biens de première nécessité. Cet événement s'explique par : (i) l'importance des volumes d'eau, (ii) les faibles capacités de drainage des sols à texture fine, (iii) des coefficients de marée élevés, et (iv) des modifications de l'occupation du sol en aval, entravant l'écoulement normal des eaux (multiplication des étangs aquacoles à *chanos*). Outre les victimes humaines (298 morts au total), plusieurs milliers d'hectares d'étangs à *chanos* ont été inondés (Guanzon et Basa 1977). Les municipalités de Masantol et Macabebe ont alors compté parmi les municipalités les plus affectées. Des dépôts très importants d'alluvions ont été constatés plus en amont. Ces dépôts, de texture sableuse, ont forcé certains paysans à passer de la riziculture à la culture de la canne à sucre et des melons d'eau, mieux adaptés à ce type de sol, en particulier dans les environs de Candaba. Cet événement a entraîné la construction d'infrastructures ayant pour but la réduction de l'aléa. Malgré cela, aujourd'hui encore, les inondations frappent la plaine et le delta de la Pampanga. Ainsi, en 2004, de grosses inondations ont affecté au total 650 000 personnes dans la plaine centrale (cyclone Muifa, associé à des dépressions tropicales, Merbok et Winnie), avec des dégâts importants (382 millions de pesos). Une image satellite acquise au moment des inondations a permis de délimiter les zones inondées (Projet UNOSAT²³). Cette délimitation s'est faite par photo-interprétation car l'image est une composition colorée en fausses couleurs (Figure 6-28). Le croisement de cette information avec la carte d'occupation du sol de 2008 a permis de calculer les superficies de chaque occupation du sol affectée. Au total, 19 500 ha de terres sont inondés au moment de l'acquisition de l'image (Masantol, Macabebe, Hagonoy, Arayat, Candaba, Apalit, San Simon), dont 82% sont des terres arables rizicoles et 15% des terres aquacoles. Si l'on observe la localisation des zones inondées, on constate qu'elles se situent exclusivement sur la rive gauche de la Pampanga. Ainsi, les aménagements préalablement réalisés ont réussi à empêcher les eaux de s'étendre dans la partie occidentale de la plaine, et en particulier laissent San Fernando hors de portée de la crue. Dans la partie basse, l'espace compris entre la Pampanga et le Labangan channel est par contre entièrement inondé. Il convient alors d'identifier les aménagements réalisés et de comprendre quel est leur rôle et leur efficacité.

d.b) L'approche de l'aléa centré

Partant du constat que les inondations sont le résultat d'un aléa récurrent dans cette partie du pays, les gouvernements ont tenté, depuis l'époque américaine, de réduire l'aléa. La logique s'appuyait alors sur l'argument qu'il fallait réduire les transferts latéraux des eaux. De cette manière, il serait possible de réduire la zone d'extension des crues. Atteindre un tel objectif suppose d'élaborer un aménagement du territoire qui permette (i) de dévier les eaux de crues en direction de zones à faibles enjeux, puis (ii) d'évacuer ces eaux vers l'exutoire naturel du cours d'eau, en l'occurrence la baie de Manille. Cette approche, dite de l'aléa centré, s'est développée très tôt, dans le premier quart du 20^{ème} siècle, et elle est encore largement défendue par le service chargé de s'occuper de l'aménagement, le Department of Public Works and Highways (DPWH).

²³ <http://www.unosat.org>

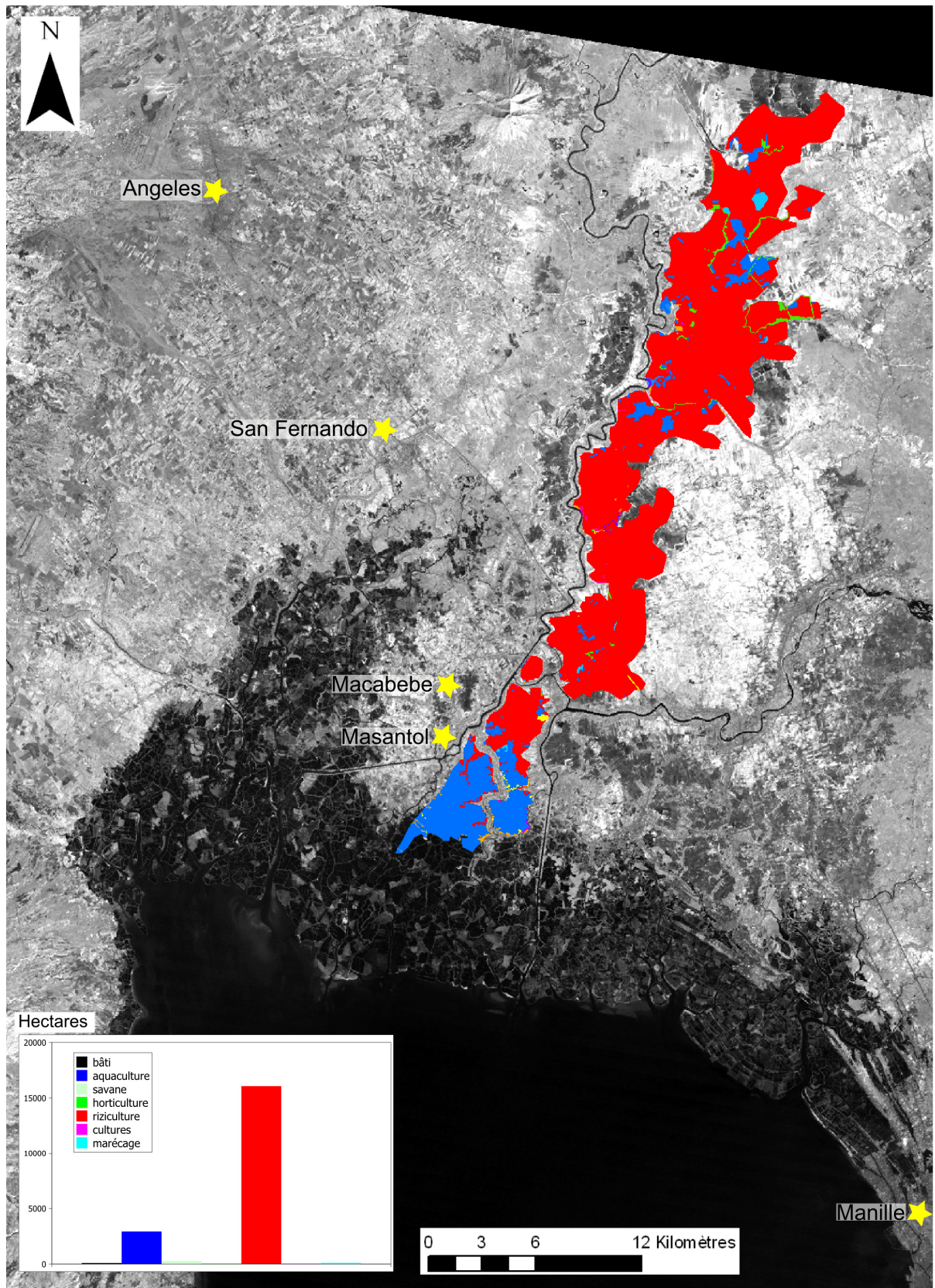


Figure 6-28 - Extension spatiale de la crue du 8 décembre 2004

d.c) Les ouvrages

Le premier ouvrage d'art date du début du 20^{ème} siècle, la digue Arnedo, en hommage au gouverneur de la province de Pampanga de l'époque, Macario Arnedo (gouverneur de 1904 à 1912). Cette digue, d'une longueur de 48,2 km, joint Bano (Arayat) à Gatbuca (Calumpit) et avait pour objectif d'empêcher les eaux de la Pampanga de s'étendre sur la rive droite et au contraire d'enfermer les écoulements dans le synclinal de Candaba. Cette digue devait protéger 14 villes des inondations. En 1938, un canal de 2,5 km a été creusé à partir de Sulipan (Apalit) afin de simplifier le trajet de la Pampanga et de lui éviter ainsi de méandrer. Ce type d'aménagement, construit dans le but d'accélérer l'évacuation des eaux de crues vers la baie de Manille et de provoquer un effet chasse d'eau, a été utilisé en d'autres endroits, en particulier à hauteur du *barangay* Sagrada Familia (Masantol). En 1976 s'est achevé le canal de Labangan, à Bulacan, qui devait faciliter l'évacuation des eaux de l'Angat et ainsi éviter qu'Hagonoy se retrouve inondé comme c'était le cas avant sa construction. En 1972, Hagonoy avait en effet été inondé durant plus de 40 jours. La municipalité connaissait aussi de lourds problèmes dans le secteur agricole, de pénurie d'eau en saison sèche et d'inondations en saison des pluies (Talbot 2008). Enfin le dernier ouvrage, et aussi le plus conséquent, est le Pampanga Delta Development Project (PDDP), projet initié dans les années 1970²⁴. Comme dans le cas de l'Angat, l'objectif était de faciliter l'évacuation des eaux en direction de la baie de Manille pour éviter une stagnation de l'eau. La structure se compose de trois parties (Figure 6-29) : le lit mineur d'une largeur de 250 m²⁵ ; le lit majeur (ou High Water Channel) d'une largeur de 700 m et deux digues, sur chaque rive, d'une largeur approximative de 25 mètres chacune. Les travaux ont pris fin en 2002. D'une longueur totale initialement prévue de 22,4 km, les digues ne feront finalement que 14,2 km. Ainsi, au lieu d'atteindre Sulipan, pour se connecter à l'Arnedo Dike, les digues s'arrêtent à l'entrée de Masantol. Les raisons sont (i) les vives contestations des habitants de Bulacan, en particulier ceux qui occupent illégalement les rives de la Pampanga et qui auraient été expulsés du fait des travaux et (ii) les attaques répétées des groupes rebelles. À la fin des années 1990, l'ensemble du système de protection contre les inondations comptait 44 digues s'étendant sur 381 km, dont 86% à l'intérieur des limites de Pampanga.

d.d) Efficacité des aménagements

Force est de constater que, malgré ces aménagements, les inondations sévissent encore, comme on a pu le voir sur la carte élaborée à partir de l'image satellite de décembre 2004 (Figure 6-28). Ainsi, Fernandez (2004) démontre que le problème s'est même accru ces dernières années. Selon cet auteur, la hauteur des inondations s'accroît depuis les années 1990 avec une moyenne qui est passée de 1 m à 1,8 m (3,4 à 6 pieds) en saison des pluies, alors que la hauteur moyenne dans les années 1980 n'était que de 30 à 90 cm (1 à 3 pieds). Il estime ainsi que les crues sont plus fréquentes, plus hautes, plus longues, et plus étendues. Si les géologues ont initialement attribué ce phénomène aux dépôts de *lahars* dans les cours d'eau, l'observation du même phénomène à Bulacan et Kamanova, où il n'y pas eu de dépôts de lahars laissent à penser que d'autres phénomènes sont à l'origine de ces inondations.

²⁴ Un accord de prêt avec le gouvernement japonais en 1991 a permis de financer le projet.

²⁵ A l'origine, le lit mineur, dans la partie aval du bassin versant, était large de 60 à 180 m (Lopez *et al.* 2004).

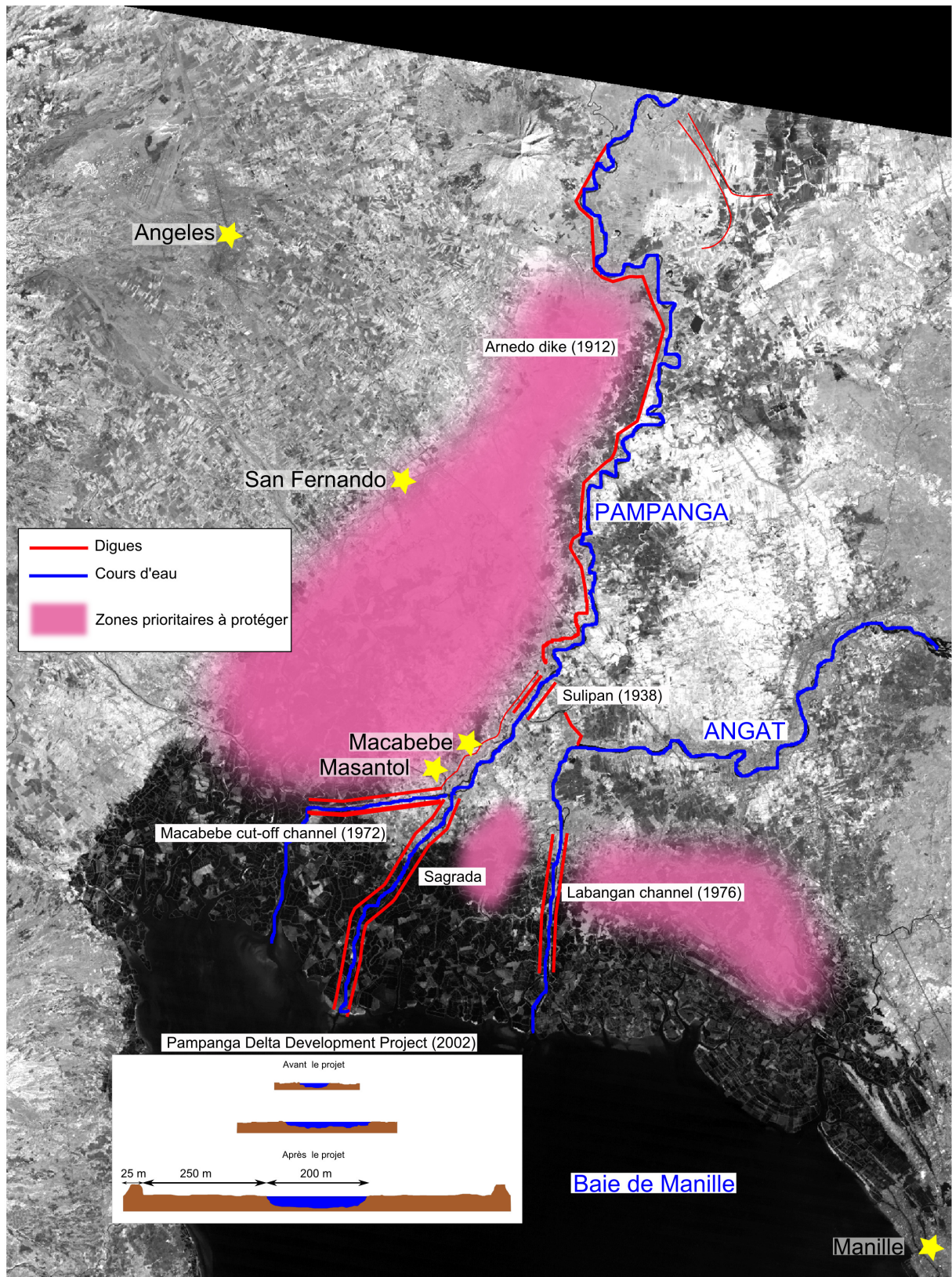


Figure 6-29 - Aménagements en vue de réduire les risques d'inondations

d.e) Impact sur la salinité

Comme on peut le constater sur la coupe de la Pampanga (Figure 6-29), le projet a consisté à construire deux levées sur chaque rive, espacées de 700 m afin de restreindre la montée des eaux à cet espace. Le matériel utilisé pour la construction de la digue a été extrait du lit mineur. Ainsi, une conséquence directe a été de faciliter la remontée d'eau marine à l'intérieur du delta, d'autant que les pentes dans le delta et dans la plaine sont très faibles et que le phénomène de subsidence est actif. Les acteurs ont remarqué que l'augmentation de la salinité accompagnait la progression de la structure. La remontée des eaux salines concerne le lit même du cours d'eau, ainsi que par les cours d'eau secondaires. Durant les périodes de crues, la plupart des volumes d'eau douce sont déversés directement dans la baie de Manille, réduisant ainsi les volumes d'eau douce s'écoulant dans les chenaux et canaux secondaires. En tout état de cause, les aménagements apparaissent non seulement incapables de réduire le risque, mais provoquent en outre une modification de l'environnement. Le problème fondamental est que ces aménagements ne répondent pas aux racines profondes, à la fois historiques et politiques, des risques engendrés : l'absence d'un cadre de gestion de la ressource en eau, l'absence de suivi environnemental, la déforestation des interfluves, une politique de gestion des risques focalisée sur la réduction de l'aléa, un manque de connaissances sur le fonctionnement écologique, une augmentation de la population, la révolution verte (monoculture, espèces exigeantes sur les quantités d'eau et sur leur apport dans le temps, politiques des grands barrages, abandon des espèces de contre-saison).

d.f) Synthèse sur les éléments facteurs de salinité

Un graphique de synthèse a été réalisé (Figure 6-30). Celui-ci présente les différentes relations qui existent entre les infrastructures précédemment décrites, les processus, et les impacts sur les variables du système hydrologique global.

6.2.2.1.3 Les effets de la salinité

Le principal secteur d'activité affecté est la riziculture. Selon les endroits, les réductions de rendements durant un cycle cultural ont été de -40% à -70%. Cette baisse des rendements s'explique par le fait que la salinité provoque un changement de disponibilité de l'azote, du phosphate et du potassium (Lopez *et al.* 2004). Certains agriculteurs ont alors développé des stratégies pour limiter les pertes telles que la modification du calendrier cultural. Les dates de repiquage ont alors été avancées, passant d'octobre à septembre afin de tirer bénéfices des dernières pluies de mousson. Ce changement de pratique s'accompagne d'un risque d'inondation du fait précisément que la saison des pluies ne soit pas arrivée à son terme.

L'augmentation trop importante de la salinité réduit la productivité du *nipa*. C'est donc un facteur qui a aussi précipité la fin de son exploitation. Sur la carte des changements entre 1976 et 2001 (Figure 6-17), on constate que 2349 hectares de zones précédemment occupées par de la végétation à faible activité chlorophyllienne (qui correspond pour une partie à du *nipa*) a été remplacée en 2001 par des plans d'eau, c'est-à-dire des étangs aquacoles. La disparition des marais à *nipa* est donc à la fois la conséquence de la baisse de rentabilité de l'activité elle-même, mais aussi de la plus grande profitabilité de l'aquaculture. Si, aujourd'hui, le phénomène apparaît nouveau pour la plupart des officiels, il n'en a pas toujours été ainsi. Ainsi, des fonctionnaires du BFAR évoquaient, dès 1977, la probable nécessité de convertir 6000 hectares de terres agricoles en zone aquacole du fait de l'extension de la salinisation (Guanzon et Basa 1977). Malgré cela, aucune action préventive qui aurait pu se caractériser par un encadrement des changements d'occupation du sol n'a été entreprise.

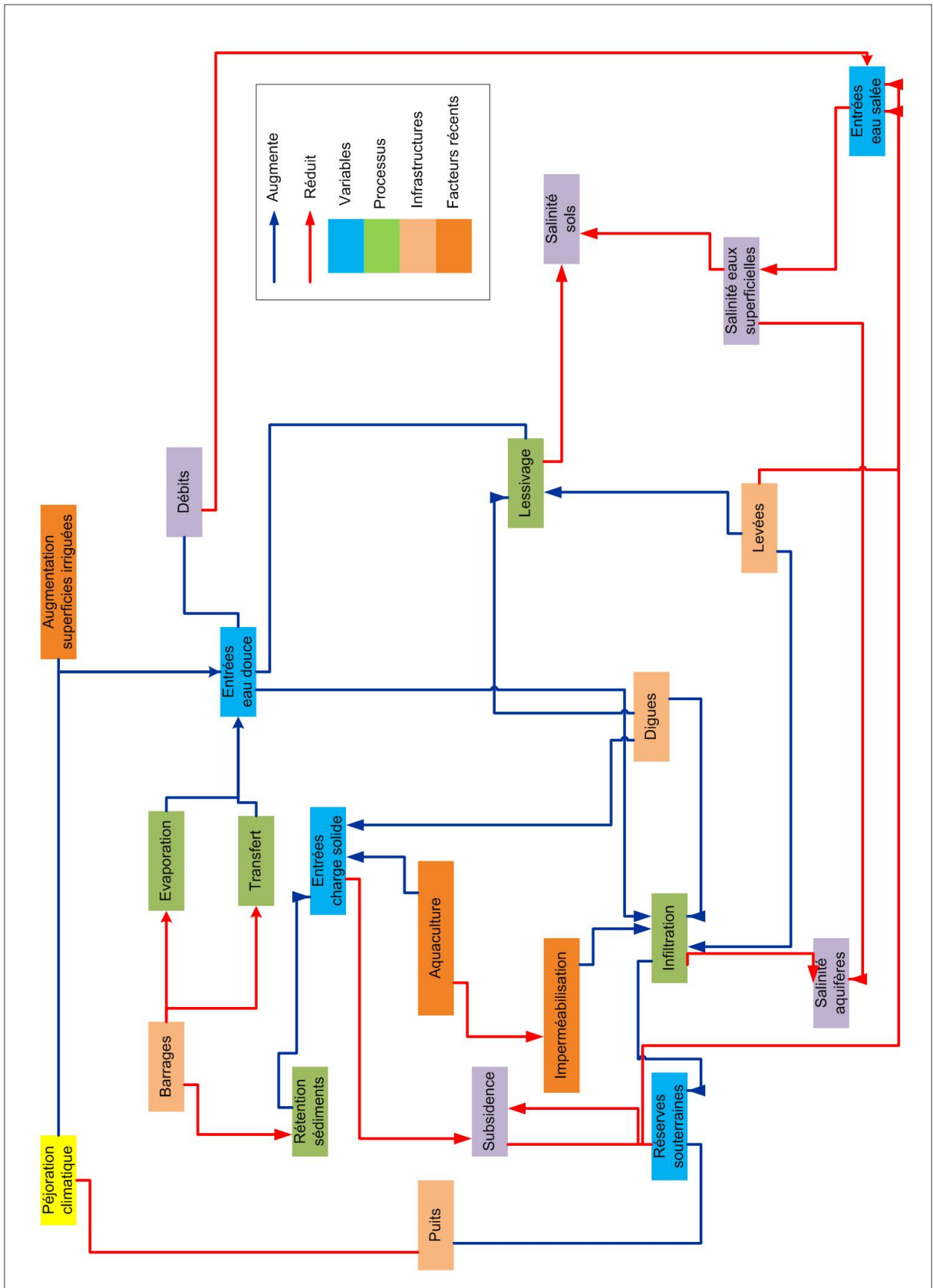


Figure 6-30 - Graphique de synthèse sur le processus de salinisation à l'œuvre dans le delta de la Pampanga.

6.2.2.1.4 Les autres facteurs de changements

Deux autres perturbations environnementales ont entraîné des conversions aquacoles : la récurrence des inondations et les retombées de cendres. En effet, les fréquentes inondations en saison des pluies ont réduit la période durant laquelle il est possible de cultiver du riz. Les diguettes des casiers rizicoles étaient ainsi fréquemment détruites, nécessitant alors un surcroît de travail. Peu à peu, les agriculteurs dont les parcelles étaient situées plus au sud ont connu des périodes difficiles de trésorerie. Les retombées de cendres, plus importantes à l'ouest du delta, ont également contraint les agriculteurs à modifier leurs pratiques. En modifiant la texture des sols et leurs qualités physico-chimiques, les cendres ont aussi entamé la rentabilité de la riziculture. Dans le même temps, les agriculteurs ont aussi subi les contrecoups de la couverture des canaux d'irrigation par les *lahars*, qui rendaient l'accès à l'eau plus incertaine et plus coûteuse du fait d'un nécessaire approvisionnement en eau souterraine.

6.2.2.1.5 La conversion aquacole en tant que conséquence majeure

La modification de l'environnement immédiat est le principal facteur d'explication des changements de pratiques agricoles. Il faut désormais comprendre quelles sont les raisons qui ont poussé les agriculteurs à se tourner vers l'aquaculture plutôt que vers une autre activité.

a) Le choix

Les principales raisons retenues sont : (i) la diffusion des pratiques depuis les zones déjà développées qui augure d'un phénomène de reproduction ; (ii) la rentabilité de l'activité, à la fois du *chanos*, du tilapia et de la crevetteculture, introduite dans les années 1980 ; (iii) l'absence d'alternatives ; (iv) les incitations; et (v) le soutien des institutions internationales.

a.a) La diffusion

La préexistence de systèmes de production aquacoles plus au sud a contribué à une diffusion plus aisée des pratiques et des savoirs relatifs à l'aquaculture. L'adoption du nouveau système de culture a donc été facilitée par un transfert de savoirs et des savoir-faire relatifs à l'aquaculture. Ce transfert a ainsi pu se faire de proche en proche, sans l'entremise d'un agent extérieur du fait que les pratiques, dans le cadre de systèmes de production extensifs, nécessitent un minimum de connaissance et de maîtrise technique et sont ainsi relativement facilement assimilables.

a.b) La rentabilité de l'aquaculture

Globalement, on a pu montrer que les systèmes d'élevage du *chanos* étaient rentables dès les années 1950, et même probablement avant. L'aquaculture telle qu'elle est pratiquée à Pampanga tire sa rentabilité du faible nombre d'intrants exigés et de la main d'œuvre abondante (familiale et extra-familiale). Elle la tire aussi de l'introduction d'espèces à haute valeur ajoutée telles que la crevette, introduite au début des années 1980²⁶. Son élevage coïncide avec une demande internationale élevée en Europe, au Japon et en Amérique du Nord.

²⁶ Le centre historique de l'élevage de crevettes aux Philippines est l'île de Negros. Cette île est connue pour avoir été le principal centre, avec la plaine centrale de Luzon, de production de canne à sucre aux 19^{ème} et 20^{ème} siècles. Le besoin de reconversion et de diversification éprouvé par les gros propriétaires terriens à la suite des problèmes qui ont affecté la culture de la canne a débouché sur le développement de la crevetteculture. Hall (2004) relève que l'introduction de la crevetteculture daterait précisément de 1979 lorsqu'un groupe d'investisseurs de Negros s'est rendu à Taiwan, où l'aquaculture était déjà développée, pour chercher des alternatives à la canne à sucre, alors en crise. C'est à leur retour que la première éclosion aurait vu le jour. Le transfert de technologie vers Pampanga a ensuite été rapide.

a.c) L'absence d'alternatives

Après une période au cours de laquelle la diversification des activités au sein du delta était marquée, la seconde moitié du 20^{ème} siècle a coïncidé avec une diminution du nombre d'activités pratiquées. L'aquaculture est ainsi rapidement apparue comme l'activité dominante sur la partie terrestre du marais. L'innovation est probablement le moteur principal d'une re-diversification ultérieure. Pourtant, les possibilités d'innover semblent réduites dans un contexte où l'activité dominante est rentable. Ainsi, l'absence d'alternatives n'a pas, semble-t-il, été perçue de façon négative par la plupart des agriculteurs.

a.d) Les incitations

Dans certains *barangays* de Macabebe, plusieurs aquaculteurs ont révélé avoir été fortement incités par les officiels à convertir. La raison officielle est l'intéressement dont les officiels jouissent sur la terre extraite. La valeur élevée de cette terre agricole s'explique par la diversité des usages qu'il est possible d'en faire : aménagement des zones de relogement des déplacés suite à la création de la digue (lesquels ont droit à 100 m²), création de *subdivisions* (Angeles, Malolos, San Fernando, Manille), remblais de maisons individuelles, terre utilisée par les pépinières (Malolos–Bulacan), tout ceci dans un contexte de relative rareté. En d'autres lieux (St Ursula–Guagua), la construction d'importants ensembles de digues directement liés aux *lahars* du Pinatubo a provoqué une demande accrue en terre. En effet, si les *lahars* eux-mêmes constituent du matériel de construction, c'est un matériau meuble peu adapté à la construction de digues, qui ont besoin de matériel fin laissant moins de vides interstitiels. Ainsi, les agriculteurs vivant à proximité des ouvrages d'art se sont vu proposer le rachat de leurs terres. Certains, qui voulaient convertir, ont alors profité de cette opportunité — d'autant que l'extraction de sol argileux supposait, pour les fermes ayant été recouvertes de *lahars*, de déplacer au préalable ces *lahars* accumulés.

a.e) Des raisons politiques

Dans les années 1970 et 1980, les grandes institutions financières internationales telles, que la Banque mondiale ou l'ADB, ont ainsi appuyé de nombreux projets de développement. Le secteur philippin en fut bénéficiaire aussi, en particulier par la création de centres de recherches et des programmes de diffusion dans les campagnes. Ces projets ont toutefois principalement concerné l'aquaculture d'eau douce. L'intervention des autorités locales dans les années 1970 est aussi la conséquence de la crise du secteur de la pêche, qui a subi les contrecoups de la crise pétrolière. Ainsi, plusieurs lois et programmes mettant l'aquaculture au cœur de la problématique du développement et de la mise à disposition de protéines ont vu le jour dans les années 1970, tel que le *Presidential Decree 43* (Integrated Fishery Development Program) (Laopao 1983).

b) Les modalités de la conversion

La prise de décision ne constitue que la première phase de la conversion. Une fois la décision de conversion prise, la réalisation de celle-ci s'effectue selon des modalités variées. On s'intéresse ici à la conversion sur un plan technique (techniques de conversion), sur un plan financier (prise en charge, capital), sur un plan agronomique (l'organisation de la parcelle) et sur le plan politique et réglementaire.

b.a) Sur le plan technique

La conversion d'un champ de paddy en étang aquacole suppose d'extraire de la terre en vue d'approfondissement les casiers. Jusque dans les années 1980, la majorité des conversions étaient réalisées à la main. Il était ainsi difficile de pouvoir louer, comme c'est le cas aujourd'hui, des pelleteuses afin de mécaniser le travail. Les profondeurs creusées fluctuent

fortement d'un agriculteur à l'autre. En moyenne, elles sont d'environ 1,5 mètre à 2,5 mètres. Il faut environ 2 à 3 jours pour convertir un hectare. À la suite de l'extraction, il est nécessaire de niveler le fond de l'étang à l'aide d'une herse tractée par des buffles d'eau. Désormais, on construit aussi des moines en béton. Dans certains cas, les aménagements concernent aussi les abords de la ferme, tels que les canaux d'adduction et de drainage.

b.b) Sur le plan financier

L'accomplissement de ces tâches implique un coût qui englobe : la location d'une pelleteuse, la construction du moine, la location d'un buffle d'eau. En contrepartie, des bénéfices peuvent être tirés de l'extraction et de la vente de la terre. À l'heure actuelle, le coût horaire de la location d'une pelleteuse est compris entre 1200 et 1800 pesos. Dans les années 1980, le coût était inférieur, aux environs de 800 pesos. Compte tenu qu'il faut entre 2 et 3 jours de travail (12 heures de travail par jour) pour creuser les volumes nécessaires sur un hectare, le coût par hectare se situe entre 30 000 et 60 000 pesos. Selon la localisation de la ferme (accessibilité) et lorsque le prix comprend le moine, le coût global peut atteindre 100 000 pesos à l'hectare. La terre extraite peut permettre de compenser pour partie ces investissements. Le prix de la terre fluctue entre 50 et 80 pesos le camion, jusqu'à 300 pesos dans certaines parties d'Hagonoy (*barangay* San José). Le prix dépend de la qualité de la terre ainsi et de sa localisation. La vente de la terre n'est pourtant pas systématique. Les exploitants préfèrent parfois l'utiliser pour rehausser les digues. Ces coûts sont élevés au regard du niveau de vie moyen aux Philippines. La prise en charge s'effectue par des personnes différentes : (i) prise en charge totale par le propriétaire, (ii) séparation des coûts entre le propriétaire et le fermier, (iii) coûts supportés par le fermier adossé ou non à une réduction des prix de fermage, ou (iv) intervention d'un fermier exclusivement destiné à la conversion de la parcelle (contrat de conversion). Les deux derniers cas méritent des précisions. Lorsque les fermiers prennent en charge la conversion, dans la majorité des cas les propriétaires accordent dans le même temps des réductions qui peuvent correspondre à deux ou trois ans de fermage. Dans d'autres cas, plus rares, les fermiers n'ont eu aucun arrangement de la sorte et ont dû supporter eux-mêmes le prix de la conversion dans le cas où ils voulaient conserver le contrat de fermage. Ainsi, à Lubao, les retombées de cendres du Pinatubo ont provoqué l'arrêt de la production durant des périodes variables (entre 5 et 10 ans) — période durant laquelle il n'a pas été permis aux fermiers de payer leur location. Ainsi, la dette accumulée par contraintes auprès des propriétaires n'a pas été effacée par ces derniers. La conversion, rendue nécessaire par les conditions environnementales, s'est donc ajoutée à la dette déjà contractée. Le second cas de figure fait référence à des fermiers dont une des particularités est d'être spécialisés dans les conversions. Cela concerne les propriétaires qui n'ont pas l'épargne suffisante pour convertir eux-mêmes et qui doivent donc élaborer des contrats de conversion par l'intermédiaire du fermage. La règle est d'accorder un fermage gratuit d'une durée de trois ans, après quoi ils récupèrent leurs fermes convertie en étang. Le capital utilisé pour la conversion peut provenir de plusieurs sources : (i) épargne, (ii) envois d'argent depuis l'étranger, (iii) prêts sur hypothèque, (iv) prêt accordé par les *consignacions* (marché de vente à la criée). La source extérieure, c'est-à-dire les envois depuis l'étranger, est une des plus utilisées. Les envois proviennent d'un parent (enfants, fratrie, belle-famille...) ayant migré à l'étranger (Guam, Japon, Singapour, Moyen Orient, Europe, Etats-Unis). Ce facteur est important à considérer car Pampanga est un des principaux foyers d'émigration du pays (Larkin 2001). Dans plusieurs cas, les *consignacions* seraient aussi intervenues pour fournir des prêts aux agriculteurs, en particulier ceux de Masantol, dans le cadre de contrat lié.

b.c) Sur le plan agronomique

Une partie des exploitants a préféré ne convertir qu'une partie de leurs terres, conservant ainsi une partie de terres agricoles. À côté des exploitations exclusivement dédiées à l'aquaculture, on trouve ainsi des exploitations pratiquant des assolements reposant à la fois sur la riziculture et sur l'aquaculture. La plupart de ceux-là ont été rencontrés à Macabebe (*barangay* Candelaria, Telacsan, Saplad David).

6.2.2.2 Les autres changements paysagers

Si les changements paysagers présentés jusque là sont ceux qui à chaque époque s'inscrivent le plus amplement dans le paysage, ce ne sont pourtant pas les seuls. Les autres changements paysagers ont ici été analysés.

6.2.2.2.1 Les systèmes de production riz-crevettes/poissons

La carte des changements d'occupation du sol entre mai et novembre 2001 permet de localiser plusieurs zones à l'intérieur desquelles une couverture végétale a succédé à des plans d'eau (Figure 6-31). L'interprétation de ce changement est la pratique d'une succession culturale riz-aquaculture, l'aquaculture étant pratiquée en saison sèche et la riziculture depuis la fin de la saison des pluies jusqu'en début de saison sèche. La superficie totale de cette occupation du sol est d'environ 2000 ha. Pour obtenir une estimation de la superficie des systèmes de production riz-aquaculture, il faut toutefois retrancher une partie. En effet, du fait de leur localisation, il apparaît peu probable que la riziculture ait été possible, même en saison des pluies, dans les zones les plus proches du trait de côte, la couverture végétale devant alors correspondre à des plantes aquatiques flottantes ou bien à des étangs volontairement asséchés sur le fond desquels une végétation spontanée a pu pousser. Seules les parties de cette occupation du sol se trouvant à proximité de la confluence de la Pampanga et du canal de déviation de Macabebe, ainsi que celles se trouvant dans la partie nord d'Hagonoy sont des systèmes de succession riz-aquaculture. Ceci confirme le fait que les conversions ont été progressives et que certains agriculteurs ont maintenus des systèmes rizicoles tant que la salinité le permettait en saison des pluies. C'est par ailleurs confirmé par la localisation de ces zones. Elles se localisent en effet à proximité des principales sources d'eau douce que sont la Pampanga et l'Angat. Lopez *et al.* (2004) montrent que dans le *barangay* Sua, les successions étaient très diversifiées : riz-chanos, riz-tilapia-chanos, dans un premier temps puis riz-crevette ou riz-polyculture (crabes, crevettes, chanos, tilapia). On constate ainsi, que les évolutions des systèmes de culture ont évolué suite aux inondations, puis suite aux inondations couplées à la hausse de la salinité. Lorsque le problème majeur était celui des inondations, les agriculteurs ont d'abord fait évoluer leur système de la monoculture de riz à une succession riz-poisson, puis lorsque la salinité s'est mise à augmenter, ils sont alors passés à un système exploitant des espèces mieux adaptées à des taux de salinité élevés tel que la crevette.

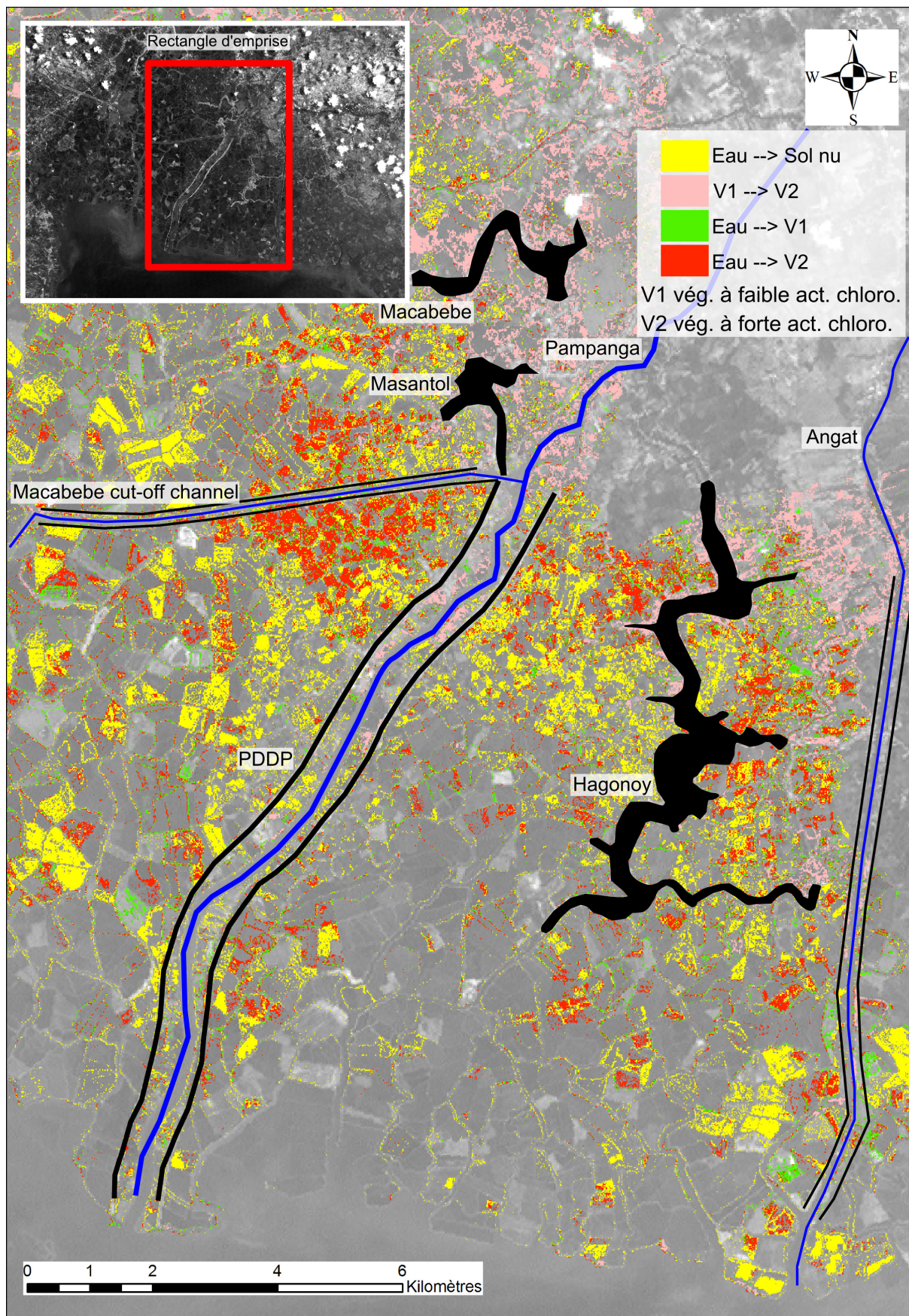


Figure 6-31 - Carte des changements d'occupation du sol entre mai et novembre 2001. Mise en évidence de la rotation riz-aquaculture.

6.2.2.2 Développement de l'aquaculture en zone d'eau douce

Sur le piémont de la chaîne des monts de Zambales, les systèmes aquacoles sont approvisionnés par des eaux douces, principalement grâce à des puits tubés. On constate sur la zone septentrionale de la Figure 6-32 plusieurs faits. Tout d'abord l'existence d'étangs recouverts par des *lahars* à proximité de San Nicolas (en couleur bleue). En effet, du fait de leur localisation et du fait qu'ils n'aient été présents que sur l'image de 1989 permet de les identifier comme des étangs affectés. Un second fait est la présence d'étangs dans la zone de *lahars*, laquelle est identifiable grâce à la Mega Dike. Certains de ces étangs sont apparus dès 1999, bien que la majorité d'entre eux soient apparus entre 2002 et 2008. Certains sont situés dans le *sand pocket*²⁷. On constate aussi une forte extension des étangs aquacoles le long de la Mega Dike. Une des raisons évoquée par les aquaculteurs est la possibilité de capter les eaux de ruissellement qui s'écoulent sur la digue, lesquelles eaux peuvent provoquer, d'après eux, l'inondation des champs de paddy, rendant ainsi risquée cette culture. Une seconde raison est liée à la texture des sols, modifiée à la fois par les *lahars* et par les retombées de cendres qui ont réduit les qualités agronomiques de ces sols. Enfin, une dernière raison, centrale, est liée à l'enfouissement des systèmes d'irrigation par les *lahars*. Dans la partie septentrionale, le constat est fort différent. Certains étangs, à proximité du *barangay* de Conception (Guagua) sont antérieurs à 1993, mais sont en nombre limité. Les quelques étangs, spatialement dispersés, sont la plupart postérieurs à 2001. Cette partie du piémont a vu ses systèmes d'irrigation moins affecté que ceux qui sont situés plus au nord. Ainsi, les impacts indirects du Pinatubo sont ici moins importants, ce qui a permis à la grande majorité des exploitations rizicoles de ne pas changer de systèmes de production. C'est un élément intéressant qui révèle que les conversions sont pour partie la conséquence des perturbations environnementales provoquées par le Pinatubo, et non pas la conséquence uniquement de la rentabilité supérieure de l'aquaculture sur les systèmes rizicoles.

²⁷ Zone entourée de levées et devant servir à stocker les *lahars* s'écoulant depuis les versants du Mont Pinatubo.

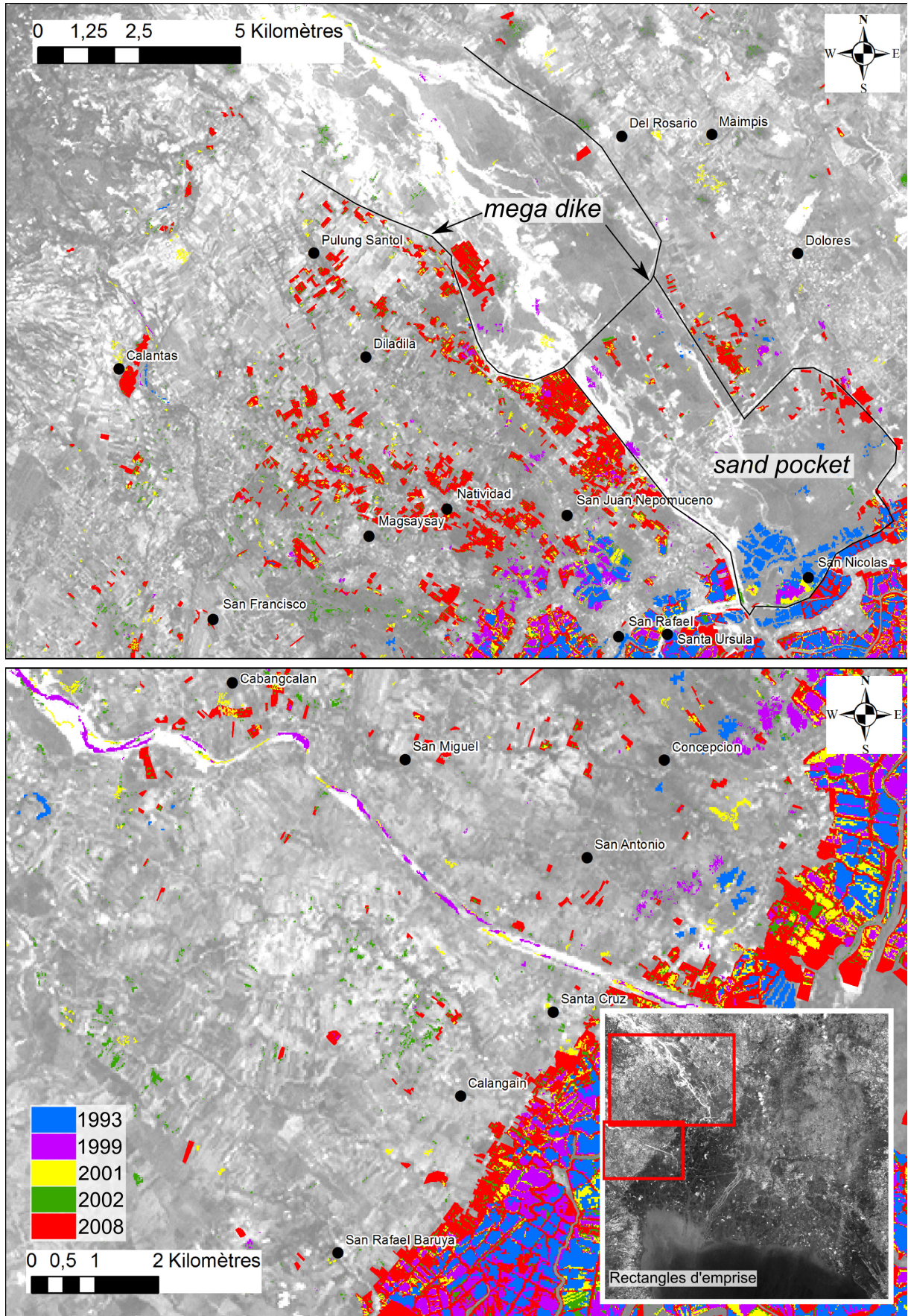


Figure 6-32 - Localisation et dates d'apparition des étangs aquacoles d'eau douce.

6.2.2.2.3 Le Pinatubo

La carte de la Figure 6-33 permet d'identifier les états de surface de 1989 recouverts par les dépôts de *lahars* de 1991²⁸. On peut ainsi constater que près de 400 ha de plans d'eau ont été recouverts. Sur ces 400 ha, la majeure partie correspond à des étangs aquacoles. Cette affirmation découle de la géométrie des plans d'eau caractéristique des étangs. La plupart d'entre eux sont situés à l'embouchure de la Gumain. Cette zone aquacole est ainsi celle qui a été le plus affectée par les impacts directs de l'éruption. Le lit de plusieurs cours d'eau a aussi été largement exhaussé par les *lahars*. La géométrie linéaire des plans d'eau recouverts fournit une telle indication. Sur le plan hydrologique, la conséquence de ces exhaussements s'exprime à travers des perturbations des flux normaux tels que des sorties plus fréquentes des eaux de leur lit mineur lors de la saison des pluies et des brassages moins importants entre les eaux marines et les eaux dulcicoles. Sur un plan économique, cela limite les possibilités de déplacement sur les cours d'eau et impose des surcoûts d'exploitation pour les aquaculteurs. Il n'a pas été possible de délimiter les *lahars* déposés ultérieurement car leurs dépôts sont rapidement réoccupés par des formations végétales pionnières (*Saccharum spontaneum* ou *talahib*) ou par des occupations humaines, avec notamment une réappropriation par l'aquaculture.

²⁸ Pour obtenir la classe de *lahars*, la méthode de classification supervisée par maximum de vraisemblance a été employée après avoir identifié au préalable plusieurs zones de données test sur une composition en fausses couleurs.

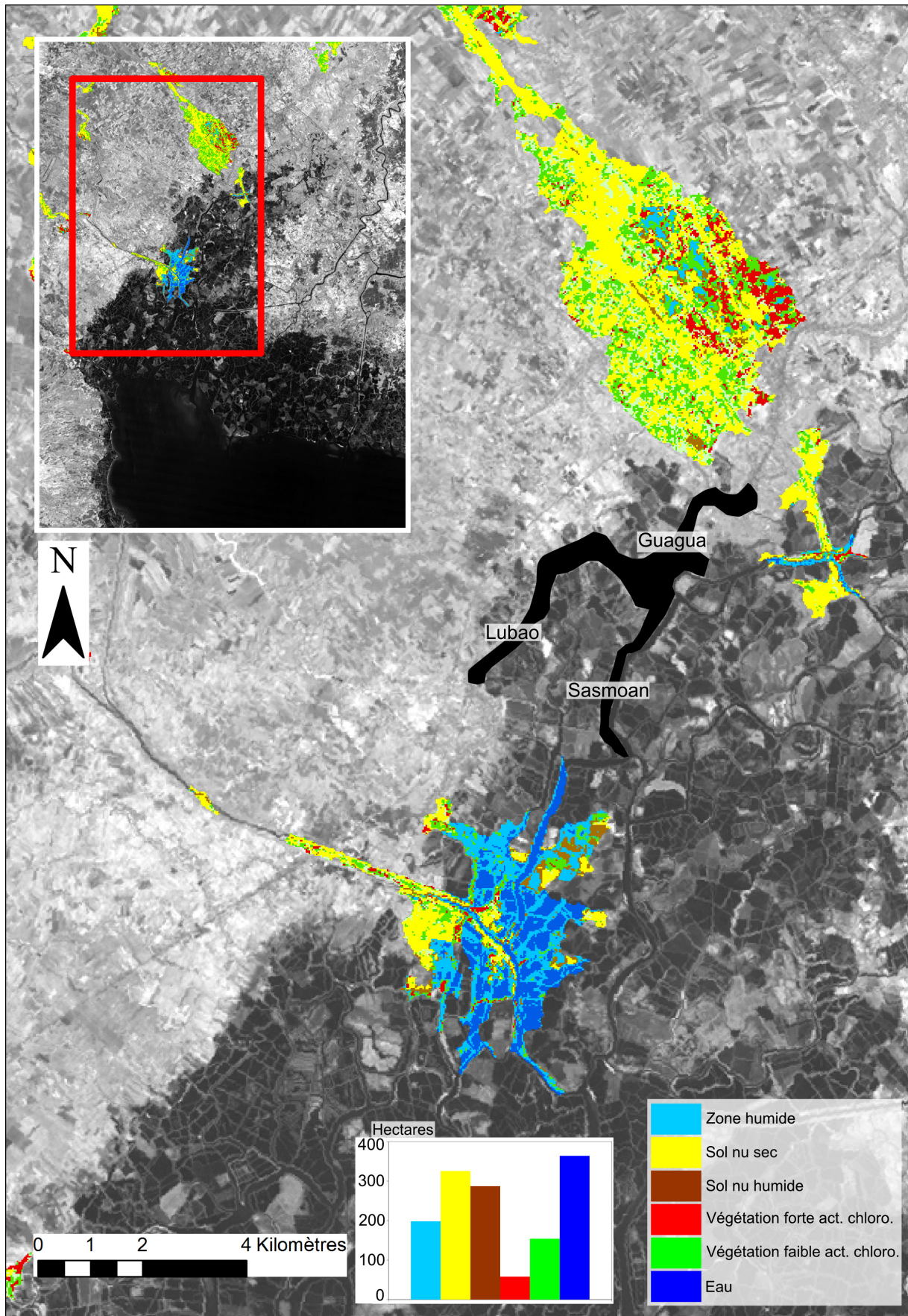


Figure 6-33 - Carte des occupations du sol de 1989 recouvertes par les lahars du Pinatubo de 1991.

Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de mettre en relation les changements paysagers, sociaux et biophysiques qu'a connu le territoire depuis plusieurs siècles. La première partie a permis d'identifier les changements les plus anciens dans le domaine social. Ainsi, la période espagnole a succédé à une période pour laquelle, malgré le manque d'information, il a été possible de déterminer les principaux modes d'exploitation et de gestion des ressources du milieu. Les différentes vagues de peuplement et les facteurs biophysiques du territoire ont ainsi abouti à créer un espace dual entre, d'un côté, une plaine alluviale où est pratiquée une agriculture irriguée de décrue et un delta où l'exploitation des ressources halieutiques et forestières sont les principales occupations, et d'un autre côté des interfluves forestiers où l'abattis-brûlis est le mode d'exploitation privilégié des ressources. L'arrivée des Espagnols a engendré de nombreuses modifications à la fois sur le foncier par le biais de la privatisation, sur la structure sociale par le biais du renforcement des élites locales, et sur l'espace cultivé à travers les différents impôts. Ces changements se sont prolongés dans le temps, provoquant de nouvelles transformations de l'espace. L'entrée progressive dans la mondialisation à partir du début du 19^{ème} siècle a modifié les systèmes d'exploitation en place. Ceux-ci ont été capables de s'adapter et de répondre aux évolutions de la demande internationale, particulièrement forte sur les produits issus de la canne. La principale forme de capitalisme, le capitalisme de rente, a matérialisé ce changement par le renforcement des *haciendas* alors en phase de genèse. Le front pionnier agricole a ainsi continué d'avancer avec un surcroît d'intensité. La structure sociale agricole, dont on retrouve encore de nombreuses traces aujourd'hui, s'est progressivement simplifiée et s'est organisée en deux classes : celle des propriétaires et celle des métayers. Des externalités négatives ont alors commencé à être éprouvées. Ainsi, les déboisements des interfluves ont provoqué la sédimentation des cours d'eau qui, entre autres, ont eu pour conséquence la fin des échanges marchands fluviaux et les difficultés d'irrigation de la part des riziculteurs situés à l'aval. Plus récemment, on a pu constater à travers les récits et les images satellites que le principal phénomène paysager était l'étalement de la zone aquacole. Si les débuts de cet étalement sont relativement anciens, les vitesses d'expansion récemment enregistrées ont beaucoup augmenté. Dans une première phase, l'aquaculture a bénéficié de la conjonction de nombreux facteurs, à la fois démographiques, techniques, économiques, juridiques pour l'emporter sur les autres modes d'exploitation des ressources du marais. Depuis les années 1980, d'autres facteurs lui ont permis de continuer son expansion, dont les principaux sont l'augmentation de la salinité des eaux et la hausse de la rentabilité grâce au développement de la crevetticulture.

Chapitre 7 Le système aquacole

L'objet d'étude de ce chapitre est l'aquaculture telle qu'elle est pratiquée en ce début de 21^{ème} siècle dans le delta de la Pampanga. Les différentes parties du chapitre correspondent aux différentes parties du système aquacole tel qu'il a été modélisé (Figure 7-1). L'introduction analyse les liens entre le système aquacole et les facteurs biophysiques du territoire. Par la suite, les systèmes de cultures, les systèmes de production, et la filière ont été décrits puis analysés. Les liens entre la dimension sociale du territoire et l'activité ont ensuite été abordés. La démarche systémique adoptée ici s'appuie sur l'approche des systèmes agraires qui comportent plusieurs niveaux d'emboîtements spatiaux, qui vont de l'individu à la région en passant par le village (Jouve et Tallec 1996). Le système agraire est lui-même défini comme 'un mode d'exploitation du milieu, historiquement constitué et durable, adapté aux conditions bioclimatiques d'un espace donné, et répondant aux conditions et aux besoins sociaux du moment' (Mazoyer 1987). La dimension historique des systèmes agraires ayant été précédemment abordée (cf. chap. 6), le présent chapitre va permettre d'identifier les logiques qui sous-tendent les modes d'exploitation des ressources naturelles actuellement à l'œuvre.

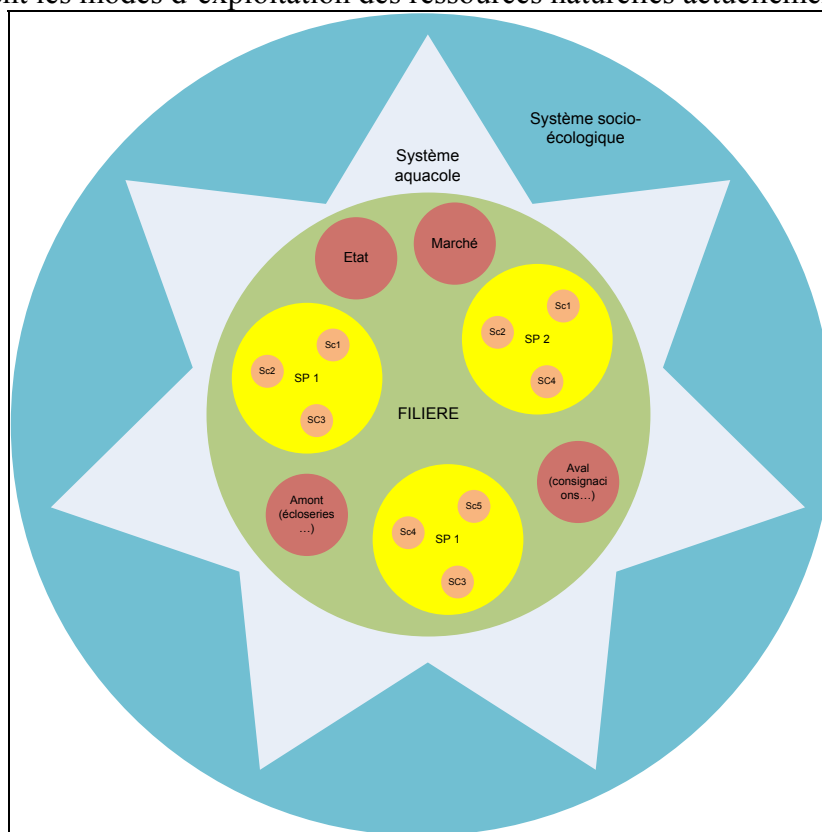


Figure 7-1 - Modélisation du système aquacole (SC : systèmes de cultures, SP : systèmes de production)

7.1 L'espace et les étangs

Les systèmes de cultures ne sont pas disposés aléatoirement dans l'espace. Ils entretiennent au contraire des relations étroites avec le cadre physique compte tenu de leurs exigences en terme de production. L'espace, à travers sa structure, ses formes et l'agencement de ses éléments constitutifs induit en effet différents potentiels agro-écologiques d'une zone à l'autre. Un zonage agro-écologique a été réalisé afin d'appréhender les facteurs biophysiques encadrant la production aquacole. Plusieurs facteurs ont ainsi été considérés : la topographie, les sols et la distance à la mer.

7.1.1 La topographie

La carte de la Figure 7-3 permet d'identifier trois zones : la zone du delta dans laquelle les étangs sont localisés à une altitude comprise entre 0 et 5 mètres, une zone située sur les terrasses sableuses à une altitude comprise entre 5 et 50 mètres (carton de la Figure 7-3 au nord de Sasmoan), et une zone située au nord, comprise entre des altitudes de 5 à 10 mètres (zone de Candaba). La majorité des étangs se localise dans la première zone. Du fait de ce regroupement spatial, l'altitude semble donc jouer un rôle dans la localisation des étangs. Il existe donc une relation entre un ensemble topographique homogène d'un point de vue de l'altitude et la présence d'étangs aquacoles. Le diagramme de la Figure 7-2 illustre le rapport entre la superficie aquacole et l'altitude. On constate que l'aquaculture est très majoritairement comprise entre des altitudes de 0 à 15 mètres. La courbe de régression montre ainsi une corrélation négative entre les deux facteurs.

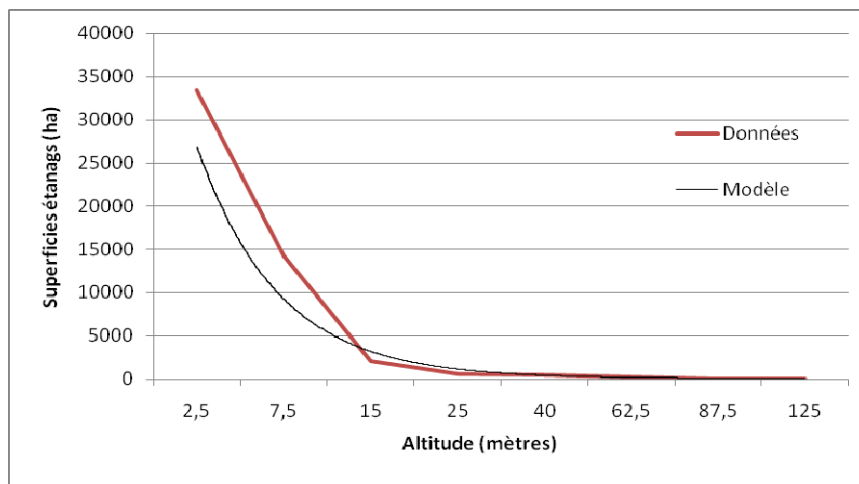


Figure 7-2 - Relation entre la superficie de la zone aquacole et l'altitude.

La présence aquacole se réduit nettement au-delà de 15 mètres. A ces altitudes, seuls subsistent des étangs localisés dans la zone de Guagua-Bacolor, le long de la Mega Dike. Cette localisation, dans un espace affecté par les lahars du Pinatubo, est le signe d'un probable lien avec la présence des résidus de l'activité volcanique.

7.1.2 Les sols

La carte des sols occupés par l'aquaculture montre clairement une localisation préférentielle des étangs sur les sols alluviaux deltaïques à texture fine. À proximité des cours d'eau, on constate aussi l'installation d'étangs sur des sols présentant une importante fraction de limons alluviaux. A l'opposé, les étangs de Guagua-Bacolor sont, quant à eux, tous localisés sur des sols sableux, dont la présence de la fraction sableuse s'explique à la fois par d'anciens dépôts d'alluvions, par les dépôts des produits volcaniques et par le colluvionnement. Les sols sableux sont généralement moins adaptés à l'aquaculture du fait d'un drainage des eaux trop important et de taux d'infiltration en conséquence très élevés, engendrant donc une gestion plus complexe de l'eau à l'intérieur des étangs. La présence de plusieurs zones agro-écologiques est un signe d'une différenciation géographique des agrosystèmes qui ont chacun évolué de manière propre et pour des raisons différentes. Enfin, si l'on considère que l'aquaculture est mue par une dynamique de progression préférentielle sur les sols à fraction argileuse ou limoneuse, on peut émettre l'hypothèse d'une poursuite du processus à l'avenir, c'est-à-dire d'une extension de l'aquaculture dans l'hinterland, jusqu'à rejoindre la zone aquacole de Candaba, au pied du Mont Arayat.

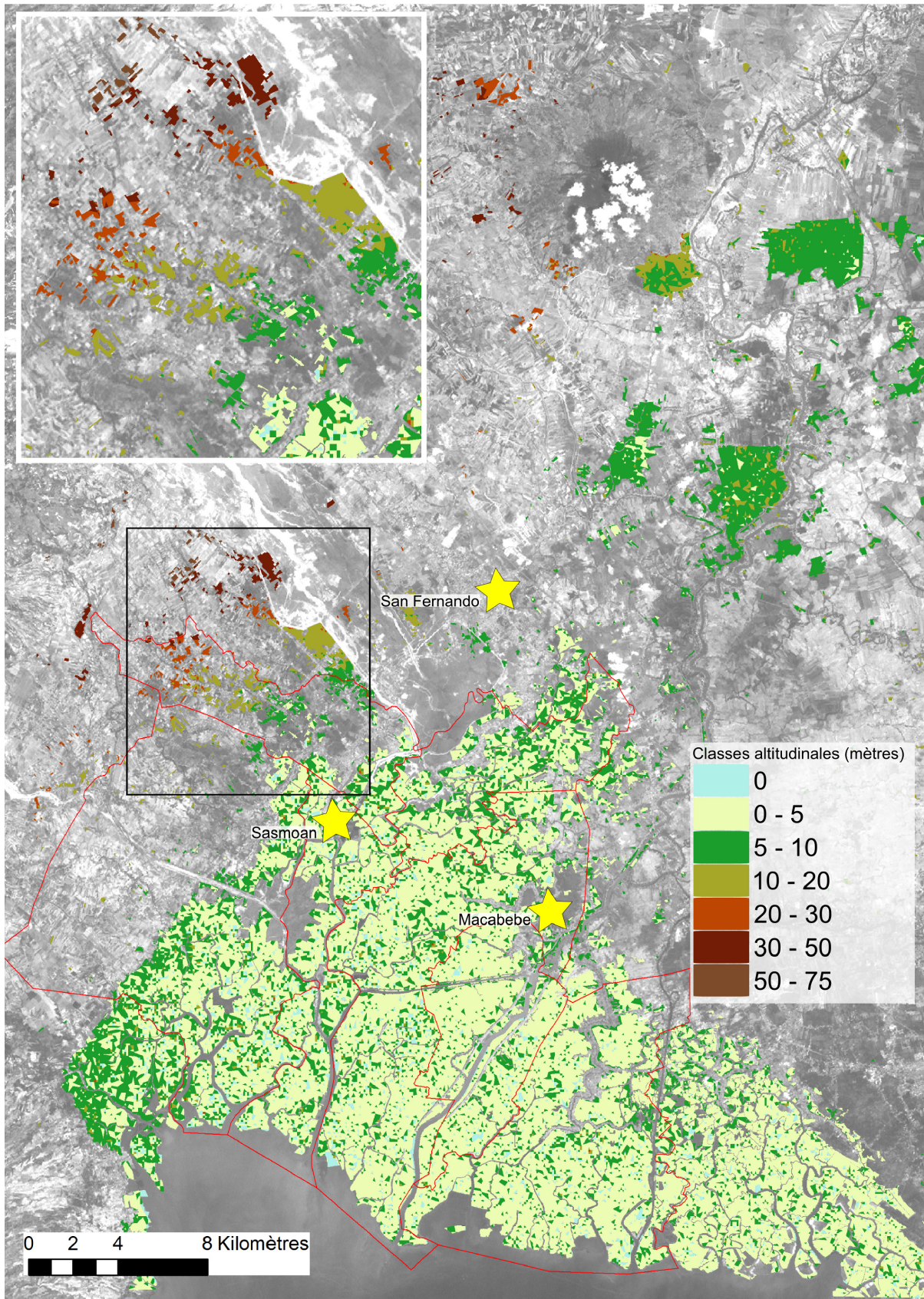


Figure 7-3 - Zones recouvertes par des étangs aquacoles en 2008 : Représentation en fonction de l'appartenance aux classes d'altitude

7.1.3 La distance à la mer

Les cartes de la Figure 7-5 représentent les étangs en fonction de la distance qui les séparent de la baie de Manille. On constate clairement une multiplication des étangs à plus de 30 kilomètres de la mer, et l'extension vers le nord de la zone d'étangs initialement restreinte au delta. La distance à la mer est une variable intéressante à plusieurs égards. D'une part, elle traduit une probable diversité des systèmes de cultures du fait d'une évidente variation de la salinité depuis le trait de côte jusque dans les terres. Elle indique aussi une probable variation de la qualité physico-chimique des eaux. En effet, soumises à un brassage différencié (balancement des marées, apports d'eau douce) et à des contributions de nature et de volumes variées (eaux industrielles, agricoles, domestiques), ces eaux ont des paramètres physico-chimiques qui fluctuent d'un point à l'autre.

Cette première sous-partie a permis un premier zonage des agrosystèmes aquacoles en fonction de facteurs biophysiques. Ainsi, trois ensembles principaux ont pu être dégagés : l'aquaculture deltaïque, l'aquaculture des terrasses alluviales, et l'aquaculture de bas-fond. L'analyse s'est concentrée sur l'aquaculture deltaïque sans omettre, toutefois, des comparaisons avec les autres agrosystèmes.

7.2 Les systèmes de cultures

Un système de culture ou d'élevage est défini comme 'l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique' (Lavigne-Delville et Wybrecht 2006). L'utilisation de ce terme s'impose donc à l'échelle de la parcelle. L'objectif est ici de décrire la façon dont les agriculteurs gèrent leur parcelle et d'identifier les règles suivies (Lavigne-Delville et Wybrecht 2006). Un système de culture (SC) s'analyse en décrivant l'itinéraire technique et en identifiant les cultures ou espèces, leur succession et leur association. Le système de culture est un sous-ensemble d'un système de production (Jouve 2006) et un système de production peut comporter plusieurs systèmes de cultures. Les raisons qui poussent les exploitants à adopter un certain système de culture, plutôt qu'un autre, sont multiples : nature du sol, foncier (éloignement, dispersion), objectif de l'exploitant, règles agronomiques de succession, héritages du passé... (Jouve 2006).

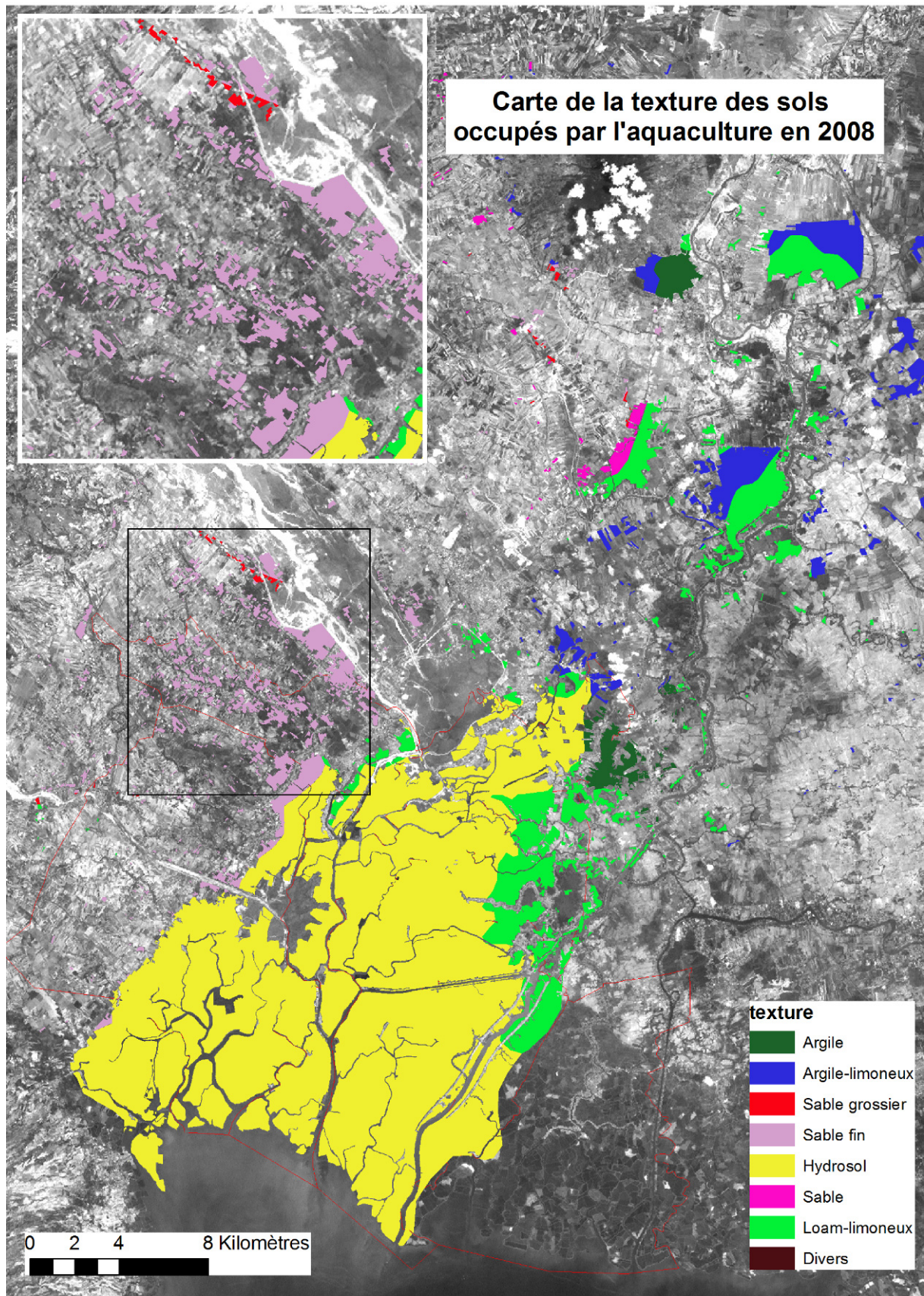


Figure 7-4 - Carte des sols occupés par l'aquaculture en 2008

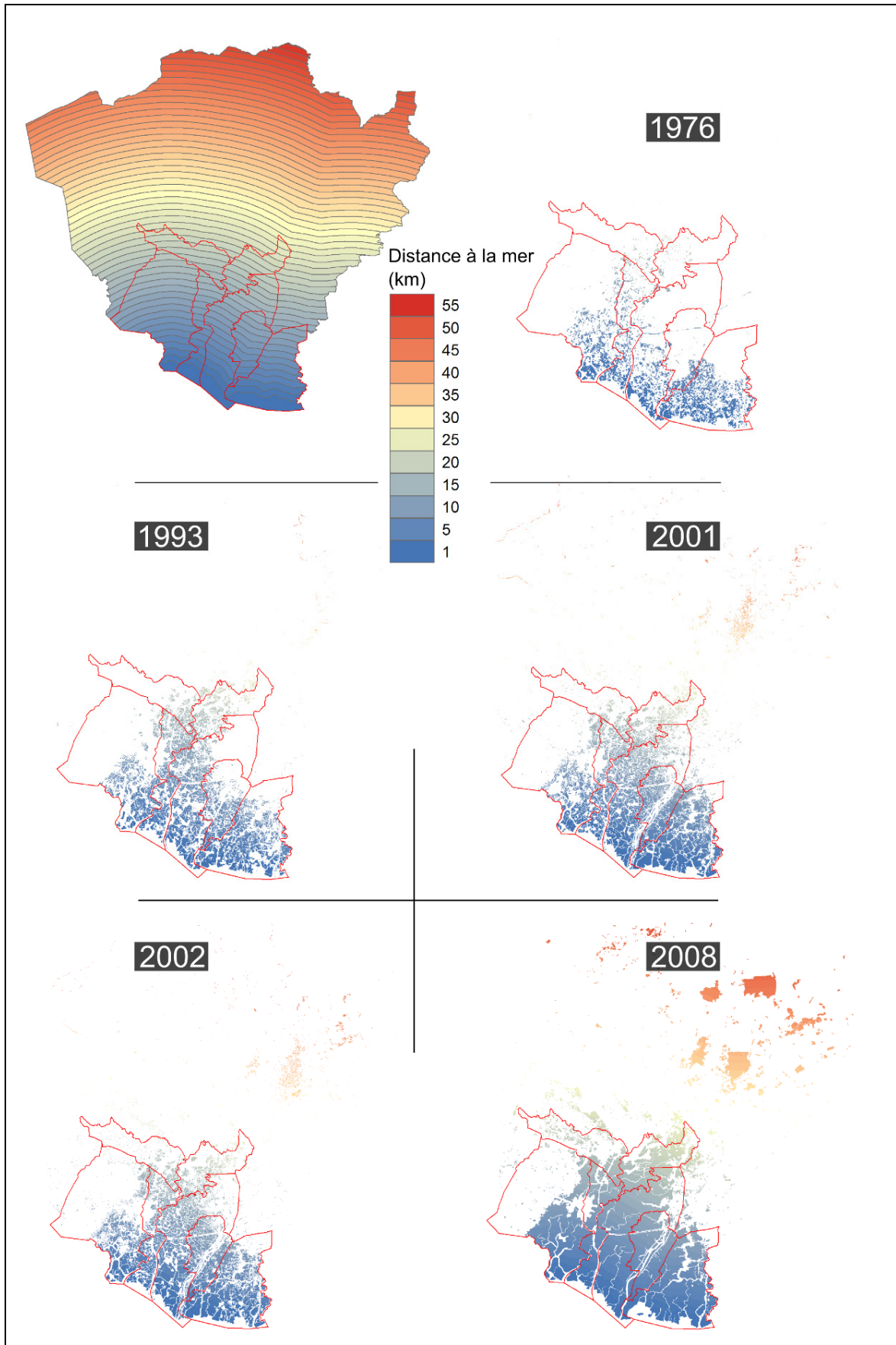


Figure 7-5 - Planche représentant les étangs aquacoles à différentes époques selon la distance qui les sépare de la baie de Manille.

7.2.1 Les espèces élevées

On relève quatre espèces principales élevées dans la zone d'étude, et plusieurs espèces secondaires. Deux espèces appartiennent à la famille des Cichlidae : *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852), la première étant l'une des plus communément élevées. Elle a été introduite dans les années 1970, 20 ans seulement après l'introduction de *O. mossambicus*. Le principal désavantage de cette dernière est sa croissance lente, ce qui explique un relatif désintérêt de la part des pisciculteurs (Diener 2000). Deux espèces de crabes du genre *Scylla* sont aussi élevées : *Scylla serrata* (Forsskal, 1775) et *Scylla paramamosain* (Estampador, 1949). Localement, ils sont respectivement dénommés *boulik*¹ et *polaham*. Le premier, dont la durée du cycle d'élevage est de 5 à 6 mois, est aussi plus adapté à une salinité élevée que le second. Il est donc préférentiellement utilisé en saison sèche. Une autre espèce de poisson, indigène, consommée de longue date aux Philippines, est le *Chanos chanos*, ou poisson-lait. On trouve enfin des crustacés du genre *Penaeus*, *P. monodon* (crevette géante tigrée) et *P. vannamei* (crevette blanche) toutes deux adaptées à des taux de salinité variables. Officiellement, le BFAR a lancé la production de *P. monodon* en 1979 (Chaigne 2009). Jusqu'à récemment, *P. vannamei* a été banni de la production pour des raisons liées à la récurrence des maladies. Depuis la fin de l'interdiction, sa production observe une forte recrudescence.

7.2.1.1 Le cas des rotations

On constate dans la zone plusieurs types de rotations, conséquence agronomique des variations saisonnières. En zone d'eau saumâtre, un premier type de rotation comporte deux cycles de polyculture suivi d'un cycle de riz durant la saison des pluies. Lorsqu'une culture de riz n'est pas possible en saison des pluies, pour cause d'inondation, de salinité trop élevée ou de l'impossibilité de drainer le sol, alors un autre type de rotation est pratiqué, comprenant deux cycles de polyculture suivie d'un cycle de monoculture de tilapia, plus adapté à des taux de salinité faibles. Dans le cas de la première rotation, l'effet principal de la polyculture est une salinisation superficielle du sol. Un lessivage du sol préalable à la culture du riz est alors nécessaire. Dans le second cas, les exploitants ne réalisent pas d'opérations particulières entre les différents cycles culturaux.

7.2.2 L'itinéraire technique cultural

Les exploitants aquacoles mettent en œuvre plusieurs opérations durant un cycle de production. Globalement, on peut diviser un cycle cultural de polyculture en eau saumâtre en quatre phases principales : (i) la préparation du terrain, (ii) la mise en charge, (iii) le grossissement, et (iv) la récolte.

7.2.2.1 Préparation du terrain

La préparation du terrain englobe les pratiques qui sont destinées à rendre le milieu le plus favorable possible à la production. Les pratiques mises en œuvre répondent à des objectifs spécifiques devant permettre des améliorations quantitatives ou qualitatives de la production. La durée de cette phase de préparation varie entre 1 à 4 semaines.

¹ On trouve aussi l'orthographe *bulik*. Selon certains auteurs, celui-ci correspondrait à l'espèce *Scylla oceanica* (PCAMRD 1996).

7.2.2.1.1 L'assec

La mise en assec de l'étang permet (i) de minéraliser la matière organique et (ii) d'éliminer les prédateurs. En effet, le contact avec l'air facilite la dégradation aérobie des résidus d'élevage (Grandmougin 2003). La fraction argileuse du sol engendre un craquement superficiel qui augmente la surface d'échange avec l'air et donc le processus de minéralisation. L'assec est pratiqué par de nombreux exploitants mais les durées varient entre une semaine à un mois.

7.2.2.1.2 L'amendement

Le chaulage a plusieurs objectifs : (i) la minéralisation des vases, (ii) l'assainissement sanitaire, (iii) la fertilisation et (iv) la stabilisation des différents paramètres de l'eau (dureté, pH, réserves alcalines). Lors de l'assec, de la chaux vive (CaO) est dispersée sur l'étang en vue d'augmenter le pH et de jouer un rôle d'effet-tampon. Les valeurs de pH optimales pour les productions aquacoles se situent entre 6 et 8². Par son effet tampon, le chaulage permet de limiter les variations du pH au cours des différents moments d'un cycle. Le chaulage n'est pas courant chez les petits exploitants tandis qu'elle est plus systématique chez les gros exploitants.

7.2.2.1.3 L'assainissement

L'assec et le chaulage réduisent la présence d'organismes dans l'étang. En plus de ces opérations, des produits sont spécifiquement utilisés afin d'éliminer les organismes nuisibles directement (prédation) ou indirectement (transmission de pathogènes). Ainsi, malgré son interdiction, du cyanure est épandu dans les flaques d'eau résiduelles quelques jours après le début de l'assec. Des graines de thé, autorisées quant à elles, permettent de lutter biologiquement contre les nuisibles. Son emploi comporte plusieurs désavantages : son prix d'abord, plus élevé que le cyanure, et sa trop forte sélectivité. Elles sont toutefois préférées au cyanure lorsqu'une partie du stock élevé n'a pas été récolté. Une minorité d'exploitants utilisent aussi de la poudre de tabac. On doit relever enfin que l'enlèvement des boues résiduelles déposées sur le fond des étangs permet aussi d'assainir l'étang tout en favorisant la constitution des réseaux trophiques. Une dernière méthode, à la différence de celles qui ont été présentées plus haut, est préventive. Elle consiste à poser des filets à maille très fine (de type moustiquaire) au niveau du moine afin d'empêcher le passage de nombreux organismes aquatiques. Cette pratique entraîne cependant des surcoûts de production car les filets doivent être régulièrement changés.

On compte parmi les principaux prédateurs : *Clarias batrachus*, *Channa striata* (*bulig* ou *snakehead*), *Leiopotherapon plumbeus* (*ayungin*), *Glossogobius giuris* (*biya*), *Elops hawaiiensis* (*bidbid*), *Megalops cyprinoides* (*buanbuan*), *Lates calcarifer* (*apahap*), ainsi que le lézard du genre *Varanus*³, susceptibles de manger les alevins et les poissons. Les deux premières espèces sont les plus nuisibles en raison de leur aptitude à rester de longues périodes dans un milieu hydromorphe malgré l'absence de lame d'eau.

7.2.2.1.4 La fertilisation

En zone saumâtre, la production, de type extensif, est basée sur la productivité primaire de l'étang, qui est alors stimulée grâce à des engrais. De nombreux fertilisants sont ainsi utilisés pour favoriser la croissance de la flore planctonique. Ils sont généralement mélangés à l'eau remplissant partiellement l'étang à la suite de l'assec. Les plus employés sont l'urée (46-0-0

² Entre 7 et 8,5 pour *P. monodon* (Grandmougin 2003).

³ Ces *varans* sont capturés puis mangés par les locaux.

NPK), le 14-14-14 (NPK), le 16-20-0 (NPK), et du fumier de poulet. Depuis peu, des probiotiques sont aussi employés de manière croissante. Ces probiotiques permettent d'améliorer les réseaux trophiques de l'étang (Grandmougin 2003) mais leur coût très élevé est un frein majeur à leur diffusion.

7.2.2.2 La mise en charge

Pour des questions de prédation, la mise en charge des différentes espèces ne s'effectue pas en même temps. Les crevettes et les crabes sont mis en charge de deux à trois semaines avant les poissons. Certaines fermes sont dotées d'une nurserie, soit à l'intérieur d'un petit étang central (le *circulo*), soit constituée par un filet intégré dans un étang plus grand. Cette nurserie, recueillant les alevins et les post-larves, permet alors pendant quelques semaines d'apporter un soin particulier aux animaux, en particulier d'un point de vue alimentaire. Elle permet aussi d'optimiser l'utilisation de l'espace. Lors de la réception des larves de crevettes, il peut être nécessaire d'amener la salinité des eaux de l'exploitation au niveau de celle de l'écloserie dans le but d'atténuer le facteur de stress. Ainsi, dans le petit étang central que l'on trouve dans certaines fermes, le *circulo*, des cristaux de sel sont parfois ajoutés ou bien de l'eau plus salée est transférée depuis des étangs voisins (Hejdova 2006). Des différences quantitatives sont à relever entre la saison sèche et la saison des pluies. Ces différences sont le résultat de la plus ou moins grande adaptabilité des espèces à la salinité, du niveau de risque d'inondation qui menace les exploitations, du niveau de la demande au moment de la récolte. Tous les animaux mis en charge proviennent désormais d'écloseries⁴.

7.2.2.3 Le grossissement

La phase de grossissement est la plus longue. La durée de ces phases varie d'une espèce à l'autre, en raison des mises en charge différées et d'une durée de cycle d'élevage plus ou moins longue avant d'atteindre la taille commerciale, qui est plus longue pour les crabes (5 à 6 mois). Durant cette phase, les principales opérations sont l'alimentation, la gestion de l'eau, le contrôle et le maintien de la production et des infrastructures.

7.2.2.3.1 Alimentation

L'alimentation dans les systèmes d'élevage est déterminante non seulement d'un point de vue métabolique (croissance des animaux) mais aussi économique du fait de son coût et de son impact sur la trésorerie. Ce coût augmente généralement avec l'intensité de la production et selon la place qu'occupent les animaux dans la chaîne trophique (élevée par exemple pour les carnivores). Ses impacts ne se résument pas à l'exploitation *stricto sensu*. L'alimentation constitue un transfert de ressource d'un endroit vers un autre. D'un point de vue écologique, social et éthique, il importe donc de savoir où et comment cette ressource est extraite et quels sont les impacts de cette extraction à la fois sur les milieux producteurs et récepteurs.

L'aliment naturellement disponible, dont la croissance a pu être stimulée par des engrais est composé de phyto- et zooplancton, de vertébrés et d'algues (Grandmougin 2003). Les principaux aliments naturels sont le *lab-lab*, le *lumot*, et le *digman*. Le *lab-lab* correspond à l'association de plantes et d'animaux vivant sur le fond des étangs (protozoaires, vers, rotifères, mollusques, annélides, arthropodes, crustacés, insectes, algues bleues-vertes, diatomées, algues vertes) (Villaluz 1953). Il tolère d'importantes variations du gradient de salinité et compose le régime alimentaire du tilapia et du *chanos*. Le *lumot* est un terme générique qui regroupe plusieurs espèces d'algues vertes filamenteuses (*Enteromorpha*

⁴ La plupart des écloseries de *C. chanos* se localisent à Bulacan, celles de *S. serrata* dans la province de Cagayan au nord de Luzon, celles de *P. monodon* à Zambales, Pangasinan, Bicol, Batangas ou Cebu, et celles de tilapia, à Pampanga, Nueva Ecija et Batangas.

clathrata, *Chaetomorpha sp.* et *Cladophora sp.*) poussant à la surface de l'étang (Herre et Mendoza 1929, Guanzon et Basa 1977). Leur croissance est meilleure dans des eaux peu salines. Les exploitants dont les fermes en sont dépourvues peuvent en acheter aux fermes dans lesquelles elles prolifèrent. Le *lumut* constitue une source d'alimentation pour le tilapia et le *chanos*. Enfin, le *digman* (*Hydrilla verticellata*) est une algue brune fixée au fond de l'étang et dont le thalle peut atteindre la surface (Grandmougin 2003). Elle affectionne les milieux peu salins et les sols à texture fine. Sa prolifération récente en de nombreux endroits du territoire nuit à la production de crevettes car elle entrave le déplacement de ces dernières et peut même les tuer en cas d'emprisonnement. L'introduction d'espèces capables de la consommer, telles que le *chanos* et le tilapia, s'est avéré être un moyen biologique de lutte contre sa prolifération. Malgré cela, son arrachage manuel doit être pratiqué par de nombreux exploitants. Sa prolifération est la conséquence pour partie des changements de circulation hydrologique induits par les dépôts de *lahars*.

Outre ces aliments disponibles *in situ*, les exploitants apportent d'autres aliments naturels, principalement des gastéropodes (*suso*) et des bivalves (*sulib* ou *gasang*). On trouve le premier dans les eaux saumâtres et salines. Ainsi, les principales zones d'extraction du *suso* se trouvent le long des côtes d'Orani, dans la baie de Manille, ainsi que dans les cours d'eau proches de la mer. Le *sulib* se localise, quant à lui, en priorité dans les cours d'eau moins salés. Des poissons bouillis, séchés puis broyés sont aussi distribués aux crabes (*trash fish* ou *jacko*). Ce sont les poissons invendus achetés dans les marchés de vente à la criée, et qui sont plus abondants en saison sèche du fait des conditions de pêches meilleures qu'en saison des pluies.

Durant le premier mois de croissance, les crevettes ont parfois le droit à un régime alimentaire particulier. Les produits qui leur sont distribués durant cette période sont adaptés à leurs besoins spécifiques : petites crevettes (*alamang*), jaune d'œuf, patate douce, légumes, pain périmé, nouilles, c'est-à-dire des aliments riches en protéines et que les jeunes crevettes peuvent à la fois ingérer, digérer et assimiler. Certains exploitants utilisent ponctuellement de l'aliment artificiel en début de cycle (Diener 2000). Pour les systèmes de monoculture de tilapia, les exploitants utilisent tout au long du cycle de l'aliment composé, dont la composition varie suivant le moment du cycle (*frymash*, *starter crumble*, *starter pellet*, *grower pellet* et *finisher*).

7.2.2.3.2 La gestion de l'eau

Le changement de l'eau du bassin a plusieurs vertus, dont celle d'apporter de l'oxygène dans la colonne d'eau. Dans le delta, la possibilité de changer l'eau des étangs dépend des marées. Les marées n'offrent que quelques jours par mois aux exploitants la possibilité de changer les eaux de leur étang, c'est-à-dire durant les coefficients élevés (Levy 2009). A chaque changement d'eau, un ou deux par mois maximum, seulement 10 à 20 % du volume total est changé.

7.2.2.3.3 Les contrôles

Parmi les opérations de contrôle les plus fréquemment réalisées, celle de la qualité de l'eau tout d'abord, qui s'effectue empiriquement. Elle permet de vérifier à l'aide de la vue et de l'odorat la qualité des eaux dans l'optique d'un renouvellement. Durant le grossissement, des prises aléatoires sont aussi effectués afin de vérifier la croissance effective des animaux élevés (Levy 2009).

7.2.2.4 La récolte

Les techniques de récolte, d'une ferme à l'autre, sont similaires. Plusieurs types de filets et un équipement varié sont utilisés. Le jour précédant la récolte, un filet est placé autour du moine, sur sa face extérieure. L'étang commence alors à être vidé par gravité ou à l'aide d'une pompe. Les premiers animaux peuvent alors être capturés dans le filet entourant le moine. Une fois que ne subsiste dans l'étang qu'une lame d'eau concentrée dans les parties les plus profondes, à proximité des bords, une autre technique est alors employée (Levy 2009) qui consiste à tirer un filet (*gayad*), rendu opaque par des débris végétaux, afin de pousser l'eau vers le moine, et de rassembler tous les animaux présents dans le filet d'eau en vue de faciliter leur capture par une équipe équipée de matériel de pêche électrique. L'utilisation de matériel de pêche électrique permet la capture des crevettes qui seraient restées enfouies dans la vase. Si les poissons et les crevettes sont récoltés en même temps, il arrive que les crabes soient laissés pour une période supplémentaire. Leur pêche peut, en effet, se faire de manière continue en utilisant un carrelet accompagné d'un appât ou bien, comme précédemment, en une seule fois par la pose d'un filet au niveau du moine (Diener 2000).

La durée des opérations varie en fonction de la taille des étangs et de la configuration des cours d'eau contigus. Pour les plus grands d'entre eux, la vidange initiale peut durer plusieurs jours, et pour ceux qui sont entourés de cours d'eau surélevés devant être vidés par l'intermédiaire de pompes. Précisons que la décision de récolte n'est pas uniquement fonction de la taille des animaux mais peut résulter aussi de la combinaison de facteurs : taille et durée d'élevage, dans une logique d'optimisation du profit⁵, ou bien de la demande du marché ou du contexte agro-écologique (inondations).

Un facteur important est lié à la récolte d'espèces non-cibles. Malgré l'emploi de techniques visant à réduire la présence d'espèces non-cibles dans l'étang, il n'est pas possible de les éradiquer totalement. De nombreuses espèces sont donc récoltées, en sus des espèces cibles. Leurs volumes peuvent même parfois être plus importants que ceux des espèces cibles. Le type d'usage de ces animaux après leur récolte dépend de leur valeur commerciale. Ceux qui ont une valeur commerciale faible sont consommés ou bien donnés, alors qu'au contraire, les espèces à haute valeur commerciale, sont vendues dans les *consignacions*⁶.

Une fois récoltée, les animaux sont d'abord triés pour être répartis par espèces. L'objectif est de séparer les crevettes des autres espèces puis de les répartir dans les glacières par espèces et par taille. On place ensuite de la glace pour tuer les animaux par choc thermique. Cela permet aussi d'allonger leur fraîcheur et de pouvoir les conserver jusqu'au moment de la vente sur les marchés.

7.2.3 Evaluation économique des systèmes de cultures

Les résultats s'appuient sur les données de 41 exploitations dont 25 sont situées à Masantol, 6 à Macabebe, 4 à Candaba, 3 à Minalin et 3 à Lubao, dans des *barangays* différents. Les questionnaires ont permis d'identifier deux systèmes de cultures : un premier utilisant une association d'espèces, correspondant à un système de polyculture (SC1) (n= 33), et un second basé sur la monoculture (SC2) (n= 8) de tilapia ou de *chanos*. Du fait de sa surreprésentation, le SC1 a été l'objet de la plupart des analyses, au dépend donc du SC2 qui a été abordé de manière plus superficielle.

⁵ Les tilapias dans les zones de monocultures sont généralement récoltés lorsqu'ils atteignent des tailles qui correspondent à 4 ou 6 pièces par kilo plutôt que 3 dont les coûts de production supplémentaires ne contrebalancent pas les prix plus élevés.

⁶ A titre d'exemple et de comparaison, on donne les prix au kilo moyen des espèces suivantes : biya 35 Php/kg ; ayungin : 50 Php/kg, swahe, bidbid, plapla.



Figure 7-6 - Récolte d'un étang, une équipe tirant le gayad et une seconde utilisant un équipement de pêche électrique

Municipalités	Nombre d'exploitations	Taille moyenne des exploitations (ha)	Nombre de cycles annuels
Candaba	4	3,6	2,25
Lubao	3	12,3	3
Macabebe	6	13,6	3
Masantol	26	10,8	2,5
Minalin	3	4,5	2

Tableau 7-1 - Principales informations du questionnaire agronomique

7.2.3.1 Les consommations intermédiaires

Les consommations intermédiaires sont « l'ensemble des biens et services qui sont intégralement détruits au cours d'un cycle de production » (Ferraton *et al.* 2003). Elles comprennent ici tous les produits utilisés au cours de la phase de préparation de l'étang, l'alimentation utilisée durant la phase de grossissement et les différents biens et services consommés durant la récolte (essence, location pompe, location des glacières pour le stockage).

7.2.3.1.1 La préparation de l'étang

En ce qui concerne les intrants utilisés pour la préparation du sol, le cyanure et les engrais chimiques (46-0-0, 14-14-14, 16-20-0) sont ceux qui sont employés par la plupart des exploitants, respectivement par 84% et 63% des exploitants. En moyenne, les exploitants emploient pour un hectare 2 kg de cyanure, dont le prix moyen au kilo est de 161 php. Le coût total des opérations de préparation de l'étang est en moyenne de 1234 php par hectare, avec toutefois un écart-type très élevé de 1582 php. Le cyanure représente en moyenne 45% de ce coût total.

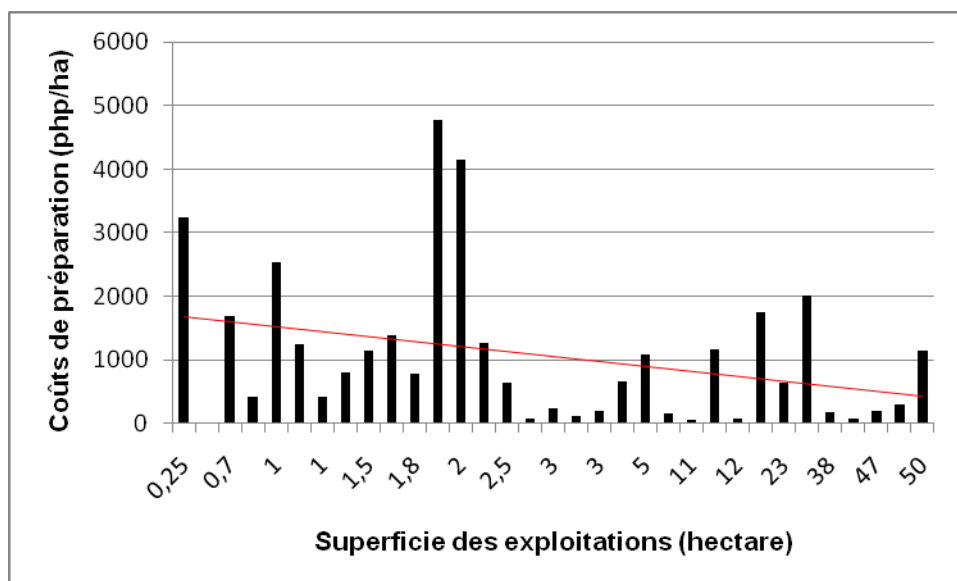


Figure 7-7 - Coûts de préparation des étangs et de la superficie des exploitations

Les coûts de préparation par hectare se réduisent avec l'augmentation de la taille des fermes (Figure 7-7). Une telle tendance est significative d'économies d'échelle. On constate néanmoins des fluctuations importantes des coûts pour des exploitations de taille proches. Globalement, les coûts de préparation sont faibles, conséquence du peu d'intérêt accordé par une partie des exploitants à ces opérations. C'est un fait récurrent dans le cas de systèmes extensifs qui font appel en premier lieu à la productivité primaire naturelle.

7.2.3.1.2 La mise en charge

Les crevettes sont de loin l'espèce mise en charge la plus densément (Tableau 7-2). En moyenne, les aquaculteurs effectuent des mises en charge de l'ordre de 65000 individus par hectare, soit 6,5 individus par m². L'importance de l'écart-type (41000) implique d'importantes variations d'une exploitation à l'autre, plus fortes par ailleurs dans le cas des petites exploitations (fluctuations entre 50000 et 200000) que dans le cas des plus grandes exploitations (fluctuations comprises entre 20000 et 80000). En comparant nos résultats à ceux de Grandmougin (2003), obtenus lors d'une enquête auprès de plusieurs exploitations du delta, on constate des densités de mise en charge de crevettes plus élevées dans notre cas (6,5 contre 5,35), des densités identiques de *chanos* (0,08), des densités légèrement inférieures pour le tilapia (0,32 contre 0,35) et des densités identiques pour les crabes (0,05). Entre 2003 et 2008, le principal changement est donc une densité de mise en charge plus forte des crevettes. La crevette et le crabe sont les deux espèces les plus couramment mises en charge. Les deux espèces destinées à être exportées sont donc aussi celles que l'on retrouve le plus fréquemment dans les étangs.

Espèces	Prix moyen (écart-type)	Densité moyenne (écart-type)	Nombre fermes	Rendement (kg/ha) (écart-type)	moyen
<i>Chanos</i>	2,24 (0,6)	882 (1661)	24	128 (272)	
<i>Crabe</i>	8,9 (4,2)	515 (425)	27		
<i>Crevettes</i>	0,12 (0,01)	65203 (40856)	32	83 (77)	
<i>Tilapia</i>	0,33 (0,05)	3235 (3545)	22	167 (143)	

Tableau 7-2 - Données statistiques relatives aux principales espèces élevées dans la zone d'eau saumâtre

La Figure 7-8 montre la part relative du coût de la mise en charge de la crevette au regard du coût total des mises en charges. Ce taux relatif, supérieur à 53%, place l'importance de la crevette dans le système d'élevage, comparativement aux trois autres espèces.

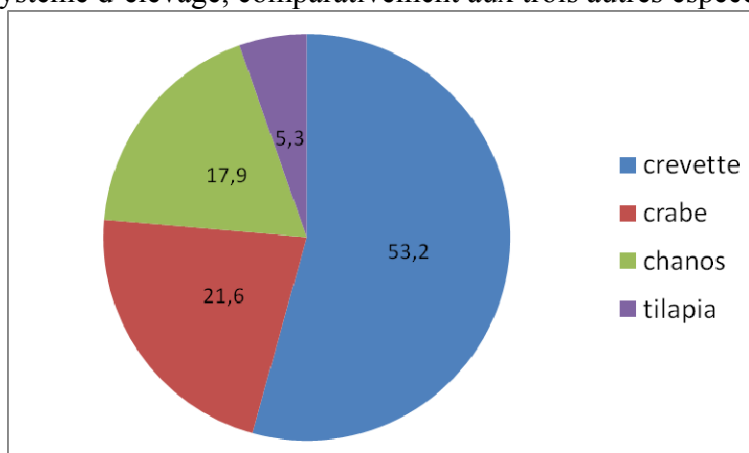


Figure 7-8 - Part relative des espèces élevées dans le coût total de la mise en charge

7.2.3.1.3 L'alimentation

Les gastéropodes et les bivalves sont l'aliment le plus utilisé ; environ 94% des exploitants les utilisent (Tableau 7-3). Leur coût représente 81% du coût total de l'alimentation qui est, en moyenne, de 7408 Php par hectare. En valeur relative, ce coût se réduit avec l'accroissement de la taille des exploitations. Au cours de nos entretiens, l'évaluation des quantités d'aliment distribuées est apparue une tâche ardue pour les exploitants. En effet, les doses appliquées ne le sont pas toujours à une fréquence régulière, et les volumes distribués ne sont pas non plus constants. Les différents modes de vente du *suso* et du *sulib*, par barque, par seau ou par glacière complique aussi l'évaluation des volumes.

Aliment	Pourcentage d'utilisateurs (%)
Gastéropodes (<i>suso</i>) et bivalves (<i>sulib</i>)	94
Petites crevettes (<i>alamang</i>)	9
Poisson bouilli	15
Aliment composé	27

Tableau 7-3 – Type d'aliment et pourcentage d'utilisateurs

7.2.3.1.4 Les autres intrants

Les autres coûts relevant des consommations intermédiaires sont l'essence et des services tels que la location des pompes, des moyens de transports (*jeepney*, bateau), du matériel de pêche (filet, pêche électrique). La valeur moyenne calculée est de 1352 Php par hectare pour un écart-type de 1535 Php. Comme pour la préparation des étangs, il y aurait donc un effet d'économie d'échelle relativement plus marqué que pour les autres coûts (Figure 7-9).

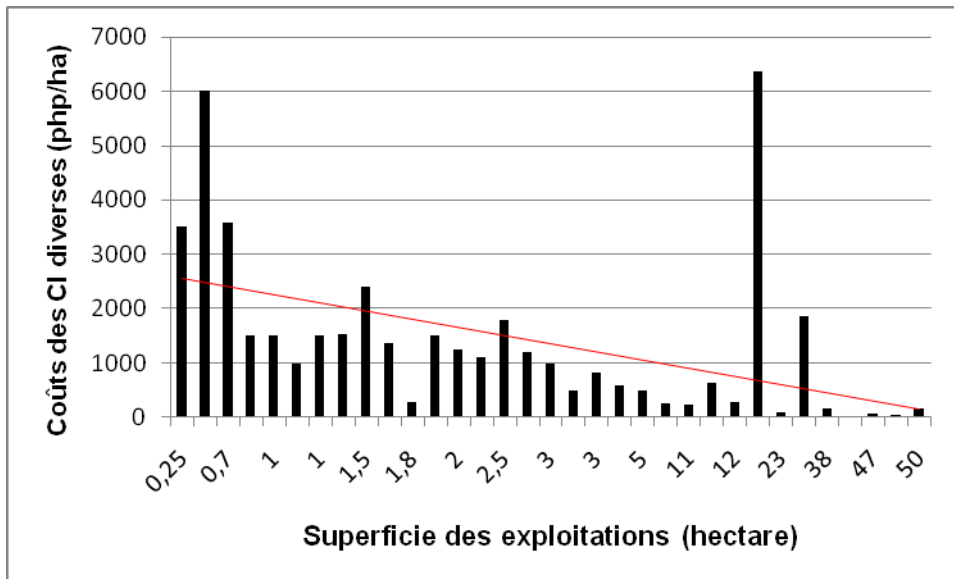


Figure 7-9. Diagramme des coûts des consommations intermédiaires diverses des exploitations en zone d'eau saumâtre.

7.2.3.1.5 Les consommations intermédiaires totales

En moyenne, les consommations intermédiaires ont un coût de 23219 php par hectare (Figure 7-10). Leur coût est fortement influencé par les coûts de mise en charge (Figure 7-11). Ces derniers comptent en effet pour 64% du coût global des consommations intermédiaires. Ajoutés aux coûts d'alimentation, l'ensemble constitue 91% du total des consommations intermédiaires.

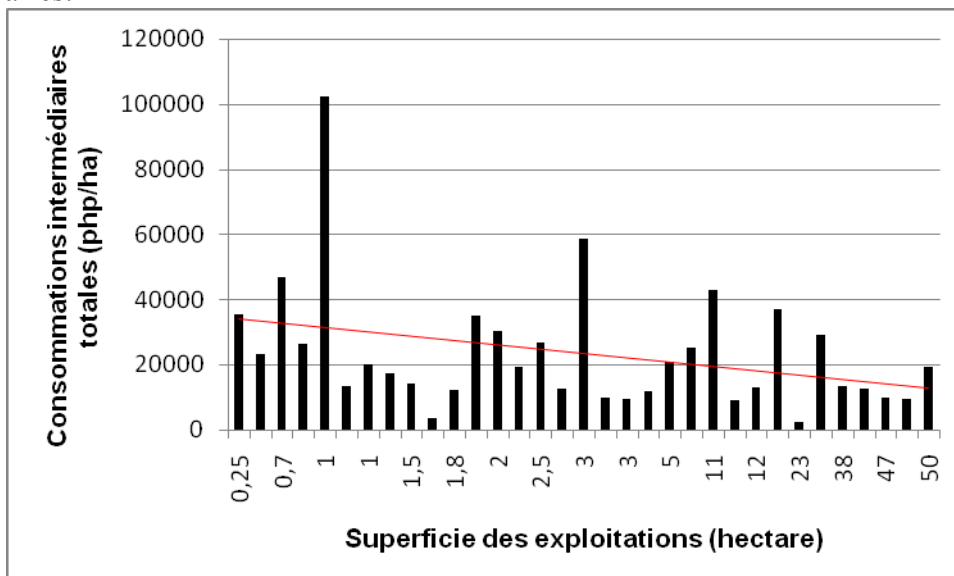


Figure 7-10 - Coût total des consommations intermédiaires des exploitations en zone d'eau saumâtre.

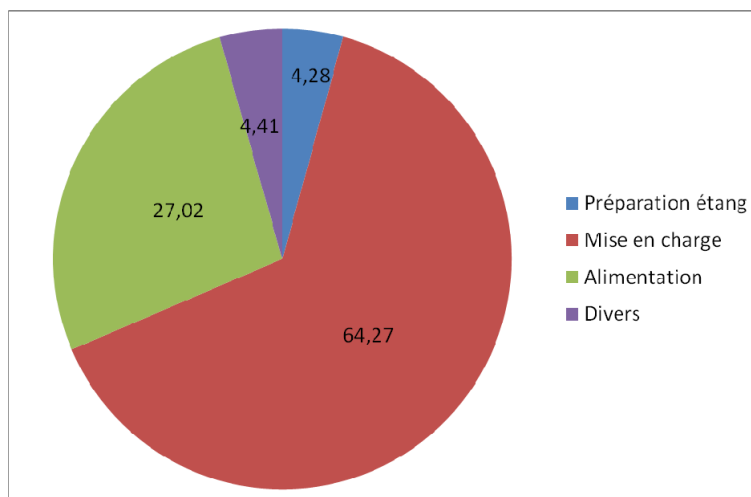


Figure 7-11 - Part des principaux coûts des consommations intermédiaires.

7.2.3.2 Le produit brut

Le produit brut (PB) est le produit des volumes (V) et du prix (P) des espèces produites.

$$PB = V * P \quad (1)$$

Pour des volumes identiques, les prix de vente sont à peu près constants d'une exploitation à l'autre. Cependant, les volumes fluctuent beaucoup, dans le temps et dans l'espace. Aux dires d'acteurs, les rendements seraient très variables d'une année sur l'autre. Durant la même saison, des exploitations pourtant proches connaissent aussi des rendements variés. Le volume moyen de l'ensemble des exploitations est très faible, 75 kg/ha. Cette moyenne cache une disparité importante entre l'exploitation connaissant les volumes les plus faibles, 16 kg/ha, et celle connaissant les volumes les plus importants, 200 kg/ha (Figure 7-12). En dépit d'une tendance nette, la production de crevette tend à se réduire avec l'augmentation de la taille des exploitations.

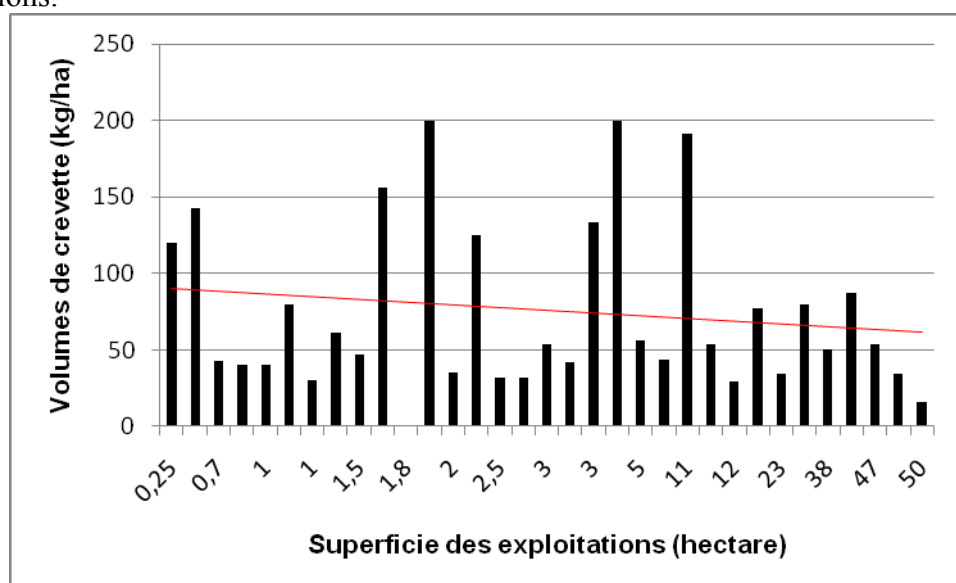


Figure 7-12 - Volumes de crevettes

Le produit brut moyen par hectare et par cycle de production est de 67456 Php. La Figure 7-13 indique la part de chaque espèce dans la composition du produit brut. A elle seule, la crevette compose 56 % du produit brut, alors que, rappelons-le, sa mise en charge équivalait à 53,2 % du prix total de mise en charge, soit des taux à peu près similaires, signe d'une logique économique.

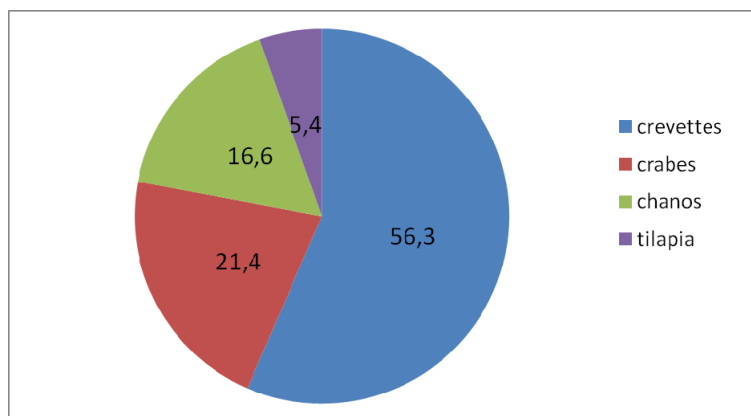


Figure 7-13 - Part de chacune des espèces élevées dans le produit brut.

7.2.3.3 La valeur ajoutée brute (VAB)

La valeur ajoutée brut (VAB) se calcule en retranchant les consommations intermédiaires (CI) au produit brut (PB).

$$VAB = PB - CI \quad (2)$$

Cette opération permet de calculer la richesse produite par l'exploitant (Ferraton *et al.* 2003). La Figure 7-14 comporte, pour chaque exploitation, les CI totales, la PB et la VAB. Les exploitations y sont classées selon la valeur de la VAB et non pas selon la superficie. La VAB moyenne est de 120654 Php par hectare et par an. La moyenne n'est ici pas un très bon indicateur car 21 exploitations ont une VAB inférieures à 100000 Php par an et par hectare. La médiane est, quant à elle, de 72 000 php. Deux exploitations présentent une VAB négative. Pour l'une d'entre elles (celle qui a une superficie de 50 ha), le propriétaire a avoué être lourdement endetté suite à des pertes répétées en raison des très mauvaises productions. En raison de l'importance de la crevette, la VAB est très sensible aux rendements spécifiques de cette espèce. De plus, on ne note pas de relation entre la superficie des exploitations et la VAB.

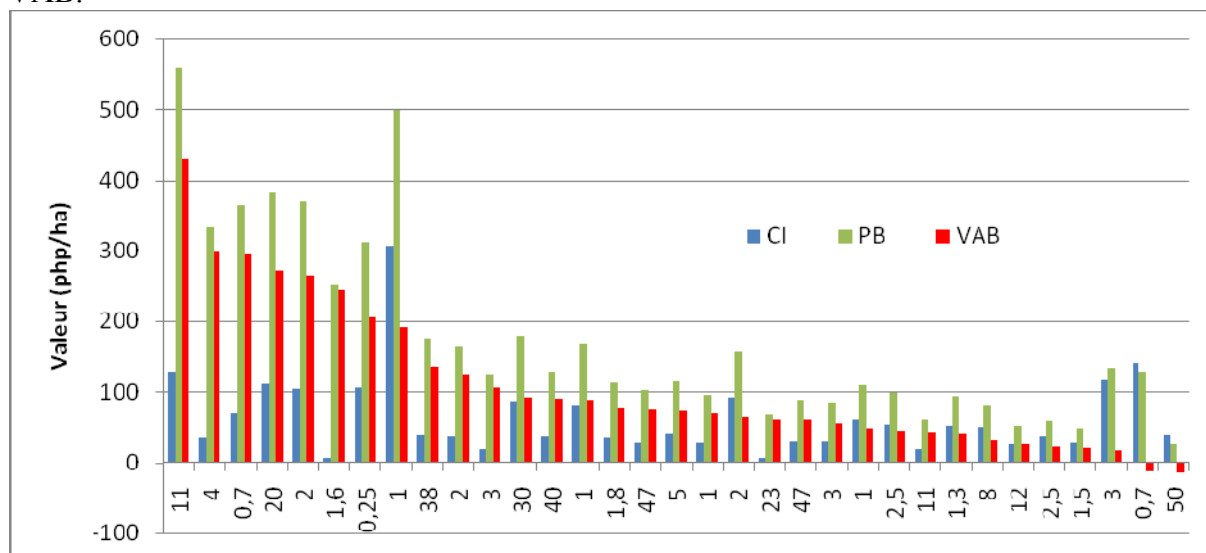


Figure 7-14- Diagramme des CI, PB et VAB des exploitations en zone saumâtre

7.2.4 Les calendriers

Trois types de rotations ont été représentés sur le calendrier des travaux agricoles (Figure 7-15) : le premier correspond à trois cycles annuels, le second à deux cycles annuels et le troisième à la succession riz-aquaculture. Le calendrier permet d'identifier les moments d'affectation des ressources (capital circulant, main d'œuvre) et de relever la plus ou moins

grande dépendance vis-à-vis du climat. Le calendrier présenté ici fait état du calendrier suivi par la majorité des exploitants rencontrés. Le climat apparaît comme la contrainte environnementale majeure. Il agit sur la conduite des systèmes de part les variations de salinité qu'il provoque. La contrainte est aussi de nature sociale, et plus précisément économique. En effet, les prix du marché varient en fonction de la demande, laquelle varie en fonction des fêtes (religieuses, culturelles). Ainsi, plusieurs périodes sont généralement associées à des périodes de fortes demandes des produits aquatiques et en particulier des crevettes et des crabes : Noël, le nouvel an Chinois et la semaine sainte. Une augmentation rapide des prix peut entraîner aussi des pré-récoltes, effectuées à l'aide d'une seine. Elles consistent alors à capturer dans l'étang les spécimens qui ont atteint la taille demandée par le marché. A l'inverse, la période de rentrée scolaire (juin) correspond à une période de faible demande des produits aquatiques en raison des flux de trésorerie affectés en priorité à la rentrée (matériel, frais de scolarité, vêtements...). Localement, des variantes existent. Ainsi, à Macabebe, de nombreux fermiers qui pratiquent une succession riz-aquaculture, ont fait état d'un repiquage à partir de novembre pour une récolte entre janvier et février. A la suite de cela, les parcelles sont laissées au repos au plus chaud de la saison sèche car l'eau est alors de qualité médiocre. La mise en charge en crustacés et poissons ne se fait qu'à partir de mai, et la récolte en octobre. Le calendrier de travail propose d'évaluer le temps de travail des différentes opérations culturales. On s'est appuyé sur les résultats de nos enquêtes pour le construire (Tableau 7-4).

Etape	hj/ha
Préparation de l'étang	2,8
Grossissement	67
Récolte	5,75

Tableau 7-4 - Nombre d'homme-jours pour les différentes opérations d'élevage

Pour pouvoir élaborer le calendrier de travail, il faut deux informations supplémentaires, celui de la superficie de la zone aquacole et celui du nombre de cycles. Sur l'image satellite de 2002, les étangs d'eau saumâtre recouvrent une superficie d'environ 20000 ha. Pour autant, nos enquêtes ont montré que 33% des exploitations ne pratiquent que deux cycles durant l'année, signifiant que seulement 13200 ha connaissent 3 cycles annuels. Il faut alors faire apparaître cette différence dans les calculs.

Etape	Nombre hj total (pour 20000 ha)	Durée de l'étape (jours)	Nombre moyen hj durant l'étape
Préparation de l'étang	56000	15	3733
Grossissement	1340000	120	11166
Récolte	115000	5	23000

Tableau 7-5 - Calcul du nombre moyen d'hj durant les différentes opérations d'élevage

La Figure 7-16 montre la répartition annuelle de l'offre de travail. Cette représentation part du principe, volontairement erroné, de récoltes effectuées rigoureusement à la même date, alors que dans la réalité, elles sont étalées sur plusieurs jours, voire semaines. Les pics de demande en travail sont ainsi exagérés mais permettent de se rendre compte du niveau de l'offre de travail au moment des récoltes.

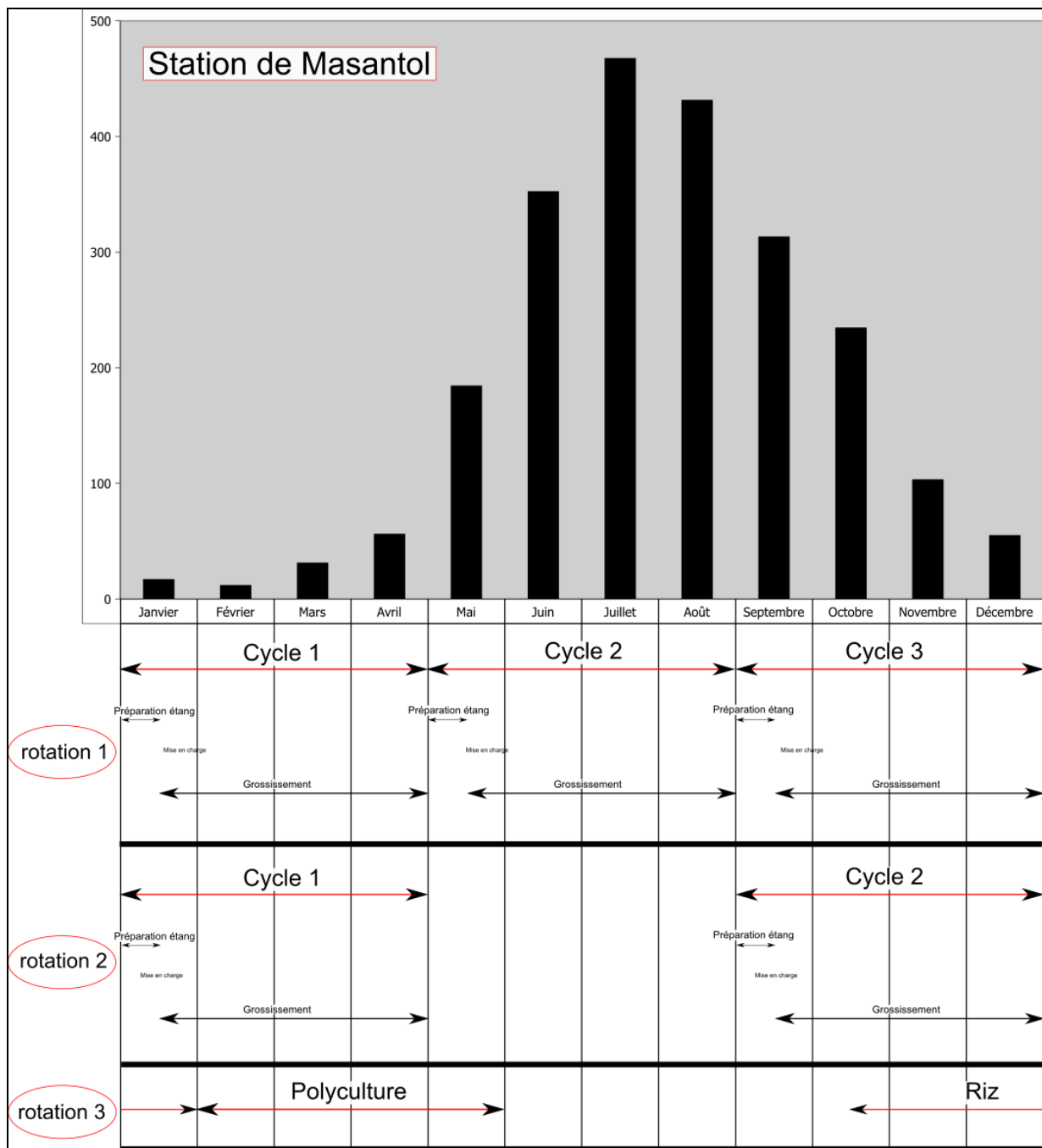


Figure 7-15 - Calendrier des activités culturales

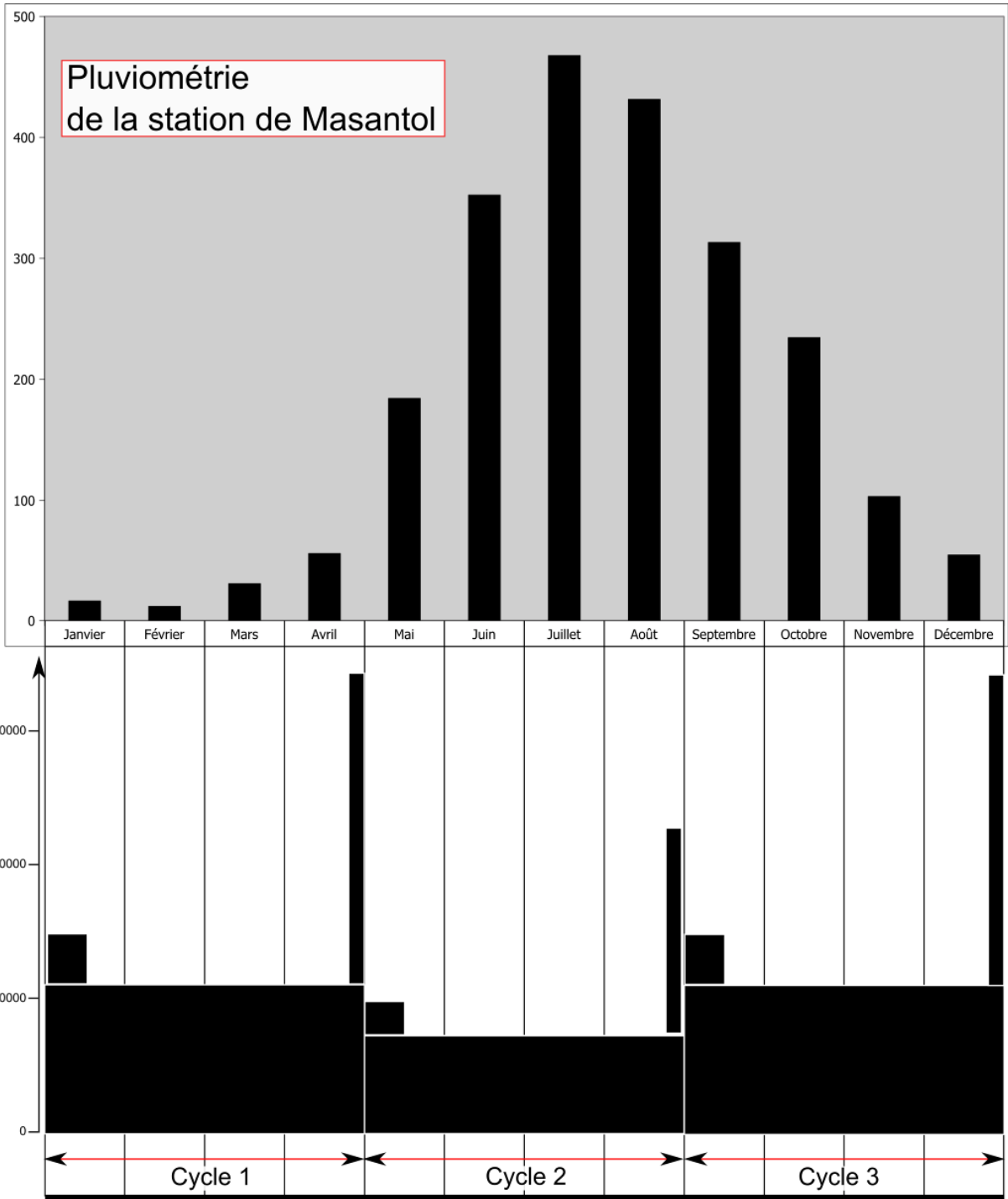


Figure 7-16 - Calendrier du travail aquacole dans le delta de la Pampanga.

7.2.5 Les contraintes de production

Les contraintes biophysiques et sociales qui pèsent sur les systèmes de culture sont nombreuses. Elles ont été identifiées puis hiérarchisées grâce aux réponses aux questionnaires (Figure 7-17). Les réponses les plus fréquemment citées sont liées à des perturbations environnementales (inondations, salinité, qualité eau, prolifération *digman*, changements de température) et à des indicateurs de production (mortalité, rendement).

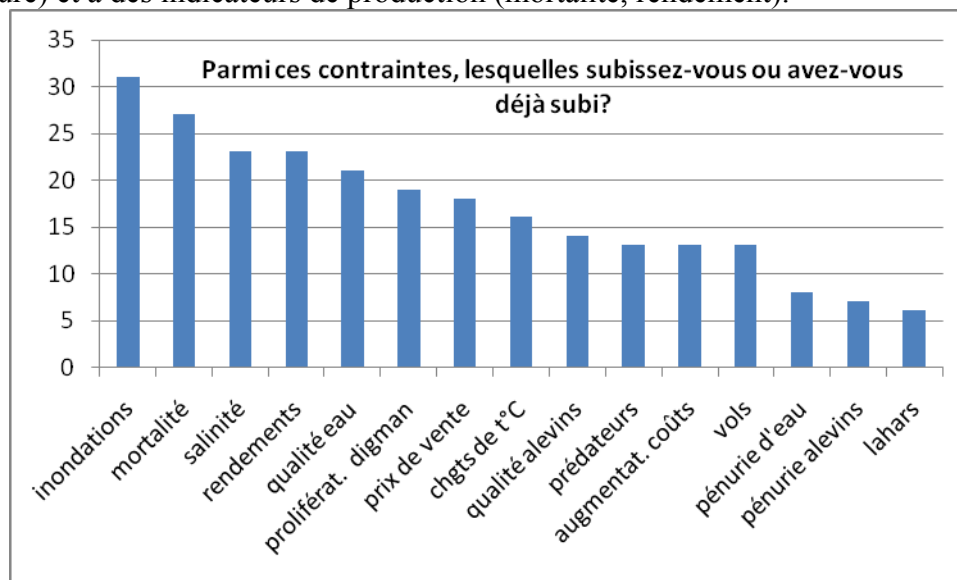


Figure 7-17 - Diagramme des contraintes pesant sur les systèmes d'élevage (n=40).

Les risques naturels et la dégradation de l'environnement sont donc les deux principaux facteurs perçus en tant que contraintes. Reconnaître le prix de vente comme une contrainte permet aussi d'identifier le marché comme une contrainte pesant sur la rentabilité des systèmes. Des problèmes internes à la filière, tels que la qualité des alevins, ou propres aux pratiques des exploitations, tel que le contrôle des prédateurs, permet de caractériser un second groupe de contraintes, endogènes cette fois-ci.

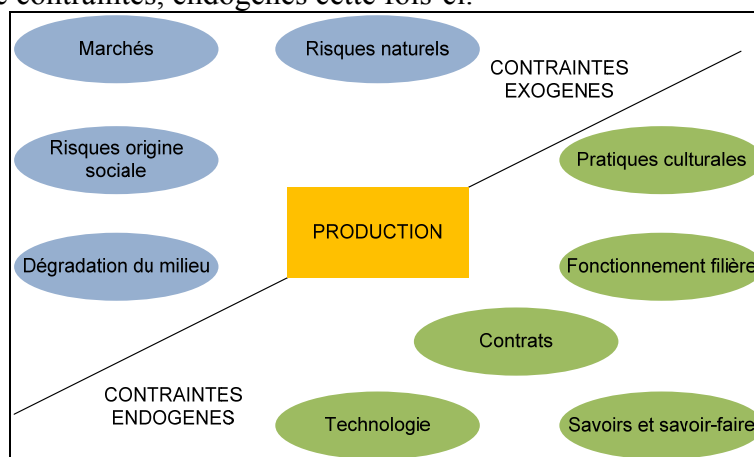


Figure 7-18 - Principales contraintes qui pèsent sur la production aquacole en zone d'eau saumâtre.

7.2.5.1 Les risques naturels

Les inondations provoquent des arrêts de production, la perte de production (par échappement ou par mort) et entraîne des surcoûts du fait de stratégies de réduction du risque (Figure 7-19). La majorité des étangs situés dans le delta sont vulnérables, à des degrés variés même si la subsidence du delta tend à gommer les disparités d'une ferme à l'autre. Les images satellites

révèlent pourtant des disparités, en particulier aux moments des épisodes cycloniques durant lesquels les étangs les plus exposés sont ceux qui sont situés à proximité des digues de la Pampanga et du Labangan channel.

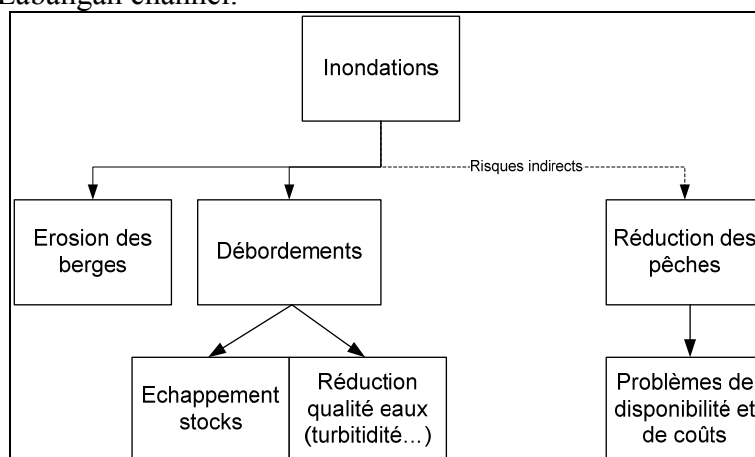


Figure 7-19- Résumé des principaux risques associés aux inondations.

Dans le cas de l'érosion, la stratégie consiste à renforcer les berges de digues au moyen d'enrochements, de terre et de bambous durant des opérations très coûteuses car mobilisant une main d'œuvre nombreuse, des embarcations pour le transport des matières premières et des frais divers tel que la location d'une pelleuse⁷ pour extraire la terre du fond des canaux. Un autre risque naturel majeur est le risque volcanique. En effet, l'éruption du Pinatubo en 1991 a engendré des impacts dont les effets s'expriment encore aujourd'hui sur la production aquacole. Si les dommages directs des retombées de cendres et des enfouissements par les lahars ont été limités, les dommages indirects et récurrents causés par les lahars sont, quant à eux, immenses. Les périodes de mobilisation des lahars depuis les versants du Pinatubo correspondent aux périodes de précipitations intenses. La matrice mobile ainsi créée provoque un transfert progressif et une accumulation des dépôts de lahars vers les bas-fonds. Un des impacts majeurs de ces accumulations dans les bas-fonds, et en particulier dans les cours d'eau, est l'impossibilité de pouvoir vidanger les étangs durant les récoltes par le seul jeu des marées. En effet, même lors des mortes eaux, les eaux des cours d'eau se trouvent à un niveau plus élevé que les eaux dans l'étang (Figure 7-20). Cela engendre d'importants surcoûts d'exploitation du fait qu'il faille alors pomper l'eau depuis l'étang vers le cours d'eau.

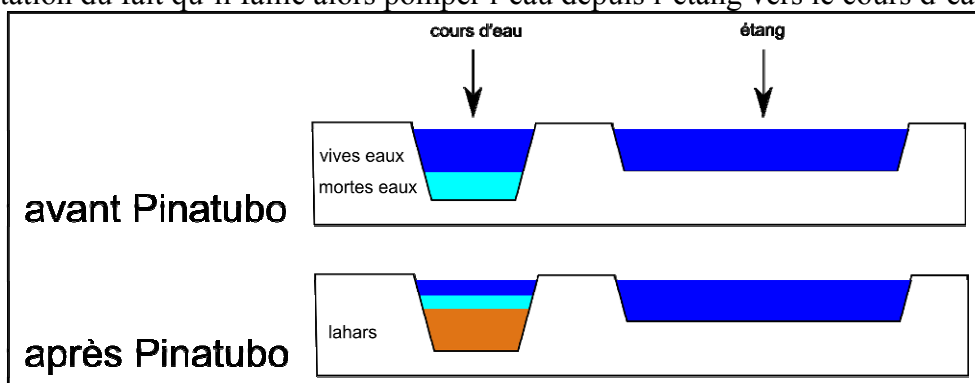


Figure 7-20 - Coupes transversales d'un cours d'eau et d'un étang.

7.2.5.2 La dégradation du milieu

Certaines espèces aquacoles, telles que la crevette, sont très sensibles à la qualité du milieu. Une dégradation de celui-ci a donc un effet direct sur la production. Un des facteurs

⁷ Dans le cas où il n'y pas de routes menant à l'exploitation, il faut alors louer une pelleuse sur berge flottante.

importants est la qualité des eaux, qui peut se mesurer suivant de nombreux paramètres physico-chimiques. Dans le delta, le problème majeur est la faiblesse de l'oxygène dissous. Des mesures réalisées par le BFAR entre juillet et septembre 2006 sur 69 échantillons récoltés dans la partie septentrionale du delta (Minalin) ont montré des taux d'oxygène dissous variant entre 0,2 et 1,3 mg/l⁻¹. Ces taux sont critiques même pour les espèces à forte valence écologique telles que le tilapia. Cette réduction de l'oxygène est probablement la conséquence directe de l'eutrophisation des eaux plus en amont, à hauteur de San Fernando où l'enrichissement des eaux en sels nutritifs provoque un recouvrement presque total des plans d'eau par diverses espèces de plantes aquatiques dont la jacinthe d'eau (Figure 7-21). La mort de ces végétaux⁸, suivie de leur décomposition par des bactéries aérobies, provoque des chutes brutales de l'oxygène dissous dans la colonne d'eau. Le taux d'oxygène a, de plus, préalablement été affecté la baisse d'intensité de la photosynthèse du fait d'une moindre pénétration des photons dans la colonne d'eau. L'étude conduite par le BFAR a aussi montré des taux importants d'ammoniaque non ionisé (NH₃), composé très toxique pour les poissons. Les causes identifiées sont la décomposition des végétaux, l'industrie, les effluents domestiques et agricoles et les efflorescences algales. La variation de ces deux facteurs, oxygène dissous et ammoniaque non ionisé, est susceptible de causer un surcroît important de mortalité.

L'aquaculture pâtit des nombreuses perturbations qu'ont connues les réseaux trophiques fluviaux suite :

- aux dépôts de lahars et aux dragages répétés ;
- à l'extraction de matériel pour le renforcement des berges des étangs ;
- à la disparition des ripisylves le long de la Pampanga ;
- aux chalutages répétés pour collecter bivalves et gastéropodes faisant office d'aliment pour les crevettes ;
- au rejet d'effluents de diverses natures (distilleries d'alcool, effluents urbains, usine de d'élevage, effluents agricoles, effluents aquacoles...).

L'appauvrissement du milieu et la réduction des services tel que l'épuration biologique des eaux a ainsi une incidence sur la qualité des eaux environnant les étangs et donc sur la production.

7.2.5.3 Les risques d'origine sociale

Comme dans plusieurs provinces des Philippines, la présence de plusieurs groupes rebelles (New People Army, NPA) affecte les économies locales. Dans le delta, ces groupes imposent une taxe révolutionnaire annuelle dont le règlement peut se faire en liquide ou en nature (armes, fusils d'assaut). La pression est particulièrement forte pour certains exploitants étrangers à Pampanga, qui du fait d'incessantes menaces, se résignent à partir et à laisser l'exploitation à bas prix⁹. Un second risque social est communément appelée *people power*¹⁰. La menace pour l'exploitant est une récolte sauvage de l'étang par plusieurs

⁸ Le barangay de Tecasan (Macabebe) lutte contre l'envahissement de cette plante par épandage d'herbicide dans les cours d'eau. D'après nos observations, les végétaux morts sont laissés sur place et se décomposent donc dans les cours d'eau, ce qui ne règle donc pas le problème de disponibilité d'oxygène dissous. La prolifération est surtout forte en saison des pluies, ce qui s'explique par la salinité plus faible. La lutte est financée grâce à l'Internal Revenue Allotment (IRA) versée chaque année par l'Etat central aux municipalités puis aux barangays (qui dépend à la fois de la superficie et de la population ; pour Tecasan, elle est d'environ 700 000 Php).

⁹ Une technique identique est employée par ces mêmes groupes dans le domaine agricole. L'objectif est de faire partir le propriétaire et de faire connaître de façon insidieuse à tous la velléité du groupe de mettre la main sur l'exploitation en question ceci afin de faire baisser le prix. Un des propriétaires aquacoles rencontrés a ainsi acquis une exploitation pour un prix de 65000 Php l'hectare, c'est-à-dire bien en dessous du marché.

¹⁰ Ce mouvement naît lors de périodes de grandes difficultés alimentaire et économique que subissent les plus pauvres. Ces derniers en viendraient à s'organiser à l'aide d'un intermédiaire (le *degaton*) qui leur fournit une

dizaines voire centaines de personnes qui reçoivent l'aide logistique des rebelles mais aussi de certains *degatons*. Le phénomène se multiplie en saison des pluies lorsque les sources d'emploi se raréfient. En raison des moyens de protection élevés dont disposent les grosses exploitations, ce sont principalement les petites et moyennes exploitations qui sont les cibles du *people power*. Le coût engendré pour se protéger de ce risque peut être élevé¹¹.

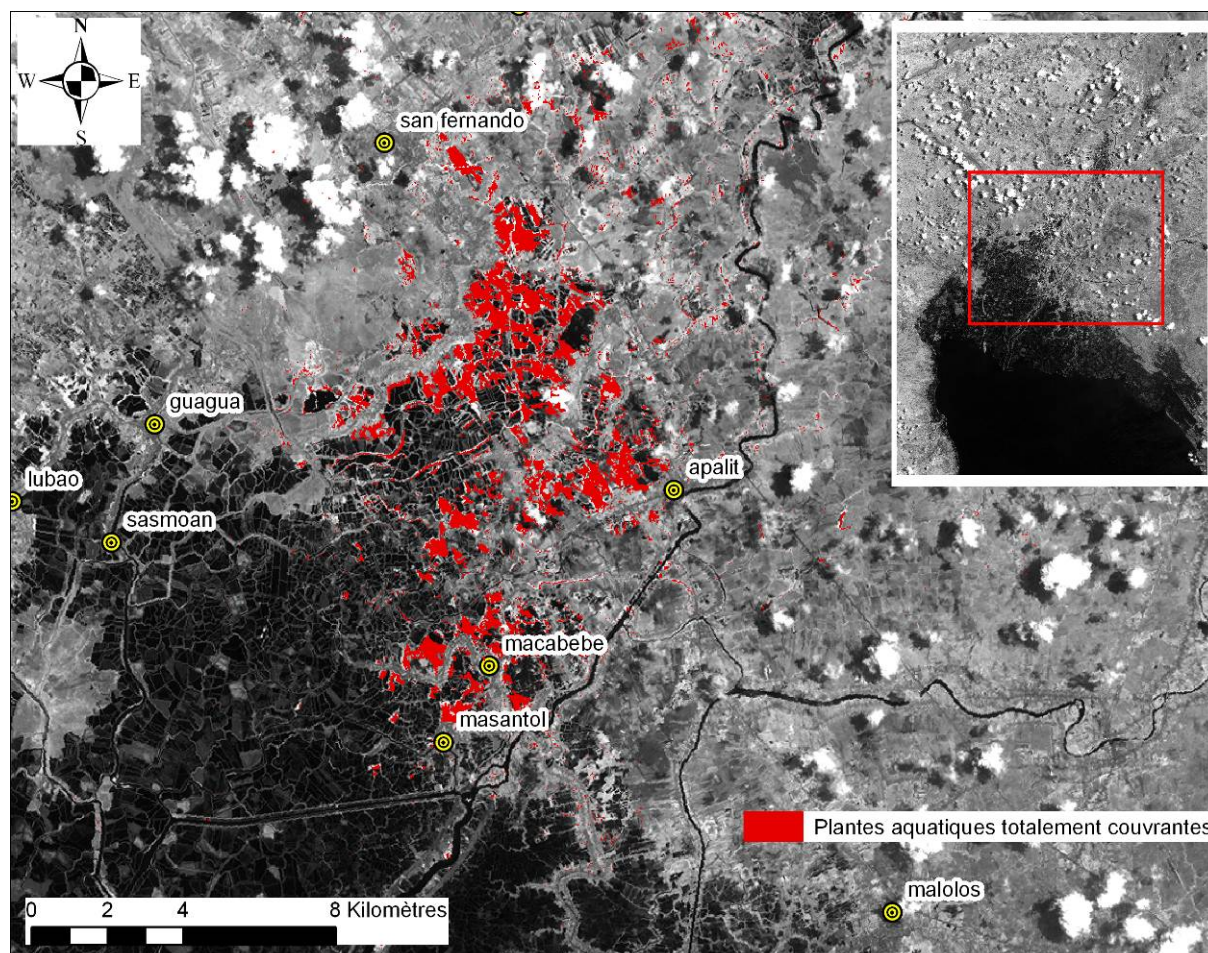


Figure 7-21 - Localisation des plantes aquatiques couvrant totalement les plans d'eau (26 novembre 2001) [méthode : classification supervisée par maximum de vraisemblance sur Landsat ETM+].

7.2.5.4 Les savoirs et les pratiques

La production aquacole est soumise à des contraintes endogènes. La conduite d'une culture ou d'un élevage suppose d'avoir acquis un certain nombre de connaissances. L'itinéraire technique décrit auparavant est la conséquence d'un raisonnement et d'une logique de la part des exploitants. L'expérience est la principale source de savoirs, suivi par les échanges avec les amis et les autres exploitants, l'intervention de techniciens et la diffusion de documents techniques (Figure 7-22). La plupart des informations échangées sont donc empiriques, faute d'organisation pour la diffusion de l'information. C'est un problème d'autant plus contraignant que l'itinéraire technique d'un système de culture rizicole est totalement

barque pour se déplacer et éventuellement à l'aide aussi des NPA qui leur fournissent des armes en guise de protection. Une fois la récolte sauvage effectuée, tous les produits sont obligatoirement vendus au *degaton* ayant organisé l'intervention. L'interlocuteur principal des plus pauvres est donc le *degaton* tandis que les interlocuteurs de ce dernier sont les membres des NPA. C'est la raison pour laquelle certains pauvres et *degaton* sont catalogués comme NPA alors qu'ils n'ont fait que solliciter leur aide.

¹¹ La protection nécessite parfois de faire appel aux forces armées.

différent de celui d'un système d'élevage aquacole. Plusieurs campagnes d'information sur les dangers ou l'interdiction d'utiliser certains produits ont eu lieu ces dernières années. Le BFAR a par exemple communiqué sur l'utilisation de cyanure, par l'intermédiaire des gouvernements locaux ou directement auprès des exploitants, pour faire cesser son usage systématique. Bien que le produit soit encore très répandu, son utilisation avait commencé à se réduire dès 2003 (Grandmougin 2003).

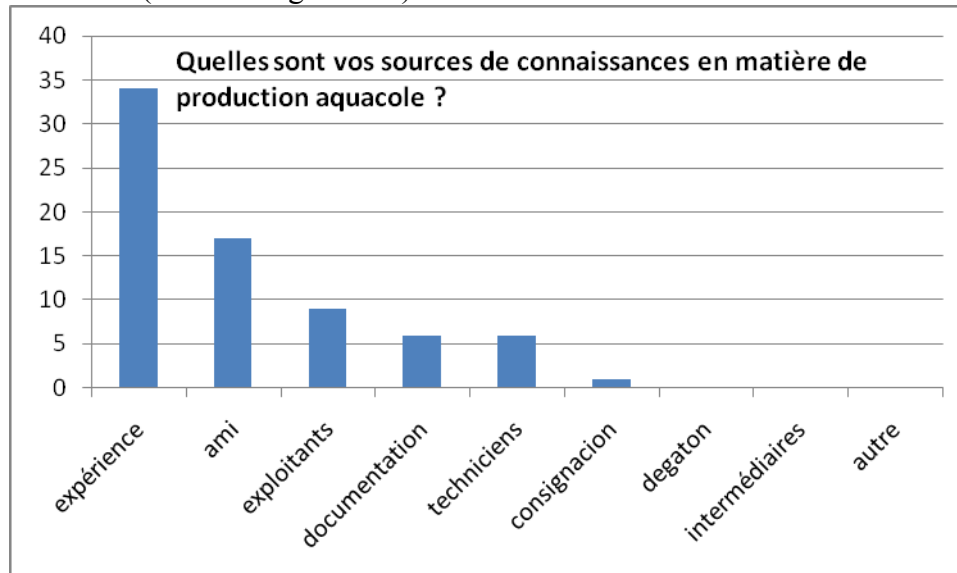


Figure 7-22 -Diagramme des sources de connaissances en matière d'aquaculture dans la zone d'eau saumâtre (n=41)

Au contraire, d'autres pratiques effectuées par un nombre restreint d'exploitants devraient l'être par un nombre plus grand tel le curage des étangs qui permet de réduire l'accumulation de matière organique sur le fond des étangs, et peut aider à prévenir des mortalités de masse en améliorant la qualité des eaux. On pourrait ajouter les contraintes institutionnelles, organisationnelles, technologiques, contractuelles¹² ainsi que celles qui sont liées au fonctionnement de la filière.

7.3 Les systèmes de production

Un système de production est « la combinaison des facteurs de production (terre, travail et capital) en vue d'obtenir diverses productions » (Ferraton *et al.* 2003). Tandis que le système de culture s'analysait à l'échelle de la parcelle, l'échelle privilégiée du système de production est l'unité de production. A partir de la combinaison de ces facteurs de production, une typologie des unités de production a été élaborée, permettant d'évaluer la performance économique des systèmes de production.

7.3.1 Les facteurs de production

7.3.1.1 La terre

Selon Bergeret et Dufumier (2006), le foncier se caractérise par la nature des terres, la superficie des terres en exploitation, et le mode de tenure.

¹² Après le Pinatubo, de nombreux fermiers de Lubao se sont trouvés dans l'impossibilité de produire durant plusieurs cycles. Pour autant, les propriétaires ne leur ont pas accordé de remises sur le paiement de la rente foncière, laissant les fermiers accumuler les dettes. Le poids de la rente foncière est aussi un second facteur de contrainte pour les exploitants, lié à la fois au contrat et au foncier.

7.3.1.1.1 La nature des terres

La nature des terres est liée aux propriétés physico-chimiques des terres et de la colonne d'eau. Les facteurs retenus pour établir une typologie sont : la salinité, l'altitude, la texture du sol, la localisation dans le bassin versant (étude des liens avec les autres systèmes anthropiques, urbain ou agricole, et avec l'hydrosphère).

7.3.1.1.2 Superficie des terres de l'exploitation

La superficie des exploitations est un point particulièrement important lorsque la question de la viabilité économique (seuil de reproduction) des exploitations se pose. Il n'existe pas de base de données de la totalité des exploitations pour la simple et bonne raison que la majorité des exploitants ne sont pas déclarés pour ne pas payer d'impôts et parce que certains exploitants ne possèdent pas les titres de propriété. Des analyses empiriques et historiques du paysage agraire ont malgré tout permis de mettre à jour une dualité spatiale, entre des étangs de grande superficie au sud et d'autres, plus petits, au nord. La raison est la réforme agraire de 1972, qui a permis une redistribution des terres du nord, alors rizicoles, et qui ont, depuis, conservé leur morphologie.

La base de données de la municipalité de Sasmoan comprend la superficie et le nom du propriétaire de chaque exploitation. La superficie aquacole totale de cette municipalité est de 4047 hectares pour une superficie municipale de 4900 hectares, soit un taux de recouvrement de 82,6 %.

<i>Barangays</i>	Superficie totale (ha)	Nombre exploitations enregistrées	Taille moyenne des parcelles (ha)
Batang 1	292	83	3,5
Batang 2	223	64	3,5
Mabuanbuan	365	100	3,7
Malusac	728	162	4,5
San Antonio	977	185	5,3
San Nicolas 1	18	3	6,0
San Nicolas 2	38	14	2,7
San Pedro	1012	184	5,5
Sebitanan	159	55	2,9
Santa Monica	119	26	4,6
Santo Tomas	116	30	3,9

Tableau 7-6 - Exploitations aquacoles de la municipalité de Sasmoan

La taille moyenne des parcelles oscille entre 2,7 ha et 6 ha selon les barangays (Tableau 7-6). Le patronyme offre la possibilité d'identifier les propriétaires possédant plusieurs exploitations et permet d'identifier les parcelles qui appartiennent aux membres d'une même famille. Plusieurs facteurs permettent d'expliquer la fragmentation du finage : l'héritage et le partage. Le principe d'héritage provoque à chaque génération une subdivision des exploitations entre les héritiers. Le partage des terres résulte, quant à lui, d'une décision du chef d'exploitation d'octroyer à des membres précis de sa famille certaines terres. Cette pratique a été particulièrement utilisée à la fin des années 1980 et au début des années 1990 au moment où le doute, concernant la place de l'aquaculture dans la réforme agraire de Corazon Aquino, n'était pas encore levé. Le partage permettait ainsi de se prémunir d'une éventuelle décision arbitraire de redistribution. Le cumul des superficies par patronyme informe de la mainmise des grandes familles sur le foncier du delta, et du pouvoir qu'elles conservent à travers les héritiers. Sur le plan de la méthode, des erreurs sont possibles dans les cas où deux familles ont un nom similaire.

Patronymes	Btg I	Btg II	Mbb	Mlc	SA	SNI	SN II	SP	Sbtn	SM	ST	Total
Aguilar					58							58
Baltazar			23		60							83
Blas								44		10		54
Buenaventura	38											38
Cruz	55	23	92					41				211
Eduardo								45				45
Enriquez								44				44
Guanzon					73							73
Guinto					45							45
Lacsa					36					11		47
Limpin				77		7			38			122
Limson				28				71				99
Manalansan										43		43
Marucut				47								47
Mendoza				47								47
Mercado				51	134			38				223
Nepomuceno		15						42				57
Pascual						17			68			85
Santos		21	104									125
Santos Raul				61								61
Vicente					73							73
Total	141	117,6	276	362,7	524,3	18	20	441	38	79	83	2100,6
Nbre famille	4	6	5	8	9	3	1	10	1	4	5	
% princ. Familles	48	53	76	49	54	100	52	44	24	67	71	
Aire totale	292	223	365	728	977	18	38	1012	159	119	116	51% 4047

Tableau 7-7 - Superficies cumulées des fermes par famille dans la municipalité de Sasmoan (Btg1 : Batang I, BtgII : Batang 2, Mbb : Mabuanbuan, SA : San Antonio, SNI : San Nicolas 1, SNII : San Nicolas 2, SP : San Pascual, Sbtn : Sebitanan, SM : Santa Monico, et ST : Santo Tomas)

Le Tableau 7-7 permet de constater que ces grandes familles (entre 1 et 10 par *barangay*) détiennent entre 24 % et 100 % du foncier des *barangays*. A l'échelle de la municipalité, elles détiennent 51 % du foncier. Cette structure s'explique par l'histoire foncière de la zone, abordée dans le chapitre précédent, qui a favorisé l'accès au foncier aux membres de la *principalia*, même si la dynamique, au moment du boom de la crevette notamment, a permis à d'autres acteurs, parfois issus des couches populaires, l'accumulation de terres.

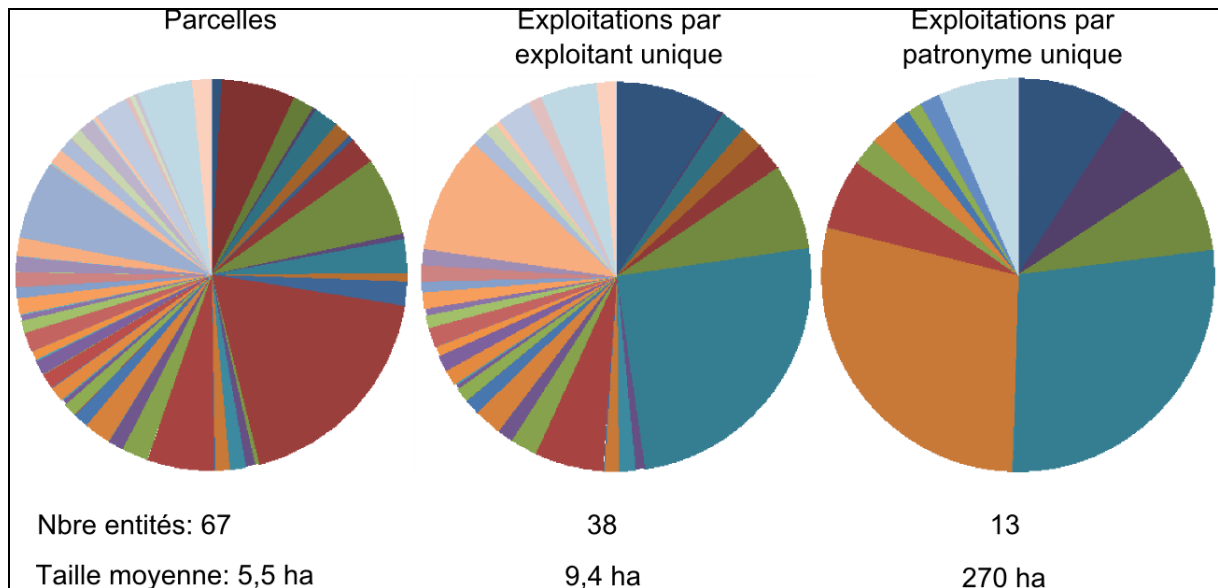


Figure 7-23 - Représentations graphiques des fermes du barangay de Mabuanbuan (Sasmoan) selon plusieurs niveaux d'agrégation

Dans le cas de Mabuanbuan (Figure 7-23), lorsqu'on agrège les exploitations par patronyme, la taille moyenne des fermes passe de 5,5 ha à 270 ha. Les deux plus grandes familles possèdent 55 % des superficies d'étangs. L'une d'entre elles s'est très fragmentée entre héritiers (14 prénoms différents) tandis que la seconde est restée l'entière propriété d'un seul individu. Malgré des histoires familiales particulières, le foncier de Mabuanbuan reste toutefois largement concentré. Aujourd'hui, Mabuanbuan présente la spécificité de connaître une certaine *harmonie* sociale, car les gros propriétaires emploient dans leurs fermes presque exclusivement des locaux avec lesquels ils entretiennent des liens de sang et d'affinité. De part cette redistribution de la richesse, plus accomplie que dans les autres barangays, les glaneurs sont peu nombreux.

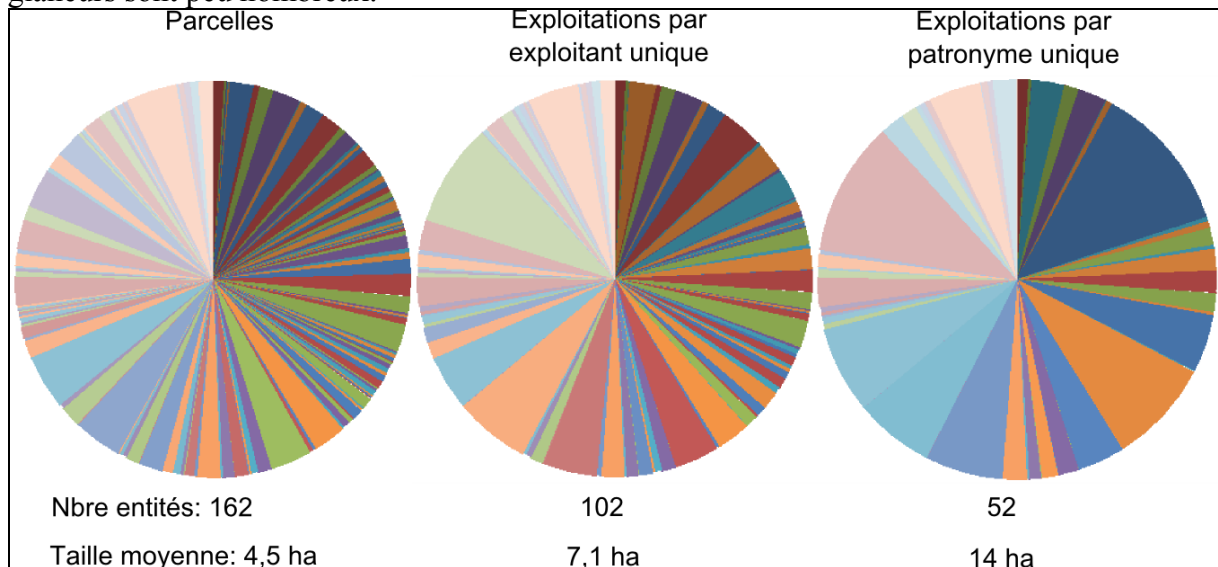


Figure 7-24 - Représentations graphiques des fermes du barangay de Malusac (Sasmoan) selon plusieurs niveaux d'agrégation.

A Malusac, la taille moyenne des fermes triple lorsque l'on passe de la parcelle aux exploitations agrégées suivant le patronyme, alors que le nombre d'entités passe, quant à lui, de 162 à 52 (Figure 7-24). Le phénomène est donc similaire à ce que l'on a constaté pour le barangay Mabuanbuan, à la différence qu'il faut cumuler ici les six plus grosses exploitations

agrégées par patronyme pour dépasser 50 % de la superficie. La concentration du foncier est donc bien moins importante qu'à Mabuanbuan. Le finage actuel apparaît donc très imprégné par l'histoire foncière de la région, c'est-à-dire la mainmise sur les terres d'une élite composée de l'ancienne *principalia* et des *mestizos*¹³. D'un point de vue social, la classe des propriétaires dans le delta n'a donc pas changé. Historiquement, les subdivisions par héritage ont donc été un puissant moteur de la dynamique foncière, d'autant que les terres aquacoles n'ont pas été soumises à la réforme agraire.

7.3.1.1.3 Modes de tenure des terres

Les terres agricoles sont mises en faire-valoir direct lorsque le propriétaire exploite ses terres ou en faire-valoir indirect lorsque l'exploitant est un tiers et verse une redevance au propriétaire. Le fermage et le métayage sont des formes de faire-valoir indirect.

7.3.1.1.3.1 Le fermage (ou *buwisan*)

Un contrat de fermage implique le versement d'une redevance du fermier au propriétaire¹⁴. Le système le plus répandu est celui du « 3+2 », c'est-à-dire un bail de 3 ans, payable d'avance, adossé d'une option de deux ans à la discrétion du fermier. Quand un tel contrat est passé, le prix entre les trois premières années et les deux suivantes est censé ne pas être augmenté. Un contrat de fermage peut se constituer de manière légale à travers l'élaboration d'un contrat papier, signé par les deux parties et par un tiers : notaire, chef de *barangay*, ou toute autre personne dont la présence est notifiée lors de la signature du contrat, ce qui permet, en cas de litige, d'avoir l'avis moral d'une tierce personne.

L'avance de 3 ans constitue une puissante barrière d'entrée. De nombreuses variantes sont néanmoins possible. Certains propriétaires ne demandent qu'un an d'avance. Bien qu'apparemment avantageux pour le fermier, ceci permet au propriétaire d'ajuster les prix d'une année sur l'autre (jusqu'à 25% aux dires d'acteurs), c'est-à-dire d'augmenter le prix en cas de récolte fructueuse. Il peut aussi se séparer du fermier à la fin du bail annuel.

Les prix du fermage à l'hectare oscillent entre 15000 et 35000 pesos, selon l'état des structures, la fonctionnalité de l'étang, sa situation, l'accessibilité, le degré d'affinité avec le propriétaire. Généralement, les exploitations dont le coût de location est le plus élevé sont situées au sud du delta, à proximité de la baie de Manille. Lorsque la transaction se réalise entre membres d'une même famille, les prix sont moins élevés. Des arrangements particuliers sont parfois élaborés lorsque des dispositions spécifiques telles que l'aménagement de l'étang figurent dans le contrat. Dans le cas où le propriétaire souhaite que le fermier convertisse l'exploitation agricole en exploitation aquacole, les arrangements consistent à ne pas faire payer la location ou bien à plafonner son prix pendant une durée déterminée¹⁵. Un contrat de la sorte a, par exemple, été passé à Maniango (Minalin) dans le cas d'une ferme de 3,7 ha pour une durée de 6 ans et un prix de 60 000 php. Au prix du marché, le prix demandé correspond à peu près à la location d'une ferme d'environ 2 hectares pour un an. La conversion a coûté au fermier 300 000 pesos, ce qui, en coût cumulé, reste pour lui une bonne opération. Dans ce cas, le propriétaire souhaite augmenter la valeur locative de ses terres sans prendre de risque financier.

¹³ Certaines familles qui ont composé la *principalia* sont facilement repérables dans les bases de données grâce à la terminaison caractéristique de leur patronyme en '*ong*', révélant une origine chinoise.

¹⁴ "Leasehold Tenancy exists when a person who, either personally or with the aid of labor available from members of his immediate farm household, undertakes to cultivate a piece of agricultural land susceptible of cultivation by a single person together with members of his immediate farm household, belonging to or legally possessed by, another in consideration of a *fixed amount in money or in both*." (Republic Act 1199).

¹⁵ C'est un système qui existe depuis longtemps sous le terme d'*inquilinos*. Il était par exemple employé pour le défrichement de parcelles boisées.

Une autre pratique répandue est la mise en fermage des terres par les fermiers eux-mêmes. En effet, certains fermiers qui ont de grandes superficies en exploitation sous-louent une partie de ces terres à des prix plus élevés que les prix auxquels eux-mêmes les louent. Ce système permet de mettre en fermage de petites superficies et améliore l'accès au fermage. Dans un cas précis, en 1990, à Sasmoan (GR-136433), une même et unique ferme a fait l'objet de trois contrats de fermage successifs, c'est-à-dire qu'à un moment donné, la même ferme avait un propriétaire et trois fermiers, plus le gardien (*bantay*)¹⁶, rendant la situation complexe en termes de responsabilité.

Les prix du fermage varient dans l'espace, en particulier en fonction du niveau d'aménagement des fermes, et dans le temps. Les prix des baux ont ainsi augmenté fortement depuis 20 ans¹⁷. Ce phénomène d'accroissement des rentes peut s'expliquer par la pression à la fois foncière et démographique et par l'absence d'alternatives à l'aquaculture.

7.3.1.1.3.2 Métayage

Selon la loi en vigueur aux Philippines : « Le métayage est la possession physique par une personne d'une portion de terre vouée à la production agricole, appartenant à, ou légalement possédée par, un tiers, dans le but de produire grâce au travail du premier et des membres de son foyer, et considérant qu'il est d'accord pour partager la récolte avec le propriétaire légal ou bien payer un certain prix en nature ou en monnaie, ou les deux à la fois ». Cette définition est peu restrictive et accorde une liberté importante aux deux parties pour fixer les termes du contrat, bien que les différentes réformes agraires aient tenté de préciser les conditions de partage des récoltes. Un propriétaire doit non seulement avertir le métayer quant à une éventuelle décision de convertir mais doit aussi lui proposer en priorité de racheter l'exploitation. Dans la définition, on distingue le métayage avec partage de la récolte et le métayage avec paiement d'une rente annuelle, qui s'apparente alors à du fermage. Ce contrat est en règle générale illimité dans le temps et est héréditaire dans la famille du métayer.

Dans le delta, certains exploitants aquacoles ont des contrats de métayage (*tenant*). Ce sont tous d'anciens métayers agricoles qui ont du convertir leurs terres. Cette conversion de l'occupation du sol s'est accompagnée d'une conversion de la rente annuelle, passant d'une somme en nature (nombre de *cavanes*, sac de 50 kg environ de paddy) à une somme en liquide. La conversion n'a pas suivi de règle établie, mais le résultat était souvent très avantageux pour le métayer, comparativement aux prix pratiqués¹⁸.

7.3.1.1.3.3 Les autres tenures

Certains exploitants travaillent des terres appartenant à l'Etat dans le cadre d'un contrat appelé, Fish Lease Agreement (FLA), qui doit être validé par le BFAR et le département de l'agriculture. La concession dure 25 ans et est renouvelable une fois si 50% de l'exploitation au moins est en production durant les 3 ans suivant la signature du contrat et le reste 5 ans de plus (Presidential Decree 704 – Fisheries Decree 1975)¹⁹. Les superficies exactes de FLA dans le delta ne sont pas connues.

¹⁶ Le conflit a émergé du fait que ce dernier n'était plus rémunéré et ne savait plus auprès de qui il devait exiger sa traite. A chaque nouveau bail, le contrat est évidemment revu à la hausse : le premier contrat était de 10 800 Php/ha, le second de 12 300 Php/ha, le troisième de 17 100 Php/ha.

¹⁷ A titre d'exemple, pour un prix à l'hectare similaire (80 000 Php), un fermier a vu la surface de location passer de 14 hectares à 4 hectares en l'espace d'une quinzaine d'années environ, ce qui, ramené au prix par hectare, correspond à une multiplication par un facteur proche de 4.

¹⁸ On peut citer l'exemple d'un propriétaire qui demandait 12 *cavanes* par hectares (pour une production moyenne de 60/70 *cavanes*) et qui a converti un *cavan* pour 400 pesos, soit 4 800 Php/ha. Ce prix étant donc bien inférieur aux prix des terres en fermage.

¹⁹ La rente est récupérée par le National Fisheries Research and Development Institute (NFRDI).

Un autre type de contrat concerne l'espace situé entre le lit mineur de certains cours d'eau et les digues qui les bordent. Dans le cas de la Pampanga, la zone est propriété de l'Etat. Cette zone, soumise aux aléas du fleuve ne peut être aménagée qu'en étangs aquacole. Les coûts relatifs à l'aménagement des étangs sont à la discrétion du locataire qui doit aussi s'acquitter annuellement de droits d'usage dont le coût est plus faible que les prix du marché. C'est donc une concession sur le plan juridique mais qui se distingue du FLA sur le plan contractuel. Leur accès, en particulier à Masantol, s'est accompagné de nombreuses luttes entre les officiels et les précédents occupants, censés avoir la priorité.

7.3.1.2 Le travail

7.3.1.2.1 Le travail familial

Le travail familial est mis à profit par la plupart des exploitations. La famille est ici comprise au sens de la famille élargie qui comprend alors plusieurs dizaines, voire centaines de membres. Dans les grandes exploitations, les membres de la famille du propriétaire occupent les meilleurs postes. Dans les exploitations plus modestes, ils réalisent toutes les opérations. La distance sociale qui sépare les membres d'une même famille est parfois corrélée avec le niveau de confiance, de sorte que les exploitants ne peuvent s'appuyer sur la totalité des membres de leur famille. Toutefois, la taille imposante de ces familles élargies permet à l'exploitant de disposer d'un important vivier. L'appel à du travail intrafamilial se fait durant toutes les phases, de la préparation à la récolte. Certains membres de la famille sont employés de manière temporaire (journaliers), et d'autres de manière permanente. Leur rémunération varie selon les cas et peut se faire tantôt en liquide, tantôt en nature.

7.3.1.2.2 Le travail d'origine extérieure

Lorsque les exploitants ne disposent pas d'une main d'œuvre familiale en quantité suffisante ou bien ne souhaitent pas la mettre à profit, ils font alors appel à de la main d'œuvre extérieure. Pour certaines opérations telles que la récolte, les besoins en main d'œuvre (5,75 hj/ha) sont plus élevés que ce que la famille peut fournir, d'autant que les besoins sont concentrés sur de courtes périodes. Alors, les exploitants font appel à des membres des communautés voisines pour fournir le travail nécessaire. Certains exploitants préfèrent faire appel à des membres de communautés plus éloignées afin de réduire le risque de vol. L'avantage pour les exploitants est d'être situé dans un bassin d'emploi où la force de travail est abondante. La population est nombreuse et les emplois peu nombreux, rendant le coût du travail peu onéreux.

7.3.1.3 Le capital

Le capital peut provenir des gains de l'exploitation, être tiré des revenus d'autres activités (actuelles ou antérieures) de l'opérateur et/ou d'un membre de sa famille, ou issu d'un crédit (Bergeret et Dufumier 2006). Un capital est nécessaire pour mener à bien le cycle de production, c'est-à-dire pour l'achat des consommations intermédiaires (capital d'exploitation circulant), pour la rémunération du travail et pour l'achat du matériel et outillage productif. Le capital est aussi nécessaire à l'acquisition ou à la location de terres.

Les sources d'accès au capital sont variées : héritage, capitalisation, crédit, dons ou hypothèque. Dans le cas de l'héritage, l'exploitant bénéficie de la redistribution du capital d'un parent. C'est un mode de transmission majeur. La capitalisation est le résultat d'une activité économique bénéficiaire qui permet une accumulation progressive de capital. L'aquaculture, en particulier dans les années 1980 et au début des années 1990 a été une activité qui a permis à certains individus d'accumuler du capital. Elle a ainsi permis à certains

de gravir les échelons sociaux. Cette mobilité sociale a permis à certains de former un capital qui, par la suite, leur a permis de devenir exploitant. Le crédit peut être formel ou informel. De nombreux crédits non institutionnels n'ont pas de taux d'intérêts mais présentent malgré tout des obligations morales. Les dons consistent en un transfert de capital d'un individu à un autre. Ils sont courants au sein d'une même famille qui compte des membres travaillant à l'étranger, ce qui est le cas de nombreuses familles aux Philippines et en particulier à Pampanga²⁰. Enfin, la mise en gage permet d'accéder au crédit grâce à l'hypothèque d'un bien. Durant les années 1980 et 1990, plusieurs coopératives, spécifiquement dédiées aux activités aquacoles étaient présentes dans plusieurs *barangay*. Elles avaient pour principales fonctions l'achat groupé, la vente groupée et l'organisation de séminaires. Pour des problèmes de gestion financière, la grande majorité a depuis disparu. Aux dires d'acteurs, elles avaient aidé à résoudre les problèmes de trésorerie de nombreux exploitants.

7.3.2 Typologie des exploitations

Une typologie des exploitations a été réalisée à partir de la combinaison de ces facteurs (Tableau 7-8).

Type principal	Sous-type
Exploitation capitalistique (+ 50 ha)	Faire valoir direct
	Fermage
Exploitation patronale (10–50 ha)	Faire valoir direct
	Fermage
Exploitation familiale (<10 ha)	Faire valoir direct
	Fermage
	Métayage

Tableau 7-8 - Typologie des exploitations aquacoles en zone d'eau saumâtre

7.3.2.1 Les exploitations capitalistiques

Les exploitants de ce type exploitent leur terre et celles d'un autre propriétaire par l'intermédiaire du fermage. La limite des 50 ha reflète un changement dans la manière de conduire l'exploitation et de gérer les ressources. La division du travail est une première caractéristique des grandes exploitations. Ces dernières comptent dans leur rang des OIC (officer in charge, ou gérant), des chargés des stocks, des achats d'intrants, de la trésorerie, des récoltes de *suso/sulib*, de l'alimentation des animaux élevés, des opérations domestiques (alimentation du personnel) et d'autres spécificités encore. Ils font donc souvent appel à de la main d'œuvre d'origine extérieure (Bicol, Bulacan), ayant des niveaux de qualification variés. Durant les pointes de travail, les exploitants font aussi appel à de la main d'œuvre temporaire. On a précédemment identifié des économies d'échelle pour les consommations intermédiaires. Dans le cas de l'alimentation par exemple, le coût est inférieur car les gros exploitants sont propriétaires des bateaux et de l'équipement nécessaire à l'extraction du *suso/sulib*. Néanmoins, l'acquisition de ce matériel a un coût qui s'amortit tout au long du cycle de vie du bien. Si l'entreprise peut s'avérer rentable, en comparaison à la location, elle

²⁰ La présence de la base américaine de Clarke a permis à un nombre important de personnes d'obtenir des visas de travail aux États-Unis, lesquelles émissions de visa ont occasionné de nombreux cas de falsification et ont bénéficié à une large population de partir aux États-Unis. On en retrouve des marques dans le paysage à travers les maisons des *balik bayan* (nom des travailleurs émigrés) dans tous les *barangay* du delta qui se démarquent nettement, par leur standing, des autres habitations. L'éruption du Pinatubo a provoqué aussi une vague de migration, préférentiellement aux États-Unis. Parmi les plus anciens, on compte aussi des hommes ayant travaillé dans les pays de la péninsule arabique dans les années 1970, en tant qu'ouvrier, peu ou pas qualifié.

engendre par contre des flux de trésorerie supplémentaires. Les investissements ne se résument pas aux bateaux et aux équipements de pêche mais englobent aussi les habitations sur les fermes, les lieux de stockage des produits, les biens divers (glacières, filets, pompes). Ces exploitations ont donc comme particularités de faire largement appel à de la main d'œuvre extérieure (temporaire et permanente) et de présenter des flux de trésorerie très importants tout au long de l'année avec des pointes en début de location pour les fermiers. En ce qui concerne les exploitants eux-mêmes, ils ont accédé au foncier par héritage ou par achat. Le capital a, lui aussi, pu faire l'objet d'un héritage, mais est plus souvent le résultat d'une accumulation dans un autre secteur d'activité ou grâce à la politique.

7.3.2.2 Les exploitations patronales

Ces exploitations de taille moyenne (10-50 ha) sont gérées par des exploitants propriétaires ou par de gros fermiers, généralement originaires de Pampanga ou bien des provinces voisines. Le travail fourni est en partie seulement intrafamilial. Les membres de la famille sont privilégiés pour occuper les postes tels que celui de gardien. Pour autant, la descendance directe du chef d'exploitation se détourne de l'activité. L'appel à de la main d'œuvre extérieure est donc souvent nécessaire, *a fortiori* durant les pointes de travail. L'origine de cette main d'œuvre est locale. De manière générale, il est peu apprécié de faire appel à de la main d'œuvre extérieure et cette pression sociale est plus difficile à contenir pour les exploitants vivant sur place. Certains fermiers peuvent rester de longues périodes sur la même ferme lorsque les relations avec le propriétaire sont bonnes. Dans un tel cas, ils pourront réaliser des investissements productifs et pourront alors se passer de services extérieurs. Selon le degré de confiance entre le propriétaire et le fermier, et selon les termes du contrat, les exploitations sont parfois louées munies du capital fixe d'exploitation. Durant les entretiens, le changement de fermiers est apparu globalement élevé. Une des raisons est la crainte par les propriétaires de voir une installation définitive des fermiers sur des terres qui ne sont pas totalement sécurisées d'un point de vue légal. Les fermiers de cette catégorie possèdent généralement les qualités suivantes : un bon réseau social, de bonnes connaissances agronomiques, et une bonne réputation. Les réseaux sociaux leur donnent des accès privilégiés à la location. Les bonnes connaissances agronomiques réduisent les risques, tandis que la réputation facilite l'accès aux intrants, à l'étalement des paiements et à l'accès au crédit (des *consignacions* par exemple). Le capital est généralement la combinaison de plusieurs sources : crédits, dons intrafamiliaux, bénéfices accumulés au fil du temps tirés de l'aquaculture ou d'une autre activité et héritages.

7.3.2.3 Les exploitations familiales

Les exploitations familiales sont les plus petites, inférieure à 10 ha. Pour de telles superficies, le travail familial est parfois suffisant pour l'ensemble du cycle de production. Certains exploitants font pourtant le choix d'une origine mixte de la main d'œuvre (extérieure et familiale). La main d'œuvre extérieure est dite de proximité, car elle habite dans les environs et est souvent affiliée au chef d'exploitation. Le capital engrangé dans d'autres secteurs d'activité, en particulier à l'étranger, et les dons effectués par des membres de la famille élargie sont deux sources majeures de capital qui permettent de disposer de sommes importantes dans des laps de temps réduits. Les propriétaires de cette catégorie sont nombreux à être d'anciens métayers agricoles ayant acheté les titres de propriété des terres durant les années 1970 et 1980. On les retrouve donc en proportion importante dans la partie septentrionale du delta.

7.3.3 L'évaluation des performances des exploitations

Evaluer la performance économique d'une exploitation améliore la compréhension de son fonctionnement. Ce faisant, cela peut aussi aider à formuler des hypothèses quant au devenir des systèmes de production (Cochet *et al.* 2007). Comme souligné par de nombreux agronomes, la démarche d'analyse-diagnostic repose sur le principe selon lequel les agriculteurs ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font (Cochet *et al.* 2007). La dimension économique étant évidemment centrale pour la majorité d'entre eux, son évaluation permet de mieux comprendre la dynamique des systèmes de cultures et de production. Plusieurs indices permettent d'évaluer cette performance économique dont la valeur ajoutée nette (VAN) et le revenu agricole (RA). La VAN correspond à la VAB à laquelle on soustrait l'amortissement économique du capital fixe (Ferraton *et al.* 2003). Ainsi, doivent être pris en compte ici les investissements réalisés pour l'obtention du capital fixe, pondérés par la durée de vie de ce capital. L'amortissement se calcule annuellement en fonction de la durée de vie du bien. La VAN calcule donc la richesse produite par l'exploitation mais ne calcule pas ce que gagne l'exploitant. En effet, une partie de la richesse créée est prélevée par le reste de la société : état, ouvriers, taxes, impôts, rente foncière, intérêts... (Ferraton *et al.* 2003). Retrancher ces coûts à la VAN permet de calculer le revenu agricole (Tableau 7-9).

Étape de l'itinéraire technique	Consommations intermédiaires			
	Nom	Quantité	Prix unitaire (Php)	Montant (Php)
Assainissement	Cyanure	2	161	322
Fertilisation	Engrais (urée)	1	1100	1100
<i>Sous-total</i>				1422
Mise en charge	Espèces	Densité	Prix unitaire	Montant
	Crevette	65203	0,12	7824,36
	Crabe	515	8,9	4583,5
	<i>Chanos</i>	882	2,24	1975,68
	Tilapia	3235	0,33	1067,55
<i>Sous-total</i>				15451,09
Alimentation	Nom	Quantité	Prix	Montant (Php)
	Starter	1	650	650
	suso/sulib	320	20	6400
<i>Sous-total</i>				7050
Autres CI				
	Essence			1500
	Divers			500
<i>Sous-total</i>				2000
Total CI				25923,09
Produit brut				
	Nom	quantité	Prix	Montant (Php)
	Crevette	83	450	37350
	Crabe	200	100	20000
	<i>Chanos</i>	128	60	7680
	Tilapia	167	50	8350
	Autres	30	50	1500
	<i>Produit brut total</i>			
VAB				48956,91
VAB annuelle				146870,7
Amortissements non-proportionnels				

	Nom	Montant	durée de vie	Dépréciation annuelle
	Barque	20000	10	2000
	Pompe	30000	15	2000
	rénovation digues	10000	5	2000
	Bâti	30000	15	2000
Sous-total				8000
VAN				138870,7
Prélèvements de la richesse produite				
	Type			Montant (Php)
	Location terres			25000
	Travail	nombre hj	coût hj	Montant
	préparation terrain	2,8	150	420
	Grossissement	67	100	6700
	Récolte	5,75	250	1437,5
	redistribution 5% van			7343,537
Sous-total				58016
RA propriétaire				105855
RA fermier				88855
RA fermier sans gardien				108954
RA propriétaire/jour (245 jours annuels)				432
RA fermier/jour				363
RA fermier sans gardien/jour				444

Tableau 7-9 - Tableau de synthèse pour le calcul du revenu agricole d'une exploitation de 1 ha en zone d'eau saumâtre

Plusieurs revenus agricoles ont été calculés en fonction du mode de faire-valoir. Dans le cas du faire-valoir direct, la rente foncière n'a pas été prise en compte tandis que dans le cas du faire-valoir indirect, ce sont les amortissements qui n'ont pas été pris en compte. Précisons que ce dernier choix se justifie dans la plupart des cas mais pas dans les cas où ce sont les fermiers qui ont investi dans le capital fixe de production. Les revenus agricoles des fermiers ont aussi été distingués selon que ces derniers fassent appel ou non à un gardien tout au long du cycle de grossissement. Pour un exploitant propriétaire et pour un exploitant fermier, le revenu agricole par jour de travail est respectivement de 432 Php et 362 Php. Un fermier réalisant lui-même la tâche de gardiennage verra son revenu journalier passer à 444 Php. Il convient alors d'évaluer les bénéfices du temps passé sur l'exploitation plutôt que dans une autre activité éventuellement productive. Ces revenus journaliers sont supérieurs au salaire journalier ouvrier, qui est officiellement fixé à 250 Php/jour dans la région III – Central

Luzon. Ils lui sont supérieurs de 72% et de 45 % pour les deux premiers cas cités. Si un gardien est employé, l'activité ne demande pas de très importants investissements de temps et permet donc de développer des activités en parallèle. Gageons aussi que ces valeurs moyennes fluctuent d'une année sur l'autre et qu'en conséquence, durant les bonnes années le revenu agricole peut s'apprécier de façon substantielle. La sensibilité à la production de crevette est très sensible. Une augmentation de 25% du volume de celle-ci (passant de 83 à 104 kg/ha) fait passer les RA des propriétaires et des fermiers respectivement de 432 à 540 Php et de 362 à 471 Php. De cette relation avec la production de crevette est extraite la notion de *jackpot*, terme fréquemment employé par les exploitants, qui reflète bien ce caractère parfois erratique ou aléatoire d'une production dont ils ne comprennent pas le fonctionnement en détail.

Tant que le revenu est supérieur à ce qu'il est possible d'obtenir en échangeant sa force de travail sur d'autres secteurs d'activités, le seuil de reproduction est dépassé et l'aquaculture continue. Elle se pérennise d'autant plus qu'elle permet de dégager beaucoup de temps libre en dehors des pointes de travail. Le facteur de pénibilité est aussi un facteur à prendre en compte. C'est par ailleurs un facteur souvent cité lorsque les exploitants évoquent les différences entre la riziculture et l'aquaculture. La moindre pénibilité de l'aquaculture est, en effet, appréciée par de nombreux exploitants.

Dans un système aux contraintes nombreuses, comme on a pu le voir, les pertes des systèmes extensifs, bien qu'inévitables, sont en valeur brute moins élevées en système extensif que dans un système intensif. En réduisant les enjeux, le risque global est, lui aussi, réduit. Le système extensif peut ainsi être vu comme une adaptation à un environnement changeant et contraignant qui n'est pas ou peu maîtrisé. Les risques climatiques provoquent des dégâts aux exploitations depuis au moins les années 1930. La violence d'événements tels que les cyclones peuvent alors apparaître comme des facteurs permanents de risque. La pratique de la polyculture est par ailleurs une autre réponse à ces risques. En effet, pour éviter une récolte nulle, la polyculture apparaît comme le moyen le plus efficace de sécurisation d'une production minimale. La polyculture, en agriculture comme en aquaculture, est un système souvent adopté par les paysans pauvres et endettés qui permet de réaliser chaque année du chiffre d'affaire, si petit soit-il (Bergeret et Dufumier 2006).

Un fait intéressant à relever concerne la trajectoire de deux espaces philippins, Pampanga et Negros Occidental, qui ont connu depuis plus d'un siècle des dynamiques de leurs systèmes agraires globalement identiques. Ainsi, après le développement de la canne à sucre dans ces deux provinces au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles, période durant laquelle elles furent le fleuron de l'activité, les deux provinces ont été les principaux foyers du développement de la crevette. Pourtant, si les cultures et les élevages sont les mêmes, les modes de production diffèrent. Ainsi, pour la canne comme pour la crevette, Negros a toujours été doté de systèmes plus modernes, à productivité plus élevée. De même, alors que le taux de métayage était très élevé à Pampanga, il était plus faible à Negros où l'on dénombre davantage d'ouvriers agricoles. Ainsi, les différentes formes de capitalisme, de rente dans le cas de Pampanga, et moderne, dans le cas de Negros, pour expliquer les différences dans le secteur de la canne à sucre sont aussi valables dans le cas de l'aquaculture. La stratégie principale à Pampanga est en effet d'obtenir des rentes par le biais du fermage plutôt que par des gains de productivité. Ce phénomène est renforcé par la pluriactivité, pratiquée par de nombreux propriétaires, qui les rend donc moins dépendants des ressources aquacoles et donc du besoin de les optimiser. Ce trait économique-culturel et historique pourrait être un facteur d'explication d'un maintien des systèmes extensifs.

L'évaluation de la performance économique moyenne permet d'apprécier que la rentabilité moyenne est faible et que cela incite à la concentration des terres, d'autant que, si la rentabilité est faible, les coûts le sont tout autant. La pression foncière augmente le coût

d'accès au foncier, à l'achat ou à la location. L'entrée des exploitants dans le système est ainsi régulée en opérant une sélection par le haut. Pour autant, l'histoire foncière et le fonctionnement des exploitations permet à une population intermédiaire sur le plan financier de bénéficier d'une partie des richesses produites, notamment par la location ou par la possession de petites exploitations anciennement rizicoles. La pérennité du système peut s'expliquer aussi, entre autres, par l'absence d'alternatives à l'aquaculture et par des avantages tels que la possibilité de s'absenter physiquement, les doubles contrats de fermages, le gardiennage, le faible coût du travail, la moindre pénibilité de l'aquaculture, la disposition de temps libre, les prix continuellement élevés de *P. monodon*, et les évolutions parfois positives des rendements.

7.4 La filière

La filière est définie comme l'ensemble des acteurs (humains ou non humains) qui participent à l'élaboration d'un produit jusqu'à sa vente. Sa schématisation (Figure 7-25) a permis d'identifier d'abord les acteurs qui appartiennent à cette filière, avant de caractériser par la suite leurs interrelations.

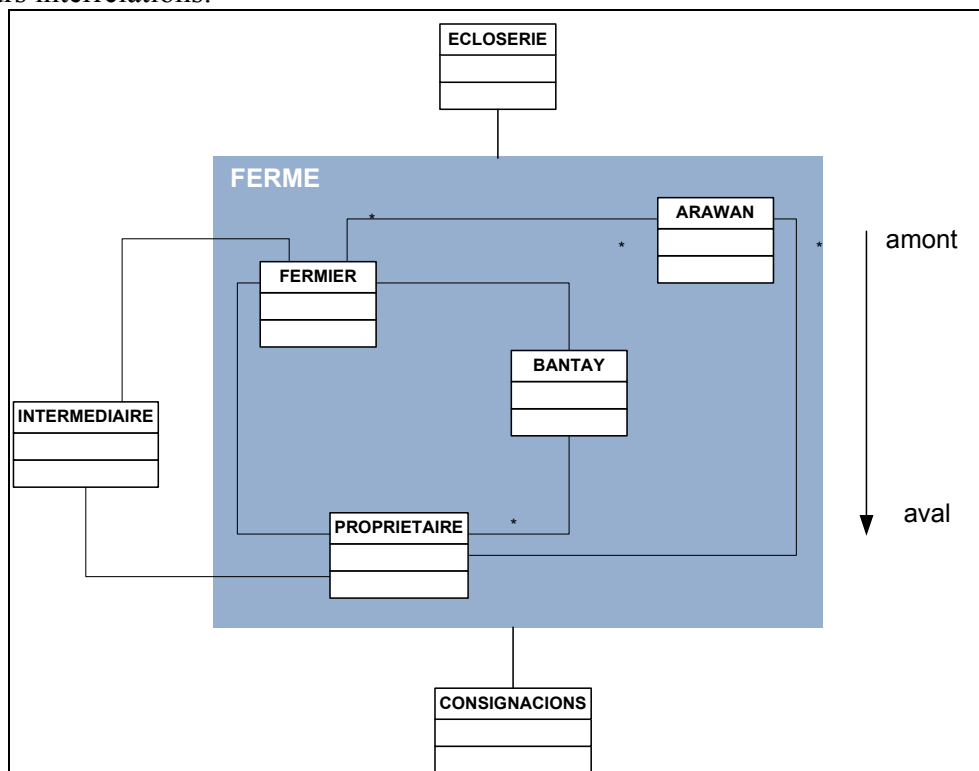


Figure 7-25- Représentation schématique d'une partie de la filière aquacole en eau saumâtre.

7.4.1 Les écloséries

Les écloséries sont progressivement devenues un acteur majeur car elles ont été peu à peu capables de fournir aux exploitants toutes les espèces élevées : crevettes, crabes, *chanos* et tilapia. Les exploitants sont d'autant plus dépendants des écloséries que ces dernières octroient des crédits aux exploitants, lesquels crédits peuvent prendre différentes formes : facilité de paiement des alevins/post-larves achetés, ou avancement de liquidités pour la récolte à venir. Ce système de crédits particuliers est appelé contrat lié (Talbot 2008). Le contrat lié est une transaction impliquant des échanges sur au moins deux marchés tels que le marché du travail, le marché du crédit ou le marché d'un bien (Talbot 2008). Ainsi, « il a souvent pour rôle de sécuriser l'offre sur un marché caractérisé par une situation de rationnement de cette offre avec une demande supérieure à l'offre » (Talbot 2008). Un tel

contrat permet d'assurer des flux de trésorerie pour les partenaires. En l'occurrence, pour les écloseries, le crédit accordé, adossé à la vente, permet de s'assurer de nouvelles ventes lors du prochain cycle de l'exploitant. De cette manière, ils prennent part au processus de production dont ils ont intérêt qu'il soit le plus durable possible. En ce qui concerne les écloseries de crevettes, le faible niveau de technicité et l'absence presque totale de contrôle sur les méthodes d'élevage larvaire débouche sur une qualité de production médiocre et des taux de mortalité supérieurs à 95 %. La modernisation des écloseries est une nécessité inévitable à terme. Une telle innovation pourrait permettre de fournir de meilleures larves, de meilleure qualité et plus adaptées au milieu agro-écologique.

7.4.2 Les propriétaires

La classe des propriétaires est hétérogène, non seulement du fait de la taille des exploitations comme on a pu le voir dans l'élaboration de la typologie, mais aussi sur le mode d'accès à la propriété. Trois classes de propriétaires ont été distinguées selon l'origine du capital : les héritiers, les nouveaux propriétaires et les anciens tenanciers. La possession de la terre leur donne, à tous, un pouvoir financier et symbolique. Financier car la terre est un bien qu'il est possible de rémunérer, par l'hypothèque ou la location. La pression foncière résultant des densités de population et de la localisation (proximité de Manille) explique aussi que ce capital soit ici particulièrement valorisé²¹. C'est un bien aussi symbolique car le propriétaire terrien est perçu dans le *barangay* comme une personne d'importance, à laquelle on pourra par exemple demander directement ou indirectement divers services. Ceci les place devant des obligations telles que la sponsorship des fêtes ou des bâtiments publics, ou le parrainage de nouveau-nés. La classe des nouveaux propriétaires correspond aux individus qui ont bâti leur fortune dans les années 1980 lors du boom de la crevette.

Plusieurs entretiens, en particulier auprès de Gonzalo Coloma Jr. (BFAR), ont permis de reconstituer le parcours typique des nouveaux propriétaires et de souligner plusieurs points importants et récurrents dans les histoires à succès qui ont jalonné les années 1980 :

- L'ascension sociale : en effet, dans les années 1980, la productivité et les prix de la crevette promettaient une rentabilité élevée et rendaient possible, pour les bénéficiaires, l'accumulation de terres ;
- Le capital culturel : la reconnaissance des codes et des valeurs des élites facilite l'accession à leurs ressources ;
- Le capital social : on le voit dans cet exemple, ce sont les relations initiales avec des membres des élites qui ont permis à Potpot de débiter. La connaissance directe ou indirecte d'un gros propriétaire apparaît en effet comme un facteur essentiel ;
- Le capital humain : un certain nombre de propriétaires sont analphabètes. Cela ne les a pas empêché de devenir riche. La situation est aujourd'hui différente. Le savoir est probablement la forme de capital dont les acteurs manquent le plus pour s'adapter. A l'époque, l'expérience, le capital social et une certaine intelligence (dynamisme, persuasion, innovation) suffisaient à la création de richesses, telle l'élaboration de ce nouveau système *pakyaw buwis*. L'expérience transmise par son père a aussi été un facteur primordial ;
- La productivité : comme d'autres, il a profité de la productivité élevée et probablement d'un milieu moins pollué qu'aujourd'hui. Des taux de survie supérieurs à 80% étaient, en effet, courants dans les années 1980 ;
- Enfin, une confiance dans le système aquacole et un éventail de diversification limité.

²¹ Un hectare coûte environ 500 000 Php, soit un peu plus de USD 10 000.

7.4.3 Les fermiers

La principale caractéristique du groupe des fermiers est la grande hétérogénéité qui peut exister entre les membres de ce groupe. On a identifié quatre catégories :

- Les gros fermiers qui possèdent d'importantes superficies de terres et pour qui les terres en location ne sont qu'un état transitoire, avant de les acquérir. Le facteur limitant principal les concernant est la disponibilité en fermes (peu de ventes) ;
- Ceux qui possèdent à la fois du capital humain et du capital financier, en quantité limitée toutefois, et qui ont des superficies totales aux alentours d'une dizaine d'hectares. Pour cette catégorie, les principaux facteurs limitants sont le capital nécessaire à l'acquisition des terres (aux environ de 500 000 Php l'hectare) et la disponibilité des terres à la location.
- Ceux qui possèdent le savoir nécessaire pour gérer une ferme mais qui disposent d'un capital financier limité. Pour les membres de cette catégorie, le principal facteur limitant est le facteur financier servant à la location et à s'assurer contre les risques. Ainsi, ils pratiquent l'activité généralement de façon intermittente.
- Les fermiers qui se sont spécialisés dans l'aménagement des fermes aquacoles. Ils élaborent des contrats de fermage avec les propriétaires des terres qui souhaitent passer d'une exploitation agricole à une exploitation aquacole.

La première catégorie regroupe les fermiers qui possèdent plusieurs dizaines d'hectares de terres en plus de louer des fermes (Figure 7-26). Nombre d'entre eux ont fait fortune dans les années 1980, et ont étendus leurs propriétés durant cette décennie. En parallèle, ils continuent de louer plusieurs fermes à la fois, la seule limite étant l'impossibilité d'acquérir ces terres dont les propriétaires ne sont pas vendeurs.

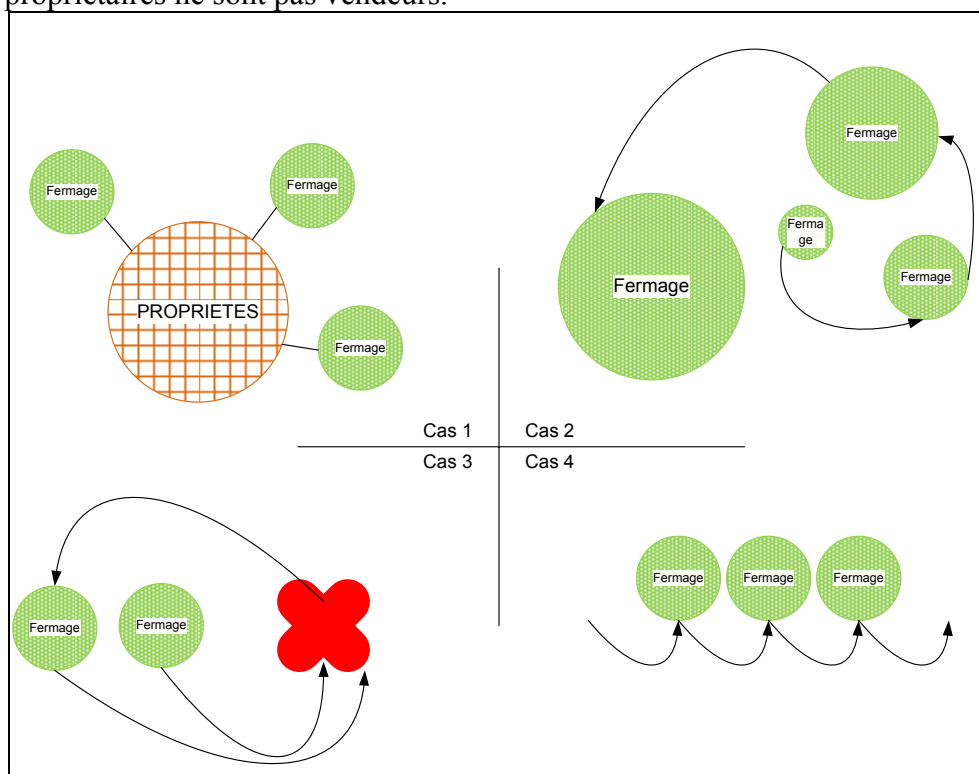


Figure 7-26 - Principaux modes de fonctionnement de la classe des fermiers.

La seconde catégorie (Figure 7-26) regroupe des individus qui possèdent des superficies en location relativement importantes, plusieurs dizaines d'hectares, jusqu'à une centaine. Ils possèdent généralement des savoirs importants sur la manière de conduire l'exploitation, ce qui leur permet d'évaluer objectivement la qualité agronomique des parcelles. Le fait qu'ils

louent plusieurs dizaines d'hectares, avec des contrats qui exigent pour la plupart un avancement de 3 ans du prix de la location donne une idée des capacités financières qu'ils ont. Du fait de leur bagage de connaissances, ils sont capables d'adapter les itinéraires techniques aux propriétés des parcelles, ce qui leur permet d'assurer des productions sinon élevées, du moins optimales. Ces qualités peuvent être appréciées par les propriétaires, qui peuvent parfois chercher à les garder car de bonnes productions permettent, à termes, d'augmenter le prix de la location, bien que, comme on l'a déjà souligné, ce prix dépend aussi d'autres facteurs. Les membres de ces deux catégories ont pour habitude de sous-louer les fermes. Ils ont, en effet, un accès privilégié à la location du fait des relations parfois étroites qu'ils entretiennent avec les propriétaires. Ils bénéficient, de ce fait, des contrats les plus intéressants financièrement. Lorsqu'ils sous-louent les fermes, c'est alors à des prix par hectare plus élevés et pour des individus qui généralement appartiennent à la troisième catégorie. Cette troisième catégorie (Figure 7-26) se distingue largement des deux autres. En effet, celle-ci compte dans ses rangs des fermiers qui ont en location des surfaces réduites, quelques hectares tout au plus, et moins d'un hectare pour les plus petits. Pour eux, le fermage est une activité de subsistance, à la différence des deux premières catégories pour lesquelles le fermage est un moyen de rémunérer le capital. Preuve en est que nombre d'entre eux exercent une ou plusieurs activités en parallèle et utilisent les bénéfices pour divers investissements (en particulier les épiceries de proximité, les *sari-sari*). Les savoirs qu'ils ont accumulés au fil des expériences leur permettent de prendre en fermage des fermes en limitant le risque de production nulle. Ces savoirs sont pourtant peu différents des savoirs partagés par la majorité de ceux qui ont une ancienneté en aquaculture. La vraie différence se situe dans la possibilité de mettre en place la production. Les sous-catégories que l'on peut alors dresser sont liées à la manière d'accéder au capital financier qui leur permet de devenir locataire des fermes. Plusieurs sources de capital sont apparues de manière redondante lors des entretiens :

- capital accumulé lors d'une migration antérieure (par exemple au Moyen-Orient) et qui avait pu permettre d'accumuler un peu de capital investi par la suite dans l'acquisition d'une maison ou le développement d'une activité (motocycle) qui, en permettant sa rémunération, a permis au capital de fructifier ;
- envois d'argent d'un ou plusieurs membres de la famille (enfants, fratrie, cousins...) travaillant à l'étranger (par exemple États-Unis, Europe, Japon, Taiwan, Singapour, Moyen-Orient) ;
- prêts obtenus dans le cadre de contrats liés (*consignacions*, écloséries, intermédiaires)
- prêts auprès d'institutions bancaires lorsqu'ils possèdent aussi des terres qu'ils peuvent hypothéquer.

Les moyens d'accéder au capital ne manquent donc pas *a priori*, mais restent très inégalement répartis entre les acteurs. En définitive, deux formes de ressources individuelles apparaissent centrales : le capital financier et le capital social. Sans rentrer ici dans le détail, on peut constater que, dans bien des cas, l'accès au capital financier est inféodé à l'existence du réseau social. La quatrième catégorie (Figure 7-27) présente des spécificités. Ainsi, un cas typique se retrouve lorsqu'un propriétaire ne peut pas ou ne souhaite pas développer sa ferme (au moment d'une conversion d'usage par exemple). Dans une telle situation, il délègue la responsabilité de l'aménagement de l'étang à un fermier en échange de conditions de location particulières. Le cas le plus fréquemment rencontré consiste à laisser le bail gratuitement au fermier qui devra alors, à ses frais, développer et aménager l'étang durant la période définie par le bail, c'est-à-dire le creuser puis l'aplanir, façonner les digues et mettre en place un moine. Certains fermiers se sont ainsi fait une spécialité de ce genre de tâches, en particulier grâce à l'achat de machines permettant une telle conversion. Une telle spécificité s'explique par des rendements plus importants durant les toutes premières années.

7.4.4 Les gardiens ou *bantay*

Le *bantay* a plusieurs fonctions : veiller aux stocks d'élevage et assurer la sécurité de l'exploitation. Pour tout ce qui concerne la production, c'est le propriétaire qui prend les décisions (date de mise en charge, achat des PL/ alevins). Le métier s'apprend sur le tas pour l'essentiel. Il arrive que plusieurs générations, à l'intérieur d'une même famille, exercent ce métier, parfois sur la même exploitation. La relation de confiance mutuelle qui se tisse parfois entre un propriétaire et un *bantay* peut donc se transmettre à la prochaine génération. On retrouve des traits du paternalisme traditionnel entre les propriétaires et les métayers. Un *bantay* a la responsabilité d'une exploitation dont la superficie peut atteindre 15 ha ; au-delà, il est généralement fait appel à un *bantay* supplémentaire. Les *bantay* ont un salaire mensuel, qui oscille entre 2500 et 4000 Php. Ils logent, pour la grande majorité, sur le site même, dans une cabane avec l'eau, l'électricité et parfois l'électricité fournis par l'exploitant. En cas de polyculture, ils ont le droit de pêcher les tilapias dont la valeur marchande est la plus faible. Certains propriétaires incluent aussi parfois un ou plusieurs sacs de riz, ou un 13^{ème} mois. En sus de ces avantages, un des intérêts de la fonction est l'intéressement à la production, sous forme de primes sur chaque récolte. Si le versement de cette prime n'est pas systématique elle est très largement pratiquée dans tout le delta. Le taux de la prime varie d'une exploitation à l'autre mais peut représenter jusqu'à plusieurs fois le salaire annuel (40000-60000 Php en moyenne jusqu'à 90000-100000 Php). On a pu relever une certaine différence entre les *bantay* directement employés par les propriétaires et les *bantay* employés par les fermiers, ces derniers ayant généralement une commission moins élevée. Les propriétaires peuvent aussi fournir des crédits aux *bantay*, en particulier durant la période des fêtes. Les crédits accordés sont généralement sans taux d'intérêts. Les contrats sont le plus souvent informels et ont des durées variées, entre 1 et 5 ans. Ce caractère informel est facteur de vulnérabilité car en cas de conflit, rien ou presque n'empêche légalement le propriétaire de se séparer du *bantay*. Le recours de ce dernier peut alors être de se faire passer pour un métayer²².

Les relations entre le propriétaire ou le fermier et le *bantay* sont parfois des relations basées sur les liens du sang (fils, neveu, cousin, frère) ou sur l'affinité (beau-fils, voisin, ami). Les propriétaires se renseignent généralement sur les *bantay* avant de les embaucher à travers des réseaux d'information. Un *bantay* précédé d'une belle réputation pourra ainsi se voir proposer de meilleures conditions contractuelles. Une tendance de certains exploitants et dans certains *barangay* est d'embaucher des *bantay* étrangers²³ (Iloilo, Bicol, Visayas), payés sur une base moins élevée, *a fortiori* lorsque les propriétaires ne sont pas des locaux et ne peuvent donc pas s'appuyer sur une base sociale locale de confiance. L'intégrité du *bantay* est ainsi un facteur important car de nombreux témoignages font référence à des vols perpétrés par ces derniers, de la malhonnêteté vis-à-vis du propriétaire, même lorsque des liens familiaux existent. Comme souvent, la confiance que peut placer un propriétaire dans son *bantay* est le facteur primordial car ce dernier a la charge de veiller au capital du propriétaire. Dans la pyramide sociale, le *bantay* se situe dans une position intermédiaire. Leur place est enviée du fait des traites mensuelles et du fait des primes, indexées sur la production, et qui représentent entre 5 et 10 % de la VAB. Parmi les contraintes, certains regrettent l'éloignement voir l'isolement et le peu de temps libre.

²² Comme par exemple lors du conflit menant à un procès (GR-136433) entre un propriétaire et son *bantay* Selenga qui, se faisant passer pour le tenant, aspirait à la mise en valeur de la ferme.

²³ A Candaba, certains intermédiaires se sont spécialisés pour proposer aux propriétaires ou aux fermiers des *bantay* Bicoléños, que l'on pourrait plus assimiler à des ouvriers, susceptibles de travailler dans les fermes.

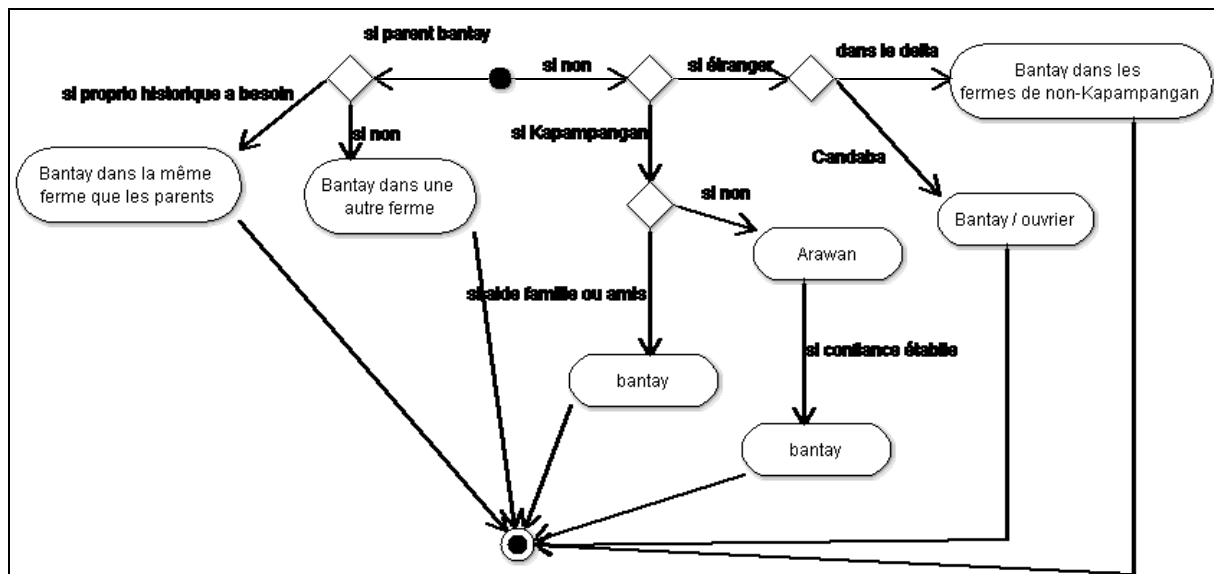


Figure 7-27 - Schéma général d'accès à la fonction de bantay.



Figure 7-28 - Maison d'un bantay.

7.4.5 Les arawan

Les ouvriers non qualifiés sont désignés localement comme *arawan*. Ce terme rassemble tous les métiers liés aux opérations de préparation du sol, de maintenance et de récolte, non qualifiés. Ils sont souvent embauchés à la tâche, même si dans certains cas, des petits propriétaires ont des ouvriers à leur service tout ou partie du cycle de production. Ils sont payés en liquide (entre 150 et 300 Php par jour) ou en nature (tilapia). La plupart des *arawan* du delta sont originaires des provinces locales (Pampanga, Bulacan et Bataan). Dans le nord de Pampanga, à Candaba, on a pu relever une importante diaspora de *Bicoleño* (c'est-à-dire originaire de la province de Bicol) qui s'explique par le différentiel économique entre les provinces. Une des caractéristiques des *arawan*, bien que non spécifique à leur classe, est la pluriactivité. En effet, le caractère journalier des travaux aquacoles limite les revenus tirés des activités aquacoles, qu'ils complètent alors par des revenus tirés d'autres secteurs : pêche, services, construction, etc. Leurs activités sont aussi liées aux cycles saisonniers : en saison des pluies, les principaux travaux consistent par exemple dans la réfection des digues soumises à une érosion plus intense. Les *arawan* s'associent la plupart du temps pour

augmenter leurs chances de travail. En effet, par commodité, les exploitants ne sollicitent qu'un d'entre eux. Il est ainsi reconnu que de nombreux producteurs préfèrent travailler avec les mêmes *arawan* car une relation de confiance peut alors se créer. Lorsque les *bantay* ont des membres de leur famille qui sont *arawan*, ils montrent une propension à les faire travailler prioritairement. Les *arawan* ne constituent pas un corps de métier à proprement parler et représentent une classe *plastique*.

7.4.6 Manunulib/Mananambak

Sans rentrer dans le détail de tous les métiers représentés dans le delta, il tient compte ici de relever certains métiers en liaison avec l'aquaculture dont : *manunulib* et *mananambak*. Le premier, *manunulib*, englobe tous les acteurs impliqués dans la filière de la récolte du *suso* et du *sulib* qui constituent l'aliment principal des crevettes (Figure 7-29). Leur collecte se fait en mer (*suso*), ou dans les chenaux (*sulib*), à l'aide d'une barque et d'un chalut²⁴. L'équipage minimum est constitué de 3 personnes. Dans un premier cas de figure, l'équipe travaille de manière indépendante et vend les produits de sa récolte à plusieurs clients fidèles. Au moyen du téléphone, les producteurs préviennent le responsable de l'équipée de ses besoins. Ainsi, une fois la collecte effectuée, l'équipée rejoint les différentes fermes qu'elles doivent livrer. Dans un second cas de figure, l'équipée travaille exclusivement pour un propriétaire.



Figure 7-29 - *Manunulib* au moment de la relevée du chalut.

L'équipe peut être indépendamment composée et lui être tacitement liée ou bien l'équipée a été constituée à partir de salariés de l'exploitation qui fournit alors le matériel nécessaire (filet et bateau). L'expression *manunulib* désigne ainsi le groupe d'individus composé d'un propriétaire de barque (fibre de verre ou bois) et des ouvriers non qualifiés. La formation des équipées se fait suivant les affinités voir des liens familiaux. Les exploitants peuvent aussi aller collecter le *suso* ou *sulib* d'eux-mêmes. La zone d'extraction engendre des contentieux territoriaux. En effet, la majorité des collectes de *suso* s'effectue dorénavant dans les eaux de Samal (Bataan) où il faut, théoriquement, avoir son embarcation enregistrée pour pouvoir y travailler sans problèmes. La plupart des collecteurs sont ainsi en situation d'illégalité. D'autant que l'extraction par chalutage, telle qu'elle est pratiquée, est elle-même interdite. En saison des pluies, les sorties sont réduites du fait des conditions difficiles de navigation. Durant la mousson du sud-ouest, de juin à octobre, la hauteur des vagues rend ainsi difficile la

²⁴ Durant un moment, le *sulib* était amené par camion depuis Lagune Bay. Mais la réduction massive des stocks a arrêté prématurément cette activité.

pratique de l'activité. Les meilleurs mois sont mars, avril et mai. L'activité est bonne rémunératrice, ainsi, une bonne journée est rémunérée en moyenne 400 Php, et les sorties en mer sont mieux rémunérées que les sorties dans les cours d'eau (500 contre 300 Php par personne). Les propriétaires de barques peuvent, eux, réaliser jusqu'à 2000 Php par jour.

7.4.7 Les intermédiaires

Les intermédiaires jouent un rôle important dans le système aquacole. Leur présence s'explique par les caractéristiques du système. Les intermédiaires peuvent en effet occuper de nombreux rôles dans un système de production. Le rôle de l'intermédiaire est de lier deux sous-systèmes, celui du producteur et celui du consommateur. Les intermédiaires ont cette qualité d'entremise en exploitant les défaillances ou les points critiques d'un système. En facilitant le passage des ressources, ils deviennent indispensables au système. Pour pouvoir persister, l'intermédiaire doit répondre à deux objectifs : maintenir la rentabilité de son activité et de celle de ses clients. Les contrats liés sont aussi ici un moyen utilisé pour fidéliser la clientèle. En effet, la réduction des écarts entre le prix d'achat (aux écloséries) et de vente (aux producteurs) devra être compensée, en répercutant les augmentations sur le prix de vente, qu'il sera plus aisé de faire accepter si des services tel que le crédit sont proposés. Les principaux intermédiaires sont :

- les vendeurs d'alevins / post-larves, indépendants ou affiliés à une éclosérie ;
- les *degaton*, qui jouent les intermédiaires entre divers acteurs du delta (producteurs, *mangangapa*, pêcheurs) et les *consignacions* ;
- Les *bacolera*, qui font l'intermédiaire entre les producteurs de tilapia, et les acheteurs (*consignacions*, restaurateurs...) ;
- les vendeurs d'intrants divers (probiotiques, aliment...) ;
- des intermédiaires du marché du travail qui mettent en relation les propriétaires, les fermiers et les *bantay*.

Outre les *degaton*, les vendeurs d'alevins sont ceux qui ont un rôle majeur dans le fonctionnement du système dans le delta. Notons que la dernière catégorie est clairement la conséquence des imperfections du marché, que ne corrige pas l'Etat, à savoir que l'information n'est pas disponible à tous au même moment, induisant alors des biais²⁵. Leur présence est particulièrement utile aux petits et moyens producteurs pour qui le transport des post-larves depuis les écloséries est trop coûteux au regard des volumes achetés. Les écloséries préfèrent quant à elles vendre de plus grandes quantités pour être sûres de vendre les stocks. Ainsi, les intermédiaires ont pour fonction de faire l'entremise entre l'éclosérie et les producteurs. Si la plupart se déclarent indépendants, plusieurs sont pourtant mandatés par les écloséries, car celles-ci savent que le marché est important. Leur caractère indispensable est aussi la conséquence des coûts de transaction élevés, c'est-à-dire d'un dysfonctionnement de l'Etat. Dans une logique libérale, ces coûts de transaction doivent, en effet être, les plus faibles possible ; si le niveau de réduction atteint n'est pas satisfaisant, alors la localisation n'est peut-être pas la plus appropriée. A l'unité, les post-larves coûtent environ 50% plus cher en passant par un intermédiaire (14 centavos l'unité contre 9 centavos quand elle est directement acquise à l'éclosérie). Les avantages résident dans les différents moyens de paiement proposés, les crédits et l'offre de garantie lors de la signature de baux. En règle générale, les producteurs doivent s'organiser entre eux avant de faire appel à l'intermédiaire pour commander collectivement un nombre suffisant de PL. Plusieurs producteurs ont cité le chiffre minimum de 500 000 pièces. À la lumière des entretiens, le déterminant qui revient avec le plus d'insistance dans le choix de l'intermédiaire est lié à l'origine géographique des

²⁵ Lors de la facilitation d'un contrat de fermage, l'intermédiaire récupère une commission (autour de 5% de la somme annuelle).

écloseries et à la qualité des PL. En effet, les intermédiaires exploitent généralement les réseaux qu'ils ont mis en place avec un ou quelques sites tout au plus (Zambales, Dagupan, Bantangas, Cebu, Bicol). Le facteur de la qualité des PL est ainsi régulièrement cité comme important. Pourtant, à côté de ce critère de qualité, l'accès au crédit apparaît souvent comme le critère de sélection le plus important. Ce crédit peut prendre diverses formes : 50/50, c'est-à-dire, 50% payé lors de l'achat et 50% après récolte, ou bien 100%, en contrepartie de quoi le prix à l'unité augmente. Ils peuvent aussi se porter garants auprès d'un propriétaire ou d'un fermier au bénéfice d'un individu souhaitant louer une ferme (on les appelle alors *comakers*). Les obligations, tacites, des producteurs est d'acheter alors toutes les PL à ce même intermédiaire pour une durée non précisée. Le fait de proposer de tels services, parfois à des personnes à la limite de la solvabilité, relève d'une stratégie économique qui a pour objectif de gagner la confiance et la loyauté des clients ainsi que les amis ou voisins de ces derniers. Il n'est ainsi pas rare de voir certains quartiers entiers où la grande majorité des producteurs s'adressent au même intermédiaire. Ce lien de confiance est aussi établi en dehors de toute transaction commerciale, par exemple à travers le parrainage. Parrainage des enfants qui officialise et inscrit dans la durée un lien entre un parrain et la famille du filleul ainsi que le parrainage d'événement du *barangay*, tel que les fêtes ou la reconstruction/ rénovation de bâtiments publics. De tels actes sont valorisés dans la communauté, qui en échange lui accorde un certain crédit de confiance. Un autre moyen utilisé par les intermédiaires, et en particulier ceux qui vendent des produits tel que l'aliment ou les probiotiques, est de mettre en place des séminaires durant lesquels ils pourront dispenser à la fois des informations sur les pratiques et sur les avantages à utiliser leur produit. Leurs interventions, souvent appréciées, sont donc aussi l'occasion de fidéliser des producteurs vis-à-vis de produits dont l'efficacité est mise en doute (J. Coloma, com. pers. 2009).

Certains intermédiaires exploitaient la filière agricole avant d'exploiter la filière aquacole. Parfois, ce sont des exploitants qui exercent cette activité en parallèle de leur activité de production. La possession d'un important réseau social est indispensable pour s'assurer un vaste nombre de clients et pour pouvoir mieux négocier avec les écloseries. Les intermédiaires offrent aux écloseries l'opportunité de remplir leurs bons de commande. Ils leur facilitent aussi la transaction car le temps passé à la négociation est transférée des écloseries aux intermédiaires. Ils sont surtout essentiels pour les exploitants du fait des possibilités de crédit. En effet, sans ce service, il est possible que des achats groupés puissent se faire entre exploitants sans passer par des intermédiaires, même si l'intervention d'un tiers peut faciliter une adhésion collective. Ce sont des acteurs que l'on voit peu et peu souvent, mais qui tiennent une place importante dans la reproduction du système, en particulier pour les petits exploitants.

7.4.8 Les *consignacions*

Le rôle des *consignacions* dans le bon fonctionnement de la filière est central. Cette sous-partie aura vocation à la démontrer. Les informations sont tirées de la bibliographie et des entretiens avec les acteurs locaux et les exploitants, qui évoquent le rôle des *consignacions* et le lien qu'ils entretiennent avec cet acteur.

7.4.8.1 Définition et fonctionnement

Une *consignacion* est un lieu où se réunissent un vendeur et un ou plusieurs acheteur(s) en vue d'une transaction. La vente s'opère par enchères. Un personnage travaillant pour la *consignacion*, le *tindig* ou commissaire priseur, écoute les offres, fait monter les enchères puis choisit le plus-offrant. La proposition de prix se fait par chuchotement, d'où le nom local

donné au système, *bulungan*, tiré du verbe *bulong* signifiant chuchoter en tagalog²⁶. La *consignacion* joue donc uniquement le rôle d'intermédiaire dans la transaction, et ne devient, à aucun moment, propriétaire de la marchandise (Talbot 2008). Son chiffre d'affaire se fait principalement à travers des frais de commission représentant 5% du prix de la vente qui est ainsi retirée de la part du vendeur. Une transaction se déroule comme suit : le producteur arrive par voie fluviale ou terrestre (le plus souvent par voie fluviale) à la *consignacion* puis décharge la marchandise sur le débarcadère ; celle-ci est successivement rincée, calibrée, et triée par le personnel de la *consignacion*. A ce moment là, la *consignacion* peut refuser tout ou partie de la marchandise dont la qualité n'est pas jugée suffisante (c'est particulièrement le cas pour les *consignacions* qui exportent). Les opérations de triage et de calibrage sont très importantes car elles conditionnent le prix de vente qui est fonction de la taille et de la qualité organoleptique des crevettes²⁷. Il y a 8 niveaux de qualité, les plus grosses à cuticules dures étant les plus chères (jusqu'à 700-800 Php/kg). Toute la marchandise amenée par le producteur est donc triée et divisée en lots en fonction de ces critères de qualité. Les acheteurs estiment ensuite la valeur du lot, puis le commissaire priseur use de ses techniques pour faire monter les prix. La commission de la *consignacion* revient à payer les services fournis par la *consignacion*. Un autre système de commission est connu sous le nom de *chacha*. Celui-ci rajoute une somme pour l'acheteur qui revient alors aux travailleurs journaliers de la *consignacion*²⁸. Si les *consignacions* ont un rôle si important dans le système, c'est que leurs services sont très largement utilisés par les producteurs de crevettes. Une minorité des exploitants seulement vend les crevettes directement aux exportateurs (Talbot 2008). Enfin, la *consignacion* est une aubaine pour les petits producteurs qui ne sont pas en mesure de négocier directement face à des clients aussi gros que les exportateurs. En cela, la *consignacion* nivelle les forces en présence.

7.4.8.2 Origine et diversité des *consignacions*

Jusque dans les années 1950, le marché de Guagua était le principal lieu d'échange dans le delta. C'est ici que l'on vendait principalement les produits issus de l'aquaculture (à majorité *chanos*). D'après les documents écrits qui existent aujourd'hui, on sait que la plupart des fermes aquacoles étaient situées dans le nord du delta, dans les municipalités de Sasmoan, Guagua et Lubao, ce qui peut expliquer la longévité du marché de Guagua. Celle-ci peut aussi s'expliquer par la séparation relativement franche opérée par les terres rizicoles entre les zones de productions occidentale et orientale au niveau de Masantol. Ce phénomène a probablement facilité la polarisation autour de Guagua pour la partie occidentale et autour d'Hagonoy pour la partie orientale. Traditionnellement, les *consignacions* n'étaient pas ou peu spécialisées dans un produit en particulier. Le développement progressif de l'aquaculture a changé la donne, du fait de la présence d'espèces à haute valeur ajoutée. A Hagonoy, dès les années 1980, plusieurs producteurs de crevettes se sont alors organisés, d'abord modestement, pour créer des lieux de transaction uniquement dédiés aux crevettes et furent bientôt rejoints par un nombre croissant de producteurs (Talbot 2008). La première *consignacion* officielle est *Consolidated Prawn Products Incorporation* (CPPI) créée en 1986, dans un grand hangar qui sera progressivement occupé par d'autres *consignacions*, avant que d'autres investisseurs, à la fin des années 1990, ne construisent, dans les environs, leurs propres locaux (Talbot 2008).

²⁶ Ce mode de transaction n'est ni nouveau ni exclusif aux crevettes. Valdellon et Lizarondo (1980) remarque que la majorité des transactions (71%) à Hagonoy dans les années 1970 se faisaient dans ce cadre. *C. chanos* était à cette époque le principal produit.

²⁷ Le prix augmente avec la taille des crevettes tout en étant pondéré par la qualité organoleptique des animaux. Ce dernier facteur est principalement influencé par la dureté de la carapace. Celle-ci varie en fonction de la mue des animaux qui, après s'être réalisée, donne aux animaux une carapace d'une dureté imparfaite.

²⁸ En règle générale, un demi-kilo est ajouté au véritable poids pour 'gonfler' la commission.

Au début des années 1990, les *consignacions* de crevettes, aujourd'hui au nombre de 13, ont vu leur effectif augmenter en raison de la relocalisation de plusieurs d'entre elles depuis Guagua qui connaît des inondations récurrentes de son marché suite à la subsidence et aux dépôts de lahars. Le *cluster* d'Hagonoy s'est donc progressivement étoffé. L'avantage de ce *cluster* est qu'il est entouré d'étangs de production et qu'il est proche de Manille. Certains opérateurs préfèrent aller à Orani, où l'on trouve aussi de nombreuses *consignacions* en activité depuis les années 1950. Masantol et Sasmoan comptent aussi chacune plusieurs *consignacions*, dont certaines sont très réputées, en particulier pour les crabes.

7.4.8.3 Typologie des *consignacions*

On relève deux modèles de *consignacions* en ce qui concerne le rapport aux infrastructures. Le premier modèle, le plus diffusé est celui du marché public de vente à la criée comportant plusieurs emplacements loués à l'année par les *consignacions*. Celles-ci disposent alors d'un espace de vente destiné au tri et à l'exposition de la marchandise, ainsi que d'un petit local, dans certains cas, pour la finalisation des ventes. Dans ce système, les infrastructures sont publiques, gérées par la municipalité qui se charge de la location et qui récolte un impôt sur les transactions. Les *consignacions* dans ce système louent donc les lieux et les services à la municipalité. Dans le second système, les *consignacions* sont propriétaires de leurs infrastructures ce qui leur octroie, d'office, une plus grande marge de liberté pour organiser l'espace et les services qu'ils souhaitent fournir aux clients. C'est le système le plus utilisé pour les *consignacions* d'Hagonoy, spécialisés dans les crevettes où chaque *consignacion* possède ses propres terrains et ses infrastructures. Le fait de posséder leurs propres locaux leur permet une gestion différente de l'espace et des relations avec les clients (services, confidentialité). La présence de ces deux systèmes s'explique principalement par les produits. C'est en effet grâce à la crevette, produit d'exportation, que les *consignacions* d'Hagonoy ont pu investir des sommes parfois importantes pour la construction de leurs infrastructures.

Chaigne (2009) a établi la typologie suivante des *consignacions* d'Hagonoy: *consignacions* familiales, mixtes et capitalistes. La *consignacion* familiale réunit des producteurs natifs de la province de Bulacan, propriétaires d'étangs de polyculture mélangeant en particulier *C. chanos* et *P. monodon*. Ce sont les *consignacions* 'historiques' d'Hagonoy. Les *consignacions* mixtes se sont installées à la suite, et sont financées en partie avec du capital extérieur à la province. Parmi les membres, certains travaillaient dans les *consignacions* familiales mais s'en sont séparés tout en faisant appel à du capital extérieur. Certains gros propriétaires terriens, de Bulacan ou Pampanga, sont les dirigeants de ces *consignacions*. Enfin les *consignacions* capitalistes sont celles dont le capital provient exclusivement d'activités extérieures à la zone de production aquacole. Cette typologie est donc essentiellement basée à la fois sur l'origine de la capitalisation et sur l'origine géographique des membres. Une des hypothèses est que les *consignacions* capitalistes fonctionnent comme un agent économique recherchant le profit économique et fonctionnant sur un modèle purement économique alors que les *consignacions* familiales et mixtes, mieux insérées dans le tissu social et économique local recherchent à la fois le profit économique et le profit social, les deux dépendant l'un de l'autre.

Les propriétaires de *consignacions* sont souvent aussi exploitants. Certains sont de gros propriétaires terriens (100 hectares et plus) tandis que d'autres sont plus modestes mais profitent d'un réseau social assez vaste pour réduire le risque inhérent à l'activité en s'assurant un nombre minimum de clients car le risque principal pour les *consignacions* reste la sous-activité, c'est-à-dire la sous-production. La plupart des propriétaires de *consignacion* se sont, en effet, lancés dans l'activité durant les époques glorieuses de la crevette, c'est-à-dire dans les années 1980 jusqu'au début des années 1990. Le record de production, en termes de valeur, date de 1992 (USD 300 millions). Aujourd'hui, toute la filière fonctionne en deçà du

maximum. Certains exportateurs, comme AA, fonctionneraient à 60% de leur potentiel (Talbot 2008). D'où l'importance pour les *consignacions* de s'assurer des volumes de production tout au long de l'année. Il y aurait trois moyens pour elles d'y parvenir : la fidélisation à travers des services de qualité, la construction de réseaux sociaux à travers la confiance, et la production propre. Une petite *consignacion* d'Orani, propriété d'un ancien capitain *barangay*, montre que la fonction exercée préalablement à l'activité de *consignacion* est très utile pour maintenir un large carnet d'adresse. Les membres de la communauté du propriétaire favoriseront ainsi la vente dans sa *consignacion* du fait de la proximité géographique qui les lie et qui, au besoin, peut faciliter les demandes de crédit.

7.4.8.4 Les services fournis

De nombreux services sont fournis par les *consignacions*. Les services financiers offerts par les *consignacions* sont les plus importants du fait de leur rôle sur la trésorerie des exploitants et donc sur la production régionale. Les crédits octroyés correspondent à des contrats liés (Talbot 2008). Ici, le contrat lié correspond à une transaction d'un crédit contre de la marchandise. La *consignacion* accorde un prêt au producteur qui s'engage, en retour, à vendre ses produits dans cette même *consignacion*. L'accord ne prévoit pas toujours le remboursement du prêt lorsque les prêts octroyés sont faibles au regard de la taille de l'opérateur. Lorsqu'il doit être remboursé, il est généralement sans intérêts, sinon de nature morale. Il peut être décidé que le prêt consiste en une avance qui sera déduite lors de la vente des produits. Il est fréquent de constater des écarts à ces règles tacites, qui sont punies par le biais de la réputation. Malgré ces manquements nombreux au recouvrement de dettes, les *consignacions* continuent à assurer le rôle d'une banque car il est vital pour elles que les producteurs puissent continuer à produire. L'argent peut être diversement utilisé et il ne l'est pas toujours pour la production. Certains producteurs ne restent pas longtemps dans le business, tout juste le temps d'un bail de fermage et se permettent ainsi d'utiliser les marges de liberté du système. Une fois radié de la liste des producteurs de confiance, ils peuvent toujours se retourner vers les *degaton*, qui sont un autre type d'intermédiaires, afin d'effacer l'origine des produits. Pour ces petits producteurs, mal connus, et donc potentiellement à risques, les *consignacions* leur demandent d'être accompagnés d'un garant moral pour qu'elles puissent débloquer une partie de leurs fonds à des fins de prêt. Ce garant doit permettre d'établir une relation de confiance entre les deux parties bien qu'il ne garantisse pas le recouvrement de dettes et ne soit pas responsable en cas de défaut de paiement. Le prêt n'est pas forcément utilisé pour améliorer la production, car il peut en effet servir aux moyens de subsistance à court terme, ce qui ne signifie pas qu'il ne permette pas à terme une meilleure production (de manière indirecte). Cette offre de crédit est importante pour les exploitants qui ont peu d'alternatives. Le crédit institutionnel est, en effet, difficile d'accès, d'autant que les étangs aquacoles, à la différence de champs agricoles, ne constituent pas une hypothèque valable pour les institutions financières. Les systèmes de crédit principaux sont les prêteurs sur gage (*pawn shop*) et le système dit du 5/6 (avec un taux d'intérêt de 20%), sans compter les prêts réalisés à l'intérieur du cadre familial, qui sont fréquents, en particulier lorsqu'un membre est expatrié. Relevons aussi que tous les propriétaires n'acceptent pas tous de contracter une dette avec une *consignacion* car cela les place, *de facto*, dans une situation de servitude face à la *consignacion*. Beaucoup préfèrent refuser ainsi les crédits proposés, même si les sommes sont peu importantes. Ils conservent du coup leur liberté de choix et leur indépendance. Notons enfin que les *consignacions* accordent des crédits à des plus petits acteurs mais à des niveaux qui dépendent de la capacité de chacun à les rembourser et selon l'intérêt que présente leur fidélisation.

L'accueil est un des services les plus importants. Les producteurs accordent, en effet, de l'importance à la qualité des lieux, à la facilité de débarquer, au prix de la location des

glacières, à la rapidité du service, à la gestion de l'affluence, au respect de l'ordre d'arrivée, ainsi qu'à d'autres petites attentions ou simplement à la propreté des lieux.

Le mode de paiement est aussi un facteur qui revient souvent dans le discours des exploitants comme un facteur important quant au choix de la *consignacion*. Il est fréquent que les petites *consignacion* mettent du temps à payer les producteurs, jusqu'à deux semaines voire un mois. C'est la conséquence de la faiblesse des fonds de roulement de la *consignacion* affaiblie en par les non recouvrement de dettes. Ceci provoque des problèmes de trésorerie pour le cycle de production suivant. Paradoxalement, ce sont ces crédits qui permettent aux *consignacions* de fidéliser la clientèle mais ce sont ces mêmes crédits qui sont la cause des retards de paiement. Les plus grosses *consignacions*, quant à elle, ont pour habitude de payer les producteurs juste après que la transaction ait été finalisée, et souvent en argent liquide. D'autres préfèrent les chèques postdatés²⁹, qui sont la solution la moins appréciée des producteurs.

Si ces services sont vécus positivement par les producteurs, d'autres habitudes écorchent l'image des *consignacions*, telle que l'habitude d'une partie du personnel (les porteurs) à demander des crevettes aux propriétaires. L'acte précède parfois la demande. Si les cas avérés de vols sont peu nombreux, ce qui en ferait un épiphénomène, les demandes sont, quant à elles, fréquentes et agacent considérablement de nombreux producteurs. C'est un facteur de sélection important. Les réputations se font et se défont rapidement, surtout à partir des rumeurs, très nombreuses, dont on ne connaît pas l'origine, bien que l'on puisse se douter qu'elles viennent de la concurrence.

Le crédit reste donc, malgr tout, le service qui permet de fidéliser le plus de clients bien qu'il affecte aussi négativement les finances des *consignacions* par le nombre élevé de non recouvrements.

7.4.8.5 Le réseau social

Le second moyen pour une *consignacion* de s'assurer la livraison de marchandise repose sur la confiance et la loyauté que les gérants ou le personnel de la *consignacion* entretiennent avec les producteurs. Ce sont des qualités très recherchées pour commercer aux Philippines et priment parfois sur les facteurs financiers. Un des avantages est la sensation de sécurité sur le long terme. Une relation basée sur la confiance, la loyauté, voire l'amitié peut, vraisemblablement, mieux résister aux chocs qu'une relation purement mercantile. Pour la *consignacion*, l'enjeu est la sécurisation d'une partie du chiffre d'affaire et pour le producteur c'est l'assurance de vendre ses produits au meilleur prix, et de pouvoir éventuellement bénéficier de services auxquels il ne pourrait prétendre dans une autre *consignacion*. Un choc, tel que la réduction de la production, peut avoir un effet négatif sur le chiffre d'affaire des deux parties. Le maintien d'un lien autre que marchand entre les deux parties peut les mettre, tout deux, dans une situation plus confortable et jouera le rôle d'amortisseur économique et social. Ces relations offrent donc une protection aux protagonistes.

Le lien le plus fort est le lien familial. Bien que des conflits intrafamiliaux puissent exister ça et là, les liens familiaux s'appuient généralement sur des relations de confiance et de loyauté forts et persistants. Le fait de se rapprocher ou de s'unir à une famille (mariage, parrainage) donne accès à leurs ressources. Cet intérêt est très bien compris par tous les acteurs. Leur problème est d'y parvenir : les mariages organisés ne sont pas si fréquents et ne concernent que peu de personnes, le système de parrainage est bien plus courant et accessible à un grand nombre. Le parrainage était un moyen pour les propriétaires terriens de s'assurer de la fidélité des métayers au cours des siècles passés. On demande généralement à une personne de rang

²⁹ Les chèques postdatés permettent au producteur d'aller chercher l'argent liquide dans une banque à la date indiquée. La plupart d'entre eux n'aiment pas cette solution, qui les oblige à se déplacer.

social et économique élevé de devenir parrain d'un des enfants : les riches et les hommes politiques sont les plus sollicités. Les propriétaires répondent favorablement lorsqu'ils pensent pouvoir tirer avantage réciproque de la relation. En effet, si l'engagement les oblige moralement à aider les filleuls et leur famille en cas de force majeure, il engage aussi la famille du filleul à honorer la relation par un gage de loyauté et de confiance envers le parrain et ses associés. Les propriétaires de *consignacions* sont ainsi les parrains d'un nombre très élevé de filleuls (100+). Néanmoins, l'usage extensif du parrainage galvaude parfois le sens premier de la relation, ce qui réduit ainsi son impact.

On retrouve de tels engagements de confiance et de loyauté entre les deux parties en dehors du cadre strictement basé sur l'affinité, comme dans le cas d'anciennes relations, durables. L'aquaculture est, en effet, un microcosme dans lequel les échanges, formels et informels, sont nombreux et qu'il est possible de multiplier à travers des rencontres plus ou moins fortuites. La *consignacion* est ainsi, en plus d'être un lieu de transaction, un lieu d'information et un espace de rencontre. La *consignacion* doit avoir la capacité aussi de favoriser la rencontre permettant ainsi de maintenir et d'accroître son réseau social.

Afin de multiplier les relations sociales, les *consignacions* s'adonnent aussi au sponsoring, méthode très répandue aux Philippines, qui consiste à soutenir financièrement une personne ou une action en le faisant ouvertement savoir à la collectivité. Ceci permet de recueillir prestige et avantages matériels et revient à faire sa propre publicité. Certaines *consignacions* font aussi du *lobbying* en faveur des candidats politiques locaux. Il arrive aussi que les *consignacions* commissionnent des agents devant faire leur promotion dans les villages alentours. Cela permet aux exploitants qui n'ont pas de liens particuliers avec aucune *consignacion* de tisser des liens de confiance à travers ce tiers, influençant alors leur choix futur. En conséquence, il n'est ainsi pas rare de rencontrer dans certains quartiers de *barangays*, d'importantes colonies d'exploitants tous liés à une même *consignacion*. La distribution de cadeaux divers et variés (tee-shirt, casquette) est une autre technique souvent employée de fidélisation.

La loyauté qui se tisse au fil du temps entre les parties cimente les relations. Elle s'exprime par exemple lorsque des exploitants font sciemment le choix de travailler avec des *consignacions* pourtant endettées, en réduisant toutefois les volumes de marchandise et en transférant une partie vers d'autres *consignacions*. Cet acte solidaire ne se fait donc pas seulement en vertu du *pakikisama*³⁰. A l'inverse, la *consignacion* continue parfois à travailler avec des producteurs débiteurs en misant sur le fait que leur situation s'améliore. Le destin économique des deux acteurs est donc lié, et ce sont les relations interpersonnelles qui maintiennent la confiance, ce qui a le bénéfice de les rendre mutuellement dépendant l'un de l'autre. Le niveau globalement élevé de capital social collectif contribue ainsi à rendre le système aquacole plus résilient.

Les *consignacions* connaissent plusieurs difficultés, donc celle des rumeurs à propos par exemple du manque de transparence et d'honnêteté³¹. Elles ne montrent pas toujours de bien-fondé et se contredisent même parfois. Le but de ces rumeurs est de nuire à l'activité économique. Raison pour laquelle il apparaît possible que les instigateurs soient les *consignacions* concurrentes. La fidélité avec les exploitants n'est pas non plus sans limites. La majorité d'entre eux ont changé, au moins à un moment, de *consignacion* depuis qu'ils produisent.

³⁰ Lors des entretiens plusieurs personnes ont employé le verbe de *tulong*, qui signifie aider, pour expliquer la relation qu'ils entretiennent avec les *consignacions*. Le *pakikisama* est lui aussi cité dans le cas du choix de la *consignacion*.

³¹ Quelques unes des rumeurs racontées par les producteurs (i) la mauvaise classification faite de manière délibérée, plus précisément, un déclassement injustifié en catégorie inférieure (ce qui n'est pas économiquement logique compte tenu que les *consignacions* prennent une commission sur la valeur de la marchandise elle-même dépendant de la qualité de la marchandise), (ii) rumeurs sur la connivence des commissaire-priseur avec les acheteurs qui pousseraient les prix vers le bas.

7.4.8.6 La production propre

La production propre est un moyen pour les *consignacions* de s'assurer des volumes de marchandise. Cela consiste à ce que le propriétaire de la *consignacion* produise lui-même une partie de la marchandise qui va transiter dans sa *consignacion*. La majorité des propriétaires sont ainsi impliqués dans la production, en faire-valoir direct ou indirect. C'est parfois d'ailleurs grâce à la production qu'ils ont pu fonder ou racheter une *consignacion*. Toutefois, la rentabilité de l'activité de consignataire a progressivement attiré des investisseurs étrangers à la production aquacole, comme c'est le cas par exemple pour les derniers arrivants dans le *cluster* d'Hagonoy (Talbot 2008). L'acquisition de terres est alors un moyen de sécuriser le chiffre d'affaires et de réduire la dépendance vis-à-vis des exploitants dont les productions et les comportements sont parfois changeants.

7.4.8.7 Spécificités de certaines *consignacions*

Des *consignacions* sont spécialisées dans la vente de certains produits (crabes, crevettes, etc.). Celles d'Hagonoy sont par exemple spécialisées dans la crevette. D'autres, au contraire, se font la spécialité de vendre tous les types de produits, telles que celles de Caduang Tete (Macabebe), ancien port occupé aujourd'hui par des *consignacions* dans lesquelles transitent tout types de produits, et en particulier ceux qui sont glanés. Le trajet depuis Macabebe ou Masantol jusqu'à Hagonoy est coûteux et lorsque ce coût dépasse les bénéfices, au regard des volumes de marchandise, les acteurs préfèrent vendre leur produit dans des *consignacions* locales où les prix sont plus faibles mais les coûts de déplacement aussi. Jusqu'à 30 kilos de crevettes, les acteurs préfèrent généralement vendre leur marchandise à Caduang Tete³². Les *consignacions* d'Orani opèrent depuis les années 1950. Les volumes de tilapia échangés sont peu importants car le tilapia s'échange à travers des réseaux informels, rendant difficile l'estimation des volumes produits. Une partie est vendue sur le marché mais par l'intermédiaire des petits commerces de proximité, les *sari-sari*, où, là encore, les volumes échangés ne sont pas enregistrés. Sur les recettes des *consignacions*, 7,5 % vont au Philippines Fisheries Development Authority (PFDA)³³ et 92,5% à la municipalité d'Orani. Le chiffre d'affaires de 2008, évalué à 258 millions Php, se compose à 57 % des frais de transactions (qui englobe les deux taxes « unloading fees » et « market fees »), à 30 % de la location des locaux par les consignataires, à 4 % pour la location des lieux de restauration, et à 6 % pour la location de lieux de stockage du matériel, de la glace. La principale source de bénéfices de la *consignacion* d'Orani, et donc de la municipalité, sont donc les transactions et la location des infrastructures.

7.4.8.8 Des différences de perspective

Pour le producteur, le principal avantage de la *consignacion* est sa capacité de négociation supérieure avec les acheteurs (grossistes, exportateurs, restaurateurs, etc.). Lors d'une transaction, une capacité de négociation élevée permet de faire évoluer les prix de façon avantageuse. Les *consignacions* offrent donc aux petits producteurs l'opportunité de vendre leurs produits à un meilleur prix que s'ils avaient négocié directement avec les acheteurs. Cette vente est aussi un gain de temps pour les exploitants qui peuvent ainsi s'abstenir du temps de recherche de l'information et de décision. C'est aussi la possibilité de bénéficier de services tels que le crédit ou le conseil. Il faut garder à l'esprit que l'importance de la *consignacion* pour les petits exploitants est la conséquence de la faiblesse de l'Etat et donc de l'absence d'une autorité de régulation du marché, d'une recherche publique efficace ou bien

³² Ce volume a été communiqué par un glaneur rencontré lors du travail de terrain.

³³ Autorité chargée de recherche dans le domaine des pêches et de l'aquaculture.

encore d'une institution bancaire publique répondant aux besoins de crédit des petits exploitants. Les *consignacions* bénéficient ainsi de l'absence de l'Etat dans plusieurs secteurs. Du point de vue des acheteurs, le principal bénéfice est d'accéder aux produits en un même lieu. L'économie réalisée sur les coûts de transaction est toutefois réduite par la commission ponctionnée par les *consignacions*. Certains exploitants court-circuitent ainsi parfois les *consignacions* en vendant directement leur production aux grossistes ou aux exportateurs³⁴. Seuls les exploitants qui connaissent bien le marché et qui ont les moyens de se déplacer s'aventurent toutefois dans ce type de transaction.

La propriété essentielle d'une grande partie des produits aquatiques est d'être périssable. Une fois la récolte terminée, et dans le cas où les produits ne sont pas surgelés, il est donc impératif que le produit soit vendu aux consommateurs dans les plus brefs délais. Une partie de la production est destinée à être consommée localement, une autre partie est exportée vers Manille et une dernière partie est exportée à l'étranger. Les exigences en termes de livraisons s'accroissent donc à mesure que l'intégration aux marchés extérieurs augmente. Sur cet aspect, les *consignacions* d'Hagonoy présentent plusieurs avantages : elles constituent une plate-forme multimodale de par leur site et leur situation, elles sont accessibles en raison de leur regroupement et, enfin, la proximité de Manille a permis que se développent des axes de communication modernes et efficaces entre Manille et les principales villes de Bulacan et de Pampanga.

Du point de vue des propriétaires de *consignacions*, la possession d'une *consignacion* est un enjeu de pouvoir économique et symbolique. Economique car l'activité permet de capitaliser. Economique aussi car elle est le passage obligé de la majorité des exploitants, ce qui permet de maintenir de bonnes relations avec les exploitants qui comptent parmi les personnages locaux les plus importants. Politique car la *consignacion* est un enjeu politique au moment des élections.

7.5 Le système social

7.5.1 L'existence d'un système informel

L'impact de la filière aquacole sur le système social s'exprime aussi par l'intermédiaire d'un système informel adossé au système formel de la production, révélé par Morales *et al.* (2007). Ce système informel se compose de deux acteurs centraux, le *mangangapa* et le *degaton*, et se caractérise par le glanage des produits non récoltés dans les étangs aquacoles. Ce glanage est plus ou moins organisé et plus ou moins toléré par les exploitants. Les produits glanés constituent une ressource pour une population nombreuse, bien que difficile à estimer.

³⁴ Un des plus importants de Manille et qui est le plus utilisé par les producteurs de crevettes de Pampanga est celui de Cubao appelé *Farmers*.

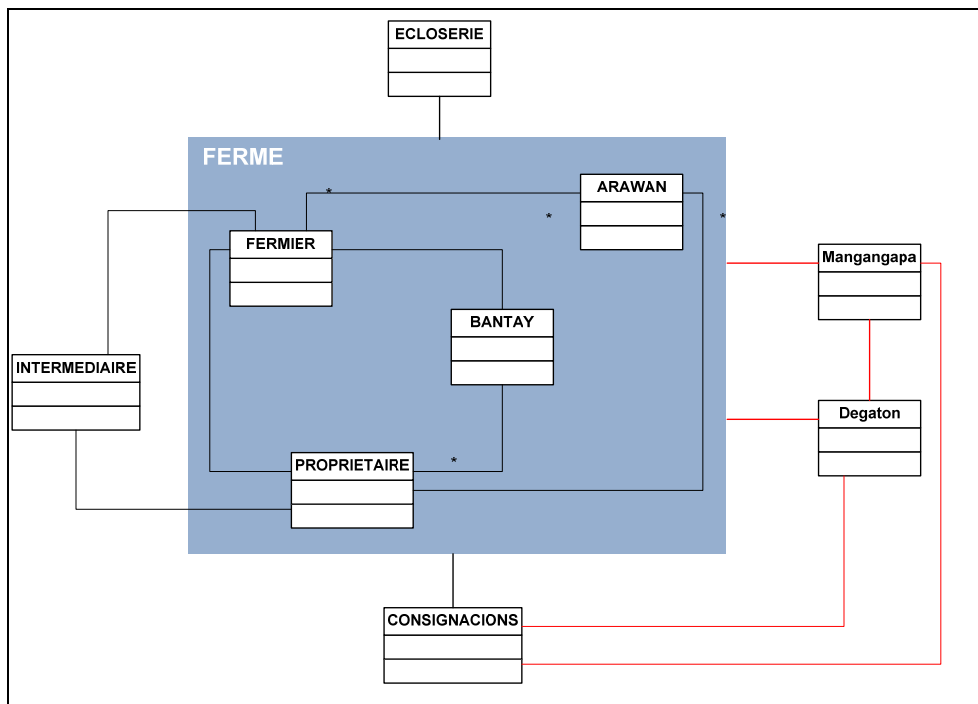


Figure 7-30 - Système formel et système informel (liaisons rouges).

7.5.1.1 Le *degaton*³⁵

7.5.1.1.1 Rôle et fonction

Le *degaton* fait l'intermédiaire entre les *mangangapas* et les *consignacions* et entre les exploitants et les *consignacions*. Leur rôle est d'acheter les produits aquatiques glanés par les *mangangapas* ou produits par les exploitants puis de les acheminer vers les *consignacions*. Dans le détail, leur rôle s'avère plus complexe car certains ne se contentent pas d'attendre l'arrivée des produits. Entre 70 % et 90 % des produits sont originaires des étangs aquacoles, le reste provenant des cours d'eau et de la mer. Cette inégale répartition s'explique par la surreprésentation des glaneurs parmi les fournisseurs. Dans certains cas, le *degaton* prête main forte aux glaneurs, en organisant leur déplacement jusqu'au lieu de glanage ou bien en négociant, en amont, avec les exploitants et avec les officiels pour que ces derniers fassent eux-même pression sur les exploitants et qu'ils permettent aux *mangangapas* de glaner les produits résidant sur les fonds vaseux. Certains *degaton* participent donc activement au processus dans le but d'augmenter les volumes des produits qu'ils seront amenés à acheminer vers les *consignacions*. Ils rassemblent les produits dans leur habitation ou à proximité de celle-ci, ce qui fait permet aux *mangangapas* et aux pêcheurs de les approvisionner à n'importe quelle heure. Ils rejoignent ensuite la *consignacion* par leurs propres moyens ou avec les transports maritimes collectifs lorsque la quantité de produits est suffisante. Selon les volumes et la nature des produits, les *degaton* privilégient une place de vente ou l'autre³⁶. Ce calcul coût-bénéfice est aussi valable pour ses fournisseurs, de sorte que l'espace deltaïque est finalement occupé par un semis de *degaton*, et dont la localisation est globalement rationnelle. En effet, lorsque les volumes glanés ou récoltés par les glaneurs et les pêcheurs permettent d'amortir le coût de déplacement, ces derniers choisiront la vente directe. C'est ce qui

³⁵ Etymologiquement, *degaton* est issu du verbe espagnol *regatear*, signifiant marchander (Pangilinan, com. pers. 2009). Le terme est ainsi aussi employé pour désigner un intermédiaire.

³⁶ Un *degaton* de San Esteban, par exemple, privilégiera la *consignacion* d'Hagonoy aux dépens de celle de Masantol s'il a un volume conséquent de crevettes, en dépit d'un coût de déplacement plus élevé, car les *consignacions* d'Hagonoy offrent de meilleurs prix pour les crevettes.

explique le faible nombre de *degaton* dans les *barangay* voisins des *consignacions*. Les *degaton* sont parfois liés tacitement avec des *consignacions* (liens familiaux, amicaux et/ ou commerciaux). Toutefois la diversité des produits qu'ils achètent nécessite qu'ils aient accès à plusieurs *consignacions*, étant donné qu'une bonne partie d'entre elles présentent des spécialisations dans une ou plusieurs espèces.

Dans les communautés littorales, la majorité des habitants sont liés par le sang ou par affinité, à des degrés divers. Ces liens familiaux, qui constituent le *kinship*, promeuvent la confiance et la loyauté à l'intérieur des communautés, essentielles dans les transactions économiques. Cette communauté de proches constitue un important vivier potentiel de glaneurs. Enfin, comme pour les propriétaires de *consignacion*, une stratégie parfois adoptée consiste à posséder ou à louer des terres aquacoles afin de sécuriser une partie du chiffre d'affaire. En plus du réseau social, le *degaton* doit posséder une barque pour pouvoir transporter les produits jusqu'au marché ou pour transporter les glaneurs jusqu'au lieu de glanage. Lorsque celui-ci est éloigné du *barangay* centre, il est en effet nécessaire de fournir un moyen de déplacement aux glaneurs qui, en échange, lui vendront les volumes collectés, ce qui constitue alors un autre type de contrat lié.

7.5.1.1.2 Présence dans le temps et dans l'espace

La localisation spatiale des *degatons* est corrélée avec la distance aux *consignacions*. Plus cette dernière est grande, plus la probabilité qu'il y ait un *degaton* est grande. Tous les *barangays* côtiers ne sont pourtant pas pourvus de *degaton*. Leur présence est liée à la présence des *mangangapa*, laquelle dépend à son tour du travail disponible localement. Un *barangay* tel que San Esteban (Macabebe) compte ainsi de nombreux *mangangapa* et sept *degatons*, chiffre qui était de dix il y a encore peu. Cette réduction est la conséquence de la chute des volumes collectés³⁷ et glanés, du fait de la probable multiplication des refus de glanage de la part des propriétaires, concomitante à la baisse de la productivité aquacole. On trouve pourtant des *degaton* dans des *barangays* urbains à proximité des *consignacions*. A Sasmoan par exemple, un *degaton* s'est spécialisé dans l'achat des crabes. Une fois les crabes achetés aux glaneurs, à d'autres *degaton* ou aux exploitants, celui-ci part vendre les produits directement aux exportateurs situés dans la banlieue de Manille. La notion de *degaton* recouvre donc des fonctions variées. Il reste, fondamentalement, un intermédiaire dans la chaîne des produits. Lorsque le nombre de glaneurs qui ont besoin d'eux sont peu nombreux, le *degaton* diversifie ses activités. Le temps joue un rôle important dans son activité. A l'échelle de la semaine, les prix fluctuent entre le début de semaine, marqué par une faible demande et la fin de semaine, marquée par des prix plus élevés. Pour autant, la périssabilité des produits ne leur permet pas une grande marge de manœuvre. La plupart n'excèdent pas une remise sur le marché supérieure à deux jours après récolte, après quoi ils donnent ou consomment les invendus. Cette impossibilité de stockage réduit leur marge de manœuvre lors de la négociation des prix. A l'échelle de l'année, leur niveau d'activité s'aligne sur celles des pêcheurs et des glaneurs, plus faible en saison des pluies compte tenu des difficultés d'accéder à la ressource (houle, tempête, hauteurs de la lame d'eau...).

7.5.1.1.3 Les stratégies de sécurisation de l'offre

Le niveau d'activité d'un *degaton* dépend des relations entretenues avec les *mangangapas*. Leur objectif est de s'assurer un nombre suffisant de *mangangapas* pour avoir une activité continue. Le nombre de liens dépend des services et avantages fournis par le *degaton*, et en

³⁷ Comme par exemple la réduction du nombre de crabes, qui s'expliquerait selon un *degaton* par la réduction des hauteurs d'eau dans les cours d'eau, suite aux dépôts de lahars. Ces différentes suppositions montrent une volonté de la part des acteurs de trouver des raisons *rationnelles* à la baisse de leur activité.

particulier celui du prêt, généralement sans intérêts, mais accompagné d'une obligation morale de fidélité marchande. Les prêts sont motivés par le désir de s'assurer un réseau dense tout en assurant l'activité de celui qui en fait la demande. Le *degaton* doit donc être généreux et populaire, et accepter que toutes les dettes ne soient pas recouvertes, au risque de perdre sa popularité. Les *degaton* peuvent être considérées comme appartenant aux classes moyennes, dont la représentation dans les *barangays* est faible. Cette position les contraint à contribuer, plus que la moyenne, à l'équilibre de la communauté : dons aux plus pauvres ou à la communauté, à des dates bien précises (Noël, fête du *barangay*), sponsonariat.

7.5.1.1.4 Les problèmes de trésorerie

Le problème principal est le non recouvrement de dettes par ses fournisseurs, qui les contraint d'être eux-mêmes endettés auprès des *consignacions*. Le dilemme est donc d'arrêter ou de continuer à commercer avec les *mangangapa* n'ayant pas recouvert leurs dettes. La présence d'un tel dilemme s'explique par le fait que leur activité dépend entièrement de ce que les fournisseurs leur amènent et par l'importance de ne pas entâcher leur réputation, au risque de voir le réseau s'émietter. D'autant qu'un *mangangapa* peut changer du jour au lendemain de *degaton* et que les remontrances sont peu acceptées et très mal vécues par ceux qui les subissent. Ainsi, les *degaton* acceptent le risque qu'ils atténuent en limitant le montant des prêts.

7.5.1.1.5 Les relations entre *degaton* et exploitants

Pour s'assurer une fourniture régulière en produits, certains *degaton* exercent une pression auprès des exploitants pour que ces derniers autorisent le glanage. Leur requête a d'autant plus de poids que certains ont des appuis dans le cercle des officiels. Si le résultat de la négociation dépend d'autres facteurs : la production (une mauvaise production engendrant généralement le refus), la taille de l'exploitation (une taille importante permet de se protéger du risque éventuel de glanage *sauvage*), le travail relationnel en amont s'avère parfois gagnant. La raison qui pousse la plupart des exploitants à accepter le glanage (Figure 7-31) est la solidarité. Certains exploitants ne peuvent non plus refuser compte tenu de leur utilisation des services du *degaton*, ce qui leur évite d'avoir à se montrer sur les lieux de marchés et d'être vus par leurs éventuels créanciers. Certains *degaton* ont aussi l'habitude de traiter avec certains exploitants.

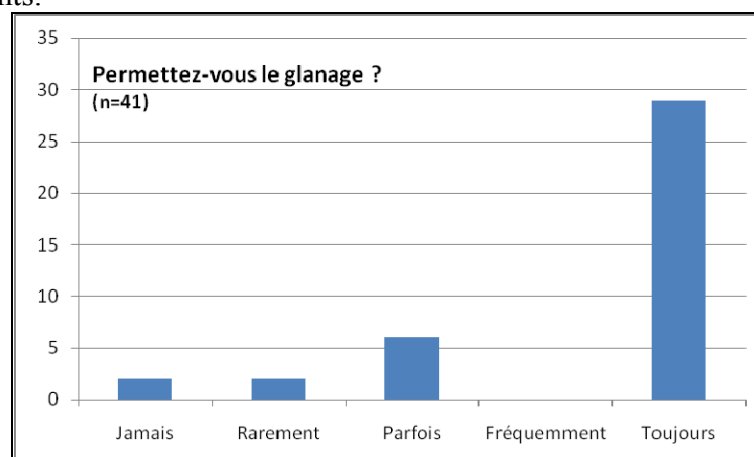


Figure 7-31 - Diagramme des réponses quant aux autorisations de glaner par les exploitants.

7.5.1.2 Les *mangangapas*³⁸, ou glaneurs

7.5.1.2.1 L'activité de glanage (voir Annexe 7)

Le groupe des *mangangapa* réunit les personnes qui, régulièrement ou occasionnellement, capturent à mains nues des organismes aquatiques, en particulier ceux issus de l'élevage présents dans les étangs aquacoles. Si l'on s'en tient à la traduction littérale du terme, le seul fait de capturer des organismes aquatiques avec les mains suffit à identifier une personne comme *mangangapa*. La spécificité des *mangangapa* est de capturer des organismes issus d'un stock privé et après la récolte officielle, ce qui permet de caractériser l'activité comme du glanage. Le glanage ne constitue généralement pas la seule activité exercée. En effet le caractère informel et aléatoire de l'activité ne permet pas de constituer une source de revenus régulière et importante. Les *mangangapas* combinent ainsi le glanage avec d'autres activités : pêche (au filet, électrique ou à la main), *arawan*, *manunulib*, emplois dans les services, dans la construction, dans les transports, etc.

Le glanage est moins courant dans les étangs dulcicoles en monoculture plus en amont car les produits ont une plus faible valeur marchande et le capital investi y est plus élevé rendant alors nécessaire la limitation des pertes.

Vers la fin de la récolte, les *mangangapas* se réunissent tout autour de l'étang, par dizaines, voire par centaines, munis d'un équipement rudimentaire (filet, batterie de pêche électrique), dans l'attente du signal pour pouvoir descendre dans l'étang et capturer les animaux encore vivants. Une fois le signal donné (sifflet, coup de fusil, cri), suite à l'accord du producteur, tous se précipitent vers l'étang pour y collecter ce qui est possible. Le temps nécessaire est fonction de la taille de l'étang et du nombre de glaneurs. Les captures par individu atteignent généralement plusieurs kilos et sont constitués d'espèces différentes. Les espèces à haute valeur ajoutée seront toujours échangées sur les marchés tandis qu'une partie des espèces à faible valeur, tel que les tilapias, *C. chanos*, *C. striata*, *C. batrachus* est autoconsommée, donnée ou échangée. Selon la distance qui sépare l'étang glané du marché et selon les conditions préétablis, ces derniers se déplaceront ou non jusqu'au marché, seuls ou en groupe, à pied ou en barque. Les *mangangapa* montrent, en effet, une propension à travailler en groupe pour des raisons économiques, car le groupe permet de mutualiser les frais, mais aussi car il rend le travail moins pénible. Le fait d'appartenir à un groupe permet en outre de mettre en place des mécanismes d'entraide, tels que le crédit. Travailler en groupe permet enfin de bénéficier d'un plus grand nombre d'informations sur les opportunités de travail et sur les sites de captures.

7.5.1.2.2 Dimensions spatiales et temporelles des activités

Dans l'espace, l'intensité des activités est corrélée avec la présence ou l'absence d'étangs aquacoles. Le développement de l'aquaculture s'est parfois réalisé au détriment d'autres usages, provoquant alors un changement qualitatif et quantitatif des ressources disponibles interrompant ainsi certaines activités extractrices. La Figure 7-32 montre que les *mangangapas*, initialement voués à la collecte d'organismes aquatiques dans les étangs et dans le milieu se sont progressivement reportés sur les ressources aquacoles, du fait (i) de l'extension des superficies aquacoles et (ii) d'une dégradation des ressources disponibles. Cette pression sociale sur les stocks aquacoles s'opère dans un contexte où les rendements, et donc la richesse créée, sont faibles. La conséquence est alors un nombre croissant

³⁸ Il n'existe pas de mot en tagalog ou en kapampangan pour désigner cette fonction de glaneur. Ceux qui pratiquent cette activité appartiennent au groupe des *mangangapas* (tagalog) ou *manimas* (kapampangan) qui capturent les poissons et autres organismes aquatiques à mains nues ou avec des pièges tel que le *salakab* qui est un piège portable fait de bambou.

d'exploitants plus ou moins forcés à sortir de cette économie informelle, morale, afin de sécuriser les revenus. D'autres refus sont d'ordre idéologique. En effet, bien que les systèmes soient extensifs, la rémunération du capital investi est alors le seul et premier objectif. Pour d'autres exploitants, généralement à la tête d'exploitations plus petites, au contraire, l'autorisation de glanage s'explique socialement et culturellement.

Cette dépendance à l'égard de l'aquaculture engendre aussi une saisonnalité des activités qui se calque sur les calendriers de travail imposés par les itinéraires technique. Ces calendriers varient d'une zone à l'autre : en effet, en fonction de la salinité et de la qualité des eaux, le calendrier des opérations culturales et donc celui du travail n'est pas identique en tout point du delta. Toutefois, les pointes de travail aquacole de décembre et d'avril constituent aussi des pointes de travail pour la plupart des glaneurs.

7.5.1.2.3 Perception des *mangangapas* par les autres acteurs

On relève plusieurs perceptions qu'ont les acteurs du glanage, essentiellement liées à des visions particulières de la tradition :

- Dans un premier cas, les glaneurs sont perçus comme appartenant à la strate sociale la plus pauvre et donc celle qui nécessite le plus d'aide. Il n'est pas ici fait question du mérite. L'objectif est de participer à la cohésion sociale, parfois accompagné du souhait que le geste soit reconnu. L'espoir d'un tel gain personnel est au mieux tacite. Si le gain personnel n'est pas souligné, la volonté d'aider marque toutefois l'espoir d'un gain collectif. L'objectif personnel de l'équilibre collectif relève d'une forte compréhension des mécanismes sociaux et économiques.
- Dans un second cas, cette tradition est au contraire contestée par les producteurs qui considèrent les glaneurs comme une nuisance et la sollicitude qu'ils devraient leur accorder comme inappropriée. On trouve dans cette catégorie à la fois des gros producteurs absents qui mettent en œuvre les opérations nécessaires pour empêcher les *mangangapas* et des producteurs, moyens et petits, qui n'ont pas les capacités de les empêcher d'agir mais dont les valeurs qui les animent ne sont pas les valeurs traditionnelles.

Dans le détail, on pourrait ajouter un sous-groupe pour qui les glaneurs sont un moyen économique et écologique d'assainir les étangs en les débarrassant des prédateurs.

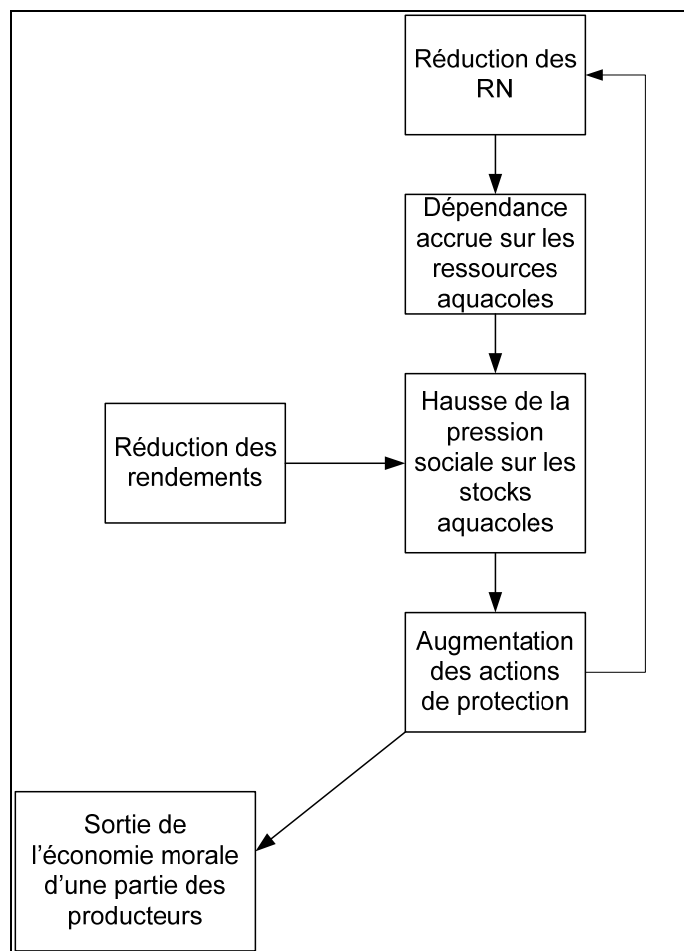


Figure 7-32 - Evolution schématique du statut des mangangapas caractérisé par un glissement vers le glanage.

7.5.2 Les interrelations dans le système social

La Figure 7-34 montre l'ensemble des acteurs du système aquacole ainsi que leurs relations. Le langage graphique UML a été utilisé afin de représenter les classes, leurs associations, leurs attribus. L'exploitation est représentée en bleu du fait de son rôle central. Le modèle permet d'identifier les groupes dont les membres ont des relations privilégiées. Les relations mises en avant ici sont celles dont les raisons sous-jacentes d'existence sont économiques, à des fins de subsistance ou d'accumulation des richesses.

7.5.2.1 Les écloséries

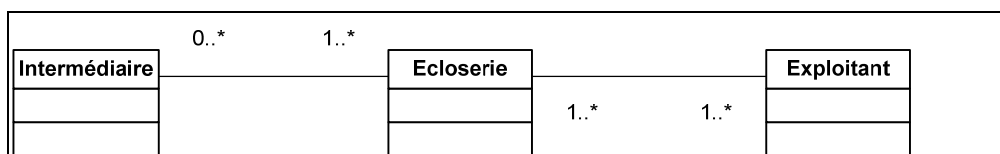


Figure 7-33 - Diagramme relationnel des écloséries

La cardinalité, inscrite à côté des classes, informe sur le nombre minimum et maximum d'éléments de l'autre classe avec lesquels chaque classe peut être associée. Pour donner un exemple, l'inscription 1..* à côté de la classe éclosérie dans le premier cas signifie que les intermédiaires sont connectés à une ou une infinité d'écloséries, mais qu'à l'inverse, les écloséries sont connectées à 0 ou une infinité d'intermédiaires.

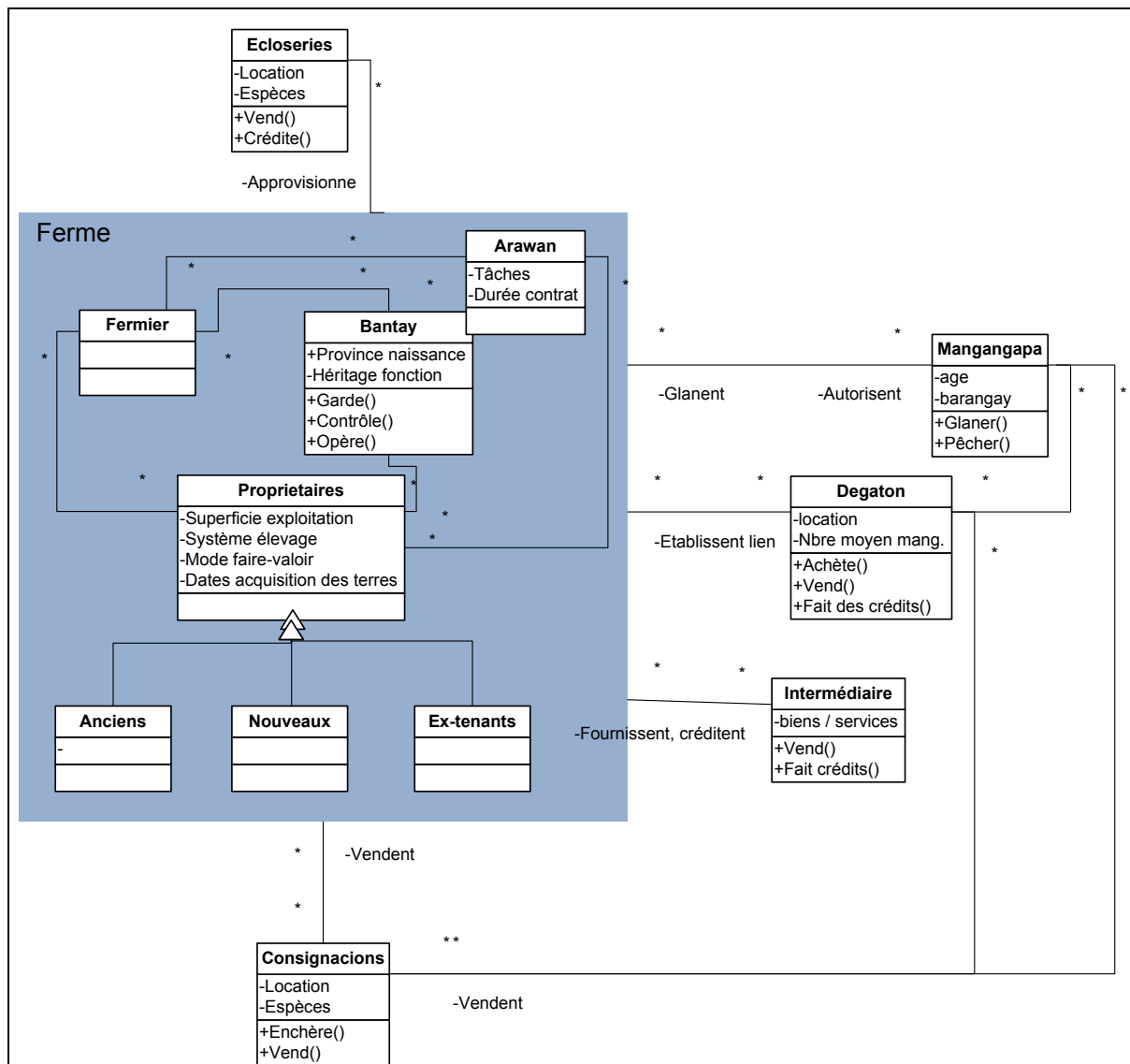


Figure 7-34 – Modèle conceptuel du système aquacole

Dans le cas des écloseries, les intermédiaires sont tous liés à une écloserie au moins (Figure 7-33). En effet, les intermédiaires sont parfois mandatés par les écloseries. Durant un temps, maintenant révolu, les producteurs pouvaient acquérir directement ou par des intermédiaires des post-larves de crevettes capturées dans le milieu. Désormais, la totalité des espèces d'élevage sont produites dans les écloseries. A l'inverse, les écloseries peuvent ne pas être liées à un intermédiaire. Elles peuvent en effet vendre directement leurs produits aux producteurs. Elles peuvent aussi être connectées à une infinité de producteurs, dans la limite des produits qu'ils peuvent fournir.

7.5.2.2 Les propriétaires

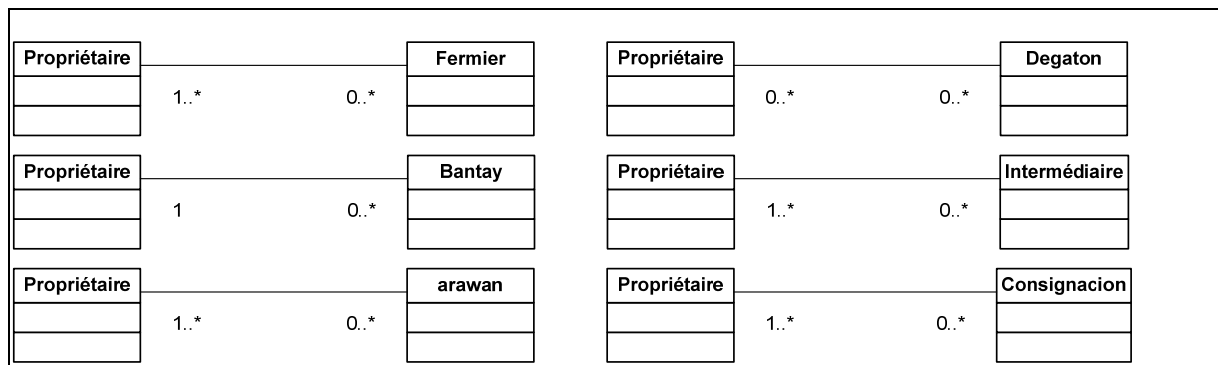


Figure 7-35 - Diagramme relationnel des propriétaires

Les propriétaires ne sont pas obligatoirement liés à un quelconque autre acteur (terminaison 0..*). Cela signifie que leur activité ne dépend spécifiquement d'aucun autre acteur. Ils peuvent ainsi avoir une activité normale sans entretenir de relations ni avec un fermier ou un *bantay* (mise en faire valoir direct), ni avec un *arawan*, ni avec un intermédiaire, ni avec une *consignacion*. Un tel cas de figure ne se retrouve toutefois pas dans la réalité. A l'inverse, la plupart des autres acteurs, hormis les *degaton*, sont tous associés à un propriétaire au moins, ce qui révèle le rôle central de ce dernier. Le *degaton* peut en effet fonctionner sans lien direct avec les propriétaires et subsister uniquement avec l'apport des *mangangapa*. La propriété de la terre les rend donc incontournables.

7.5.2.3 Les consignacions

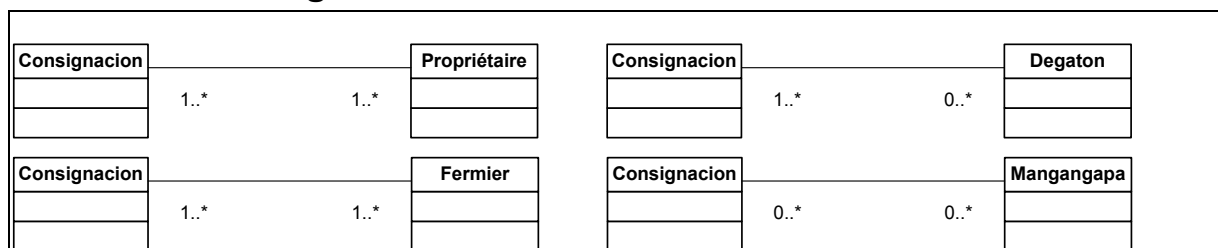


Figure 7-36 - Diagramme relationnel des consignacions

Du fait de sa situation dans la filière, la *consignacion* entretient des liens avec plusieurs acteurs qui la précèdent dans la chaîne des opérations, dans le système formel et informel. Cette place particulière dans la filière lui confère un rôle central, qui s'exprime par des cardinalités élevées. Dans le détail, on constate une forte interdépendance entre la *consignacion* et les producteurs. La partie informelle représente un domaine de moindre importance, seuls les *degaton* en étant réellement dépendants. Pourtant, seule une partie généralement congrue de la production transite par les *degaton*. Ainsi, la spécialisation des *consignacions* qui s'est progressivement opérée permet de répondre à ces relations variées.

7.5.2.4 Les *bantays*

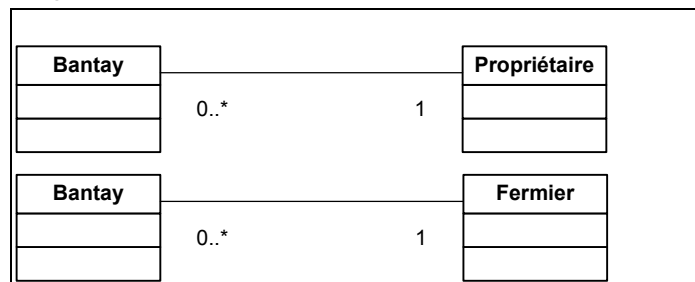


Figure 7-37 - Diagramme relationnel des *bantays*

Les *bantay* n'ont pas beaucoup de relations. Ils sont seulement en relation avec les exploitants. Chaque *bantay* est lié à un seul exploitant, mais en contrepartie il n'est pas un acteur nécessaire à aucun des producteurs, car interchangeable.

7.5.2.5 Les *mangangapas*

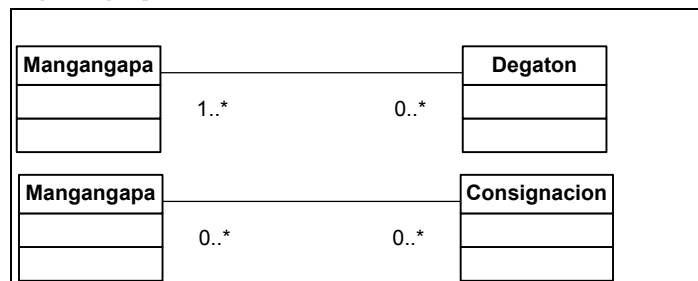


Figure 7-38 - Diagramme relationnel des *mangangapas*

Les *mangangapas* sont liés uniquement avec les *degaton* et les *consignacions*. Ce faible nombre de liens engendre des avantages et des inconvénients. L'inconvénient est qu'ils ne sont *à priori* pas indispensables au fonctionnement du système. En effet seul les *degaton* dépendent de leur présence tandis qu'eux-mêmes ne dépendent pas des *degaton*. Lorsque les volumes sont assez conséquents, ils peuvent en effet court-circuiter les *degaton* et vendre directement leur production à la *consignacion*. Certaines petites *consignacions* dépendent des produits glanés et peuvent à ce titre proposer des services aux *mangangapa*. Toutefois, c'est l'exception qui confirme la règle car les crédits sont plus généralement obtenus auprès des *degaton* ou auprès des *sari-sari*. Le faible nombre de relations comporte aussi des avantages. En effet, cela leur assure une grande autonomie dans leurs actions et les rend peu redevables, même parfois en cas de dettes, du fait de leur nombre. Le glanage peut partiellement s'expliquer par cette indépendance qui limite les contraintes (financières, morales) et augmente leur liberté d'action. Si cette absence de contrainte fournit une partie de l'explication, ce facteur ne doit pourtant pas être considéré comme une cause de l'activité.

7.5.2.6 *Degaton*

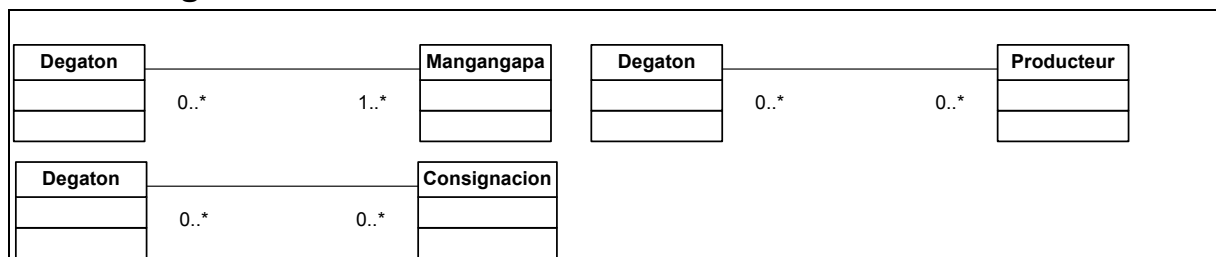


Figure 7-39 - Diagramme relationnel des *degaton*

Les *degaton* ne comptent aussi qu'un nombre réduit de liens. Les cardinalités indiquent que peu d'acteurs lui sont obligatoirement liés. Ainsi les *mangangapas* peuvent-ils se passer d'eux, de même que les *consignacions* ou les producteurs.

Conclusion

Une première analyse a d'abord montré une répartition spatiale des étangs corrélée avec plusieurs paramètres biophysiques : topographie, altitude et sols, soulignant le rôle du milieu dans la répartition spatiale des agrosystèmes. La caractérisation des systèmes de cultures a ensuite rendu compte du caractère extensif de la plupart des productions, des pratiques mises en œuvre à l'échelle des parcelles et des principales contraintes qui pèsent sur la production. La caractérisation des systèmes de production a, quant à elle, permis de révéler les origines variées du capital, la persistance à un certain niveau d'observation des structures foncières construites durant la période hispanique, et l'origine ainsi que l'identité des travailleurs aquacoles. L'évaluation de la performance économique, en particulier, le calcul du revenu agricole a fourni un éclairage économétrique de la dynamique des paysages. Ce revenu agricole, supérieur au seuil de reproduction, permet la pérennisation de la production, ce qui se vérifie en outre par des indicateurs tels que la pression foncière. Dans le cas de la zone saumâtre, cela permet alors de comprendre pourquoi l'aquaculture continue à accroître ses superficies en dépit de ses faibles rendements. L'analyse des systèmes de production a aussi permis de révéler plusieurs phases dans l'accession à la terre. Ainsi, les années 1980 ont été marquées par des ascensions sociales et économiques d'individus grâce à la production aquacole. Ces ascensions sont beaucoup plus rares depuis plusieurs années maintenant à cause de la production et de la pression foncière. Les ascensions socioéconomiques les plus courantes aujourd'hui sont le passage du statut de *bantay* à celui de fermier ou le passage du statut d'exploitant fermier à exploitant propriétaire. Enfin, l'analyse des interrelations entre les principaux acteurs sociaux du système aquacole ont permis d'estimer la centralité des acteurs et leurs accointances respectives.

Au final, l'amélioration des rendements peut être considérée comme une condition de l'établissement d'un système durable dans un contexte de forte croissance démographique et d'évolution des comportements. Cela revient à augmenter la productivité des ressources, en particulier les ressources naturelles. On peut toutefois s'interroger si les exploitants chercheront d'eux-mêmes à optimiser un système qui est déjà profitable. Durant les entretiens, les exploitants emploient de façon récurrente un qualificatif pour caractériser l'aquaculture : une activité *jackpot*, ce qui montre qu'une partie des exploitants a intégré et accepté le fait que les productions sont variables. A l'inverse, pour d'autres exploitants, cette variabilité est avant tout synonyme d'insécurité, ce qui peut alors les forcer à chercher des moyens d'améliorer les systèmes de production. Cette recherche progressive de l'amélioration des systèmes de cultures peut être favorisée par la forte proportion de propriétaires originaires de Pampanga. En effet, à la différence d'autres pays asiatiques, tel que le Vietnam ou la Thaïlande, le développement aquacole n'a pas pris ici la forme d'un développement exponentiel retombant rapidement, *boom and bust*, caractéristique des pays atteints par la fièvre aquacole. Dans ces pays, les propriétaires abandonnent leurs terres après les avoir exploités 10 ans tout au plus (Adger 2000). La dynamique foncière à Pampanga est profondément différente. Le foncier, beaucoup plus stable au cours de l'histoire, donne une assise à la fois robuste mais aussi conservatrice aux systèmes de cultures et à leurs évolutions, rendant l'avenir incertain.

Chapitre 8 Vulnérabilité et durabilité des *livelihoods*

Le système du delta de la Pampanga a été étudié jusqu'à présent à une échelle agrégée. Le présent chapitre se compose d'une analyse à plus grande échelle, celle des individus et des foyers. Le concept de *livelihoods*¹ considère les individus et foyers à travers les ressources dont ils disposent. Il permet ainsi d'aborder la pauvreté à une échelle fine et de manière holiste. Les objectifs de ce chapitre ont été la caractérisation des différents modes de vie actuels et l'identification des causes de la vulnérabilité des différents groupes. L'organisation du chapitre a utilisé le modèle d'évolution des *livelihoods* (Figure 8-1) composé de l'état actuel, d'états passés et de facteurs de transition. Chacun de ses termes a guidé l'organisation du présent chapitre.

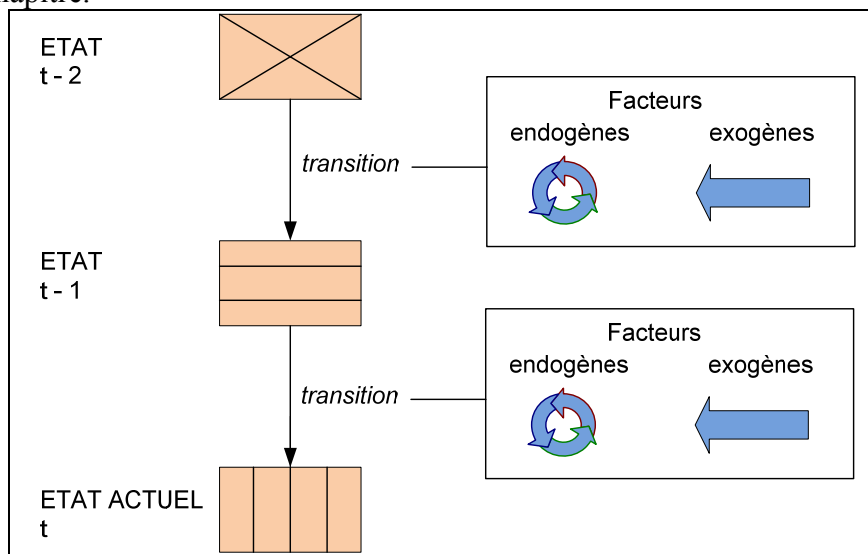


Figure 8-1 - Etats et transitions des *livelihoods*

8.1 Le cadre des *livelihoods*

8.1.1 Définition

Selon Kaag (2004), le concept de *livelihood* est l'héritier de celui de genre de vie, utilisé pour la première fois par Paul Vidal de la Blache au début du 20^{ème} siècle. L'école de géographie française, durant la première moitié du 20^{ème} siècle, s'intéresse alors à l'ensemble des techniques et des outillages mis en œuvre par les sociétés pour transformer le milieu (Daviet 2005). Ce terme était employé pour expliquer, à l'intérieur du pays, l'existence d'interrelations localisées, stables et sociales entre les gens et entre les gens et la terre (Kaag 2004). C'était une approche qui inscrivait dans la géographie française une dimension culturelle et un intérêt pour les comportements des sociétés vis-à-vis du milieu (Daviet 2005). Le concept de *livelihood* reprend cette dimension essentielle qu'est la relation entre les individus et leur environnement physique. Le concept est toutefois plus large car il intègre les facteurs sociaux et politiques qui affectent les modes de vie des foyers, et en particulier ceux des plus pauvres.

Le premier chercheur ayant explicitement fait référence au concept de *livelihood* est Evans-Pritchard dans ses travaux sur les Nuers, dans les années 1940 (Kaag 2004). Le terme fut ensuite réutilisé pour analyser les impacts des politiques macro-économiques libérales de

¹ Le terme anglais a été conservé car la traduction française (moyens d'existence) ne nous semble pas traduire fidèlement la signification du terme original.

développement des années 1980 sur les foyers. Les travaux d'Amartya Sen, économiste indien, ont aussi contribué à la réutilisation du concept. L'adoption du concept, entre autres par les instituts de développement anglo-saxons, s'explique par la nécessité de recentrer les problématiques de développement à l'échelle des individus et à celle de leur environnement proche (Kaag 2004), afin de mieux comprendre le phénomène de la pauvreté et de mieux y répondre.

La pauvreté a progressivement été perçue comme un concept complexe en raison de la diversité des échelles de temps et d'espace dans lesquelles s'inscrivent ses causes et ses conséquences. On oppose classiquement deux visions de la pauvreté, une objective et une plus subjective (Bebbington 1999). La première s'attache à mesurer la pauvreté à partir de critères économiques quantitatifs (revenus, dépenses, inégalités, inflation...). La seconde (Chambers, Conway, Scoones) privilégie une définition subjective de la pauvreté à travers les yeux des pauvres eux-mêmes. Elle s'appuie sur le principe que la pauvreté est une expérience à la fois subjective et objective et que les méthodes participatives sont les meilleures méthodes d'évaluation de la pauvreté (Bebbington 1999).

La définition la plus courante des *livelihoods* est celle de Chambers et Conway (1991):

« A livelihood comprises people, their capabilities and their means of living, including food, income and assets. Tangible assets are resources and stores, and intangible assets are claims and access. A livelihood is environmentally sustainable when it maintains or enhances the local and global assets on which livelihood depend, and has net beneficial effect on other livelihoods. A livelihood is socially sustainable when it can cope with and recover from stress and shocks, and provide for future generations ».

Cette définition est celle des *livelihoods* dits durables. Elle fournit un cadre analytique des politiques locales de développement et permet leur évaluation. Les individus, ou foyers, sont perçus à travers les différentes ressources (ou capitaux) qu'ils possèdent et à travers leurs 'capabilités'. Ces ressources sont de nature différente : sociale, financière, physique, humaine, naturelle², et peuvent s'acquérir, s'hériter, se donner, s'échanger... Les capabilités représentent l'ensemble des possibilités, des capacités, qu'un individu est capable d'être ou de réaliser et qui sont désirables selon sa propre perception (Kaag 2004). Ce qui peut être désirable selon l'individu ne lui est toutefois pas toujours accessible (Figure 8-2). La frontière entre ce qui est désiré et ce qui est accessible correspond à la limite de la liberté en termes d'accès sur des aspects essentiels à l'amélioration d'une vie (travail, éducation, santé, représentation politique, crédits). L'accès au marché du travail offre ainsi aux individus la possibilité d'échanger leur force de travail ou d'acquérir de l'expérience, ce qui leur permet d'obtenir des bénéfices directs et immédiats (revenus) et indirects à travers la possibilité future de mettre à profit les nouvelles compétences acquises. Les individus tirent donc de l'accès au marché du travail le moyen de sécuriser, voire d'améliorer leurs conditions de vie. La plupart des accès sont corrélés, de sorte que certains individus ont un large accès à de nombreux biens et services alors qu'au contraire, d'autres ont un accès restreint à la plupart de ces biens et services. La notion de capacité comprend aussi une dimension psychologique, celle de la frustration face à un sentiment d'injustice que les individus éprouvent lorsqu'ils ont pleinement conscience des inégalités en termes d'accès. Cette notion de capacité a eu un impact décisif sur les programmes de lutte contre la pauvreté. Les objectifs des projets de développement ne sont alors plus inféodés aux objectifs de croissance mais sont destinés à offrir aux individus la possibilité de réaliser les opportunités qui leur permettraient de vivre les

² Certains auteurs considèrent d'autres formes de capital, tel que le capital politique.

vies qu'ils souhaitent et de faire en sorte qu'ils soient les acteurs de leur vie (Deneulin et Shahani 2009).

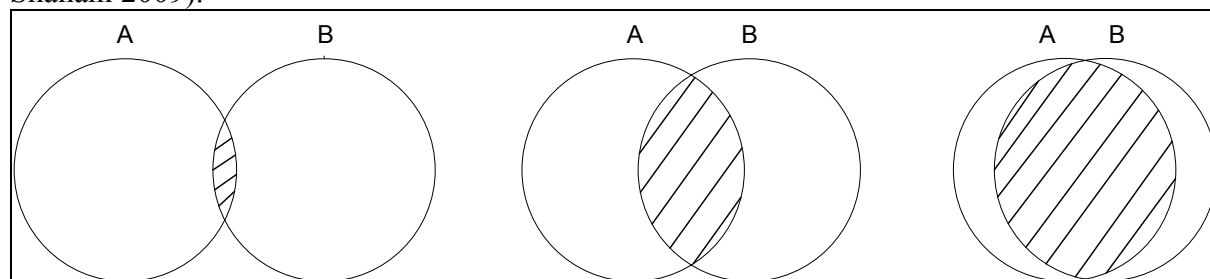


Figure 8-2 - Différences de capacité (A: ce qui est désiré, B: ce qui est possible)

La définition de Chambers et Conway fait implicitement référence à la résilience sociale (...cope with and recover from stress and shocks...), ce qui suppose qu'un *livelihood* durable s'appuie nécessairement sur un milieu naturel résilient en raison des liens supposés entre résilience sociale et résilience écologique (Adger 2000). La raison pour laquelle le concept de *livelihoods* est adopté par de nombreux instituts de développement, en particulier anglo-saxons (Department for International Development ou DFID ; Overseas Development Institute, ou ODI ; Institute of Development Studies, ou IDS) est son caractère opérationnel³. De manière générale, il améliore la compréhension de la pauvreté (Campbell *et al.* 2006) dans la mesure où celle-ci peut être comprise comme la conséquence d'un enchaînement complexe de nombreux facteurs, ces derniers étant alors pris en compte par les méthodologies d'enquête qui se sont élaborées autour du concept (Curran et Cruz 2002).

Le fait de l'avoir adopté dans la présente étude se justifie à la fois par ses qualités d'exploration, de production et d'analyse des données dans un contexte complexe. Il présente toutefois aussi des limites qui sont liées aux échelles de temps et d'espace. La seule échelle des individus ou des foyers n'est pas, en effet, toujours la plus adaptée à toutes les problématiques. Bien souvent, il est en effet nécessaire d'inscrire l'analyse dans des échelles plus vastes, à la fois pour comprendre quelles contraintes globales pèsent sur les individus mais aussi pour pouvoir apprécier le résultat des décisions individuelles à plus petite échelle. Cahn (2002) relève deux autres limites : l'absence de hiérarchisation des facteurs par ordre d'importance pour comprendre et remédier à la pauvreté, et le risque qu'une trop forte codification méthodologique fasse de cette approche scientifique une recette du développement. Sous réserve d'adaptations mineures, le cadre reste cependant applicable à l'analyse d'unités de niveaux supérieurs tels que les territoires.

8.1.2 Le cadre d'analyse

Le cadre d'analyse a été élaboré à partir de plusieurs notions-clefs rattachées au concept (Figure 8-3). Plusieurs de ces notions-clefs ont été détaillées.

³ Il a, par exemple, été utilisé pour évaluer les impacts d'un projet de création de parc national en Afrique de l'Ouest (Ashley et Hussain 2000).

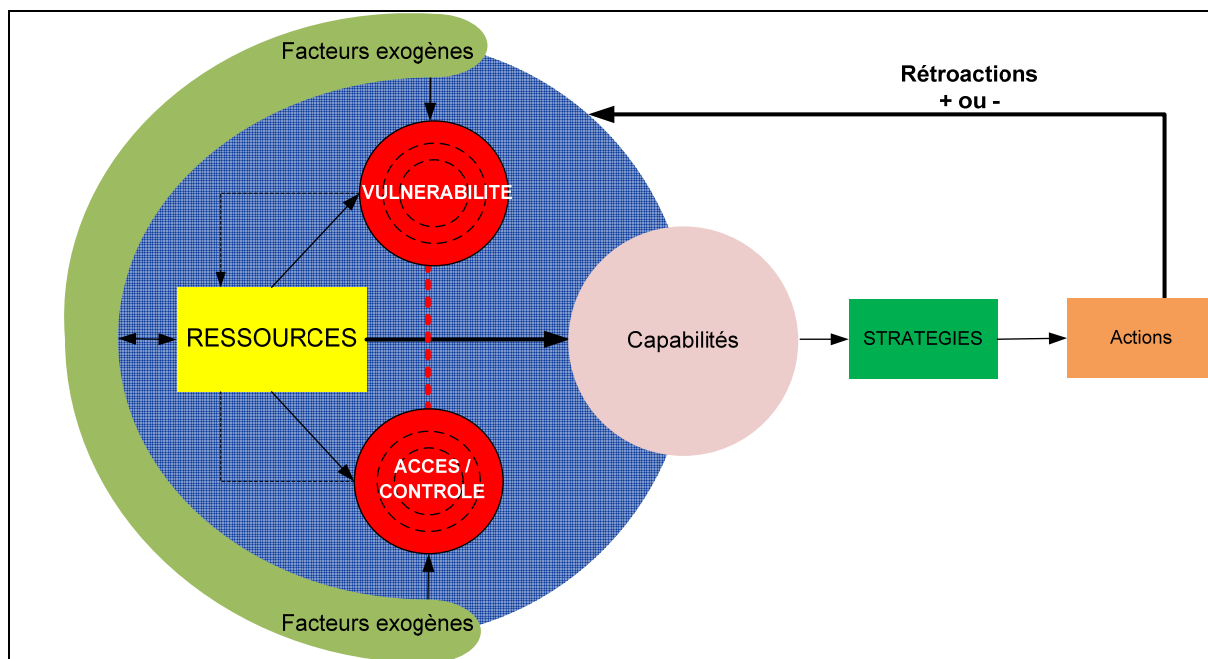


Figure 8-3 - Le cadre opérationnel des *livelihoods* (modifié d'après Chambers et Conway, 1991)

8.1.2.1 Les ressources ou capitaux

Les ressources permettent aux individus de dresser une liste d'alternatives, des stratégies possibles pour répondre à leurs objectifs, et d'évaluer leur vulnérabilité (Ellis 2000). Les ressources déterminent donc fortement les dynamiques sociales. Elles se déclinent en cinq catégories : naturelles, humaines, physiques, financières, sociales. L'analyse des ressources revient à identifier ce qu'ont et ce que n'ont pas les individus ou les foyers, et ceci correspond à une approche nouvelle (Cahn 2002). Les qualifier de ressource ou capital rappelle qu'elles sont à la fois le résultat d'une production et qu'elles sont également les sources d'une production.

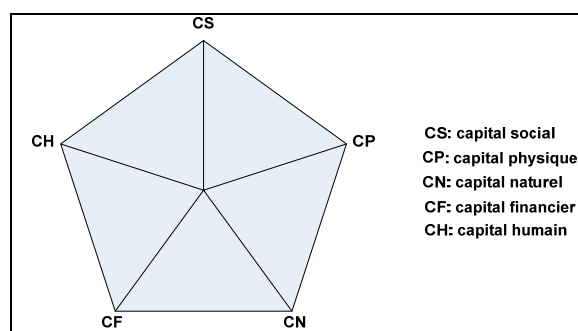


Figure 8-4 – Les cinq formes de ressources

8.1.2.1.1 Le capital naturel

Le capital naturel comprend les ressources naturelles auxquelles ont accès les individus. Celles-ci peuvent être sous régime de propriété privée ou collective. Dans les deux cas, des règles formelles ou informelles sont élaborées afin de réguler leur accès et leur usage. Les modalités d'accès à la terre, les usages et la productivité constituent les axes principaux d'analyse. Les ressources en libre accès ont par exemple un rôle central dans le maintien des populations les plus pauvres et les plus vulnérables (Luttrell 2006), d'où l'intérêt d'en maintenir à la fois l'accès et la qualité.

8.1.2.1.2 Le capital physique

Le capital physique englobe tous les biens qui permettent d'obtenir des gains, de quelques natures qu'ils soient. Il s'agit concrètement d'équipements, d'outils, d'instruments, d'infrastructures. Ces biens peuvent être possédés, empruntés, échangés, loués par les individus. La disponibilité et l'accessibilité de ces biens constituent les deux principaux paramètres à analyser. Auparavant, la disponibilité constituait le principal facteur discriminant entre deux populations, et reflétait les écarts techniques et technologiques. L'accessibilité constitue aujourd'hui un bien plus grand facteur discriminant et différenciateur qu'autrefois. L'analyse de cette ressource comporte un volet sur les biens possédés, leur usage, leur productivité, mais aussi sur leur disponibilité et leur accessibilité. Une distinction a été établie aussi entre les biens publics et les biens privés. Les biens productifs comprennent aussi les biens publics, détenus collectivement, tels que les infrastructures de transport ou de communication. La qualité de ces infrastructures engendre des retours économiques plus ou moins élevés. On distingue également les objets utilitaires destinés à produire des biens de base et des objets de luxe, symboliques et non indispensables. Les deux permettent la création de capital, mais le font de manière différente. Les premiers de manière directe et les seconds de manière indirecte. Dans les deux cas, la possession d'un bien n'est pas une fin en soi mais s'explique par l'existence d'une stratégie. La possession d'objets de luxe suscite la convoitise et donne du pouvoir à leurs propriétaires. Pour susciter la convoitise, l'objet doit être difficile à obtenir, soit parce qu'il est rare, soit parce qu'il est cher, les deux étant souvent corrélés. Le pouvoir octroyé en conséquence aux propriétaires s'explique par la valeur sociétale élevée du bien. Les bénéfices tirés de ces biens, qu'ils soient utilitaires ou de luxe, peuvent être de nature différente et s'inscrire dans des pas de temps variés.

8.1.2.1.3 Le capital humain

L'OCDE (1998) définit le capital humain comme « *les connaissances, qualifications, compétences, et autres qualités possédées par un individu et intéressant l'activité économique* ». Les individus doivent donc acquérir des savoirs et savoir-faire qui satisfont les besoins du marché. Cette vision restrictive ne tient pas compte de l'importance intrinsèque pour les individus de posséder des savoirs et savoir-faire à but non utilitaire. La possession d'un capital humain permet de créer sa propre activité plutôt que de devoir s'y adapter. Il faut toutefois reconnaître que, pour ceux qui sont dans une logique de subsistance, le besoin premier est d'obtenir un emploi. On s'intéressera alors aux formes de capital humain recherchées et à la manière dont elles peuvent s'acquérir. À la différence des autres formes de capital, le capital humain est ce que chacun possède en lui, et qui ne peut être ni repris, ni emprunté mais qui peut par contre être échangé (Lin 2002). Avec la tertiarisation des économies, ce terme a progressivement remplacé le terme de force de travail. Le changement sémantique n'est pas anodin. Par l'expérience et par l'acquisition de nouvelles compétences, les individus ont la capacité d'accroître leur capital humain, et peuvent le faire valoir sur le marché du travail. Ainsi, à la différence d'une approche marxiste du marché de travail pour qui les travailleurs obtiennent de leur travail le strict nécessaire à leur subsistance, une approche plus moderne du marché du travail voit les travailleurs comme des capitalistes qui cherchent à investir en capital humain et pour du capital humain en vue d'améliorer leur situation économique et d'acquérir des objets de luxe (Lin 2002). Ceci met en porte à faux la vision marxiste des deux classes imperméables, les capitalistes et les prolétaires (Lin 2002). Le capital humain offre enfin aux individus qui en disposent la capacité de produire plus et plus efficacement, la possibilité de s'engager dans le monde et de donner du sens à leur existence, voire de changer le monde (Bebbington 1999).

8.1.2.1.4 Le capital social

La définition du capital social varie selon les auteurs. Les différences s'expliquent en partie par des questions d'échelles. Pour Bourdieu (1980), « *le capital social est l'ensemble des ressources actuelles et potentielles liées à la possession d'un réseau durable de relations institutionnalisées, d'interconnaissance et d'inter-reconnaissance ; ou en d'autres termes, à l'appartenance à un groupe, comme ensemble d'agents [...] unis par des liaisons permanentes et utiles. Ces liaisons sont irréductibles aux relations objectives de proximité dans l'espace physique (géographique) ou même dans l'espace économique et social parce qu'elles sont fondées sur des échanges inséparablement matériels et symboliques dont l'instauration et la perpétuation supposent la re-connaissance de cette proximité* ». Bourdieu reconnaît l'importance du groupe pour que les individus puissent réaliser leur objectif et aborde la façon dont ces groupes se construisent et se perpétuent. Pour lui, les groupes se construisent sur une proximité des membres, qui n'est pas réductible aux notions classiques de proximité géographique, sociale ou économique, mais qui sont en fait beaucoup plus complexes car basées en partie sur la symbolique. Cette définition est liée à l'idée de classe, et tout particulièrement à celle des élites qui utilisent la symbolique pour maintenir leur pouvoir. Elle permet d'insister sur les éléments fondateurs du groupe et sur ceux qui le maintiennent. Le capital social correspond ainsi aux ressources insérées dans les réseaux sociaux, accessibles et utilisables par les acteurs (Lin 2002) (Figure 8-5). Putnam a une définition plus quantitative du capital social. Pour lui, le capital social résulte du niveau de confiance entre les individus, confiance qui est elle-même liée à des normes, en particulier à la réciprocité, et à l'existence de réseaux civiques (Putnam 1993). Cet auteur envisage le capital social à l'échelle de la région et corrèle l'efficacité (ou niveau de vie) d'une région à son niveau de capital social⁴.

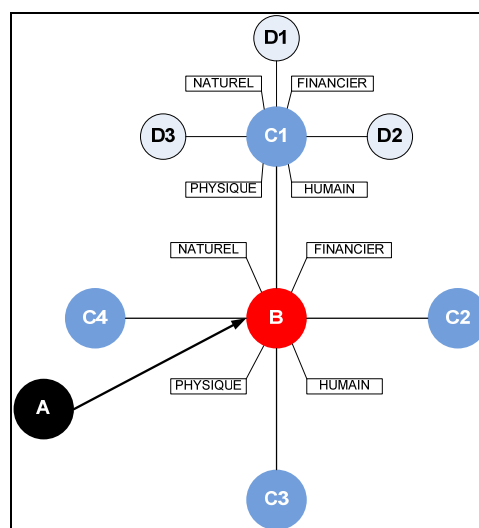


Figure 8-5 – Exemple de ressources accessibles à A du fait de l'acointance avec B (A-B : individus, Cn : individus appartenant au réseau social de B, Dn : individus appartenant au réseau social de C1)

Dans la perspective du capital social, les individus tirent leur richesse des ressources qui sont imbriquées dans leur réseau social. La principale caractéristique du capital social est qu'il n'appartient à personne et qu'il est relationnel (Narayan 2002). Il existe plusieurs stratégies, par ailleurs non exclusives, privilégiant soit un grand nombre d'individus aux ressources identiques ou proches, ou bien un nombre plus réduit d'individus mais ayant des ressources plus importantes ou différentes. Le premier comportement est dit homophile, le second hétérophile (Lin 2002). Les ressources n'étant pas en accès libre, les liens établis entre les

⁴ Putnam établit des comparaisons parmi des régions italiennes.

individus doivent faire l'objet d'un accord entre les deux parties, celui-ci pouvant être tacite lorsque les groupes sont très grands (groupes religieux, politiques, ethniques). Dans tous les cas, il doit y avoir un intérêt partagé. Ainsi, l'intérêt de l'hétérophilie consiste à disposer de ressources différentes des siennes, ouvrant un plus large champ de perspectives tandis que l'intérêt de l'homophilie est de sécuriser l'acquis. Cette sécurisation peut passer par une multiplication des liens⁵. Un autre avantage de l'homophilie est sa plus grande facilité de mise en place. Deux stratégies au moins peuvent être distinguées : l'une est conservatrice, l'autre accumulatrice. Dans le cadre des *livelihoods*, on s'intéressera aux stratégies développées par les acteurs, c'est-à-dire aux ressources sociales qu'ils recherchent, aux modes d'accès qui leur sont disponibles, aux règles et à la manière dont les liens sont entretenus. L'analyse du capital social exige aussi de changer d'échelle et de passer à celle du groupe. Ainsi, les règles se définissent à un niveau d'agrégation supérieur à celui de l'individu. La structure sociale et la place de l'individu dans celle-ci est donc essentielle à comprendre (Lin 2002).

8.1.2.1.5 Le capital financier

Le capital financier regroupe toutes les sources d'argent auxquelles un acteur a accès : revenus, dons, réserves financières, biens matériels (comportant une valeur vénale et une valeur d'hypothèque), cheptel, crédit. Ce capital permet de répondre aux besoins élémentaires et de réaliser des investissements productifs.

8.1.2.1.6 Les limites

À travers les définitions et les exemples abordés, les ressources apparaissent fortement interdépendantes et sont donc corrélées. Les ressources financières influencent, par exemple, le niveau de capital social. Le niveau d'une ressource dépend donc souvent du niveau d'une ou de plusieurs autres ressources. Cette interdépendance, parfois complexe, peut limiter la compréhension des causes et des conséquences des ressources et la portée de leur présence ou de leur absence. À cela s'ajoute la difficulté de toutes les mesurer, ne serait-ce que de manière relative. Cette difficulté de mesure entrave les comparaisons quantitatives précises.

8.1.2.2 La vulnérabilité

La vulnérabilité des *livelihoods* est liée aux facteurs exogènes qui produisent les aléas (naturels, sociaux, économiques) et aux ressources détenues par les individus ou les foyers (Figure 8-3). La vulnérabilité peut donc fluctuer en fonction de ces deux paramètres, aléas et ressources. Un haut niveau de vulnérabilité peut influencer, en retour, et de façon négative, le niveau de ressources. Des rétroactions existent entre ces différents éléments de sorte que les relations ne sont donc pas linéaires, ce qui laisse présager que le système de vulnérabilité est un système complexe. Le concept de vulnérabilité est employé dans plusieurs domaines, en particulier celui des risques naturels, en *political ecology* et pour étudier la résilience écologique (Eakin et Luers 2006). La vulnérabilité se réfère à l'état d'une entité et donc à ses propriétés. Une entité vulnérable subit des dégâts et des pertes et voit son fonctionnement modifié lors de son interaction avec un aléa. À l'inverse, une entité non vulnérable, par définition résiliente (Adger *et al.* 2005), ne connaîtra pas de pertes sur le plan qualitatif.

La vulnérabilité s'aborde en quatre étapes. La première consiste à identifier les aléas (de nature biophysique ou sociale). La seconde consiste à caractériser l'interaction entre l'aléa et l'entité. Cette caractérisation peut se faire à travers la description des dégâts occasionnés. Si

⁵ On pense en particulier au cas typique du clientélisme politique, qui consiste à sécuriser un maximum de votes à travers la distribution d'avantages spécifiques à d'autres individus. La stratégie consiste à s'assurer la fidélité ou bien d'un grand nombre d'individu aux ressources plus faibles, ou bien la fidélité d'individus aux ressources élevées qui disposent d'un pouvoir de persuasion sur un nombre important d'individus moins fortunés.

cette approche est adaptée à une étude *a posteriori*, en revanche, elle ne l'est pas pour une étude *a priori* où il faudra faire appel à la modélisation⁶. Dans un troisième temps, il s'agit d'analyser les raisons des dégâts. L'hypothèse est que la vulnérabilité découle de trois scénarios : (i) l'entité n'a pas connaissance de l'aléa, ou alors une connaissance imprécise ou biaisée et, à ce titre, est vulnérable sans en avoir clairement conscience ; (ii) l'entité a connaissance du risque, mais elle fait le choix de ne pas réduire sa vulnérabilité ou ne le fait que partiellement ; et (iii) l'entité a connaissance du risque mais elle n'a pas la capacité de réduire sa vulnérabilité, ou du moins pas totalement. Pour comprendre ces différences, la notion de coût/bénéfice sera introduite car celle-ci fournit un éclairage pertinent à de nombreuses situations. Enfin, dans un quatrième temps, après avoir identifié et caractérisé l'aléa, les dégâts et la vulnérabilité des entités, seront évoquées les actions visant à réduire la vulnérabilité, en particulier les actions qui ont, par le passé, permis de le faire.

8.1.2.3 L'accès et le contrôle des ressources

L'accès et le contrôle des ressources dépendent de facteurs exogènes ainsi que des ressources elles-mêmes. Les facteurs exogènes sont liés au champ politique, qui à travers ses rôles législatif et exécutif restreint et régule l'accès aux nombreuses ressources. Il apparaît ainsi important de considérer le régime en place et la politique en termes d'accès. L'histoire et la culture jouent aussi naturellement un rôle important. Avec la libéralisation de l'économie, le marché apparaît comme un acteur majeur en régulant l'accès par les prix. Parmi les ressources propres, le capital financier joue un rôle premier.

Les conditions d'accès aux ressources sont en changement constant. Les communautés littorales connaissent des accès de plus en plus restreints aux ressources naturelles qui constituent la base de leur mode de vie (Campbell *et al.* 2006). La Figure 8-6 présente quelques unes des ressources nécessaires à la sécurisation et à l'amélioration des *livelihoods*. Cette schématisation permet de révéler la présence ou l'absence de politiques favorisant l'ascension sociale (Scoones 1998). Le contrôle fait référence (i) à l'identité des personnes ou des groupes qui contrôlent l'accès à une ressource, révélant d'éventuels cas de monopole ou d'oligopole et (ii) à la capacité des individus de contrôler les ressources détenues et produites, gage de liberté. La question centrale de l'accès sera abordée sous ses différents aspects : sous celui de la compétition, pouvant engendrer des conflits d'usage, et sous celui de la coopération, visant à augmenter ou sécuriser un accès de façon collective (Bebbington 1999).

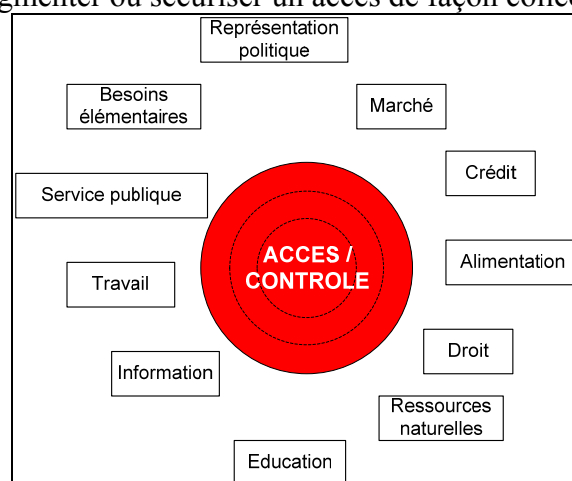


Figure 8-6 - Ressources sujettes à un accès/contrôle de la part des individus (les traits tiretés représentent la variation possible du niveau d'accès et de contrôle)

⁶ La description sert à faire état des dégâts passés qui, au regard de l'aléa, permettent d'évaluer la vulnérabilité réelle, éprouvée. La modélisation demeure quant à elle nécessaire du fait que les expériences ne sont que partielles et ne recouvrent par l'ensemble des scénarios possibles.

8.1.2.4 Stratégies et actions

En fonction de leurs ressources et de leurs capacités propres, les individus ou foyers élaborent des stratégies en vue d'abord d'assurer la survie des foyers (Ellis 2000). Autrement dit, le but premier des actions est de sécuriser puis de renforcer les ressources propres. Les activités économiques constituent les actions les plus couramment réalisées par les individus⁷. On constate sur la Figure 8-7 qu'un individu peut avoir, au même moment, une ou plusieurs stratégies résultant de plusieurs actions. La diversification des activités en est un exemple concret (Hossain *et al.* 2006). Lors d'une modification de l'environnement qui se traduit par une réduction des ressources par exemple, la meilleure stratégie consiste à s'adapter en migrant par exemple (Curran et Cruz 2002).

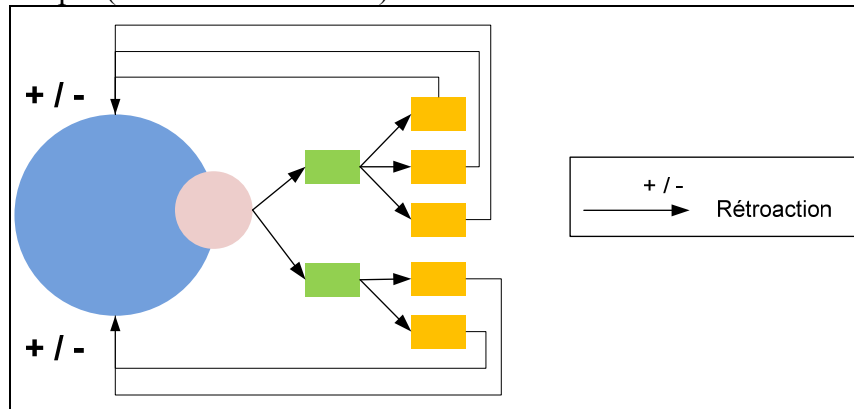


Figure 8-7 - Impacts des stratégies sur les ressources propres (les codes couleurs sont repris de la Figure 8-3)

En raison des dépendances entre les individus et entre leurs activités (par le biais des externalités), les conséquences des actions entreprises ne se limitent pas aux ressources propres des individus ayant élaboré la stratégie mais se diffusent aux membres de la communauté. On pourra parler d'externalité négative lorsque les conséquences d'une action, bénéfiques pour celui qui en est l'instigateur, réduisent les ressources d'autrui (Figure 8-8).

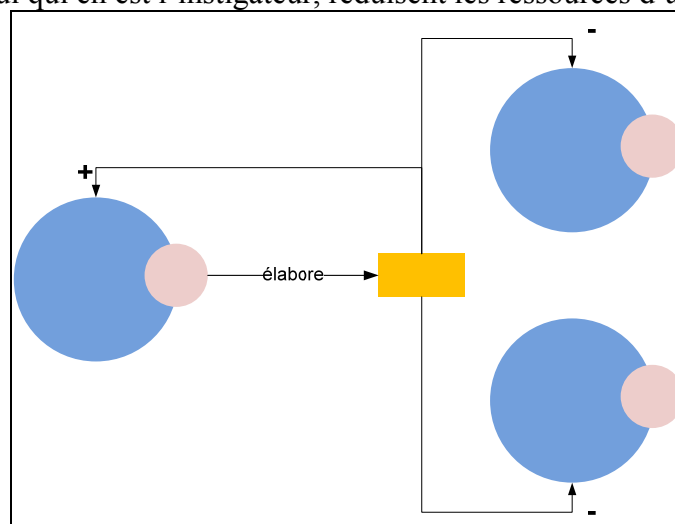


Figure 8-8 - Diffusion des impacts des stratégies/actions sur les ressources d'autrui (les codes couleurs sont repris de la Figure 8-3)

⁷ La guerre a pu représenter, à un certain moment, une stratégie particulière d'accumulation des ressources pour des individus ou pour des groupes.

Ces exemples simples rappellent que pour pouvoir qualifier un *livelihood* de durable, il convient de regarder le système à plusieurs niveaux d'agrégation. Des stratégies plus complexes peuvent aussi prendre en considération ces liens horizontaux. La participation à des travaux collectifs, par exemple, peut avoir pour conséquence directe le renforcement des ressources d'autrui puis, de manière indirecte, celles du participant aux travaux collectifs. Les stratégies efficaces ne sont donc pas forcément individualistes. Le renforcement du capital social peut ainsi consister à réaliser une action bénéfique à autrui dans un premier temps.

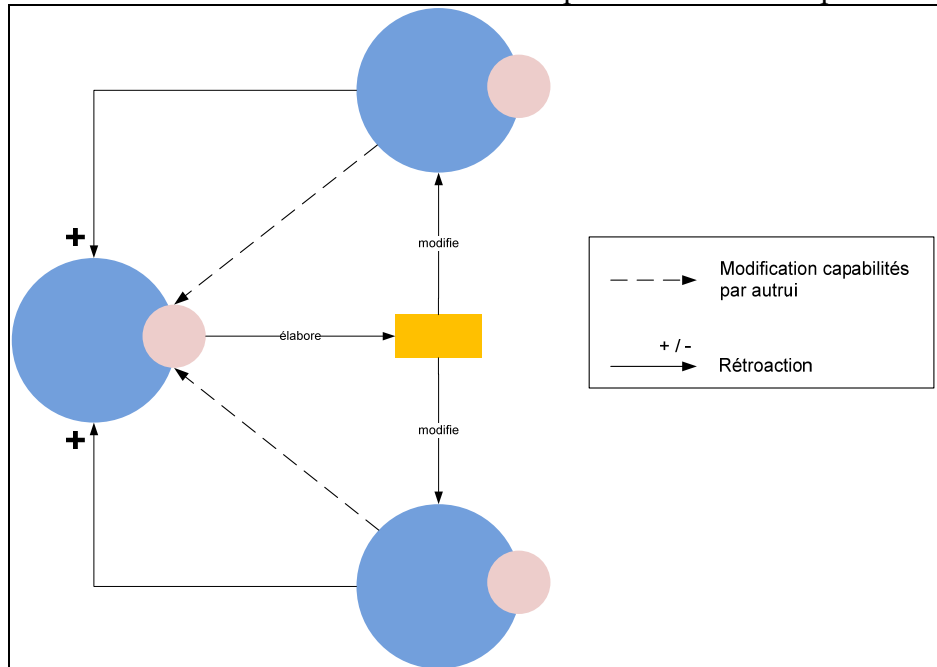


Figure 8-9 - Exemple de stratégie collective qui vise dans un premier temps le bénéfice d'autrui

Enfin, les *livelihoods* sont aussi liés dans le temps du fait d'une inertie des impacts suite à un changement d'état du système (par exemple, rémanence d'un produit phytosanitaire, extraction de ressources non renouvelables).

8.1.2.5 Aquaculture et *livelihood*

Le cadre des *livelihoods* n'est inféodé ni à un milieu ni à une activité en particulier. On peut toutefois s'interroger sur la manière dont le cadre a été utilisé lorsque l'analyse portait sur des territoires aquacoles. En effet, l'aquaculture est souvent citée comme un outil du développement contribuant à réduire la pauvreté dans les zones rurales grâce aux revenus et aux emplois générés ainsi que par la source d'alimentation qu'elle produit (Edwards 2000, De Silva et Davy 2010). Son impact réel peut toutefois être discuté. Ainsi, d'un côté l'aquaculture supporte de nombreux *livelihoods*, mais, elle peut également en entraver d'autres par l'intermédiaire des externalités. La crevetticulture a ainsi largement contribué à la dégradation des ressources littorales qui supportaient les activités d'une population nombreuse, particulièrement en Asie (Barbier 2006). De plus, les populations pour lesquelles l'accès à ces ressources est primordial sont souvent les plus vulnérables et les plus pauvres (Luttrell 2006). En raison des maladies récurrentes et des risques inhérents à la production, en particulier crevetticole, les membres les plus aisés des communautés littorales sont aussi devenus vulnérables du fait des coûts importants et des besoins de crédits qui engendrent de forts endettements (Luttrell 2006, Hue et Scott 2008). Le cadre des *livelihoods* sert ainsi à évaluer plusieurs paramètres, dont celui la vulnérabilité ou de la capacité d'adaptation. Ce cadre est aussi fréquemment employé pour évaluer les projets ou les lois qui concernent le secteur aquacole (voir Frankenberger 2002, Hossain *et al.* 2006, Morales 2007) car il permet de

recentrer la problématique du développement sur le local. Selon Bush (*à paraître*), ceci est nécessaire après une période où l'orthodoxie dominante, basée sur une recherche de solutions communes à tous les contextes, a fini par imposer des règles passe-partout de développement et de gestion des ressources.

L'intérêt d'utiliser ce concept en géographie est de rajouter un niveau micro d'analyse qui peut aider à comprendre des phénomènes de niveaux supérieurs et qui permet de caractériser l'impact sur les individus d'un changement à un niveau supérieur. L'incorporation de la plus petite unité réflexive est donc importante pour comprendre tous les phénomènes à caractères sociaux.

8.2 Méthode

8.2.1 Catégorisation des acteurs dans le delta de la Pampanga

L'analyse des *livelihoods* s'inscrit à très grande échelle. L'inconvénient est l'absence d'exhaustivité en raison du temps nécessaire à l'acquisition des données. Bien que l'on reconnaisse le caractère particulier de chaque mode de vie et de chaque situation précaire, il a été nécessaire de généraliser en établissant des catégories. Les critères généralement retenus sont : le genre, la nature de la ressource exploitée, le niveau d'éducation, le lieu de vie, le niveau de richesse, parfois établi de manière participative⁸ (Hue et Scott 2008). La population étudiée a été restreinte à celle dont l'existence dépend de la ressource aquacole. Deux critères ont été retenus pour établir des catégories : le caractère formel ou informel de l'activité, et la relation vis à vis de la propriété de la ressource. La typologie des acteurs est la suivante : les gros exploitants, les petits et moyens exploitants, les *bantays*, les *mangangapas* et les *degaton*. Se baser sur ces deux seuls critères comporte toutefois le risque que les classes soient hétérogènes. C'est d'ailleurs la raison qui amène à traiter des différences non seulement entre les classes mais aussi à l'intérieur de chacune d'entre elles.

8.2.2 Méthodes d'enquête

La méthode s'articule autour de trois phases : exploratoire, intermédiaire et finale. Lors de la phase exploratoire, l'objectif est de mieux saisir la complexité du système étudié à partir des premiers contacts avec la réalité. La seconde phase a consisté à récolter des informations de première main puis de les confronter avec les cartes d'occupation du sol issues des traitements en télédétection afin d'enrichir la base de données relative au développement de l'aquaculture, aux pratiques agricoles/aquacoles, au fonctionnement du système aquacole, aux événements villageois majeurs, aux modes d'exploitation des ressources, aux risques naturels, et plus généralement à la gouvernance. L'un des intérêts de ce croisement de données a été d'exploiter des données acquises à des échelles variées. Les deux principaux avantages sont d'aider à expliquer les changements constatés par l'intermédiaire des savoirs et des perceptions locales, et de pouvoir identifier les domaines dans lesquels on souhaite obtenir de la part des acteurs des informations supplémentaires. La dernière phase a consisté à élaborer les entretiens semi-dirigés et les questionnaires et d'identifier les personnes les plus à même de fournir les informations requises.

⁸ L'avantage de la méthode participative est que ce sont les habitants qui définissent eux-mêmes les critères et les facteurs de richesse et de pauvreté, qui peuvent être de nature matérielle aussi bien symbolique.

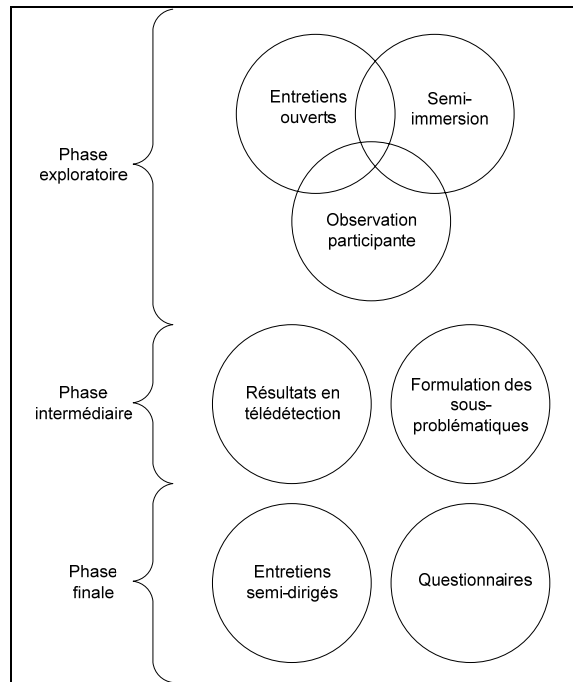


Figure 8-10 - Trame générale de l'utilisation chronologique des méthodes d'enquête

Les méthodes de récolte de données de première main qui ont été utilisées sont : les entretiens ouverts, l'observation participative, la semi-immersion, les entretiens semi-directifs et les questionnaires. Chronologiquement, la première méthode utilisée a été l'entretien ouvert, pratiqué en particulier dans les institutions. Que ce soit au niveau régional ou local, les membres des institutions comptent parmi ceux qui connaissent le mieux la réalité locale. Outre les informations obtenues, ces entretiens permettent d'établir une relation de confiance. Cette confiance permet de revenir ultérieurement sur le lieu s'il le faut et offre aussi la possibilité de rencontrer des membres du réseau social pour continuer le travail. Ces entretiens ouverts sont une méthode exploratoire car ils permettent d'initier de nouvelles rencontres plus ciblées. Les entretiens ont été réalisés aux échelles municipales et provinciales, dans différents départements (Pêche, Aménagement, Agriculture, Réforme Agraire, Trésor, Statistiques, Travaux Publics). Les premiers contacts avec le terrain ont été l'occasion de présenter la recherche en cours aux chefs de village et aux principaux dirigeants. À l'échelle du *barangay*⁹, c'est le *captain barangay*, généralement originaire du village, qui est la personne-clef car connaissant le territoire qu'il administre. Spontanément, les habitants nous inclinaient à aller vers lui. Cela reflète aussi l'importance, voire l'obligation morale de se présenter à l'autorité locale. L'accord du *captain barangay* pour mener des entretiens était ainsi un pré-requis officieux. En d'autres lieux, des personnages locaux, non élus mais respectés, ont joué un rôle de facilitateur qui s'explique par la reconnaissance des autres membres de la communauté. Lors des entretiens, conscient du biais que pouvait entraîner la présence de ces personnes ressources, nous avons cherché à établir une distance physique entre eux et la personne interrogée.

À l'échelle de la municipalité, la plus haute autorité est le *mayor* suivi du *vice-mayor* (lorsque le premier est absent, ce qui est un cas fréquent). Les connaissances que ces derniers ont du territoire diffèrent quelque peu des *captain barangays*. Bien que la plupart soient natifs d'un des *barangays* de la municipalité, ils ont généralement un niveau de vie plus élevé, ce qui a tendance à les éloigner de la réalité à l'intérieur de leur juridiction. En dépit de leur discours

⁹ Plus petite unité administrative philippine

politisé, emprunt de démagogie, il faut leur reconnaître la qualité de centraliser de nombreuses informations et d'avoir une vision globale de leur territoire.

L'observation participante a consisté à pratiquer certaines activités aux côtés des acteurs. Le premier bénéfice est de gagner la confiance des acteurs locaux. Le changement temporaire de position du chercheur par l'abandon de sa fonction initiale donne l'occasion aux deux parties d'être réunies dans un contexte différent. La mise en situation rend aussi compte des difficultés intrinsèques des tâches. Elle permet aussi d'identifier des spécificités (méthode de récolte, transport du produit) dont les acteurs ne nous auraient pas rendu compte car elles sont insignifiantes de leur point de vue. Les tâches auxquelles nous avons participé sont à la fois des tâches quotidiennes (transport de biens, achats, alimentation) et économiques (pêche, récolte).

La semi-immersion est étroitement liée à la précédente. Elle a consisté à effectuer des séjours de plusieurs jours à l'intérieur des *barangays* côtiers pendant lesquels nous avons associé entretiens ouverts et observation participante. Durant cette phase, les liens créés avec certains acteurs ont pu se renforcer.

Les entretiens semi-directifs impliquent de la part de l'enquêteur d'amener l'enquêté à discuter certains sujets tout en donnant l'impression à ce dernier d'une discussion ouverte. Cette liberté donne l'opportunité à l'enquêté d'amener la discussion vers des thèmes non prévus. C'est l'un des principaux intérêts de cette approche car cela permet de lier plusieurs objets et ainsi faire des rapprochements avec des éléments auxquels l'enquêteur n'avait pas pensé. Ces entretiens ont été réalisés soit en anglais, soit partiellement en *tagalog*, soit accompagné d'un interprète qui traduisait les questions et les réponses de l'anglais au *tagalog* et inversement. Par ces entretiens, nous avons cherché à obtenir des informations sur la perception du système en général par les personnes interrogées, ainsi que des informations à propos du domaine de leur service lorsque les personnes étaient des officiels (agriculture, aménagement, pêches, budget, industrie et services).

Les enquêtes par questionnaires ont été effectuées durant la dernière phase du fait des pré-requis sur la connaissance du terrain. Un questionnaire final d'une vingtaine de pages a été élaboré (cf. Annexe 8). Le questionnaire a ainsi été divisé en sept grandes parties : (i) caractéristiques du foyer et du chef de famille/foyer, (ii) les différentes formes de capital/ressource, (iii) les activités génératrices de revenus, (iv) les dépenses, (v) les activités directement/indirectement liées à l'aquaculture, (vi) les activités agricoles actuelles ou passées (en cas de conversion), et (vii) des informations diverses sur la vie quotidienne et sur les stratégies. Au total, 73 questionnaires ont été remplis, parfois à l'aide d'un interprète ou bien à l'aide de plusieurs étudiants philippins¹⁰.

8.3 Etude des *livelihoods*

8.3.1 Les *livelihoods* passés

L'identification des *livelihoods* du passé a servi de base à la réflexion sur les évolutions qui ont abouti à la situation actuelle. Certaines activités entretenant un lien avec les ressources

¹⁰ Cinq étudiants philippins géographes de l'University of the Philippines nous ont accompagnés durant une semaine pour remplir les questionnaires. Une des étudiantes, d'origine Kapampangan, a pu mettre à profit, lorsque la situation le nécessitait, sa pratique de la langue locale, le Kapampangan, auprès des acteurs maîtrisant peu ou pas le tagalog. Seuls les plus anciens ne parlent pas le *tagalog*. L'intérêt de travailler avec des étudiants en géographie a paru important afin que ceux-ci puissent utiliser leurs connaissances pour pouvoir rebondir sur certaines réponses. Le choix d'étudiants du supérieur se justifiait par une rigueur plus importante pour établir les relevés de note et pour la restitution. Nous sommes cependant conscients que les étudiants du supérieur jouissent, souvent à raison, de la réputation d'appartenir à la classe moyenne philippine. Les différences de classes ont ainsi pu induire des biais.

naturelles et qui ont occupées les habitants du delta et de ses marges depuis environ un siècle ont été regroupées dans le Figure 8-1. La diversité de ces activités s'est progressivement réduite. Cette diminution réduit les possibilités de diversification actuelle, pourtant nécessaire lorsque le système connaît des changements sociaux et biophysiques ou lorsque les contrats de travail ne sont pas sécurisés.

Domaine d'activités	Description
Agriculture	Présence de riziculture avant même l'arrivée des Espagnols dans la province. Aménagement agricole des bords du delta au début du 20 ^{ème} siècle Culture de canne sur les sols à texture plus grossière ; présence de distilleries. Métiers : exploitant, métayer, ouvrier agricole.
Aquaculture	Développement de l'aquaculture a engendré de nombreux métiers différents dans la filière.
Charbonnage	Charbon de bois à partir du bois de palétuvier (San Pascual – Hagonoy) ; pratique, aujourd'hui interdite.
Collecte de bois	Collecte du bois dans le delta puis vente sur les marchés alentours (Guagua, Minalin, Macabebe). Activité aujourd'hui réduite du fait du déclin des formations ligneuses.
Collecte <i>talangka</i>	Activité lucrative destinée à produire du <i>buro</i> et une pâte de crabe. Disparition de l'activité depuis le début des années 2000 du fait de la hausse de la salinité.
Extraction de tanins	Utilisation du tanin pour les filets de pêche.
Agroforesterie de <i>nipa</i>	Exploitation du <i>nipa</i> depuis le 19 ^{ème} siècle au moins. Fabrication de chaumes (<i>bubon</i>), de mobilier d'intérieur, de huttes, de vin et de vinaigre. La fabrication de vinaigre est la dernière activité industrielle à partir de <i>nipa</i> (en particulier à Hagonoy). La fabrication de vin et de chaumes continue d'exister, mais de façon artisanale. Métiers liés à la gestion et à la surveillance des exploitations et à la récolte.
Pêche	Grande diversité de pêches fluviales et maritimes, pratiquées depuis des siècles.
Saliculture	Activité qui s'est développée dans les années 1940 sous l'impulsion des propriétaires terriens qui engagèrent des pêcheurs afin de déforester les zones marécageuse et déposer une couche d'argile. De gros investisseurs furent d'abord attirés par le business, tel que l'investisseur <i>kapampangan</i> Roman Santos, qui a investi beaucoup d'argent et qui a confié aux pêcheurs la mission de construire des étangs aquacoles qui deviendraient des marais salants durant l'été. La signature du GATT en 1994 a précipité la chute de l'activité par la mise en concurrence du sel produit localement avec le sel produit en Inde ou au Moyen-Orient après que l'activité ait atteint son apogée dans les années 1980. Le prix a été divisé par 2 puis par 3 (Castañeda 2003).
Vente	Tradition de ventes ambulantes de produits divers par les femmes.

Tableau 8-1 - Activités pratiquées dans le delta à partir des ressources locales, certaines ayant périçités

8.3.2 Les *livelihoods* actuels

L'analyse concerne ici les *livelihoods* aquacoles tels qu'ils sont en ce début du 21^{ème} siècle. L'objectif est de relever leurs caractéristiques et de faire le lien avec les causes qui les ont engendrés ou qui ont favorisé leur essor au détriment d'autres activités.

8.3.2.1 Les gros exploitants

La catégorie des gros exploitants comprend des propriétaires et des fermiers qui exploitent plus de 50 ha. Les informations concernant ces propriétaires ont été obtenues de manière indirecte car les exploitants ne vivent pas souvent à proximité de l'exploitation. En conséquence, il n'a pas été possible de connaître précisément les ressources possédées et leurs différentes activités. L'analyse s'est alors focalisée sur les systèmes de culture qui permettent d'estimer la vulnérabilité de l'exploitation et d'identifier les contraintes de production. Les ressources mobilisées pour mener à bien la production ont d'abord été identifiées, ce qui a permis, par la suite, d'estimer la vulnérabilité des systèmes de production et qui revêt un

intérêt à la fois pour les exploitants mais aussi pour l'ensemble des acteurs qui dépendent des ressources aquacoles.

8.3.2.1.1 Des ressources supérieures à la moyenne

Les gros exploitants possèdent des ressources en qualité et en quantité plus importantes que la moyenne. L'objectif est de savoir quelles sont ces ressources, connaître la manière dont ils les ont acquises, et ce qu'ils en font. Les gros exploitants sont ceux qui disposent des plus grandes superficies de production et donc le plus grand capital naturel, qu'il soit possédé ou loué. La Figure 8-11 aide à comprendre grâce à quelles ressources le capital naturel a été acquis et quelles ressources il permet d'acquérir en retour. On constate ainsi que le capital naturel s'acquiert de diverses manières, grâce au capital financier (éventuellement accumulé dans une autre activité), ou grâce au capital social (par héritage et par parenté, par la confiance tissée avec un propriétaire d'étangs qui donne accès à la location, ou avec un créancier).

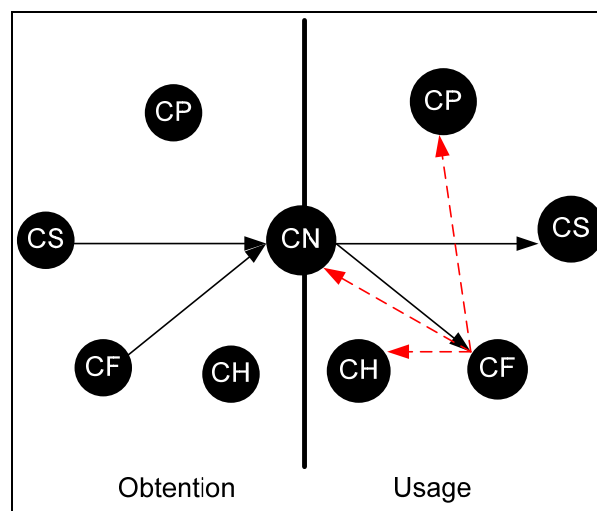


Figure 8-11 - Ressources mobilisées pour l'obtention du capital naturel chez les propriétaires et ressources rendues accessibles en conséquence. (CN : capital naturel, CS : capital social, CF : capital financier, CP : capital physique, et CH : capital humain)

La possession de ces terres octroie plusieurs bénéfices aux détenteurs en liaison avec leurs valeurs financières et symboliques, tel que l'accès au crédit, un réseau social dense (dans le cas où l'individu choisit de répondre favorablement aux demandes : parrainage, sponsoring prêt, emploi...), ce qui permet le gain d'autres formes de ressources parmi lesquelles du capital naturel. Il y a donc un processus d'accumulation progressive.

En ce qui concerne le capital physique, les biens utilitaires regroupent les biens nécessaires au processus de production : barque (transport et déplacement), filets, glacières, entrepôts, téléphone, *consignacion*. Ils peuvent être prêtés, vendus ou échangés. L'échange, outre sa fonction économique, permet de renforcer des liens mutuels dans le cadre d'une transaction non marchande. La possession d'une *consignacion* assure à l'exploitant un supplément de revenus, en s'exonérant du paiement de la commission, et par les profits tirés de la *consignacion*. La *consignacion* est aussi utilisée pour tisser des liens avec d'autres acteurs, économiques ou politiques. À moyen ou long terme, ceci constitue une stratégie de sécurisation de l'activité. C'est un exemple concret où la réalisation d'un objectif individuel passe par des stratégies collectives d'aide et de soutien.

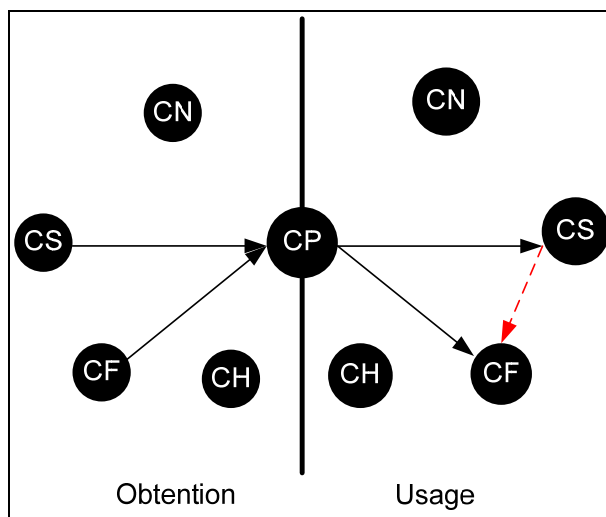


Figure 8-12 - Ressources mobilisées pour l'obtention du capital physique chez les propriétaires et ressources rendues accessibles en conséquence

Les biens luxueux, de confort, n'ont pas comme objectif la capitalisation à court terme. Dans les *barangays* côtiers, le paysage est marqué par la présence de grandes villas qui côtoient des habitations modestes. Elles sont la propriété de riches philippins, soit des migrants, soit des exploitants aquacoles. Le fort contraste entre ces villas et les autres habitations donne aux premières un certain pouvoir symbolique au bâtiment et à son propriétaire¹¹. De même, lorsque des fêtes (religieuse ou privée) sont organisées dans la villa, le nombre d'invités est très important. Ainsi, le bien est utilisé dans des stratégies d'accumulation de capital social et la dépense nécessaire à son acquisition prend la forme d'un investissement, selon la perspective adoptée. Ceci explique pourquoi on trouve des villas dans des zones inondables. Un certain nombre de gros exploitants ne se distinguent pas par un capital humain supérieur au reste de la population, certains étant même analphabètes. En termes de savoirs aquacoles spécifiques à l'aquaculture, le niveau de connaissances de cette catégorie n'est pas spécialement élevé. Certaines aptitudes telles que le *leadership*, l'esprit d'innovation ou l'assimilation des normes institutionnelles et subjectives comptent parmi les facteurs qui ont aidé ces individus à accéder au rang de gros propriétaires. Le premier impact recherché est l'accumulation de capital social qui, par la suite, permet d'accumuler du capital financier¹².

¹¹ On peut faire le parallèle avec les églises qui, fréquemment, dominent les autres bâtiments alentour renforçant leur caractère de puissance.

¹² On se réfère ici implicitement aux *success-stories* des années 1980 et 1990 (cf. chapitre 7 - Système Aquacole)

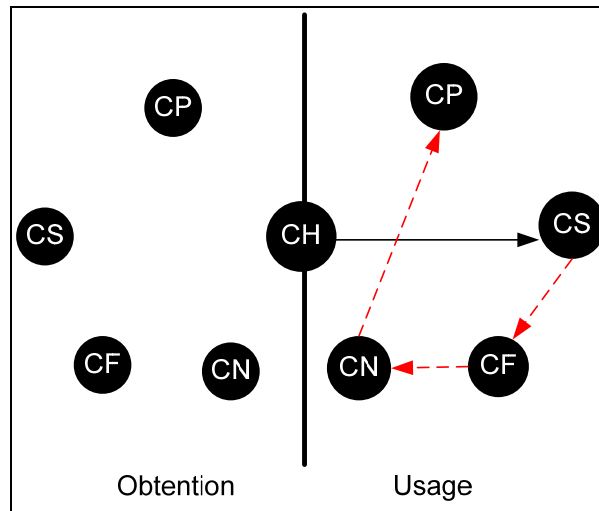


Figure 8-13 - Ressources mobilisées pour l'obtention du capital humain chez les propriétaires et ressources accessibles en conséquence

En raison de leur position centrale dans le système aquacole, les exploitants possèdent un large réseau et un capital social élevé. Certains des liens de ces réseaux sont hétérophiles, c'est-à-dire qu'ils concernent des acteurs ayant des ressources différentes des leurs : hommes politiques, officiels, industriels, techniciens, mais aussi ouvriers. Leur position sociale privilégiée leur permet de disposer d'une information plus rapide et plus complète sur le fonctionnement du marché, et sur l'évolution du prix des intrants. Ces deux éléments, taille du réseau et place dans la structure sociale, en font des acteurs centraux de la vie locale et rend leur soutien politique essentiel. En retour, le système leur offre une certaine sécurité fiscale et légale.

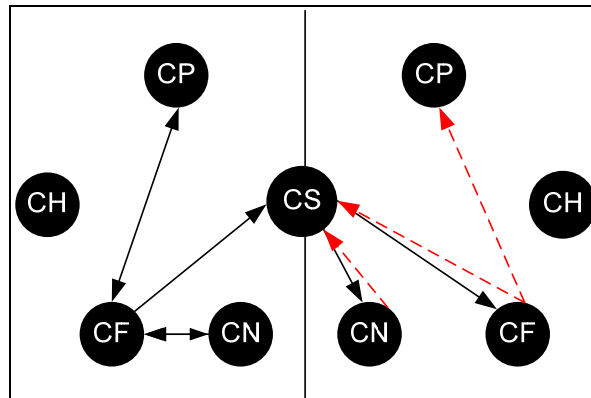


Figure 8-14 - Ressources mobilisées pour l'obtention de capital social chez les propriétaires et ressources rendues accessibles en conséquence

8.3.2.1.2 La vulnérabilité des systèmes de culture

a) Identification des aléas

Les aléas ont été identifiés grâce aux entretiens. Ils ont d'abord été regroupés par catégorie (Tableau 8-2). On a ensuite identifié les impacts majeurs apparus au moment de leur interaction avec les systèmes de cultures (Tableau 8-3).

Nature de l'aléa	Aléa
Environnemental	Lahars Cyclones Mousson
Production	Maladies
Sociopolitique/ Pauvreté	Glanage
Économique	Marché

Tableau 8-2 - Aléas des systèmes de production aquacole

Dans le Tableau 8-2, le glanage a été qualifié d'aléa car il exerce un impact sur le système aquacole, à la fois positif (nettoyage de l'étang) et négatif (perte d'une partie du stock) selon son intensité et selon l'attribut des exploitants. Il est la conséquence directe de la pauvreté d'une partie de la population qui trouve ses racines dans les inégalités foncières, la politique économique, la gouvernance et qui est renforcé par les politiques en matière d'aménagement de l'espace. Le développement de l'aquaculture a participé à l'accroissement du phénomène à travers la privatisation, l'accaparement ou la dégradation, voire la destruction des ressources foncières, halieutiques, forestières par un groupe restreint d'individus. S'il faut souligner les carences politiques qui empêchent une lutte efficace contre la pauvreté (corruption, clientélisme, politique économique), relevons que les réformes agraires successives avaient pour objectif de lutter contre la pauvreté et les inégalités à travers la redistribution des terres aux métayers. Les aléas géophysiques et climatiques impliquent des degrés variés de vulnérabilité suivant leur fréquence, leur intensité et leur régularité. La fréquence est importante par plusieurs aspects : elle conditionne la mémoire du risque car il est plus pertinent de se protéger contre des événements fréquents. L'intensité permet de distinguer les aléas en plusieurs niveaux selon le degré de sollicitation exercé, depuis des événements peu intenses tels que la dérive littorale jusqu'à des événements paroxystique comme des coulées pyroclastiques issues du Pinatubo. Enfin, la régularité des aléas joue aussi un rôle important. Là encore un aléa ayant une période de retour régulière est mieux anticipé qu'un aléa qui présente une fréquence erratique. Ce caractère, qui se réfère à l'incertitude, est probablement celui qui contraint le plus les actions humaines.

b) Les dégâts occasionnés

Un système de production vulnérable est un système qui, à la suite d'une interaction avec un aléa, voit sa fonction de production perturbée. C'est donc à travers les dégâts expérimentés par le passé que l'on peut savoir si un système est vulnérable (Tableau 8-3).

Aléa	Impacts / Dégâts
Lahars	Enfouissement des étangs, changement de la salinité, baisse de la qualité des eaux, augmentation du niveau de base, baisse de la qualité agronomique des sols, surcoûts.
Crues, surcotes, précipitations, cyclone	Perte des stocks par débordement, endommagements des digues par érosion, déstratification des eaux, brusques changements de salinité.
Maladies	Chute des rendements.
Glanage	Perte des stocks par vols et par obligation de laisser une partie en libre accès ; réduction de la rentabilité par la variation des prix ; variation de la salinité ; baisse de productivité due à une dégradation des eaux ou en conséquence des maladies.
Marché	Volatilité des prix, augmentation des coûts de production, réduction de la rentabilité.

Tableau 8-3 - Dégâts occasionnés par les aléas sur les systèmes de production aquacole

c) La vulnérabilité

L'objectif d'un système biologique est de réduire sa propre vulnérabilité. Pour ce faire, il peut tenter soit de réduire ou contrôler l'aléa, soit de réduire les dégâts. Les récentes actions entreprises pour réduire l'impact des aléas tels que les *lahars* ou les crues ont eu pour objectifs de les contrôler, par exemple grâce à des endiguements. Dans le cas des *lahars*, cela permet de réduire l'extension spatiale du risque à une zone circonscrite, condamnée à court ou moyen termes (*sand pocket* de Guagua-Bacolor). L'objectif est le même dans le cas des crues, à la différence que la zone qui concentre le risque peut être utilisée en dehors des périodes de risques. L'efficacité de cette approche centrée sur l'aléa suppose une connaissance et une compréhension globale de l'aléa (causes et effets, intensité/régularité/fréquence) et une connaissance exacte de la calibration requise par les ouvrages d'ingénieur. L'ampleur de la tâche exige que les décisions et les actions soient entreprises à un niveau collectif voire au niveau étatique. Ces solutions n'ont pas eu les effets escomptés car la compréhension des phénomènes est partielle. En effet, malgré le réseau de digues censé contenir les crues, celles-ci continuent d'affecter de manière saisonnière la production aquacole. L'origine du problème semble l'omission consciente de certaines causes aggravantes des aléas, telles que la subsidence dans le cas des inondations (cf. chapitre 6). Un contrôle total de l'aléa semble donc illusoire pour des raisons techniques et politiques. Le glanage, quant à lui, n'a pas fait l'objet de tentatives de contrôle ou de réduction parce qu'il n'est pas perçu comme un aléa par la plupart des exploitants et parce que sa réduction suppose de lutter contre la pauvreté.

La réduction de la vulnérabilité peut aussi consister à réduire des dégâts en améliorant la protection des individus et des infrastructures. Les facteurs en jeu sont politiques (liberté d'agir), économiques (coûts-bénéfices, capital financier) et cognitifs (représentation du risque). Les aléas volcaniques permettent d'illustrer le propos. Dans le cas d'une éruption, l'incertitude à moyen ou long terme est totale et l'intensité est telle que la plupart des infrastructures ne peuvent résister. Si les étangs aquacoles n'ont pas été affectés par les coulées pyroclastiques du Pinatubo, ils l'ont été par l'un de leurs sous-produits : les *lahars*. Empêcher les dégâts associés aux *lahars* n'aurait été possible qu'à travers des actions collectives, et dans le cas où les enjeux exposés auraient été nombreux.

Face à cet aléa volcanique, les exploitants aquacoles sont vulnérables :

- Car ils ignorent que leur exploitation est exposée, du fait d'une mémoire collective défaillante, du manque d'informations scientifiques précises et/ou en raison des problèmes de diffusion de cette information ;
- Car le coût des mesures à effectuer dépasse les bénéfices escomptés ;
- Car ils n'ont pas les ressources nécessaires pour effectuer les actions visant à réduire leur vulnérabilité, malgré une volonté de les entreprendre.

En cas d'aléa extrême, la résilience d'un système suppose une vulnérabilité nulle ou marginale. En raison des coûts élevés nécessaires pour réduire la vulnérabilité, l'immense majorité des systèmes, dans des pays du Sud ou dans les pays développés, sont vulnérables à des degrés différents. Ainsi, comme ce fut le cas au moment de l'éruption du Pinatubo et plus encore au moment du déclenchement des *lahars*, le coût de la réduction de la vulnérabilité au niveau individuel dépasse largement les bénéfices. En effet, à l'échelle de l'exploitation, les coûts sont bien supérieurs aux capacités financières des exploitants. En cas de délimitation des zones à risques, une solution consisterait alors à se déplacer en zone non exposée. Il serait aussi possible de réduire les biens exposés, c'est-à-dire d'arrêter temporairement la production. Les exploitants ne peuvent toutefois pas se permettre d'arrêter la production durant une trop longue période au risque de voir leur fond de roulement s'épuiser. Face à un tel aléa, les pertes sont donc inévitables. Une fois ce constat fait, la meilleure stratégie est de mettre en œuvre des politiques de soutien pour le redémarrage du secteur aquacole.

Les aléas liés aux précipitations cycloniques ou de mousson laissent leur empreinte avec des intensités variées mais selon une fréquence annuelle. Les événements d'intensité extrême surgissent lorsque plusieurs cyclones passent les uns après les autres. Un tel enchaînement ne peut pas se prévoir longtemps à l'avance. Ainsi, malgré les bulletins réguliers de PAGASA, l'incertitude quant à la date exacte d'occurrence d'un événement provoque un état de vulnérabilité généralisé.

d) Des stratégies de réduction du risque

Au niveau individuel, les pratiques de réduction de la vulnérabilité sont (i) la réduction des enjeux, c'est-à-dire un arrêt de la production ou une baisse des investissements, qui indique aussi une connaissance du milieu et/ou une aversion au risque ; (ii) une baisse du niveau de l'eau à l'intérieur de l'étang afin de limiter le risque de débordement ; (iii) des changements d'eau fréquents pour éviter une stratification des eaux et donc une déstratification lors d'épisodes pluvieux¹³ ; (iv) la mise en place de filets sur les digues pour éviter que les débordements ne s'accompagnent de la perte d'une partie du stock ; (v) le réhaussement des digues ; (vi) la consolidation des digues (ajout de bambous et de roches) sur la paroi ; (vii) la protection des stocks une fois que ces derniers ont atteint une taille commerciale ; (viii) le maintien de bonnes relations sociales avec le reste des acteurs locaux ; et enfin (ix) un changement des sites de production. Certaines de ces stratégies impliquent de comprendre les processus physico-chimiques associés aux aléas. Dans le cas, par exemple, des changements d'eau destinés à limiter la stratification des eaux, seul un nombre restreint de producteurs a adopté cette stratégie. En effet, la plupart des acteurs n'ont pas connaissance des impacts que provoquent les pluies sur le niveau d'oxygène dissous à l'intérieur de l'étang et ne peuvent donc pas prendre les mesures préventives qui conviennent. La réduction rapide de l'oxygène dissous dans l'étang en cas d'épisodes pluvieux est la conséquence de certaines pratiques qui ne prennent pas en compte l'accumulation de matière organique sur le fond, incidence qui ajoute une contrainte supplémentaire sur l'étang. Les stratégies mises en place ont un coût, le facteur financier s'ajoute donc aux autres facteurs limitant.

Les stratégies de réduction du risque de glanage sont variées. Une première catégorie d'exploitants préfère investir dans des moyens de contrôle (protection par l'armée, accroissement du nombre de *bantays*) pour sécuriser l'ensemble de la récolte, tandis qu'une seconde catégorie accepte de perdre une partie de la récolte en considérant les avantages que le glanage procure à la communauté et à la paix sociale. Le renforcement et l'extension du réseau social est une stratégie adoptée par les membres de la seconde catégorie, qui leur sert à sécuriser leur activité sur le moyen et long terme grâce à la distribution d'une partie des ressources produites.

8.3.2.2 Les petits et moyens exploitants

8.3.2.2.1 Localisation des exploitations

Cette catégorie d'exploitants compte dans ses rangs les métayers devenus propriétaires grâce aux réformes agraires de 1972 et 1988. La plupart sont localisés dans le nord de Masantol et de Macabebe, et à Minalin. Sur le plan spatial, leurs exploitations se distinguent facilement par des superficies plus petites. Le Tableau 8-4 synthétise quelques données relatives à ces réformes afin de montrer l'impact de ces réformes sur le finage agricole. Au total, près de

¹³ Lors de périodes chaudes, correspondant en général à toutes les périodes de l'année en zone tropicale, les plans d'eau ont une propension à se stratifier. La cause tient au réchauffement de la partie superficielle qui progressivement entraîne une stratification à la fois des températures et du niveau d'oxygène dissous, la distribution de ces deux variables produisant un gradient négatif de la surface vers le fond.

2000 métayers ont accédé à la propriété (PD27 et RA6657) ou au fermage (LHO) et 3600 hectares de terres ont changé de propriétaire et de statut.

Municipalité	Nombre bénéficiaires PD27*	Nombre bénéficiaires RA6657*	Nombre bénéficiaires LHO*	Nombre Total bénéficiaires	Aire totale (ha)	Aire \bar{x} PD27 (ha)	Aire \bar{x} LHO (ha)
Macabebe	448	51	528	1112	2081	1,87	2,1
Masantol	234		649	883	1524	1,81	1,88

Tableau 8-4 – Tableau synthétique de données relatives aux réformes agraires

* PD27 : Presidential Decree 27 (réforme agraire de 1972) ; RA6657 : Republican Act 6657 (réforme agraire de 1988) ; LHO : LeaseHold.

8.3.2.2.2 Spécificité des acteurs

a) Les contraintes

L'accès et la disponibilité des deux facteurs de production, la terre et le capital sont les principales contraintes que connaissent les exploitants. L'indisponibilité des terres, à la vente ou à la location, constitue un premier facteur limitant l'extension du système de production. Cette situation est assez récente. Bien que la frontière aquacole continue de progresser, il est désormais plus difficile d'accéder aux terres en raison d'une demande qui ne se tarit pas. L'accès à ces terres pâtit de la disponibilité réduite qui augmente le coût d'achat et de location de la terre. Le prix moyen d'un hectare dans le delta est en effet de 500 000 php tandis que celui d'un hectare en location à l'année se négocie entre 20 000 et 30 000 php. L'accès au capital constitue donc un facteur limitant important pour cette catégorie. C'est un facteur différenciateur particulièrement important dont il convient de préciser les différentes origines.

b) L'origine du capital

Le capital financier possédé par les membres de cette classe les distingue des autres classes de rang inférieur. Ce capital peut avoir, au moins, cinq origines :

- capital accumulé lors d'une migration antérieure (au Moyen-Orient, en Asie, ou aux États-Unis) ;
- capital transféré par un ou plusieurs membres de la famille (enfants, fratrie, cousins...) vivant et travaillant à l'étranger ;
- capital accumulé lors d'un précédent emploi¹⁴ ;
- prêt informel obtenu auprès des *consignacions*, des écloséries, des intermédiaires, qui nécessite au préalable l'établissement de liens de confiance dans un secteur proche du secteur aquacole ;
- prêt formel auprès d'institutions bancaires lorsqu'ils possèdent aussi des terres qu'ils peuvent hypothéquer.

De nombreux exploitants ont utilisé, à un moment donné de leur parcours, des fonds transférés par des proches vivants à l'étranger. La compréhension du lien entre la dynamique foncière et les transferts internationaux de fonds passe par une analyse détaillée auprès des acteurs locaux des différentes sources de ces fonds et de leurs usages.

c) Les stratégies

En fonction de l'aversion au risque et de l'objectif premier de l'exploitation, trois stratégies liées au faire-valoir et à la stratégie d'investissement ont été identifiées :

¹⁴ Le métier de fonctionnaire (enseignant, municipalité, ingénieur...) a permis par exemple à plusieurs foyers d'accumuler, tout au long de la vie, un capital qui a permis *in fine* de louer une exploitation.

- mise en place du fermage (rente locative) car absence de savoirs aquacoles et aversion au risque,
- faire-valoir direct,
- extension des surfaces en location.

8.3.2.2.3 Vulnérabilité spécifique due à la localisation

La localisation des exploitations engendre des degrés d'exposition variés aux aléas suivants :

- variation saisonnière marquée de la salinité, plus marquée dans le nord du delta ;
- proximité des sources de pollutions (zones agricoles et urbaines) au nord du delta;
- récurrence du glanage en raison de la proximité des zones urbaines, d'une meilleure accessibilité et de l'augmentation de la population, non accompagnée pourtant d'une augmentation des rendements.

Ces risques ont tendance à favoriser les exploitations du sud car les risques y sont moins élevés, mais provoquent en retour des prix du foncier plus élevés dans le sud.

8.3.2.3 Les *bantays*

Le *bantay*, ou gardien, tient un rôle très important dans le système de production, à la fois pour veiller à la santé des animaux et pour empêcher les vols. La confiance placée par le propriétaire dans son *bantay* constitue la clef-de-voûte de la solidité économique d'une exploitation. Les liens qui unissent le *bantay* et le propriétaire ont d'abord reçu toute notre attention, avant de considérer les contraintes spécifiques de la fonction.

8.3.2.3.1 L'importance des réseaux sociaux

Le capital social est la ressource centrale du *bantay* car il lui permet à la fois d'obtenir l'emploi mais aussi de le conserver. Les propriétaires et les *bantays* sont mutuellement dépendants : le propriétaire dépend du travail fourni par le *bantay* (gestion de l'exploitation), et le *bantay* dépend du propriétaire pour le versement des traites. L'objectif principal de ces deux acteurs est donc d'établir une relation de confiance entre les individus, ce qui se confirme par les cas, nombreux, où les *bantays* ont des liens de parenté avec le propriétaire¹⁵, même si ces liens de parenté ne garantissent pas toujours un exercice irréprochable du métier. C'est pourquoi certains exploitants s'enquérissent au préalable des qualités diverses des *bantays* (expérience, sérieux, confiance...) à travers divers réseaux d'informations. Les relations prennent parfois une tonalité paternaliste ou bien alors restent professionnelles. Les relations paternalistes entretiennent et renforcent la confiance entre les individus. Ainsi, les membres d'une famille localisée à Sapang Kawayan (Masantol) sont *bantay* sur une même exploitation depuis trois générations. Ce paternalisme s'exprime aussi à travers des aides spécifiques destinées à l'éducation des enfants, au moment des fêtes, à des dons en nature (par exemple le riz), des autorisations de pêcher, des prêts (souvent sans intérêts), le versement d'un treizième mois...La quête de confiance se fait au détriment de la quête des compétences. Les acteurs sont dépendants de la qualité du milieu à travers la production : les exploitants pour le chiffre d'affaire et le *bantay* pour la prime, versée au prorata des bénéfices nets¹⁶. A ce propos, la tendance indique que les taux de commissions sont plus élevés lorsque l'exploitant est propriétaire que lorsqu'il est fermier. L'accumulation de capital se fait pour l'essentiel

¹⁵ Parmi les cas rencontrés, on a trouvé des *bantays* qui étaient : fils, beau-fils, cousin, frère ou neveu de l'exploitant.

¹⁶ Les primes représentent entre 10 et 50% des bénéfices nets de chaque récolte, partagés entre les *bantays* lorsque l'exploitation est en compte plusieurs. Le montant de ces commissions peut parfois dépasser le salaire annuel en cas de bonnes récoltes.

grâce à ces commissions qui, à terme, permettent à certains *bantay* de prendre en fermage des petites exploitations.

8.3.2.3.2 Des contraintes multiples

Bien que le métier de *bantay* procure certains avantages, tels que le versement mensuel d'une traite, la gratuité du logement, la possibilité de pêcher dans les étangs, ou la fourniture de riz par le propriétaire, plusieurs facteurs rendent sa position globalement vulnérable : l'isolement géographique, l'insécurité contractuelle, la faible rémunération, et la grande dépendance au milieu.



Figure 8-15 - Localisation des maisons de *bantays* le long des cours d'eau (vert) et présence d'une villa de propriétaire (cyan) dans une zone aquacole de grandes exploitations près de la baie de Manille

L'isolement géographique (Figure 8-15) est plus prononcé pour les *bantays* qui travaillent dans le sud du delta. Cet isolement peut s'accompagner des risques et des contraintes suivants : agression par des groupes isolés, coûts élevés de déplacement, contraignants pour la scolarisation en particulier¹⁷, potentiel agronomique variable autour de la maisonnée (basse-cour et maraîchage) ou pour accéder à des ressources publiques telles que des ressources ligneuses, par exemple¹⁸. L'isolement empêche le processus d'intégration sociale des *bantays* qui ne sont pas originaires du delta. Lors de l'occurrence d'un aléa naturel, l'isolement agit négativement pendant et après l'aléa. Ainsi, lors du passage d'un cyclone, la mise à l'abri à l'intérieur des écoles ou des églises constitue le comportement le plus fréquent ; comportement que les *bantays* les plus isolés ne peuvent pas toujours adopter en cas d'alertes tardives. Après le passage du cyclone, lorsque les dégâts s'avèrent importants, des biens sont

¹⁷ Pour les couples qui ont de la famille vivant à proximité, la solution la plus économique consiste à confier les enfants à des proches durant les périodes scolaires puis les récupérer en période de vacances. Pour les couples vivant à une distance intermédiaire des groupes scolaires (distance qui nécessite un transport motorisé), le coût journalier par enfant, qui prend en compte la nourriture, se situe entre 50 et 60 pesos.

¹⁸ Ceci les pousse alors à devoir acquérir du bois sur les marchés.

distribués aux populations les plus touchées¹⁹. Là encore, les *bantays* les plus isolés sont parfois exclus des programmes d'aide et doivent alors compter sur une aide de l'exploitant. En raison de l'absence de contrat formel, le risque de se voir licencier est présent. Les causes d'un licenciement ne sont pas tant une mauvaise production, risque inhérent dans la zone, que des comportements inadéquats (pêche excessive, manque de zèle...). En cas de conflit, rien ou presque, n'empêche légalement le propriétaire de se séparer du *bantay*. Un recours possible pour ce dernier est de se faire passer pour un métayer²⁰. Enfin, les traites mensuelles reçues, entre 2000 et 5000 php, ne permettent pas d'accumuler beaucoup de capital. Les *bantays* journaliers s'en sortent mieux²¹. L'avantage principal du métier s'explique par les primes versées après la récolte. Malgré cela, l'endettement auprès des commerces²² ou auprès des propriétaires est important. Lorsque le créancier est le propriétaire, ce dernier en profite en rendant le *bantay* dépendant de sa bonne grâce. On retrouve alors les relations serviles qui liaient précédemment les propriétaires fonciers à leurs métayers.

8.3.2.4 Les *degatons*

8.3.2.4.1 Les ressources d'un *degaton*

Les *degatons* doivent posséder plusieurs types de biens pour exercer pleinement leur métier : en particulier la barque²³ pour transporter les biens et les personnes et les glacières pour stocker les produits. La nécessité de posséder ces biens dépend aussi du nombre de *mangangapa* avec lesquels le *degaton* travaille, nombre qui oscille entre 15 et 40, avec des maxima atteints durant les périodes de pointe. Les principales ressources que doivent posséder un *degaton* sont le capital financier pour financer l'achat des biens utilitaires et le capital social pour s'assurer à la fois la fidélité d'un plus grand nombre possible de *mangangapa* ainsi que les meilleurs services possibles de la part des *consignacions*. Tous les *degaton* rencontrés ont hérités de parents ou du conjoint, soit le capital financier de départ, soit les biens nécessaires à l'entreprise, soit les réseaux marchands.

8.3.2.4.2 Le travail spécifique dans deux réseaux

Les *degatons* sont connectés à deux réseaux : celui des *consignacions* et celui des collecteurs (*mangangapas*, pêcheurs et tout individu ayant fait une capture et souhaitant la vendre). Pour accumuler des gains, la stratégie vise à sécuriser l'approvisionnement dans le cas du réseau *bas* (collecteurs) en multipliant les contacts et en consolidant les liens établis et à s'assurer, dans le réseau *haut* (*consignacion*), des liens commerciaux de fidélité (*suki*) (Figure 8-16). Dans le cas du réseau bas, le *degaton* est indispensable aux collecteurs pour qui le déplacement jusqu'au marché ne serait pas rentable. Toutefois, en raison de la concurrence d'autres *degaton*, l'objectif est de fidéliser le plus grand nombre de collecteurs afin de s'assurer des apports réguliers de produits. Les stratégies de fidélisation consistent à se rendre

¹⁹ A l'époque, le dernier gros évènement qui avait été suivi de distributions de biens et d'aliments était Milenyo (2006). A cette occasion, des nouilles et des boîtes de conserve ont été distribués dans plusieurs *barangays* de Masantol et Macabebe.

²⁰ Comme par exemple lors du conflit menant à un procès (GR-136433) entre un propriétaire et son *bantay*, Salenga, qui se faisant passer pour le locataire, aspirait à la mise en valeur de la ferme.

²¹ En effet, en période de récolte des *bantays* sont employés à la journée et payés jusqu'à 500 php.

²² Un des *bantay* rencontrés s'endette chaque semaine de 100 php auprès d'un *sari-sari*. Son salaire de *bantay* n'est que de 500 php par semaine alors qu'il vit avec sa femme et deux enfants. D'autres ont progressivement contracté des dettes beaucoup plus importantes (plusieurs dizaines de milliers de php).

²³ Selon son matériau de construction et selon si elle est neuve ou d'occasion, une barque coûte entre 15000 et 110000 php.

populaire auprès des collecteurs²⁴ et auprès de la collectivité grâce à des investissements dirigés en faveur de la collectivité : fête, infrastructures municipales, soutien politique ou bien des *mangangapas* : le prêt d'argent, le prêt de matériel de pêche (filet, batteries électriques²⁵), le don (cadeaux au moment de Noël par exemple), l'avance, le transport jusqu'aux étangs. Il n'existe pas de stratégie de recrutement à proprement parlé. Une connaissance commune facilite néanmoins la mise en relation. Parfois, les exploitants louent aussi les services offerts par le *degaton*. Ce cas de figure se présente lorsque les exploitants ne souhaitent pas que les *consignacions*, qui sont aussi leur créancier, aient connaissance de leur récolte. De cette manière, la production devient anonyme. Le *degaton*, comme les collecteurs, cherche donc à développer un lien commercial durable (*suki*). Dans le cas du réseau haut, les *degatons* ont souvent un *suki* avec une ou, plus rarement, plusieurs *consignacions*. Ces contrats tacites sont souvent doublés de relations amicales ou familiales. Les déplacements vers la *consignacion* sont généralement quotidiens. L'intérêt d'entretenir un *suki* est d'avoir un accès favorisé aux différents services de la *consignacion* (accueil, prêts financiers, prêts de matériel) mais aussi et surtout de ne pas avoir à se soucier du prix et du mode de vente.

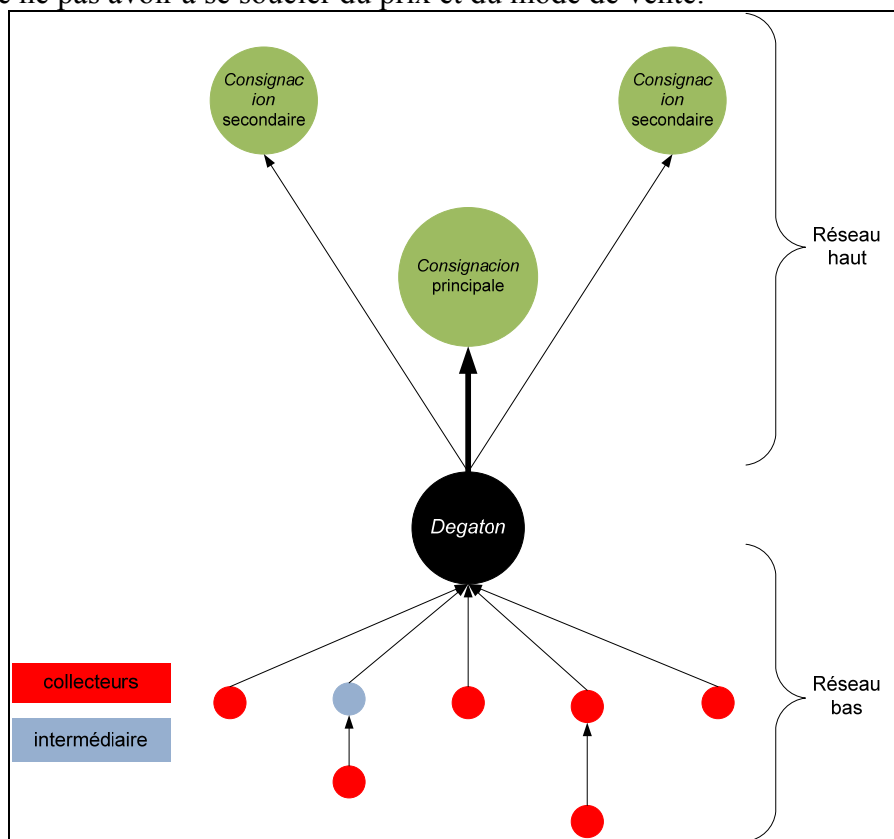


Figure 8-16 - Relation entre le *degaton* et les réseaux haut et bas

Le Tableau 8-5 présente, pour un des *degaton* rencontrés, les volumes moyens de marchandise qui lui sont livrés quotidiennement, ainsi que les prix moyens auxquels il vend cette marchandise. Les espèces qui lui sont livrées varient d'une saison à l'autre (part plus grande des espèces aquacoles durant les périodes de récolte ; quantité plus ou moins importante d'espèces d'eau douce selon la localisation dans le delta). Les prix, quant à eux,

²⁴ Un *degaton* de San Esteban a su se rendre très populaire dans le *barangay* en aidant les plus nécessiteux, en particulier après les dégâts occasionnés par le passage de cyclones et en montrant de la compassion à l'encontre de ses *mangangapas*.

²⁵ Les batteries pour la pêche électrique sont louées 250 php à la journée, ou bien laissées gratuitement lorsque le *mangangapas* s'engage à vendre les produits de sa pêche au *degaton*.

varient en fonction des *consignacions* dans lesquels ils vont écouler la marchandise, choix qui est également fonction aussi des volumes.

Espèces	Volume	Prix moyen
<i>Alimango</i>	20–30 kg/jour	M1 : 560 php M2/3 : 180 php M4 : 230 php
<i>Sugpo</i>	3–30 kg/jour	Jusqu'à 400-420 php/kg (18 pièces/kg)
<i>hipon</i>	30kg/jour	130-250 php/kg
<i>Ayungin</i>	Jusqu'à 70kg/jour	30 à 170 php/kg
<i>Buntulan</i>	2–3 kg/jour	100 php/kg
<i>Bangus</i>	Jusqu'à 35kg/jour	75 php/kg
Tilapia	Jusqu'à 100 kg/jour	45 php/kg
<i>Biya</i>	10-15 kg/jour	

Tableau 8-5 - Exemple des espèces livrées le plus régulièrement et volume maximal journalier

Les fourchettes indiquées sont très larges, révélant le caractère erratique des volumes déposés au quotidien. Les individus issus de l'élevage et ceux issus du milieu naturel sont tous deux présents. Le tilapia tient le haut du pavé en matière de volume. Cela s'explique par le fait qu'on le retrouve présent à la fois à l'état sauvage et à l'état élevé, mais aussi qu'il montre des tendances à la prolifération. Les volumes de crevette (*sugpo*) sont, quant à eux, plus variables, conséquence d'une plus grande attention lors de leur récolte.

8.3.2.4.3 L'origine de la vulnérabilité

La vulnérabilité des *degatons* provient de plusieurs facteurs : la dépendance aux systèmes de production aquacole²⁶, la concurrence entre *degaton*, la variabilité de l'activité dans le temps (variation des prix durant la semaine, variation de l'activité au cours de l'année). De manière générale, ils estiment que le métier est plus stressant qu'avant, plus fatiguant, mais ils reconnaissent aussi que certaines captures (poissons) sont en augmentation au dépend d'autres (crustacés). Globalement, leur problème est d'être dépendant des autres activités et, de fait, ne peuvent maîtriser leur vulnérabilité.

8.3.2.5 Les mangangapas

8.3.2.5.1 Le système de glanage

Le glanage est une pratique probablement très ancienne même si les références explicites sont assez récentes²⁷. Certains facteurs, relatifs au système de production aquacole, permettent de poser l'hypothèse selon laquelle l'activité est ancienne : les techniques de pêche, les espèces présentes dans l'étang, et la configuration de l'étang (Figure 8-17). Avec les techniques utilisées, il est impossible de récolter tous les organismes aquatiques présents dans l'étang. Certaines espèces de poissons, telles que *C. striata* et *C. batrachus*, sont en effet capables de survivre dans les boues résiduelles des étangs plusieurs jours. Parmi les poissons d'élevage, *O. niloticus* offre aussi une bonne résistance à de telles conditions extrêmes. Trois facteurs

²⁶ En 2005/2006, qui fut une très mauvaise année aquacole, plusieurs *degatons* de San Esteban changèrent d'activités, à peu près en même temps.

²⁷ Un passage d'un texte fait référence au glanage dans les années 1950 dans les étangs piscicoles d'Hagonoy où sont élevés les *bangus*.

favorisent ainsi l'émergence de cette pratique : une gestion de l'étang qui favorise l'accumulation de boues, la présence d'espèces adaptées à des conditions difficiles, et des pratiques de pêche qui ne permettent pas de récolter tous les poissons.

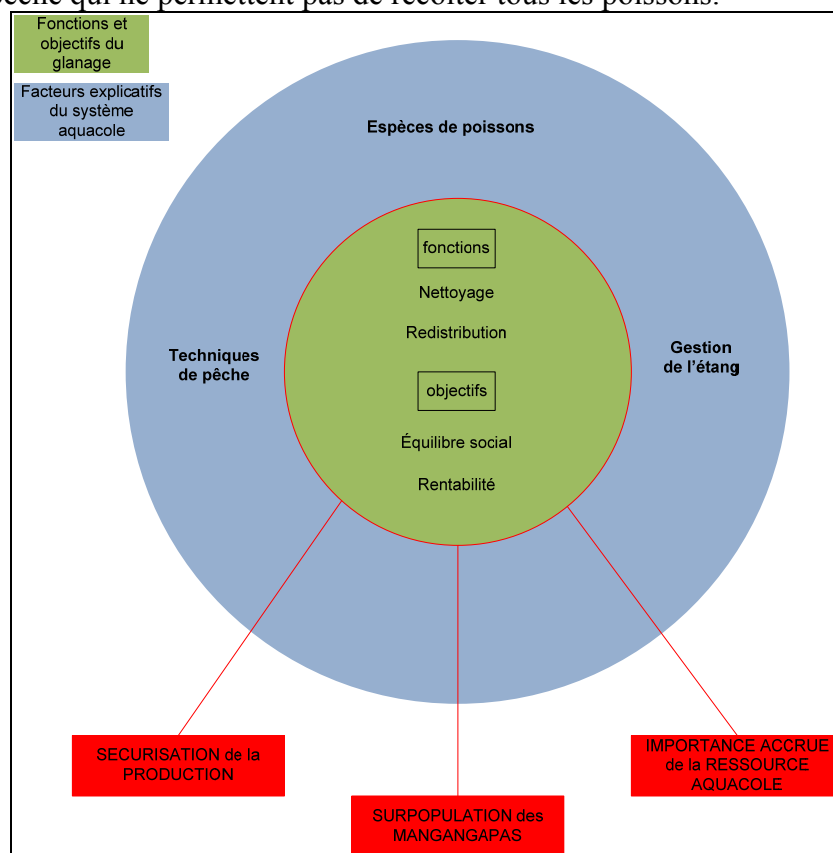


Figure 8-17 - Facteurs explicatifs du glanage (vert-bleu) et facteurs explicatifs des problèmes actuels (rouge)

À ces facteurs internes du système aquacole s'ajoutent des facteurs qui consacrent le glanage comme activité utile, économiquement, écologiquement et socialement. Sur le plan économique d'abord, car elle permet d'éviter des coûts visant à récolter ou éliminer les espèces restant dans les étangs. Sur le plan écologique ensuite, car le glanage permet de réduire l'emploi de produits sanitaires tel que l'arsenic ; et enfin sur le plan social, car le glanage œuvre pour une redistribution d'une partie des ressources localisées dans les étangs (aquacoles ou non-aquacoles), dans le cadre du *pakikisama*²⁸. Toutefois, la pérennité du système est menacée par l'apparition des contraintes suivantes : la sécurisation de la production, l'augmentation du nombre de *mangangapas*, et l'augmentation de l'importance des ressources aquacoles. Ces contraintes sont, en effet, susceptibles de menacer la durabilité du glanage par une pression accrue sur les ressources aquacoles.

²⁸ Pour Gueraiche (2004), le *pakikisama* (ou *mufakat* en Indonésie) désamorce ainsi les conflits potentiels car chacun reste à sa place, la communauté restant épargnée par les déchirements et renforcée par un sentiment de solidarité — comme à l'intérieur d'une famille où les relations se doivent d'être les plus lisses, les plus harmonieuses. Les rituels tels que le parrainage, *compadrazco*, permettent de l'entretenir, les individus étant le plus souvent liés les uns aux autres par des *utang na loob* (dettes de gratitude) réciproques. Lors des entretiens le *pakikisama* était la première cause citée pour expliquer les autorisations de glanage. Le principal argument est le maintien d'un équilibre social, réalisé grâce à un partage des ressources et donc à une réduction des inégalités économiques, en particulier avec les plus nécessiteux du moment. Si l'acte s'inscrit dans une démarche gratuite, il n'en demeure pas moins que des retours à moyen ou long termes sont attendus (honneur, respect, loyauté, confiance).

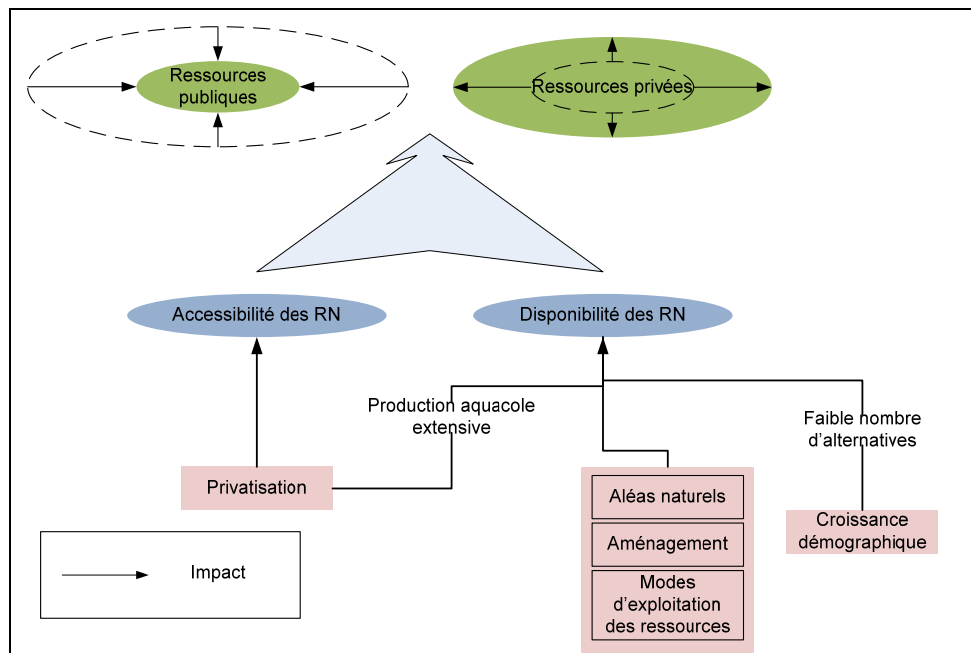


Figure 8-18 - Système des ressources naturelles (RN) du point de vue des mangangapas

Les problèmes d'accessibilité et de disponibilité des ressources sont à l'origine de ces contraintes (Figure 8-18). C'est un cas typique de ce qu'Ostrom (1990) appelle une dissipation de rente, ce qui sous-entend un plus grand nombre d'utilisateurs (ou *appropriators*) de la ressource ou bien une ressource disponible en plus faible quantité.

Si le glanage existe donc probablement depuis que l'aquaculture existe, le phénomène tend, depuis peu, à s'amplifier. Si l'on considère le glanage comme une solution à l'extrême pauvreté, cette amplification serait le signe d'une augmentation de la pauvreté. Ainsi, la grande dépendance des glaneurs aux ressources glanées paraît constituer la clef de voûte du problème actuel, ce qui signifie que les solutions consistent à augmenter les ressources glanées, et donc de la production aquacole, ou bien d'autres ressources essentielles nécessaires aux *livelihoods*.

8.3.2.5.2 Le glanage et les ressources

Deux types de ressources participent au système *mangangapa* : les ressources glanées et les ressources employées pour glaner.

a) Les ressources glanées

Le milieu le plus exploité est l'étang aquacole (Figure 8-19), puis la mer, les rivières, les lacs, les canaux et enfin la mangrove. Si certains n'exercent que dans les étangs aquacoles, la majorité se dédie à la collecte dans plusieurs milieux différents. Certains préfèrent même les rivières aux étangs, car elles constituent un milieu sûr, et ce en dépit du prix moins élevés des produits de la pêche (Parker 2008). Durant l'année, les bonnes saisons varient selon les individus. En effet, si les mois les plus fréquemment cités correspondent aux mois de récolte, c'est-à-dire avril-mai et novembre-décembre, la saison des pluies est aussi régulièrement mentionnée comme une bonne période, ce qui s'explique à la fois par les nombreux débordements d'étangs qui occasionnent des transferts de biomasse de l'étang vers les cours d'eau, mais aussi par la turbidité de l'eau, plus forte, qui contraint les animaux à se rapprocher de la surface, devenant ainsi plus faciles à attraper. Ces avantages s'atténuent au passage des plus gros cyclones. Dans les étangs aquacoles, les espèces les plus souvent capturées sont les

animaux d'élevage ainsi que le *biya*, *ayungin*, *hipon*, *ulang* et *asoshos*²⁹. En mer, les espèces les plus fréquemment attrapées diffèrent (Figure 8-20 et Figure 8-21), les crevettes *hipon* constituant une partie importante des captures. Plusieurs espèces de crabes (*alimasag* et *alimango*³⁰) sont elles aussi souvent capturées. Il convient de rappeler ici que les crevettes et crabes ont une valeur ajoutée plus forte que les poissons.

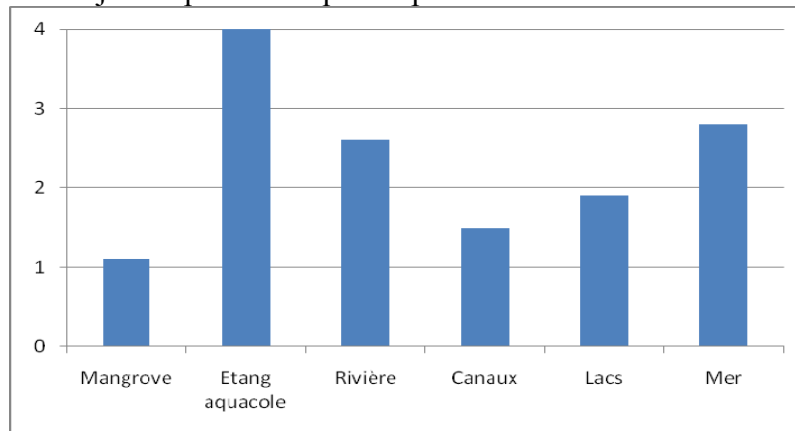


Figure 8-19 – Réponses à la question : travaillez-vous dans les milieux suivants? (1: jamais, 2: rarement, 3: souvent, 4 : toujours)(n=10)

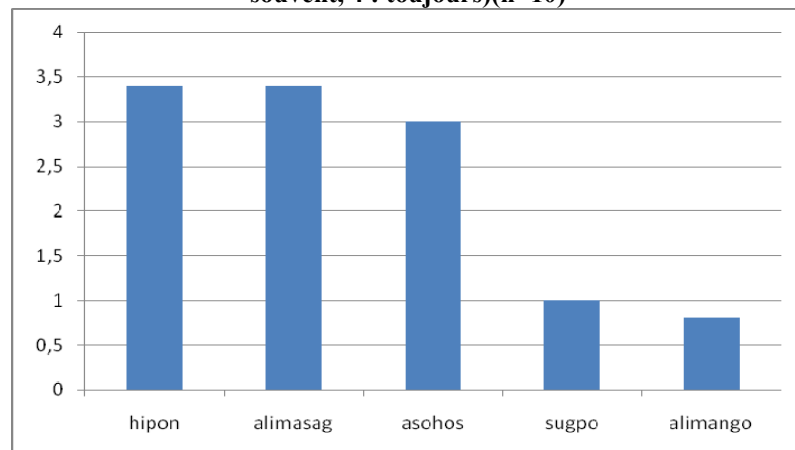


Figure 8-20 - Espèces les plus fréquemment attrapées dans la mer (disponibilité évaluée entre 1 et 5) (n= 11)

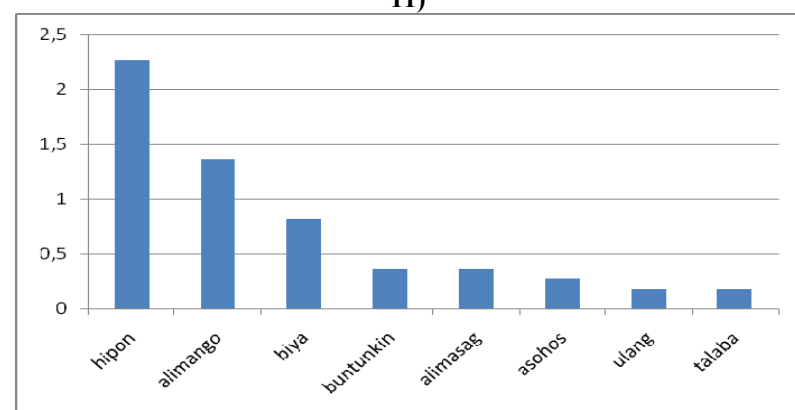


Figure 8-21 - Espèces les plus fréquemment attrapées dans les cours d'eau (disponibilité évaluée entre 1 et 5) (n= 11)

²⁹ *Biya*: *Gobius criniger*; *ayungin*: *Leiopotherapon plumbeus*; *hipon*: plusieurs espèces de crevettes dont *Penaeus vannamei*; *ulang*: *Macrobrachium rosenbergii*; *asohos*: *Sillago sihama*.

³⁰ *Alimasag*: *Portunus pelagicus*, *alimango*: *Scylla serrata*.

Enfin, les espèces dont la capture est la plus appréciée sont celles qui ont la plus forte valeur ajoutée (Figure 8-22). Les premières espèces (crevettes, crabes et chevrettes) sont destinées à la vente tandis que les espèces moins bien notées tel que le tilapia ou le *bangus* sont utilisées soit pour l'alimentation, soit pour le troc (échange de poisson contre du riz, par exemple), ou bien sont données. Les dons sont pratiqués par tous. Ils n'entrent pas dans le cadre de stratégies bien déterminées mais participent plutôt à venir en aide ou à maintenir le lien social, et concernent d'abord les proches géographiques et familiaux (Figure 8-23). Selon les espèces capturées et aussi selon les besoins du moment, les ressources glanées sont ou bien consommées, ou bien échangées contre de l'argent ou de la nourriture.

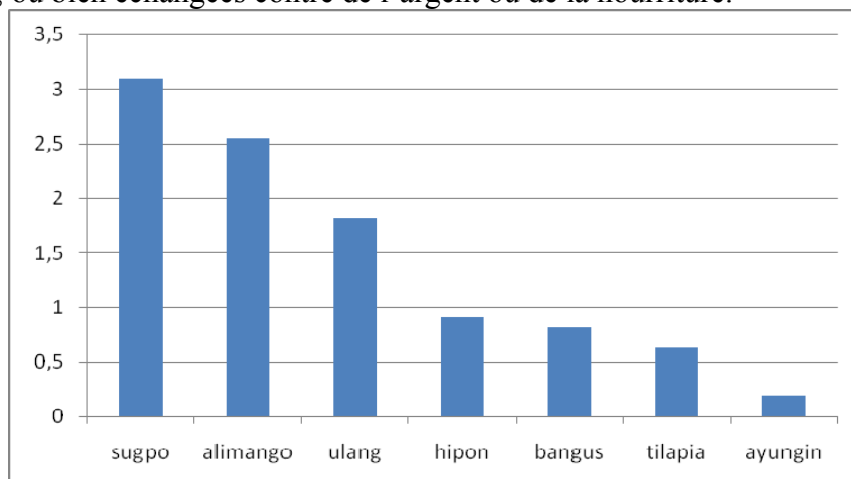


Figure 8-22 -Espèces les plus désirées (notation de 1 à 5) (n=11)

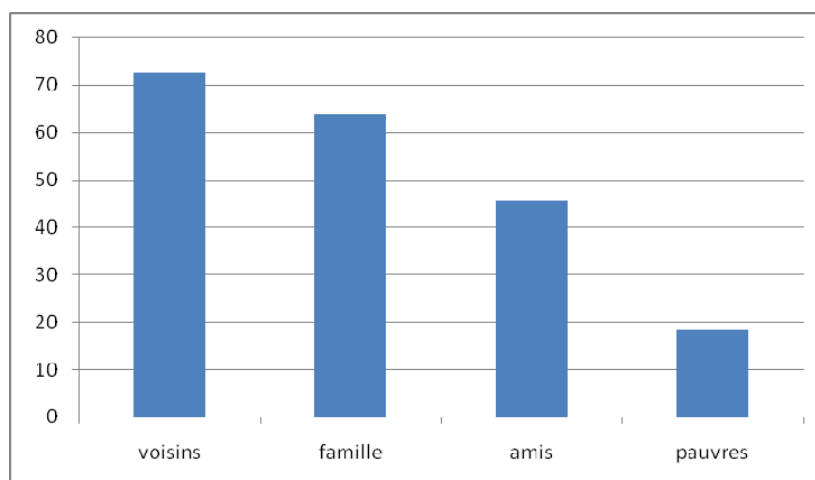


Figure 8-23 – Individus recevant des dons en nature de la part des *mangangapas*

b) Les ressources employées pour le glanage

Les individus qui pratiquent le glanage sont les plus pauvres mais ne sont pas sans ressources. Bien que les conditions d'entrée soient presque nulles, les entretiens ont fait émerger l'importance du capital social pour optimiser les rendements et sécuriser l'activité. L'importance du capital social est reflétée par le fait que 90% des interrogés travaillent toujours ou presque en groupe (Figure 8-24).

Les bénéfices cités de l'action collective sont psychologique, économique et cognitif : travail moins pénible à plusieurs, support moral en cas de besoin, mise en commun des ressources

pour achat ou location du matériel³¹, support financier par les autres membres, association de savoirs sur les lieux de pêche (en particulier des plus anciens) et utilisation des réseaux d'autrui³². Le groupe est constitué d'individus appartenant au même *barangay*, mais d'âge différents. Il revient aux plus anciens de trancher en cas de doutes sur le lieu de travail.

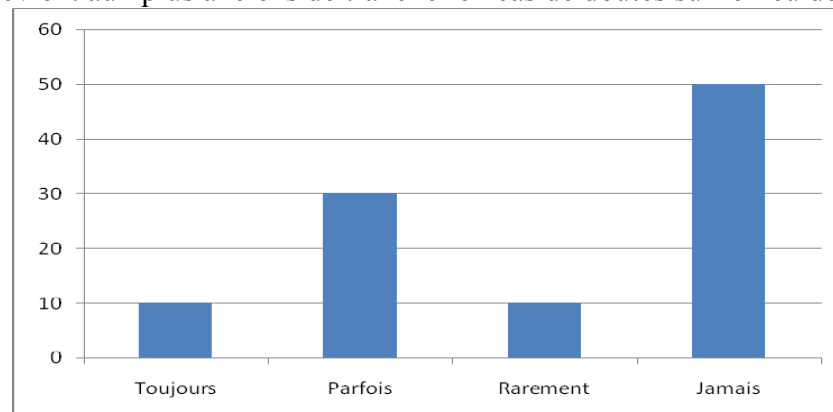


Figure 8-24 - Part des mangangapas qui exercent leur activité seuls (n=11)

Plusieurs critères entrent en jeu dans le choix du lieu de récolte et dans la détection anticipés des futures récoltes : temps depuis la mise en charge, bruit des pompes, observation des niveaux d'eau, information directe d'un *bantay* de l'exploitation, contact par un propriétaire, popularité d'un lieu. Le fait d'appartenir à un groupe diminue les risques de se faire évincer d'un site par un autre groupe de *mangangapas* et de ne glaner aucune ressource. Les altercations sont, en effet, nombreuses aux dires des *mangangapas* eux-mêmes (75% des individus interrogés), ce qui s'explique par le fait que certains d'entre eux sont territoriaux, c'est à dire qu'ils ne travaillent que dans leur *barangay* (Figure 8-24) et qu'ils n'admettent pas la présence de *mangangapas* originaires d'un autre *barangay*. Plus simplement, il arrive que les *mangangapas* se volent entre eux.

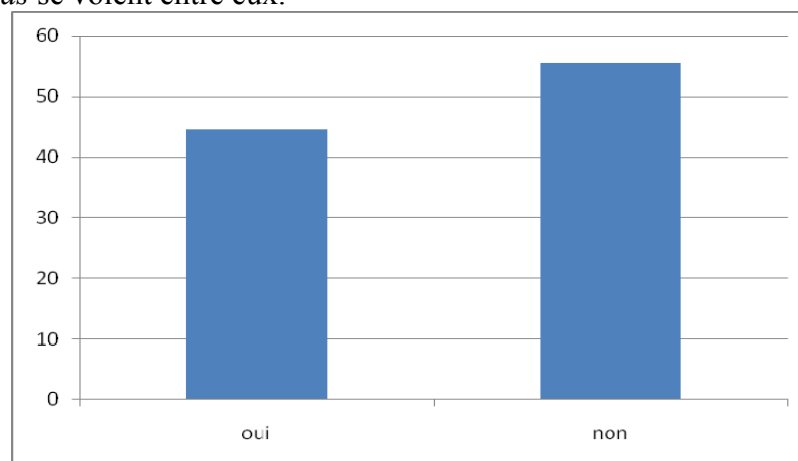


Figure 8-25 – Pourcentage des mangangapas travaillant dans un seul barangay

³¹ Tels que les filets, *gayad*, *panti* (seine), *salok* (filet sacoché), *sakag* (scissor net) ou la barque. Une seine peut coûter 5000 php et a une durée de vie d'un an. L'achat groupé est la seule solution pour plusieurs d'entre eux de pouvoir l'utiliser, bien que la location reste la solution la plus adoptée.

³² L'utilisation de réseaux déjà constitués facilite la connexion avec les exploitants parfois désireux de contacter certains groupes de *mangangapas* avant la récolte ou bien avec les *degaton*, limitant ainsi la perte de temps consacrée à la mise en confiance. Le fait que certains exploitants contactent préalablement un ou plusieurs groupes de *mangangapas* permet en général d'éviter que des groupes extérieurs, potentiellement moins contrôlables, ne prennent part au glanage.

c) Vulnérabilité et accès

La vulnérabilité des *mangangapas* est liée à leur dépendance au système de production aquacole, c'est-à-dire à des facteurs sur lesquels ils n'ont pas prise tels que le niveau de production aquacole ou la décision des exploitants de permettre ou non le glanage³³. La faiblesse de leurs ressources et de leurs réserves financières les rend aussi particulièrement vulnérables aux variations des prix, en particulier à ceux des denrées alimentaires. Dans le même temps, en raison de leurs ressources, de leur localisation mais aussi des systèmes politiques en place, l'accès à des ressources nouvelles susceptibles d'améliorer leur niveau de vie (crédit³⁴, éducation, santé, infrastructures, information) est restreint et marque leur marginalité sociale, économique et géographique. La conjugaison de ces deux éléments, vulnérabilité intrinsèque élevée et accès limité à de nouvelles ressources, limite le champ de leurs possibilités et contraint les stratégies au court terme et à l'informalité.

Le report du temps d'activité sur le glanage constitue une adaptation aux changements du milieu (remplacement de la mangrove par les étangs aquacoles, diminution des ressources aquatiques...). Les acteurs concernés par cette adaptation sont des pêcheurs. L'adoption de cette activité par un grand nombre a provoqué à son tour un changement, celui d'un nécessaire partage des ressources entre un plus grand nombre d'individus. Si l'on y ajoute la récurrence des refus des gros exploitants, un phénomène semble prendre de l'ampleur, celui des récoltes sauvages.

8.4 Analyse comparative

La comparaison entre les différents *livelihoods* a pour objectif de révéler les points communs et les différences entre les groupes d'acteurs³⁵ sur plusieurs aspects : le profil socio-économique des membres de chaque classe, les dépenses, les représentations, le capital naturel et physique.

8.4.1 Profil et origine géographique des *mangangapas*

La Figure 8-26 montre deux groupes distincts lorsque l'on se réfère à l'origine géographique. Ainsi, près de 70% des *bantays* ne sont pas originaires du *barangay* dans lequel ils vivent alors que seuls 15% des *mangangapas* sont originaires d'ailleurs. On constate ainsi que les migrations, si modestes soient elles (c'est-à-dire, d'un *barangay* au *barangay* voisin), concernent certaines catégories plus que d'autres.

Les *mangangapas* sont, en moyenne, beaucoup plus jeunes (Figure 8-27) que les deux catégories d'exploitants (propriétaires et fermiers) ont les membres les plus âgés.

³³ Sur la question, les avis des *mangangapas* sont partagés. Certains estiment que les refus sont en augmentation, d'autres au contraire qu'ils sont en diminution. Il est probable que les refus ne varient pas tant en quantité, mais plutôt en qualité, c'est-à-dire qu'ils soient le fait de gros exploitants. Ainsi, ce sont les *mangangapas* situés dans la partie méridionale du delta qui subissent le plus grand nombre de refus.

³⁴ Les sources de crédits les plus fréquentes sont le *sari-sari*, les *degaton*, ou les exploitants pour les *mangangapas* qui ont des contrats journaliers avec des exploitations.

³⁵ Le groupe des exploitants a été subdivisé entre les exploitants-propriétaires et les exploitants-fermiers.

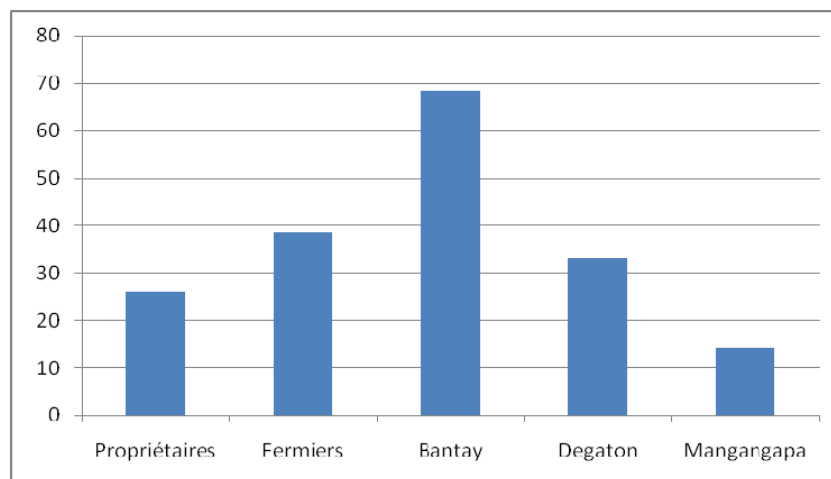


Figure 8-26 – Pourcentage des individus non-originares du *barangay* dans lequel ils vivent

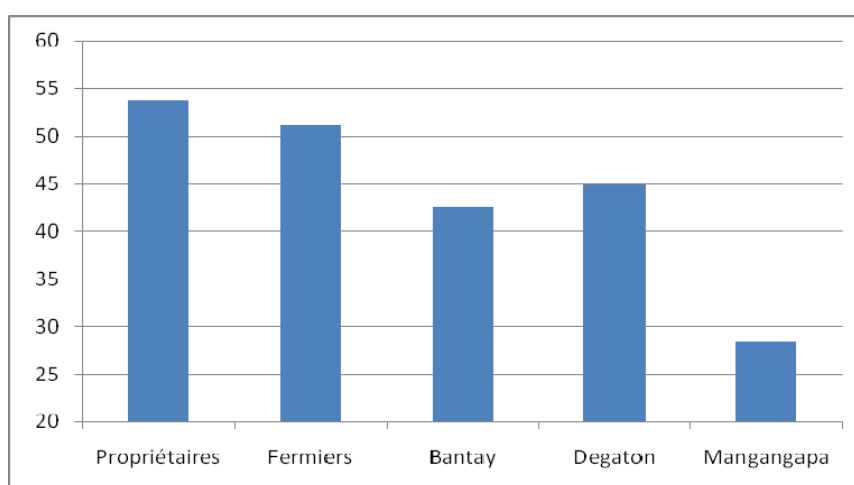


Figure 8-27 - Age moyen de chaque catégorie

La Figure 8-28, qui présente sur le même graphique la taille moyenne des foyers et le nombre d'enfants par couple permet de distinguer deux catégories : les propriétaires dont les foyers sont de taille modeste et dont les couples ont un grand nombre d'enfants ; et les fermiers, les *bantays*, les *degaton* et les *mangangapas* dont la taille du foyer est plus importante que le nombre d'enfants. Dans le cas des propriétaires, la dissymétrie s'explique par le fait que les enfants ont quitté le domicile familial, soit en changeant de ville soit en vivant à proximité dans leur propre foyer. Les raisons qui expliquent ce phénomène sont : âge adulte des enfants, aides financières des parents, et nouvelles normes intrafamiliales. La dissymétrie du second groupe s'explique par le fait que les enfants, plus jeunes que ceux des propriétaires, n'ont pas atteint l'âge de l'indépendance, que les foyers apparaissent plus traditionnels que ceux de la première catégorie, et peuvent comprendre des membres supplémentaires, tels que les parents du chef de famille ou de sa femme ou bien les conjoints des enfants mariés lorsque ces derniers n'ont pas encore pu quitter le foyer familial. Pour ce groupe, la séparation entre actifs et non actifs n'est pas franche car il arrive que les enfants des familles de *mangangapas* participent aussi aux revenus du foyer, grâce au glanage par exemple, ce qui permet de réduire le ratio entre actifs et inactifs. La Figure 8-28 révèle ainsi des différences dans les modes de vie, directement reliées aux valeurs et aux ressources financières.

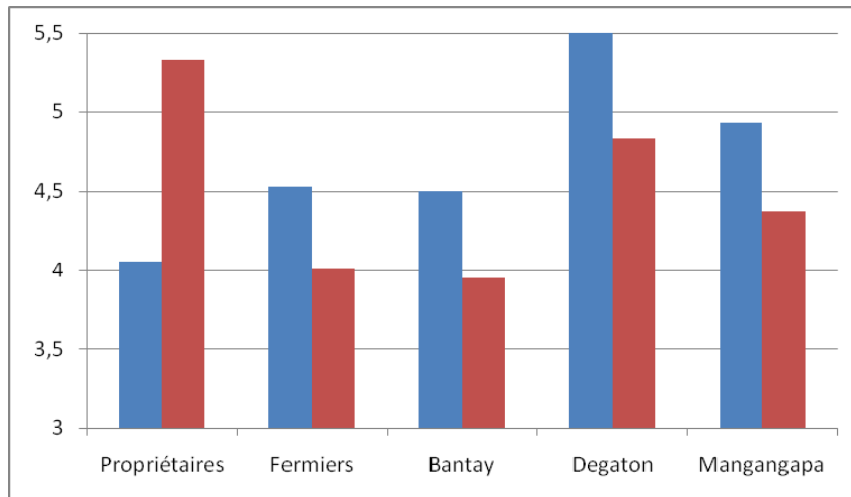


Figure 8-28 - Taille moyenne des foyers (bleu) et nombre moyens d'enfants des couples (rouge)

Les données relatives à l'éducation (Figure 8-29) fournissent trois informations : le niveau d'éducation, l'amélioration du niveau entre la génération des parents et celle des enfants et une amélioration plus faible dans le cas des *bantays* et les *mangangapas*, autrement dit des catégories les plus pauvres, mais aussi les plus jeunes, et dont les enfants n'ont pas tous achevé leur cursus scolaire.

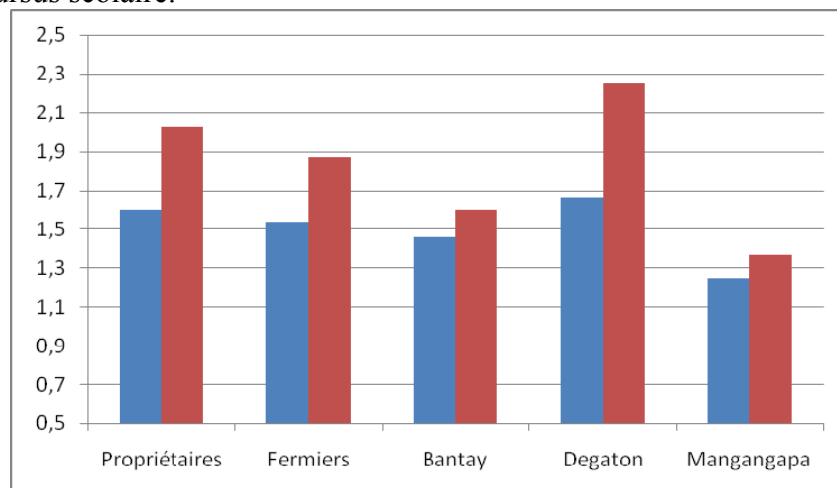


Figure 8-29 - Niveau d'éducation du chef de famille (bleu) et des autres membres du foyer (rouge) (1 : elementary, 2 : high school, 3 : college, 4 : university)

Le calcul d'un indice d'ancrage familial permet de constater combien de personnes ayant un lien de parenté avec l'individu interrogé vivent dans le même *barangay* que ce dernier (Figure 8-30). Il révèle le nombre très important de proches dont disposent les propriétaires, les fermiers, et les *mangangapas*, qui ont, pour la plupart, plus de 50 proches vivant dans le même *barangay*. À l'opposé, les *bantays* et, dans une moindre mesure, les *degaton*, comptent un nombre plus restreint de proches.

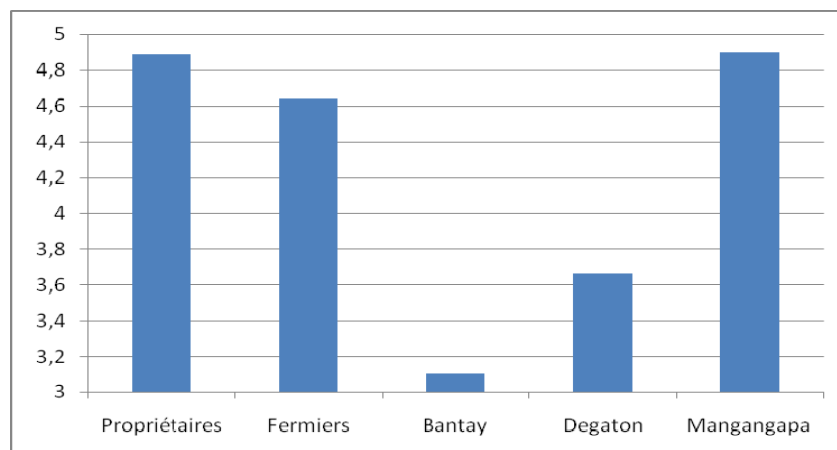


Figure 8-30 - Moyenne de l'indice d'ancrage familial (membres de la famille vivant dans le barangay, 1 : [0-5], 2 : [5-10], 3 : [10-20], 4 : [20-50], 5 : [+ 50])

8.4.2 Le capital naturel

Le bois est la principale source d'énergie utilisée par les acteurs locaux à l'exception des *degaton* (Figure 8-31). L'espèce la plus exploitée est le mimosa (*Leucaena glauca - ipil-ipil*) qui abonde le long des chemins et sur les digues. Le bambou et les palétuviers sont aussi exploités, le premier étant généralement collecté flottant sur les cours d'eau, et les seconds directement coupés. D'autres essences telles que le tamarinier (*kamatsile*), le goyavier (*bayabas*), le carambolier (*carambola*) sont aussi exploitées pour leur bois et peuvent se retrouver aussi sur les étals³⁶. En saison des pluies, les acteurs connaissent des pénuries qui les obligent à s'approvisionner dans les marchés.

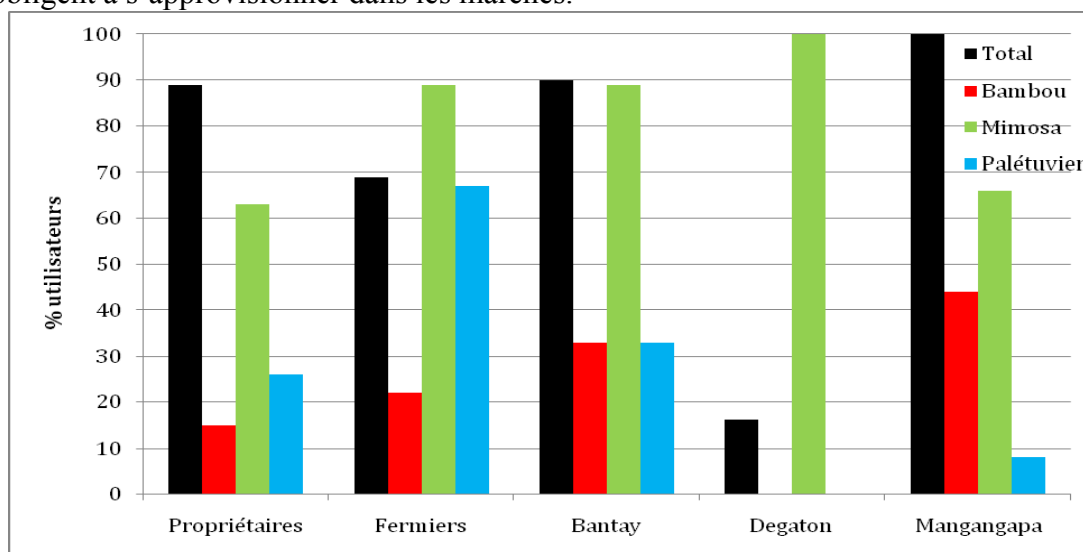


Figure 8-31 - Utilisation du bois pour les besoins domestiques

Là où l'occupation de l'espace par les étangs est totale et où la salinité n'est pas trop forte, les digues de ces étangs constituent souvent le seul lieu où il est possible de planter des arbres fruitiers³⁷ ou des légumes³⁸, qui, en retour stabilisent ces digues. Sur ces mêmes digues, ou bien dans les arrière-cours, certains exploitants et *bantays* élèvent des animaux d'élevage

³⁶ Un fagot de bois de tamarinier coûte environ 7 php.

³⁷ Bananier ou *saging*, goyavier ou *bayabas*, tamarinier ou *sampaloc*, manguiier ou *mangga*, jamelonier ou *duhat*, pomme cannelle ou *atis*, *Muntingia calabura* ou *aratis*, *calamansi*, sapotillier ou *chico*.

³⁸ Tomates ou *kamakis*, aubergines ou *talong*, gombo ou *okra*, chili ou *sili*, haricot ou *sitaw*, margose ou *ampalaya*, citrouille ou *kalabasa*.

(Figure 8-32) selon l'espace disponible autour de la maison. La possibilité d'étendre son capital naturel (Figure 8-33) dépend donc du site. Ces animaux sont soit destinés à être consommés tout au long de l'année, à l'occasion de fêtes ou de mariages ou bien à être vendus.

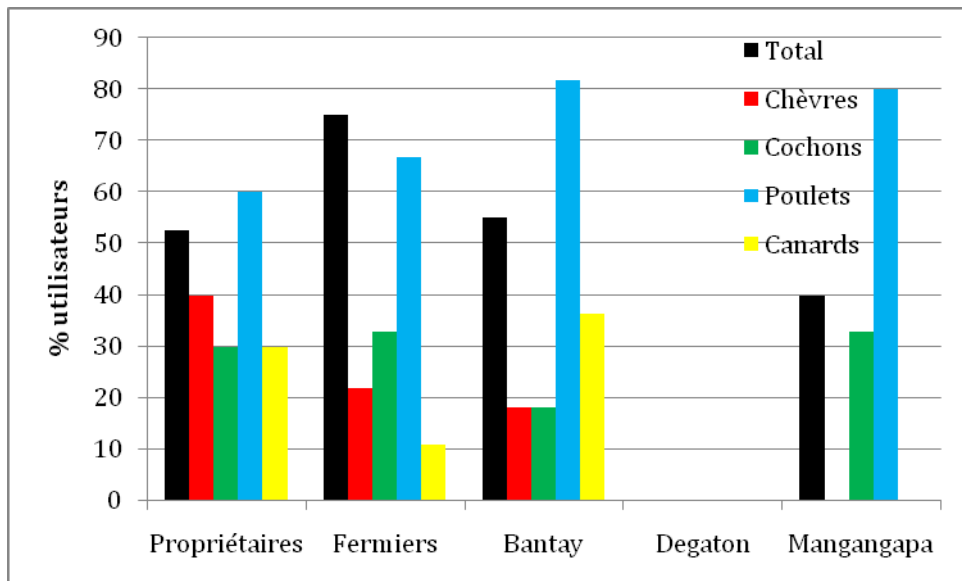


Figure 8-32 – Possession d'animaux d'élevage



Figure 8-33 - Comparaison des deux types d'habitat : dense (haut) à l'intérieur du delta à Bancal Pugad (Sasmoan) et plus lâche sur les marges du delta (bas) à Balantacan (Lubao).

8.4.3 Le capital physique

Dans cet espace rural aquacole, plusieurs catégories de biens apparaissent de façon récurrente. Les bénéfices tirés dépendent de la position des individus par rapport à ces biens (Tableau 8-6).

Comme au temps du riz, période durant laquelle la location d'une trieuse offrait à son propriétaire un supplément de revenus³⁹, la possession de biens destinés à la production aquacole assure un complément de revenus. Un objectif social est ainsi parfois adossé à un objectif économique. Certains biens destinés à la location touchent de nombreuses personnes, ce qui permet de multiplier les échanges.

Bien	Bénéfices pour le propriétaire	Bénéfices pour les utilisateurs
Barque	<ul style="list-style-type: none"> . diversification des sources de revenus : transport publique, location (± 500 php/jour), vente aux marchés . services fournis à la communauté (transport de biens et de personnes) . autonomie de déplacement . utiles pour diverses pratiques de production [exploitants, <i>degaton</i>] 	<ul style="list-style-type: none"> . autonomie vis-à-vis des intermédiaires [mangangapas]
Batteries	<ul style="list-style-type: none"> . revenus à travers la location [exploitants, <i>degaton</i>] 	<ul style="list-style-type: none"> . augmente les chances de captures [mangangapas]
<i>Consignacion</i>	<ul style="list-style-type: none"> . assurance de vendre au meilleur prix . diversification des sources de revenus pour les exploitants . augmentation des revenus par fourniture de services divers . accès au pouvoir politique et économique . renforcement du capital social (à travers des dettes de gratitude) [exploitants et autres] 	<ul style="list-style-type: none"> . mise en relation avec acheteurs . accès à des services : financiers, conseils [exploitants, <i>degaton</i>]
Filets	<ul style="list-style-type: none"> . diversification des sources de revenus⁴⁰ par la vente des produits ou par la location . apports alimentaires [tous groupes] 	<ul style="list-style-type: none"> . la location de filets permet d'augmenter les captures (seine ou <i>panti</i>, épervier ou <i>dalag</i>) [tous groupes]
Maison	<ul style="list-style-type: none"> . déférence teintée d'intérêts de la part de la communauté, . fidélité accordée [exploitants] 	
Pompes	<ul style="list-style-type: none"> . la location journalière de pompes assure un revenu (± 250 php)⁴¹ 	<ul style="list-style-type: none"> . permet de vider les étangs au moment des récoltes ou de changer l'eau durant un cycle de production [exploitants]

Tableau 8-6 - Le capital physique dans le milieu rural

8.4.4 Les dépenses

L'année se compose de trois périodes de dépenses différentes: le mois de décembre (dépenses élevées), de janvier à juin (dépenses moyennes), puis la période de la saison des pluies, de juillet à novembre (dépenses minimales) (Figure 8-34). Les niveaux de dépenses sont liées à des événements tels que les fêtes religieuses (Noël en particulier)⁴², les fêtes de village, et à la

³⁹ On a l'exemple d'un ancien riziculteur (St Inès – Guagua) dont la trieuse permettait de traiter 200 *cavans* par jour. Ponctionnant 5% de la production, cela pouvait lui assurer donc jusqu'à 10 *cavans* de riz par jour durant les périodes de récolte.

⁴⁰ Par exemple avec l'emploi d'un *biakos* (verveux) ou d'un *panti* (filet maillant) disposés perpendiculairement aux flux d'eau.

⁴¹ Un des *degaton* de San Esteban (Macabebe) en possède sept, presque exclusivement vouées à la location.

⁴² Les membres de certaines églises évangéliques (par exemple Iglesia Ni Cristo) ne fêtent aucune date.

rentrée des classes (en juin). L'austérité durant la saison des pluies s'explique par de plus faibles rentrées d'argent (diminution de l'activité économique) et par certains prix, tel que celui du poisson, alors plus élevés. La production aquacole s'adapte à la demande des marchés, particulièrement élevée à Noël et à Pâques. L'offre de travail et les rentrées d'argent sont donc élevés durant ces mois. C'est aussi durant ce mois que l'argent circule plus librement, que les primes sont versées aux *bantays* ou qu'il est plus facile d'obtenir un prêt (auprès des *degaton*, des exploitants, des *consignacions* ou des intermédiaires selon les acteurs considérés). Les dépenses moindres en saison des pluies s'expliquent aussi pour les conditions météorologiques qui rendent difficile la pêche⁴³, mais aussi l'aquaculture⁴⁴, faisant alors augmenter le prix du poisson.

Les dépenses moyennes des catégories (Figure 8-35), permettent de distinguer deux groupes, un premier composé des propriétaires, des fermiers et des *degaton* avec des dépenses autour de 3500 php par personne, et un second groupe dont les dépenses approchent 2000 personnes, composé des *bantays* et des *mangangapas*.

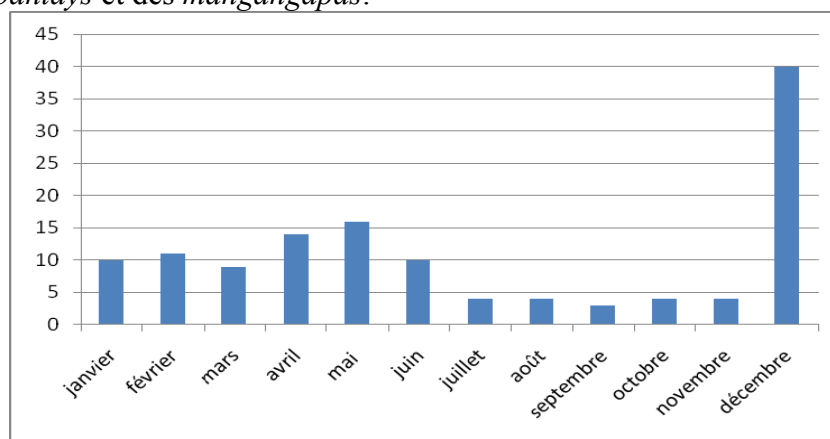


Figure 8-34 - Principaux mois de dépenses (y : nombre de citations)

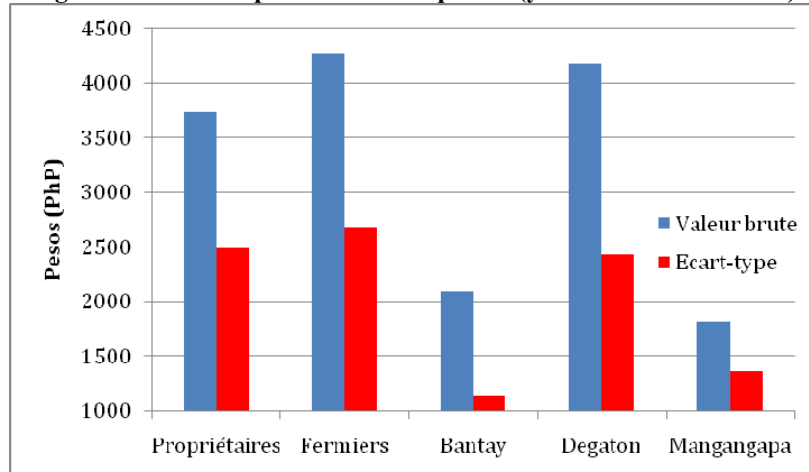


Figure 8-35 - Dépenses domestiques mensuelles en php

⁴³ Il est, par exemple, plus difficile de collecter du *sulib* entre juin et octobre du fait de la houle (mousson du sud-ouest).

⁴⁴ Pour limiter le manque à gagner en saison des pluies, plusieurs aquaculteurs (en particulier à Dawe–Minalin et Tacasan–Macabebe) remplissent les étangs au moment des pluies de mousson afin de laisser entrer les poissons naturellement présents dans les eaux. Des pêches (*Anabas testudineus* ou *gourami / liwalo*, carpe, *Channa striata*, ou *bulig*) sont réalisées tout au long de la saison, à des fins de consommation, d'échange ou de dons. Les coûts d'exploitation sont minimes.

Dans le détail, on trouve quelques différences majeures entre les *bantays* et les *mangangapas* qui s'expliquent par le métier et par la localisation. Les *mangangapas* ont, en effet, des dépenses plus importantes en riz et poissons que les *bantays* car ces derniers se voient parfois fournir le riz par l'exploitant et ont aussi la possibilité de disposer du tilapia lorsque les étangs dont ils ont la charge en possèdent. En contrepartie, les *bantays* octroient une part beaucoup plus importante de leur budget à l'éducation et au transport, conséquence de leur éloignement et de leur isolement.

La particularité des *degaton* est d'avoir un important poste du budget consacré au riz. Les fermiers ont, quant à eux, des dépenses élevées de poissons et présentent des taux d'endettement élevés. L'importance du poisson s'explique par le fait que beaucoup emploient des *bantays* et n'ont donc pas un accès quotidien au poisson. L'importance des dettes s'explique, quant à elle, par les locations d'étangs qui poussent les fermiers à faire des demandes de prêt.

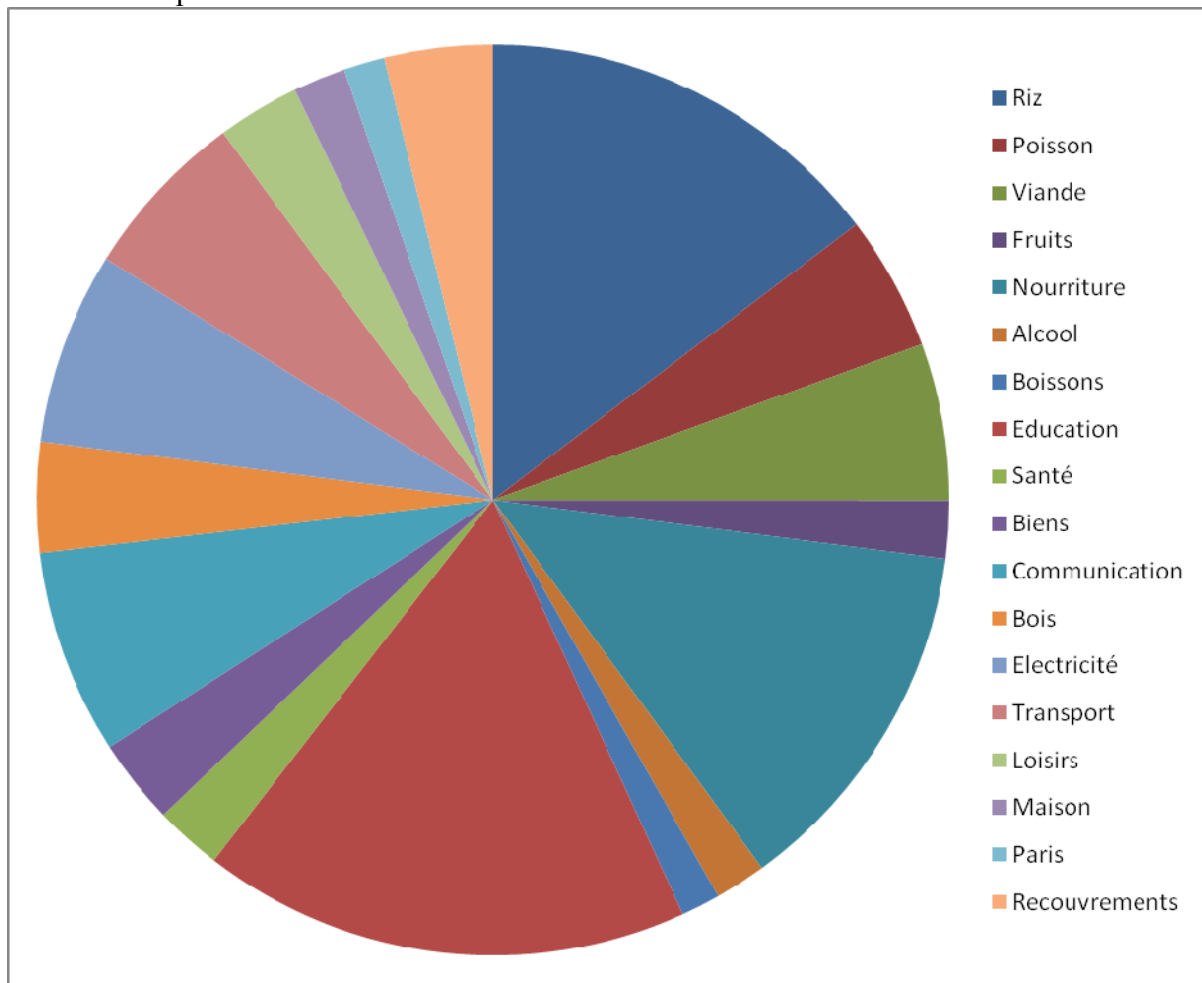


Figure 8-36 - Dépenses des propriétaires

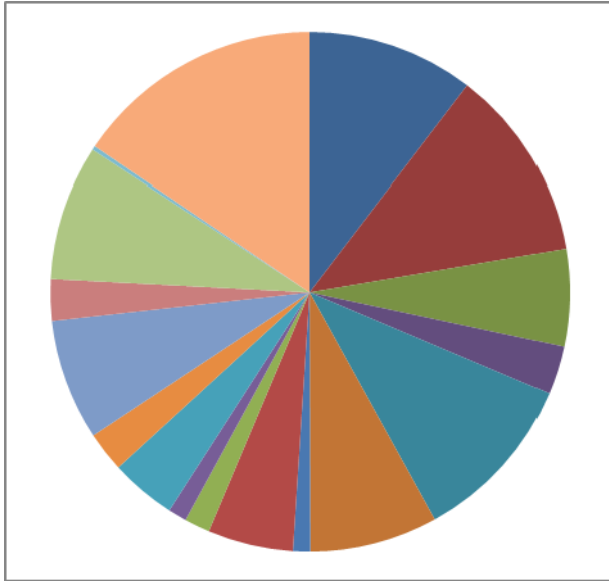


Figure 8-37 – Dépenses des fermiers

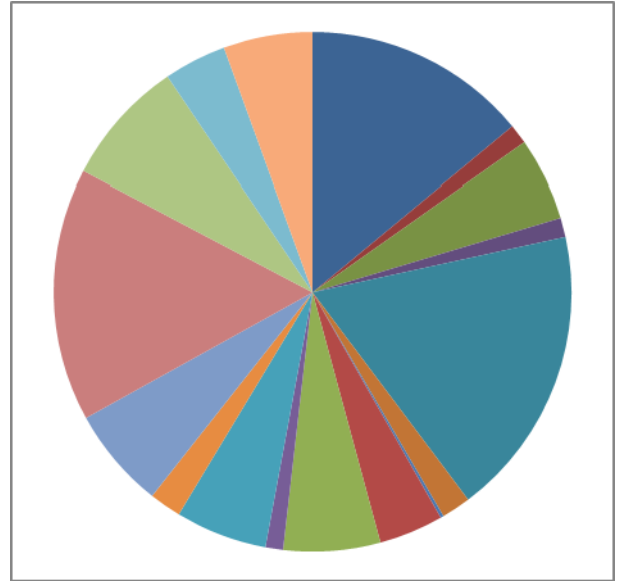


Figure 8-39 – Dépenses des *bantays*

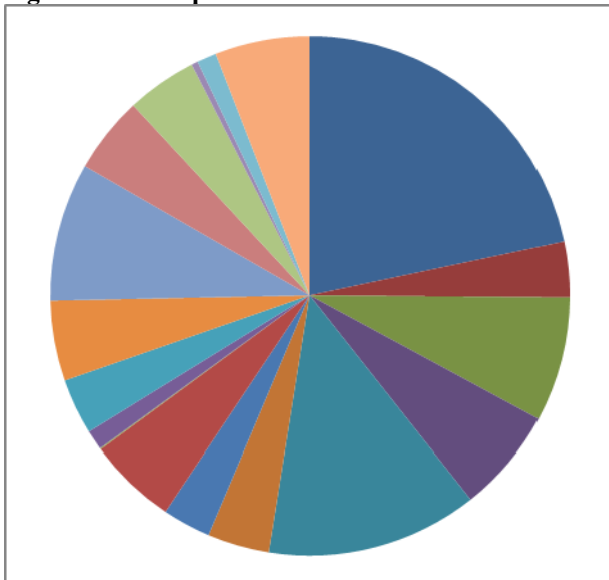


Figure 8-38 – Dépenses des *degatons*

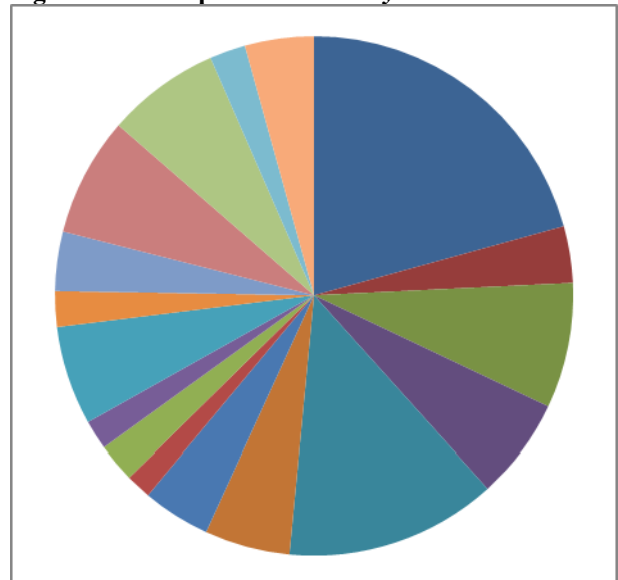


Figure 8-40- Dépenses des *mangangapas*

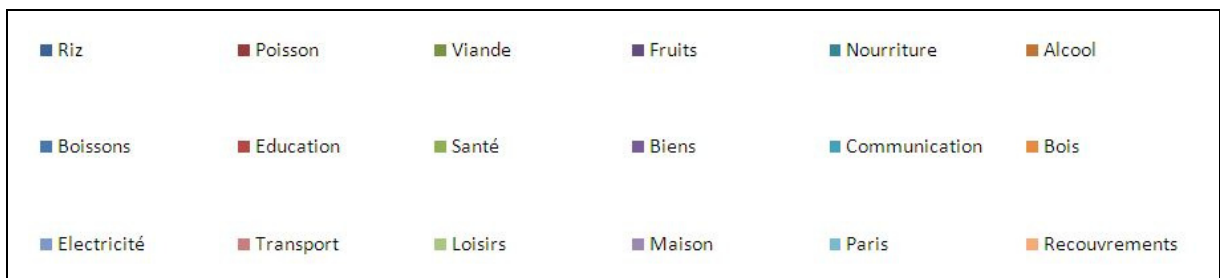


Figure 8-41 - Légende (la première classe -riz- débute au centre en haut)

En cas de difficulté financière, les quatre premiers postes budgétaires réduits sont tous liés à l'alimentation (Figure 8-42). Les autres postes budgétaires réduits sont le transport⁴⁵, l'électricité⁴⁶ et des aliments et activités de *confort* (café, sucre, loisirs, cadeaux).

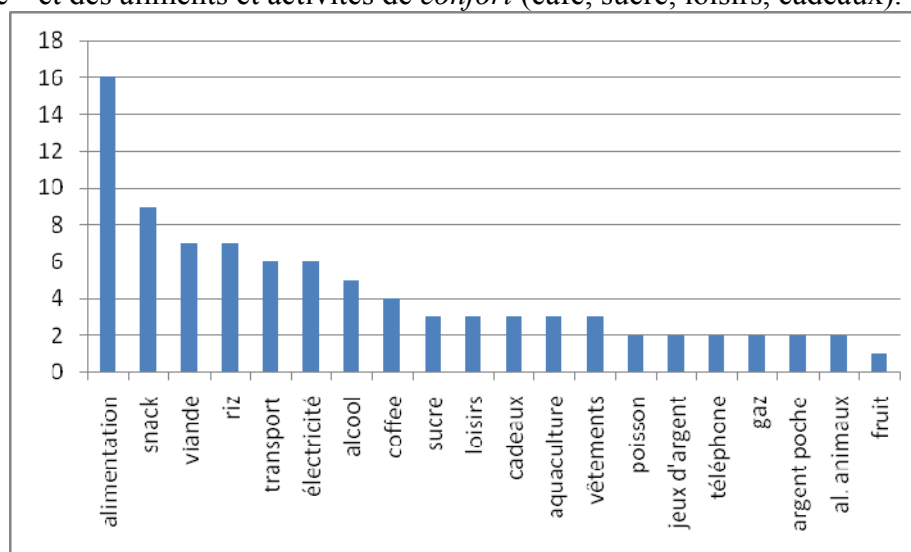


Figure 8-42 - Coupes budgétaires en cas de crise (y = nombre de citations)

En cas de difficultés, une autre solution consiste à demander un crédit. La généralisation du crédit représente pourtant un risque pour les bailleurs, quels qu'ils soient, du *sari-sari*⁴⁷ à la *consignacion*. D'un autre côté, l'informalité de ces prêts n'est pas exempte de règles. Le non-recouvrement de dettes s'accompagne d'un sentiment de honte très prononcé, appelé *hiya*⁴⁸. Plutôt que d'être stigmatisé, même par la famille, certains préfèrent donc ne contracter aucune dette, ce qui les oblige à endurer des situations pénibles.

8.4.5 Les représentations

Plusieurs méthodes ont été employées pour aborder la question des représentations. Au cours des entretiens, des affirmations soumises aux personnes ont été jugées en attribuant un degré d'accord, d'après l'échelle psychométrique de Likert (échelle allant de 0 – pas du tout d'accord - à 5 – tout à fait d'accord -). Il a aussi été demandé aux personnes interrogées d'évaluer leur situation économique et la qualité de l'environnement. Enfin, plusieurs éléments, relatif à l'environnement, ont été extraits des discours.

Les valeurs globales (Tableau 8-7) permettent d'identifier les thèmes sur lesquels les groupes ont une représentation sociale proche : importance de la religion et de la famille, l'augmentation des prix, les changements générationnels, l'augmentation des inégalités, l'augmentation de la population, et la corruption. Certains piliers de la société philippine, tels

⁴⁵ Il ne s'agit pas du transport destiné à écouler la production aquacole mais plutôt d'optimiser les déplacements administratifs, scolaires, de marché. Le transport de la marchandise aquacole représente pourtant une dépense très importante mais dépend du moyen de transport, par exemple : 1500 php entre Maniango (Minalin) et les *consignacions* d'Hagonoy en *jeepney*, 600 php en tricycle. D'autant que les prix de transport ont augmenté avec le développement de transport terrestres au dépend des transports fluviaux et qu'ils augmentent encore un peu plus en saison des pluies avec des routes plus cabossées qu'en saison sèche.

⁴⁶ La majorité pourtant est connectée de manière illégale aux réseaux électriques.

⁴⁷ Plusieurs propriétaires de *sari-sari* ont fait part de l'importance du non-recouvrement de dettes, en particulier en conséquence de la consommation d'alcool.

⁴⁸ Sentiment de grande honte que l'on éprouve à se conduire de façon inappropriée (Giri 1997).

que la religion et la famille⁴⁹ sont donc présents. Ils sont aussi en accord avec plusieurs faits sociaux sur lesquels ils n'ont pourtant que des informations empiriques (démographie, inégalités). Le fait de voir associer à ces thèmes des valeurs extrêmes permet de confirmer la validité des réponses.

	\bar{x} Globale	\bar{x} Propri.	\bar{x} Fermier	\bar{x} Bantay	\bar{x} Degaton	\bar{x} Mang.
Le gouvernement philippin fait de son mieux	3,018	3,3	3,6	2,8	4,0	2,4
Les services de santé sont bons	3,273	3,4	3,8	2,8	4,8	2,9
Le pays se développe	2,000	2,8	1,9	1,7	2,2	1,6
Les LGU* font de leur mieux	3,364	3,5	3,3	3,1	4,0	3,1
La religion est importante	4,345	4,1	4,3	4,3	4,6	4,5
L'aquaculture améliore les <i>livelihoods</i>	3,891	3,6	4,0	3,9	2,8	4,5
La durée de vie s'est allongée	2,102	1,8	1,5	1,7	3,2	2,7
La migration est la seule solution	3,145	3,1	4,1	3,5	2,0	2,5
L'environnement se dégrade	3,673	3,5	4,0	3,9	3,2	3,5
Vie urbaine est meilleure que la vie rurale	2,218	2,1	2,4	1,9	2,4	2,6
La famille est importante pour le <i>livelihood</i>	4,818	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8
Les prix décroissent	1,109	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0
Les jeunes sont très différents	4,473	4,5	4,6	4,5	4,6	4,3
Les jeunes doivent plutôt aller à la ville	2,927	3,4	3,3	2,7	2,8	2,5
Le climat est le même qu'avant	2,582	1,6	2,7	2,5	3,2	3,5
L'inégalité décroît	1,909	1,6	1,2	2,2	1,6	2,7
On mange plus de poissons qu'avant	3,291	3,4	2,8	3,2	4,2	3,5
Il y a plus de solidarité qu'avant	2,673	2,6	2,2	2,3	2,8	3,3
L'aquaculture pourrait être plus rentable	3,490	2,5	3,0	3,8	3,2	4,4
La population augmente dans le <i>barangay</i>	4,551	4,6	4,6	4,5	4,8	4,4
La corruption est le plus gros problème en termes de développement	4,837	5,0	4,9	4,6	5,0	4,8
Les gens sont positifs pour l'avenir	3,286	2,6	3,5	2,9	2,8	4,3

Tableau 8-7 - Représentations sociales mesurées grâce à l'échelle de Likert (jaune : valeur moyenne significative d'un avis marqué : >4 ou <2) (*Local Government Unit)

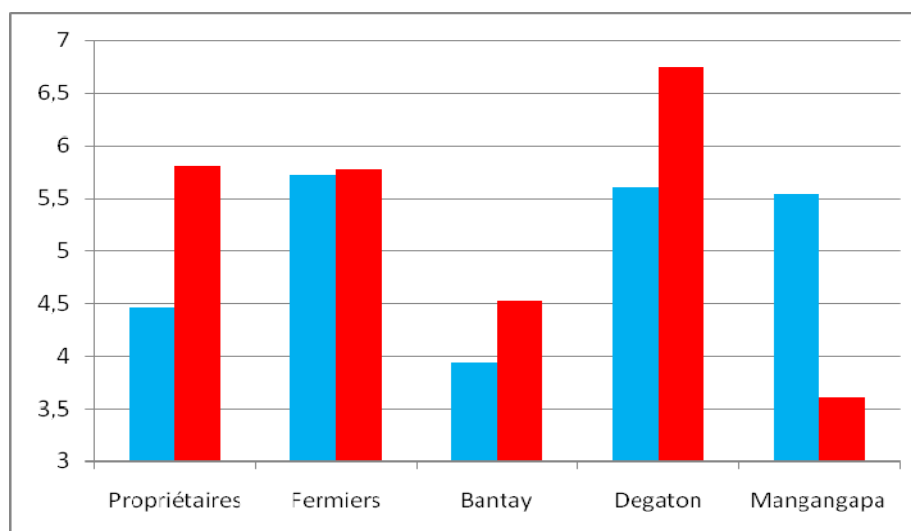


Figure 8-43 - Auto-évaluation sur une échelle de 0 à 10 de sa propre situation économique (bleu) et de la qualité de l'environnement (rouge)

8.4.5.1 Représentation environnementale

L'éruption du Pinatubo de 1991 est un événement qui revient fréquemment dans les discours qui portent sur l'environnement. De nombreux problèmes environnementaux sont attribués à cet événement: la pollution des eaux, l'augmentation de la fréquence des inondations,

⁴⁹ Aux Philippines, « l'attachement à la famille est extraordinaire » (Giri 1997). Selon Giri, on peut rattacher cela à l'existence d'un fond de culture asiatique inspiré du confucianisme.

l'enfoncement du delta du fait du relargage atmosphérique du sous-sol situé sous le delta, la baisse du niveau de l'eau dans les cours d'eau provoquant une réduction de la productivité des sols et donc des pêcheries⁵⁰... Si certaines thèses telle que l'augmentation des fréquences paraît crédible, d'autres telles que l'enfoncement du delta du fait du déplacement de la masse est une fausse idée à laquelle adhèrent ceux qui, par manque d'information, ne peuvent s'expliquer le phénomène autrement. La conséquence négative de ces croyances est d'avaliser certaines décisions politiques basées sur des idées fausses. L'enfoncement du delta est constaté par tous à travers les indices dans le paysage : réhaussement des nappes dans les puits, enfoncement des maisons... Toutefois, très peu d'acteurs n'ont idées des causes réelles. Au niveau des groupes, les *bantays* et les *mangangapas* en contact direct avec le milieu sont ceux qui se représentent l'environnement comme dégradé. Les acteurs expliquent l'état dégradé de l'environnement par l'utilisation d'aliments aquacoles, les rejets industriels (par exemple les distilleries), urbains et agricoles. Les élevages semi-intensifs de *bangus* au sud de *Pampanga* mais plus encore au sud de Hagonoy, ou la zone mytilicole de Samal⁵¹, sont très souvent cités comme cause majeure de la qualité médiocre des eaux. Si tous les discours ne s'accordent pas quant à la saison durant laquelle les pollutions sont les plus importantes, beaucoup reconnaissent toutefois qu'en saison des pluies, de grandes quantités d'eau usées industrielles sont émises par les industries qui profitent des débits importants et de la difficulté de remonter jusqu'à la source de la pollution. Ces représentations sur l'environnement et sur les causes sous-jacentes doivent être considérées avec attention car elles sont porteuses de conflits potentiels et expliquent aussi les actions réalisées sur le milieu.

8.5 Adaptation et résilience

L'objectif est d'identifier les différentes formes d'adaptation passées et actuelles afin de dresser une typologie des stratégies élaborées par les acteurs et groupes d'acteurs pour maintenir ou améliorer leur niveau de vie. Ces adaptations ont été déduites des changements sociaux passés suite à des perturbations. L'adaptation a été analysée à travers les capacités d'adaptation des acteurs (ressources) et l'objectif dans lequel elles sont employées (stratégies). L'identification des facteurs d'adaptation permettra *in fine* d'appréhender la résilience sociale des différents groupes d'acteurs face aux contraintes endogènes (propres à l'activité qu'ils pratiquent) et exogènes (aléas naturels, marché, politique...).

⁵⁰ Les acteurs ont, en effet, perçu une réduction de la biomasse animale à la suite des dépôts de *lahars*. L'explication qu'ils estiment être la plus plausible est, en effet, celle d'un lien entre la réduction de la profondeur et la réduction de la biomasse. On peut pourtant penser que les dépôts de *lahars* ont affecté le milieu à travers la modification des écosystèmes benthiques mais que d'autres causes ont joué un rôle : dragage, destruction des ripisylves, canalisation... La canalisation des cours d'eau, avec la disparition concomitante des ripisylves, engendre une augmentation de la température des eaux, réduit l'ombrage de la surface d'eau, augmente la fréquence de variation des températures et réduit la charge organique des feuilles tombées. Ceci finit par réduire la diversité des habitats. La canalisation et les opérations de dragage réduisent aussi l'hétérogénéité initiale du substrat (graviers, sables, profondeur différentes). La construction des barrages a aussi probablement eu un impact sur les pêcheries plus en aval. Plusieurs travaux ont démontré que les grands barrages avaient des impacts écologiques sur les cours d'eau de l'aval (voir Adams 1985 et McCartney *et al.* 2001).

⁵¹ À Samal, la mytiliculture (*Perna viridis*, ou *tahong*) a débuté à la fin des années 1990 et occupe aujourd'hui plusieurs dizaines d'hectares.

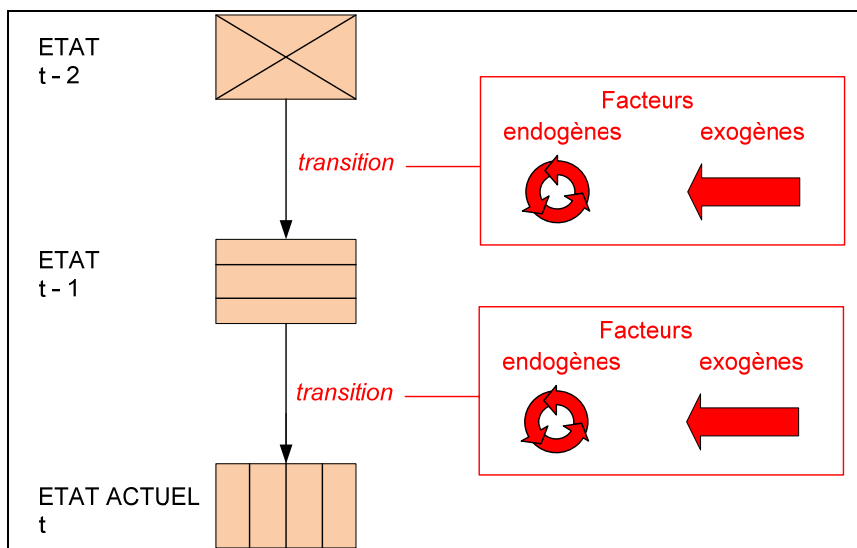


Figure 8-44 - Facteurs de transition

8.5.1 Perturbations et vulnérabilités

Les perturbations locales ont déjà été évoquées à travers les changements paysagers, considérés comme la conséquence matérielle des changements sociaux, et générateurs de nouveaux changements sociaux (Figure 8-45).

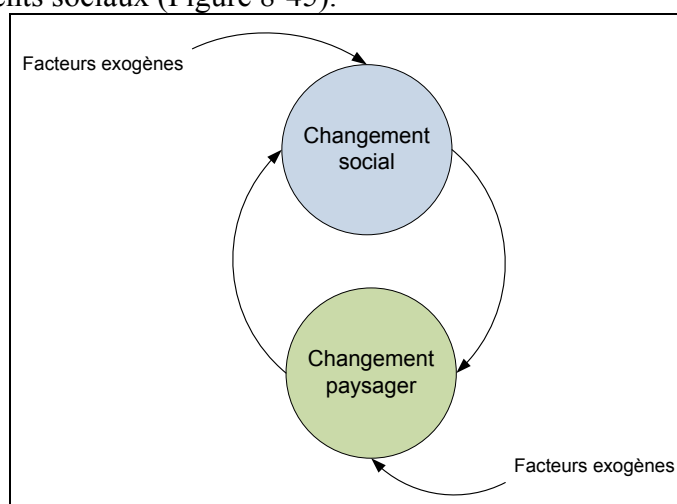


Figure 8-45 - Lien entre changement social et changement paysager

La Figure 8-46 fait la synthèse l'ensemble des perturbations qu'a connu le secteur ces dernières décennies. Le fait qu'elles aient toutes engendré des impacts sur les *livelihoods* indique que ces derniers étaient vulnérables.

Si la localisation des éléments affectés joue sur leur niveau de vulnérabilité, les causes politiques de la vulnérabilité apparaissent comme des raisons encore plus fortes. Cela permet de rechercher les déterminants de la vulnérabilité dans les champs sociopolitiques, culturels, et économiques et non plus seulement géographiques ou environnementaux.

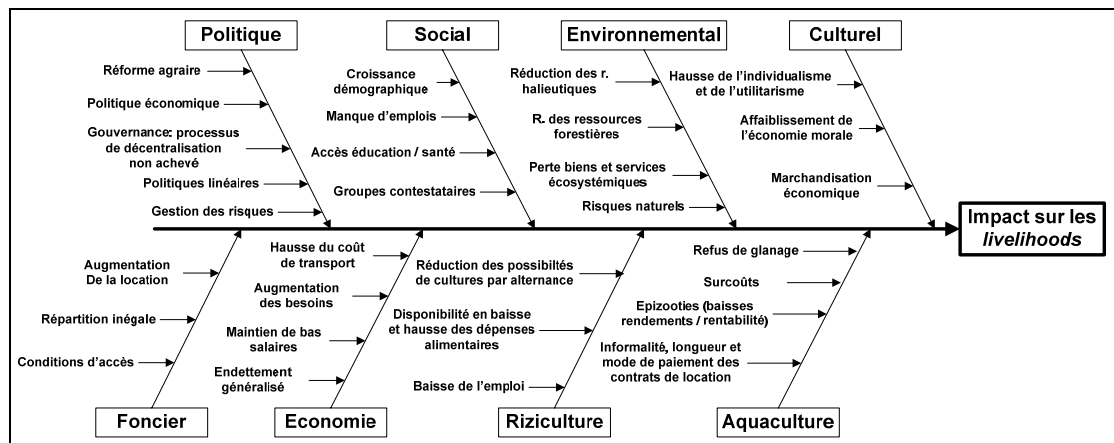


Figure 8-46 - Principales perturbations ayant affecté les *livelihoods*

8.5.2 Les adaptations

Une distinction doit être faite entre les adaptations au niveau de l'individu ou du foyer et les adaptations au niveau du groupe, de la communauté locale et de la communauté nationale. Les adaptations de groupe qui ont eu un impact significatif se résument aux politiques de gestion du risque et aux tentatives de correction des inégalités foncières à travers les réformes agraires. Ce sont des politiques non seulement réactives, mais qui de plus se sont souvent avérées sinon inadaptées. Certains programmes de diversification des *livelihoods* ont débuté très tôt, au lendemain de la Seconde guerre mondiale, et ce, au niveau national⁵². Au niveau municipal, malgré les moyens limités, il faut relever l'existence de programmes visant à développer les *livelihoods*⁵³ à travers l'apprentissage de savoir-faire que les administrés pourront utiliser pour diversifier leurs activités. Le développement de ces projets s'appuie sur le nouveau code des LGU voté en 1991, qui octroie aux municipalités des outils de gestion, de développement et de coordination censés leur permettre d'encourager le développement d'initiatives, individuelles ou collectives, privées ou de partenariat public-privé. En raison de la force encore limitée de ces interventions, la plupart des adaptations ayant un impact réel opèrent au niveau individuel. Quatre types d'adaptations seront détaillés : l'évolution du système aquacole, la diversification et le changement d'activités, les migrations, et le renforcement du capital social.

8.5.2.1 Evolution du système aquacole

L'aquaculture a évolué avec le milieu, le marché et les mentalités. Elle est tout d'abord apparue comme une alternative à la riziculture en baisse de rendements, avant de connaître plusieurs phases d'adaptation aux contraintes locales. L'objectif de rentabilité a été et reste le principal moteur de ces changements qui s'inscrivent à deux niveaux : système de production et système de culture. Au niveau des systèmes de production, les conversions constituent la principale adaptation. Au niveau des systèmes de culture, ce sont les changements des itinéraires techniques culturels, des calendriers ou des successions qui constituent les principaux changements.

⁵² Le président Magsaysay a ainsi créé le Presidential Assistant on Community Development (PACD) destinée à aider les gens à s'organiser, à être autonomes, et à s'engager dans des programmes multiples de *livelihoods*. À l'époque, les programmes consistaient à diffuser l'élevage de nouvelles races de buffles, de cochons et de poulets.

⁵³ Des workshops ont été initiés à Hagonoy sur la transformation du *bangus*. L'organisation a été assurée par une association, Inglass Sardines of Dipolog Association (ISDA), afin d'élaborer du *bangus* fumé sans arêtes (*Boneless tinapang bangus*).

8.5.2.1.1 Adaptation du système de production

La conversion est un processus complexe. Selon les sites et selon les périodes, des différences sont à relever quant aux causes et aux effets des conversions. Le facteur économique est la principale cause des conversions. Initialement, la conversion des espaces naturels en étangs aquacoles, dans le centre du delta, s'expliquait par une rentabilité accrue de l'aquaculture. Cette même raison est à l'origine de la décision de convertir les rizières en étangs. Dans les *barangays* occidentaux, les plus proches du Pinatubo et les plus affectés par les *lahars*, ce sont les problèmes d'accès et de gestion de l'eau qui sont en cause, tandis que l'augmentation de la salinité explique la majeure partie des autres conversions⁵⁴. Entre la prise de décision et la conversion, un laps de temps plus ou moins long s'écoule car la conversion *per se* est une opération coûteuse (au minimum 30000 php). Les fonds nécessaires à la conversion viennent des transferts d'argent de la part des émigrés, de crédit, des fonds propres.

Le processus de conversion est progressivement devenu cyclique sur les marges occidentales du delta (Guagua, Lubao) ainsi que dans les parties septentrionales de Macabebe (Figure 8-47). Ceci montre la grande adaptabilité des exploitants mais aussi leur grande susceptibilité face aux variations des prix des intrants. La réactivité dont ceux-ci font preuve démontre qu'ils possèdent un capital financier relativement élevé. Pour les *barangays* fortement urbanisés ou vivant à proximité des zones urbaines, le processus de conversion des terres tend précisément à l'urbanisation, bien souvent de type pavillonnaire.

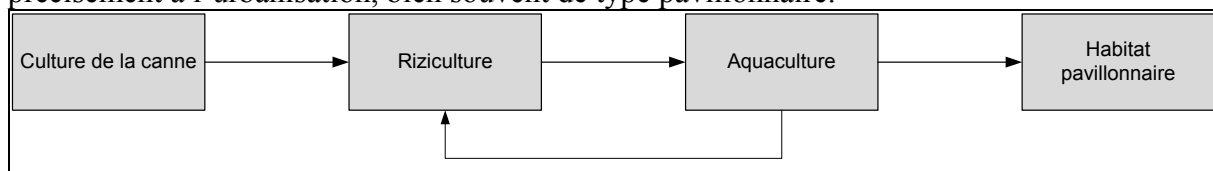


Figure 8-47 - Processus linéaire et cyclique des conversions

Dans certains *barangays* de Hagonoy par exemple, au lieu d'observer des boucles, le processus de conversion se poursuit (Figure 8-48). La pression foncière gonfle les prix du foncier (le prix d'un camion de terre se négociait entre 50 et 300 php et dépasse parfois 500 php du fait de sa raréfaction), alors que dans le même temps, la rentabilité aquacole s'amenuise, rendant la conversion plus intéressante⁵⁵.

Enfin, une dernière option, au niveau du système de production, consiste à diversifier les systèmes de culture. Ainsi, plutôt que de convertir la totalité de l'exploitation, certains ont fait le choix de combiner une production aquacole et une production agricole.

⁵⁴ Notons qu'en vertu de la réforme agraire CARP (Comprehensive Agrarian Reform Program), la conversion des terres rizicoles est théoriquement interdite. Toutefois, comme les élus locaux l'affirment, le caractère exceptionnel des causes (salinité, Pinatubo) les a rendues possible.

⁵⁵ Relevons que la conversion en zone pavillonnaire provoque des conversions de l'agriculture à l'aquaculture en d'autres endroits du fait des transferts de terre utilisée pour rehausser le niveau du sol.



Figure 8-48 - Extensions pavillonnaires au détriment de l'aquaculture (San Sebastian et Hagonoy)

8.5.2.1.2 Système de culture

Les adaptations relatives au système de culture ont été classées dans le Tableau 8-8 en fonction des perturbations.

Perturbations	Adaptations
Dégradation de la qualité des eaux	. passage de la monoculture de rente à la polyculture
Maladies	. récoltes partielles . augmentation du nombre d'alevins . faire-valoir indirect
Glanage	. sécurisation de la récolte par location des services de l'armée . emploi de locaux . connexion avec un groupe de <i>mangangapas</i> . vente
Inondations (cyclone, mousson)	. mise en place de filets . récolte anticipée . remplissage partiel des étangs pour réduire le risque érosif . adapter la date de mise en charge . évitent l'élevage en saison des pluies . recrutement naturel
Marché	. récoltes partielles
Pinatubo	. coopération entre exploitant pour l'accès à l'eau ⁵⁶ . cessation d'activité
Salinité	. mise en place de rotation
Sécheresse (El Niño)	. augmentation des mises en charge de tilapia et <i>bangus</i>

Tableau 8-8 – Perturbations et adaptations des systèmes de cultures aquacoles

⁵⁶ L'exemple d'un exploitant de Maniango est instructif. Le seul canal dans lequel il s'approvisionnait en eau a été complètement enfoui sous les *lahars*. L'exploitant a alors négocié avec son voisin l'accès aux eaux stockées dans l'étang de ce dernier. Le prix mensuel négocié, 1000 php, ne comprenait que l'accès, et il fallait donc ajouter le coût de pompage. Ce système de pompage était utilisé aussi bien pour remplir l'étang en question que pour le vider (non pas dans l'étang voisin mais sur les *lahars* alentours). Du fait de ces contraintes et de la qualité probablement moyenne des eaux (en particulier en termes d'oxygène dissous), seul le tilapia était cultivé. Le creusement du canal enfoui a été réalisé par les entreprises minières souhaitant récupérer le matériel pour la construction.

Les raisons des adaptations inventoriées dans le Tableau 8-8 sont liées aux processus d'innovation, d'information et de diffusion. Il faut ainsi relever :

- le rôle des intermédiaires pour la diffusion initiale de nouvelles espèces (*sugpo*), mais aussi pour la diffusion d'informations relatives aux pratiques d'élevage (avec une rhétorique qui avantage leurs produits) ;
- les séminaires, nombreux jusqu'au milieu des années 1990, dispensés par le BFAR aux membres des coopératives ;
- les séminaires organisés aujourd'hui par les fabricants d'aliment, par la coopération japonaise (JICA) ;
- les échanges entre voisins et entre exploitants à l'intérieur des réseaux de proximité ;
- la diffusion d'informations agronomiques par les départements d'agriculture des municipalités.

Si les réseaux d'information ont joué un rôle, ils ne sont pas en nombre suffisant et ne véhiculent pas une information parfaite et toujours adaptée. La plupart des acteurs rencontrés ont ainsi obtenu leurs savoir-faire de l'expérience⁵⁷. Le manque de connaissances ou des connaissances biaisées entraînent pourtant une reproduction potentielle des mêmes erreurs compte tenu de la difficulté à distinguer la cause d'un effet. Elle ne permet pas non plus une dynamique d'innovation et restreint les capacités d'adaptation à des stratégies déjà adoptées par le passé ou à des combinaisons de stratégies (comme, par exemple, tenter des associations entre plusieurs espèces sans que cela soit rationnellement justifié).

8.5.2.2 Diversification et changement d'activités

Une stratégie pour affronter les problèmes du quotidien, mais aussi pour permettre la pérennité du foyer sur le moyen et long terme, est de diversifier les activités ou de changer d'activité principale (Figure 8-49 et Figure 8-50). La diversification peut s'effectuer de façon temporaire, durant de courtes périodes pour faire face à des besoins spécifiques, ou bien constituer une stratégie de sécurisation sur le long terme. Si la diversification est une stratégie de survie essentielle, elle est aussi un vecteur d'inégalités entre les individus (Bryceson 1999). La disponibilité d'un capital financier initial constitue ainsi souvent un frein à la diversification pour les plus pauvres. Pour ces derniers, la diversification est possible, mais elle se réalise surtout grâce aux ressources en accès libre et ne constitue ainsi pas forcément un moyen sûr d'amélioration du niveau de vie. La nécessité de diversification est parfois la conséquence des changements structurels du monde rural et de la disparition de la petite paysannerie.

8.5.2.2.1 Diversification des activités liées au milieu littoral

Cette adaptation concerne essentiellement les foyers les plus déshérités. Elle s'exprime à travers la difficulté de classer certains acteurs dans une catégorie donnée de métier. Un *bantay* peut aussi être *mangangapa*⁵⁸, un petit exploitant peut aussi aller récolter du *sulib* avec les membres de sa *barkada*, être *mangangapa*, ou travailler ponctuellement dans des exploitations pour la rénovation des digues. La facilité de passer d'une activité à l'autre s'explique par le fait que nombreux sont ceux qui pratiquent toutes ses activités depuis

⁵⁷ Quelques personnes travaillant dans les éclosiers de San Felipe (Zambales) ont suivi des stages dans des éclosiers indiennes durant les années 1990.

⁵⁸ Ce type de diversification est d'autant plus nécessaire pour les *bantays* que les primes se sont réduites, celles-ci étant dépendantes de la production.

l'enfance et possèdent donc les savoir-faire nécessaires. Cette pluriactivité et les multiples compétences qui en découlent reflètent pleinement le sens des notions de *livelihood* et de capital humain, qui nuance fortement le concept désuet de force de travail.

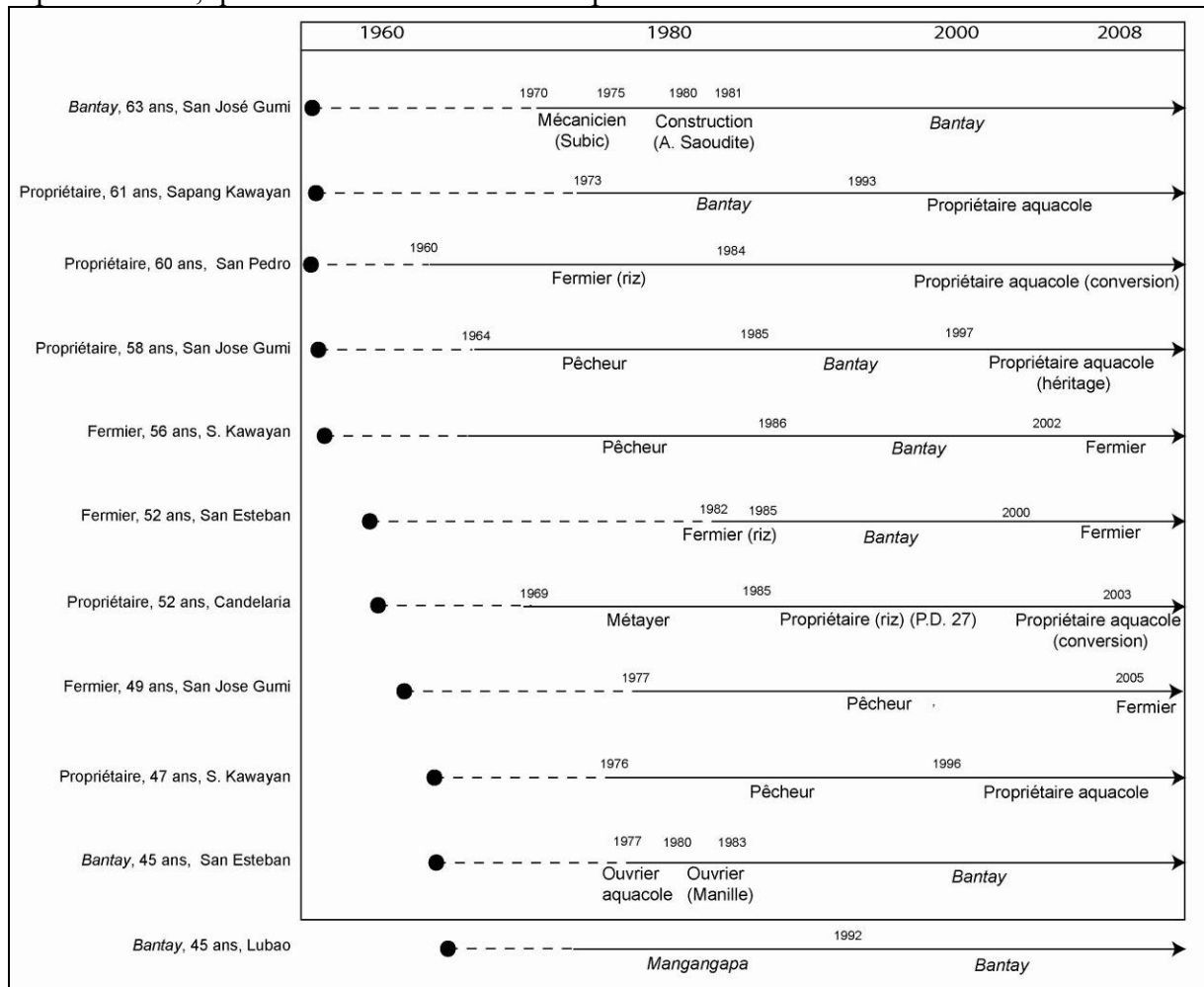


Figure 8-49 - Parcours de vie de plusieurs acteurs

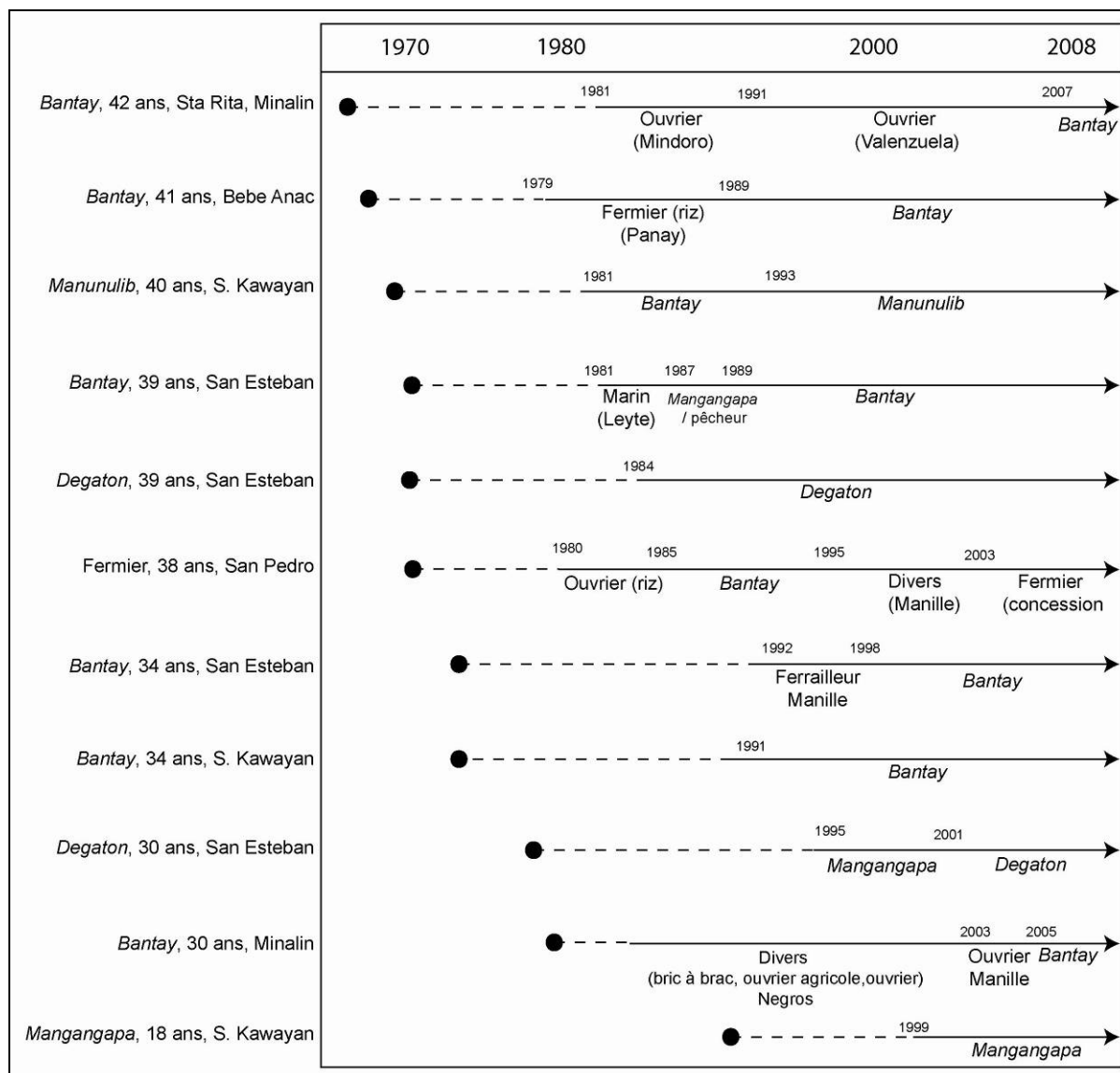


Figure 8-50 - Parcours de vie de plusieurs acteurs (suite)

8.5.2.2 Intensification de l'exploitation d'une ressource

Lorsque les foyers possèdent ou ont accès à une ressource, il leur est possible d'en optimiser l'exploitation afin d'en tirer le plus d'avantages. En d'autres termes, cela consiste à obtenir un meilleur rendement (Bebbington 1999). Deux types de ressources sont particulièrement concernés : le capital physique et le capital naturel. La barque constitue un bon exemple du bien qu'il est possible d'utiliser de diverses manières selon le contexte : transport public, récolte *sulib/suso*, collecte de sable (construction) ou transport de marchandise (Figure 8-51). Dans le cas du capital naturel, en cas de besoins, certains foyers font l'acquisition d'animaux d'élevage afin de limiter leur dépendance au marché. Ils favorisent les animaux dont le coût en aliment est réduit. En saison des pluies, et dans les zones où cela est possible (c'est-à-dire où des terres, même de surface réduite, sont disponibles) (Figure 8-52), le maraîchage constitue une pratique susceptible de réduire la dépendance au marché.



Figure 8-51 - Barques en fibre de verre



Figure 8-52 – Exemple de différences de capital naturel. Gauche : relocalisations en arrière de la digue du PDDP ; droite : habitations, souvent informelles, le long des cours d'eau

Le sol constitue donc un capital valorisable par sa mise en valeur agricole, ou par sa vente. Ainsi, la pression foncière (particulièrement forte à Hagonoy et Bulacan) mais aussi les besoins de terre pour la construction des réseaux de digues et de levées à la suite de l'éruption du Pinatubo, ont entraîné les prix de la terre à la hausse. Des riziculteurs qui connaissaient aussi des difficultés financières n'ont donc pas hésité à vendre la terre de leur exploitation, profitant des prix du marché pour rembourser la conversion⁵⁹. Enfin, un dernier cas d'intensification, qui est en fait une valorisation, est l'extraction des *lahars* du Pinatubo.

De plus, les sables déposés dans les cours d'eau (Figure 8-53), en libre accès, constituent une ressource valorisable dans le domaine de la construction⁶⁰. Les étangs condamnés, remplis par les *lahars* dragués (Figure 8-53), appartiennent au DPWH. Certains de ces sites (parmi les 7 sites qui couvrent une superficie totale de 36 hectares) sont mis en valeur illégalement par

⁵⁹ Par le creusement de 900 m², un petit propriétaire de Masantol a ainsi obtenu 8000 php (100 camions, chaque camion valant 80 php)

⁶⁰ Les blocs de béton (parpaings) ainsi construits sont toutefois de qualité médiocre.

l'intermédiaire d'une agriculture pluviale au moment de la saison des pluies⁶¹. Lorsque la texture des sols est trop grossière, le maraîchage remplace alors la riziculture.



Figure 8-53 - Produits du Pinatubo devenus ressources (haut: dépôts de *lahars* comblant des canaux ; bas: étang condamné car comblé par des dépôts de *lahars* à présent en cours de dragage)

8.5.2.2.3 Travail des femmes

La contribution de ces dernières aux ressources du foyer ne se restreint pas aux tâches ménagères : revente de produits divers (savon, vêtement, produit de beauté...), travail dans les commerces, services de pédicure, manucure, couture... Pratiquées souvent de manière informelle, ces activités, outre l'avantage de fournir un revenu supplémentaire, permettent aussi de maintenir du lien social avec les foyers voisins. Ainsi, si les hommes ont l'habitude de côtoyer les mêmes personnes dans le cadre de leur *barkada*, les femmes entretiennent de leur côté leur propre réseau.

8.5.2.2.4 Diversification

Une dernière option consiste à se diversifier, quitte à abandonner l'activité principale pratiquée jusque là. Plusieurs *bantays* ont évoqués cette possibilité en raison des salaires réduits et des primes insignifiantes, qui rendent le travail dans les exploitations parfois peu attractif. Parmi les activités fréquemment citées : *sari-sari*, tricycle, bric-à-brac (*junkshop*).

⁶¹ D'après les utilisateurs, la période d'attente de plusieurs années était nécessaire pour que l'acidité liée à la composition des sédiments se réduise. Notons aussi que des zones recouvertes par les *lahars* à St Ursula (Guagua) ont été converties en zones résidentielles.

Dans le cas du *sari-sari*, le problème qui se pose est la rentabilité à moyen terme. En effet, si l'activité fournit des bénéfices à court terme et s'avère utile pour constituer les réseaux sociaux, l'accumulation de dettes rend l'activité vulnérable à moyen ou long terme. La diversification n'est pas exceptionnelle dans un pays comme les Philippines car elle permet de diluer le risque financier à court terme et contribue aussi au maintien d'un large réseau social.

8.5.2.3 Les migrations

Les migrations temporaires ou permanentes constituent une adaptation récurrente dans les zones où l'intensification de l'agriculture est limitée et où l'emploi non-agricole est absent ou restreint (Bebbington 1999). On considère deux dimensions des migrations, selon qu'elles soient internationales ou domestiques et selon qu'elles soient sortantes ou rentrantes. Parmi toutes les combinaisons possibles à partir de ces deux types de caractéristiques, trois sont présentes à Pampanga : l'immigration domestique, l'émigration domestique et l'émigration internationale.

8.5.2.3.1 Immigrations domestiques

Ce type de migration s'est effectué à deux époques : au début du 20^{ème} siècle et après la Seconde guerre mondiale. Elles sont toutes deux la conséquence de l'aménagement agricole du delta agricole au début du siècle passé et aquacole une moitié de siècle plus tard. L'histoire du *barangay* de San Isidro (San Luis) donne un aperçu de la première vague de migration. Là, l'augmentation des superficies agricoles (production de riz, maïs et canne à sucre), en réponse à la croissance démographique, a stimulé l'aménagement du territoire alors couvert de forêts de bambou, d'arbres divers et de graminées (*Imperata cylindrica*, ou *cogon*). L'importance des travaux de défrichage et la faible démographie locale a alors nécessité de faire appel à de la main d'œuvre extérieure. En raison même des faibles densités démographiques et de l'abondance des ressources, certains de ces migrants se sont définitivement fixés. La vague de migrants impliquée dans le développement aquacole concerne un nombre réduit d'individus mais un volume de capitaux conséquent. La raison de cette seconde vague s'explique autant par l'attrait de Pampanga et son potentiel de développement que par la dégradation du milieu de production à Bulacan ou au nord de Metro Manila⁶².

8.5.2.3.2 Emigrations domestiques

Ce type de migration est partagé en plusieurs catégories selon la fréquence de retour : migrations pendulaires, migrations saisonnières, ou migrations définitives. La plupart se font dans un rayon de moins de 100 kilomètres, c'est-à-dire jusqu'à Manille. Les migrations pendulaires concernent des individus qui ont un emploi dans des villes situées dans les alentours du delta (Guagua, San Fernando, Apalit...), dans le commerce ou dans la construction⁶³, mais dont la nature du contrat, le niveau de rémunération ou les obligations familiales font qu'ils ne peuvent résider à proximité de leur lieu de travail. L'obtention de ces emplois se fait par le bouche à oreille et il revient donc aux acteurs d'avoir le réseau social le plus étendu possible. D'autres travaux exigent de rester un temps plus long à proximité du lieu de travail ou sur le lieu de travail même. C'est le cas par exemple des jeunes filles au pair employées à Metro Manila, souvent originaires de familles très modestes. La diversité des métiers offerts est importante : construction, mécanique, *call center*..., des emplois souvent

⁶² Une histoire résume ce phénomène. Un des gros fermiers qui exploite des terres à Guagua, Lubao et Sasmoan, est originaire de Malabon. Son grand-père était propriétaire d'étangs à Malabon, mais lorsque la qualité des eaux s'est dégradée, ils ont commencé à étendre leur exploitation par l'achat de terres à Pampanga.

⁶³ Dans le cas de la construction, les situations sont variables selon le niveau d'isolement du *barangay* de rattachement. Lorsque le trajet est trop long, les migrants restent sur place le temps du chantier.

peu qualifiés. Le lien avec le foyer n'est jamais coupé et des envois réguliers d'argent sont destinés à aider les membres restés dans le delta.

8.5.2.3.3 Emigrations internationales

Les Philippines disposent du deuxième plus gros contingent de travailleurs à l'étranger après le Mexique (Carlos 2002). Depuis les années 1970, les migrations internationales ont connu des polarités variables. Entre le milieu des années 1970 et la fin des années 1980, les migrations étaient principalement dirigées vers les pays du Golfe (au premier plan desquels on trouve l'Arabie Saoudite). L'éruption du Pinatubo en 1991 a aussi contribué à de nombreux départs, d'un ordre toutefois difficile à estimer. Depuis le milieu des années 1980 jusqu'à aujourd'hui, les destinations internationales se sont étoffées et les pays asiatiques sont devenus plus attractifs pour les travailleurs philippins. Les États-Unis restent toutefois le principal pays d'accueil. Selon les destinations, les profils des migrants sont différents. Les migrants en direction du Golfe dans les années 1970 et 1980 travaillaient dans le secteur industriel ou dans la construction, en tant qu'ouvrier non qualifié ou en tant qu'ingénieur. Les longueurs des séjours variaient alors de quelques mois à plusieurs années. Plus la période était longue, plus l'épargne était importante. Lors du retour, ces économies ont permis l'achat ou la location d'exploitations aquacoles⁶⁴. Si le flux en direction du Golfe existe toujours, il s'est amoindri au profit de flux en direction des pays asiatiques. Ces derniers (Taiwan, Singapour, Chine, Malaisie) attirent des individus aux profils variés. Les migrations concernent aussi plus de femmes que par le passé : fille au pair, *japayuki*⁶⁵, infirmières... — des emplois donc peu qualifiés en dépit des diplômes universitaires des migrants. Quant aux migrations vers les USA, elles s'expliquent par des raisons historiques mais sont aussi spécifiques à Pampanga. C'est en effet dans cette province que l'on trouvait jusqu'à récemment (1991) une base militaire américaine (Clark Air Base – Angeles), reconvertie depuis le Pinatubo en zone commerciale et en zone franche. Cette présence militaire a facilité l'émigration des Philippines travaillant sur l'ancienne base militaire vers les États-Unis⁶⁶.

La valeur des transferts d'argent dépend du niveau de l'échelle des salaires des pays d'accueil. Leur fréquence varie quant à elle selon les liens de parenté. Toutefois, lorsque les transferts sont destinés aux membres les plus proches, les envois observent une fréquence généralement mensuelle. Les usages sont fonction des sommes envoyées. Ils sont utilisés pour les besoins du quotidien, pour des achats ciblés (fourniture scolaire, vêtements,) ou bien constituent des investissements productifs : *sari-sari*, développement d'artisanat (ébénisterie), conversion de rizières en étangs, location d'exploitation... Parmi les migrants, certains emploient le capital accumulé pour la construction de villas, dont on a noté l'importance symbolique. Bien que cela ne constitue pas un idéal en termes de développement, cela reste un indicateur de l'accumulation individuel de capital mais aussi des dysfonctionnements de l'état et des marchés (Bebington 1999). Si la plupart des envois sont réguliers, il arrive aussi que les transferts soient destinés à supporter les foyers durant des périodes particulièrement difficiles. Ainsi, certains foyers affectés par l'éruption du Pinatubo à travers l'ensevelissement de leur exploitation ont largement fait appel aux transferts de l'étranger⁶⁷.

⁶⁴ On a ainsi l'exemple d'un propriétaire de Guagua qui a pu acheter 2 hectares de terres (44000 php), dont il était le métayer avant son départ, et dont il avait transféré les droits à son frère, à la suite de son séjour de 18 mois entre 1976 et 1978 en Arabie Saoudite.

⁶⁵ Terme générique pour l'ensemble des femmes non-japonaises travaillant dans des cabarets en tant que danseuses, chanteuses, hôtesse, strip-teaseuses. Dans certains *barangays*, une importante proportion de jeunes femmes sont *japayukis*, probable signe de réseaux organisés.

⁶⁶ Un important trafic de faux papiers aurait démultiplié les possibilités d'émigration vers les États-Unis.

⁶⁷ Dans le *barangay* de Santa Ines (Guagua), certains exploitants n'ont eu aucun revenu durant cinq ans. La situation était catastrophique lorsque le propriétaire voulait, malgré tout, percevoir sa rente.

Lorsqu'elle est économiquement possible, la migration demeure une adaptation privilégiée. Dorénavant, les pays du Golfe sont moins attractifs que d'autres destinations où le différentiel de salaire avec les Philippines est plus important. L'importance d'avoir un membre émigré se vérifie dans les moments difficiles mais aussi durant les périodes normales.

L'objectif initial de la plupart des migrations est l'obtention d'une nouvelle source de rémunération, plus élevée que celle dont les foyers disposent habituellement. Si les migrants internationaux sont ceux qui effectuent les plus gros transferts, l'importance des migrations domestiques, vers les principales villes de Pampanga et vers la capitale, est réelle.

8.5.2.4 Renforcement du capital social

Renforcer le capital social signifie appartenir à un nouveau groupe dans lequel il va pouvoir accéder à des ressources nouvelles et différentes des siennes. L'accès n'est pas toujours conditionné par un apport de capital financier. Les conditions sont d'autant plus restrictives que les ressources accessibles dans un réseau sont importantes.

La transformation des espaces ruraux s'est accompagnée de changement de ces réseaux sociaux, par exemple par la disparition du groupe patrons - métayers. La diversification des activités rurales par les gouvernements s'est souvent réalisée au détriment des couches les plus pauvres, en raison de leur accès limité aux ressources (Devereux 2001). Ainsi, le renforcement du capital social apparaît comme l'une des seules solutions à court ou moyen terme. Du fait de son ancrage historique, culturel et symbolique, stimuler le capital social apparaît un objectif difficilement réalisable sans l'aval des principaux concernés. De plus, renforcer le pouvoir local, et donc ceux qui sont dotés d'un capital social élevé, fait apparaître le danger de renforcer les inégalités entre individus. La structure et le fonctionnement de six groupes ont été détaillés (Figure 8-54).

8.5.2.4.1 Le foyer

Le foyer est le réseau du quotidien et de la proximité. Il se restreint aux membres qui occupent une habitation principale. Sa taille fluctue au rythme des naissances et des décès de ses membres. Il arrive que certains membres ne soient pas des membres de la famille directe (filleul par exemple). Lorsque les individus le quittent, ils lui restent moralement rattachés de sorte qu'ils devront continuer à partager une partie de leurs ressources. Les individus y sont donc attachés pour une longue période car la cohésion y est généralement forte.

Le foyer met en effet à disposition du groupe plusieurs ressources : financières, matérielles. A la différence des autres groupes, il constitue aussi et surtout un support moral (réconfort, affection, écoute...). C'est un groupe multifonctionnel dont l'accumulation des ressources est stimulée par des considérations utilitaristes personnelles et collectives.

Les ressources partagées dépendent de la période (selon les saisons par exemple) et de la place des individus dans le foyer (fonction de l'âge, du sexe, et des aptitudes physiques et intellectuelles). Pour les foyers les plus déshérités, la participation des membres est plus large⁶⁸ (travail des adolescents et des enfants). Dans ce genre de situation, il est difficile pour les individus de pouvoir accumuler des ressources car l'intérêt du groupe passe avant l'intérêt individuel. C'est aussi la raison pour laquelle il n'y a pas de réciprocité affichée : on n'attend pas du groupe qu'il rende ce qu'on lui a donné. Dans la pratique, des problèmes apparaissent tels que l'utilisation d'argent à des fins personnelles. L'avantage de la mise en commun des ressources est de limiter les dépenses *per capita* (logement, alimentation, télécommunication, transport).

⁶⁸ Le ratio actifs/inactifs est donc plus important. Toutefois, si les enfants participent à l'apport de capital, c'est pour augmenter les ressources du foyer mais c'est aussi parce que les parents n'ont pas les ressources financières suffisantes pour les envoyer à l'école. Leur charge de travail n'équivaut donc pas à celle d'un adulte.

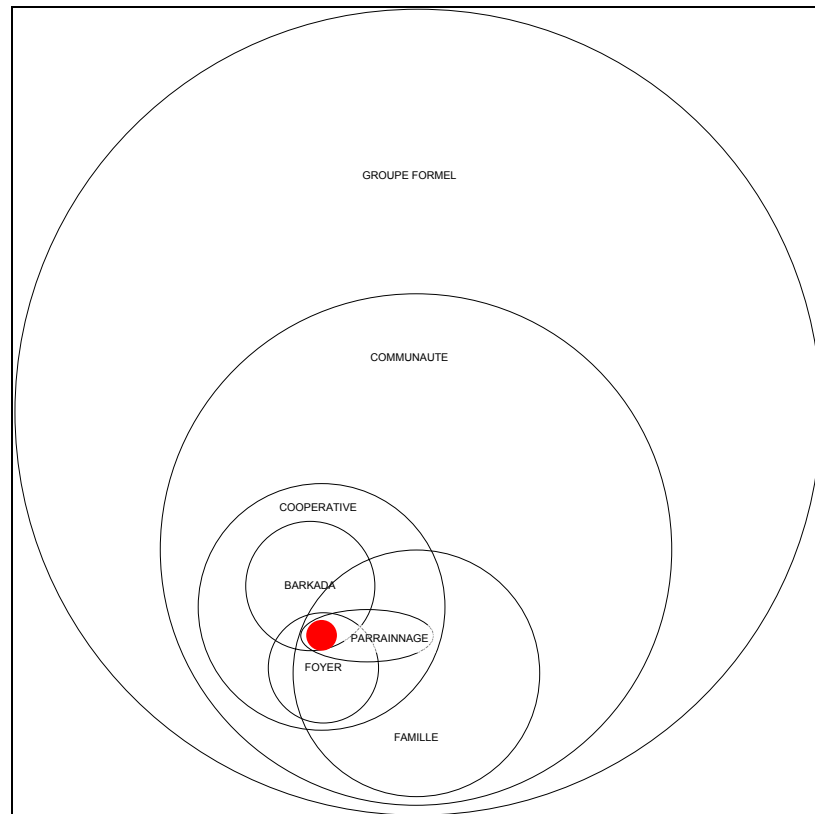


Figure 8-54 - Diagramme de Venn des principaux réseaux sociaux du delta (rouge : individu x)

8.5.2.4.2 Famille

La notion de famille aux Philippines s'entend au sens large ; elle peut comprendre plusieurs centaines de membres. Elle regroupe tous les individus ayant un lien de parenté par le sang ou par affinité. C'est un groupe à l'intérieur duquel les liens entre les membres sont souvent très forts, de sorte que l'approche utilitariste n'est pas adaptée pour expliquer quelles ressources sont partagées et entre quels membres. Les dons ou les prêts de ressources ainsi que l'échange d'information y sont intenses. Il facilite l'accès aux ressources financières, directement (prêts/dons) et indirectement (contact pour l'obtention de travail, par exemple⁶⁹). L'intérêt de la famille est d'autant plus grand que les ressources sont hétérogènes et que certains membres sont richement dotés⁷⁰. Tous les groupes d'acteurs ont des membres qui travaillent, soit à Manille, soit à l'étranger. Les groupes les plus aisés possèdent un plus grand nombre de membres de la famille travaillant à l'étranger, et en particulier dans des pays développés. Comme pour le foyer, l'avantage est que les relations à l'intérieur de ce groupe sont basées naturellement sur la *confiance*.

8.5.2.4.3 Le parrainage

La tradition du parrainage remonte à l'époque espagnole. Le groupe constitué peut regrouper des individus aux ressources hétérogènes. Ainsi, les personnes ressources du delta (gros exploitants et élus politiques) comptent plusieurs centaines de filleuls⁷¹ (sachant que chaque filleul peut avoir de nombreux parrains). Une telle association s'explique par un intérêt

⁶⁹ Les offres d'emploi dans les exploitations peuvent ainsi être communiquées par les ouvriers à des membres de la famille. Ceci peut rassurer l'exploitant.

⁷⁰ Lorsque certains membres travaillent dans un pays développé, les montants envoyés mensuellement peuvent être conséquents : par exemple, le frère d'un exploitant travaillant en Allemagne lui envoie tous les mois 12000 php ; le fils d'un *bantay* travaillant à Taiwan envoie 6000 php par mois, etc.

⁷¹ Sachant que ces personnes-ressources repoussent aussi de très nombreuses sollicitations.

mutuel : ancrage local et confiance de la base pour la personne ressource, et accès potentiel à d'importantes ressources pour la famille du filleul. C'est une relation qui présente des similitudes avec les relations patron-client qui unissaient les propriétaires fonciers et leurs métayers. Dans les faits, seuls quelques individus pourront réellement tirer avantage de la relation, qui consiste souvent à travailler pour la personne-ressource, dans une exploitation aquacole par exemple.

8.5.2.4.4 Barkada

La définition la plus simple de la *barkada* est un groupe d'amis, dont certains peuvent appartenir à la même famille. Elle a une double fonction à la fois sociale et économique. Les membres d'une *barkada* se réunissent ainsi fréquemment. Les contours de la *barkada* ne sont pas nets.

Hormis les avantages sociaux, ce groupe offre à ses membres des avantages économiques très diversifiés d'une *barkada* à l'autre. Dans le cas des *mangangapas*, par exemple, la *barkada* épouse les frontières du groupe de travail quotidien. Elle permet de mettre en commun des ressources pour pouvoir acquérir ou louer des biens (barque, filet, matériel de pêche divers) inaccessibles aux individus seuls. Cette action a d'autant plus de chances de fonctionner que les membres de la *barkada* sont liés par les relations d'amitiés, de respect mutuel et de confiance réciproque.

8.5.2.4.5 Eglise ou association religieuse

Une forte majorité des acteurs locaux est chrétienne. L'église catholique romaine est majoritaire bien que les églises évangéliques⁷² comptent de nombreux fidèles. La foi et le support moral constituent les deux principales causes d'adhésion aux mouvements. Toutefois, les avantages matériels qu'ils procurent au moment des catastrophes naturelles constituent des causes non négligeables d'adhésion. Les messes à l'église représentent aussi un lieu de rencontre et de partage collectif de la foi qui soude les membres d'une même communauté. Le partage d'un objet commun, en l'occurrence de culte, est un facteur qui contribue à rapprocher les membres d'une même communauté. Les politiques trouvent aussi dans la religion une arène publique qu'ils n'hésitent pas à utiliser. L'église fait partie du folklore local. À travers les cérémonies, les fêtes, les traditions, elle anime le milieu rural et contribue à sa cohésion.

8.5.2.4.6 Communauté

Dans le cas du delta, on assimile la population du *barangay* à une communauté. Cela s'explique par le fait que certains *barangays*, en particulier ceux qui sont situés dans le sud du delta, sont denses et relativement bien circonscrits dans l'espace (Figure 8-55). Le facteur géographique ne permet toutefois pas, à lui seul, d'expliquer l'émergence d'une communauté, c'est-à-dire d'un ensemble d'individus, qui, outre qu'ils partagent un patrimoine commun, agissent parfois dans l'intérêt collectif. Le qualificatif de communauté s'explique aussi par la solidarité des membres. Cette solidarité s'exprime grâce aux liens familiaux qui lient la plupart des habitants d'un même *barangay*, à des degrés différents. Le concept de *bayanihan* a souvent été cité dans les entretiens, évoque la présence d'un esprit d'unité très fort à l'intérieur de la communauté en vue d'assurer sa pérennité⁷³.

Trois facteurs : proximité géographique, hétérogénéité sociale et proximité familiale contribuent à faire des communautés des unités capables de s'adapter à travers les échanges

⁷² On en compte de très nombreuses : *Ang Dating Daan, El Shaddai, Couple for Christ, Born Again...*

⁷³ Certains acteurs évoquent pourtant une diminution de la solidarité, comparativement aux années 1990 et plus encore aux années 1980.

ou les dons de ressources. Le poisson, et en particulier le tilapia, possède le statut de monnaie d'échange pour de nombreux services. C'est un bien qui circule entre les individus et qui est utile pour maintenir les liens. La question de la pérennité de ces liens pourrait se poser si cette ressource, relativement abondante, venait à se réduire. La raison qui sous-tend les échanges, souvent informels, est l'espoir d'une réciprocité en cas de besoin, même si les dons et échanges se font souvent de façon désintéressée. L'intérêt de l'hétérogénéité sociale s'explique ainsi précisément par le fait que cela restreint la possibilité d'un effondrement généralisé.



Figure 8-55 - Vues par satellite de Sapang Kawayan (Masantol) (source: GoogleEarth)

Les apports sont ainsi différents selon les acteurs et selon les ressources propres. Ceux qui ont peu ou pas de ressources ne peuvent qu'offrir leur aide à la préparation d'évènements, tandis que les plus riches offrent un support financier à la collectivité en finançant directement les évènements.

8.5.2.4.7 La coopérative

La coopérative n'est pas actuellement un moyen privilégié d'association entre les acteurs. Seules quelques unes subsistent après une période où elles étaient beaucoup plus présentes. Il existe officiellement plusieurs types de coopératives : crédit, épargne, consommation, production, marketing, service, multifonctionnelles, etc. Dans le domaine de l'aquaculture, l'un des projets les plus aboutis est la coopérative multifonctionnelle de Masantol, très active entre 1991 et 2005, qui a compté environ 80 membres (équivalant à environ 200 et 300 hectares). Cette coopérative fournissait plusieurs types de services : séminaire, accès au crédit des *consignacions*⁷⁴, achat groupé d'intrants. Si les fermiers pouvaient participer à l'entreprise, l'accès au capital était réservé aux propriétaires. Les métayers, encore nombreux à l'époque, n'y étaient pas autorisés. La fin de la coopérative s'explique par des problèmes de trésorerie. Il est toutefois vraisemblable que le facteur ait aussi contribué à son arrêt⁷⁵. La construction, enfin, des digues du PDDP ont entraîné la perte de terres d'un certain nombre de membres, ce qui a définitivement affaibli la coopérative et qui a rendu les remboursements de prêts impossibles. D'autres expériences de coopératives visant à améliorer les *livelihoods* ont vu le jour durant les décennies 1980 et 1990. Sur les sept que comptaient Masantol et Macabebe, une seule subsiste aujourd'hui⁷⁶. Le crédit comptait parmi les fonctions premières

⁷⁴ La coopérative travaillait essentiellement avec deux *consignacions*, CPPA et Enricruz, dont les propriétaires étaient amis avec plusieurs membres de la coopérative. Les prêts auraient atteint 500 000 php.

⁷⁵ La plupart des membres étaient ainsi opposés au maire de l'époque qui, d'après eux, tentait de récupérer les terres affectées par le Pampanga Delta Development Project. Le maire considérait, lui, que la coopérative rassemblait des partisans de l'armée du parti communiste (NPA).

⁷⁶ La coopérative de San Esteban (Macabebe) avait pour objectif d'améliorer les *livelihoods* des plus pauvres, et en particulier des pêcheurs qui subissaient, selon les documents officiels, de fréquentes marées rouges. Les

de ces coopératives. Une des fonctions premières de la coopérative de Dalayap (Macabebe) est d'acheter du riz en gros. Depuis peu, la coopérative a aussi pris en fermage des superficies aquacoles. D'après un élu local, le succès sur le long terme de cette coopérative s'explique par la parenté qui lie la plupart des membres. Le nombre, aujourd'hui réduit, de coopératives restreint les services fournis à un petit nombre d'individus. Toutefois, si l'on prend l'exemple de la coopérative de Masantol, les deux principaux objectifs, à savoir améliorer les pratiques et obtenir des services difficilement accessibles aux petits exploitants, répondait de manière adaptée aux demandes des exploitants qui subissaient alors les changements de l'environnement de production. De nombreux officiels voient dans les coopératives un moyen d'améliorer la productivité aquacole et de diversifier les *livelihoods*. Toutefois, sans une plus large participation des acteurs, les problèmes de gouvernance risquent de se reproduire ; d'autant qu'à la différence des autres groupes, les règles morales qui dictent les décisions et les comportements des coopératives sont inexistantes, ce qui réduit la confiance à l'intérieur de ces groupes.

L'appartenance à un groupe constitue une ressource essentielle pour les acteurs engagés dans l'aquaculture. Face à des difficultés provisoires ou installées dans la durée, le groupe offre un support direct à la fois financier et moral. Grâce aux échanges formels et informels, les savoirs et savoir-faire aquacoles peuvent être diffusés. Il s'agit d'une ressource particulièrement importante pour les plus pauvres, tel que les *mangangapas* du fait de son accessibilité plus grande que d'autres formes de ressources. En conséquence, cette forme de capital apparaît plus particulièrement liée à des stratégies de subsistance, en particulier lors de très gros chocs (Gray et Moseley 2005). Son importance est aussi largement dépendante du contexte national. En effet, l'accès aux ressources par le biais de ces groupes est la conséquence de l'absence des réseaux formels de l'état et du marché (Cleaver 2005). L'association est donc perçue comme une adaptation des individus aux absences de l'état sur les questions de la redistribution et de l'accès. Sur le moyen ou long terme toutefois, ces groupes et ces actions collectives ne seraient pas suffisantes pour rétablir l'égalité à l'intérieur des communautés et ne peut donc se substituer totalement à l'état (Cleaver 2005). Certains groupes ont un rôle sécurisant pour les individus et les foyers mais ils ne sont pas toujours vecteurs d'une ascension sociale. Le danger serait de considérer le capital social comme la seule ressource à stimuler du fait de son rôle central dans la vie des individus. Bien qu'il constitue effectivement un support moral et financier, il ne paraît pas apte à remplacer des institutions aux règles formelles. Enfin, de manière insidieuse, l'importance du capital social est aussi le reflet d'une situation d'endettement généralisée qui constitue à la fois le ciment des relations sociales (qui se substitue à la confiance) et le principal frein aux investissements productifs. C'est un phénomène que l'on retrouve à l'échelle du pays, où les individus sont le plus souvent liés les uns aux autres par des dettes de gratitude (*utang na loob*) réciproques (Gueraiche 2004).

8.6 Développement et *livelihoods*

Il reste à répondre à trois questions: (i) les *livelihoods* des protagonistes du delta de la Pampanga sont-ils durables ?, (ii) quel est l'impact réel de l'aquaculture sur les *livelihoods* ?, et (iii) quelle est la capacité des individus à améliorer leur quotidien ?

problèmes s'accumulèrent dès le début quand la somme reçue (300 000 php) ne fut que la moitié de l'allocation initialement prévue. Le projet s'appuyait sur l'engraissement de crabes et sur l'achat de cinq barques pour le transport fluvial et pour la récolte de *sulib*. En conséquence des détournements de fonds, du déficit démocratique dans les décisions et dans la supervision, les problèmes se sont multipliés : approvisionnement de jeunes crabes, moteur inadapté, fragilité des nasses...

8.6.1 La durabilité des *livelihoods*

Si l'on se réfère à nouveau à la définition de Chambers et Conway (1991), un *livelihood* durable doit avoir un effet positif sur l'environnement biophysique et sur les *livelihoods* voisins. Il est socialement durable lorsqu'il est capable de résister et de s'adapter aux chocs et aux stress de son environnement.

Les pratiques qui ont un impact négatif sur le milieu sont liées à certaines techniques de pêche (pêche électrique, pose de nombreux *biakos*, filet non sélectif, dispositif de concentration de poissons) et d'élevage aquacole (utilisation de cyanure ; utilisation excessive d'aliments composés ; récolte par chalutage, dans la baie de Manille, de l'aliment destiné aux crevettes). Elles sont le fait des populations les plus pauvres. Des dégradations causées par les plus pauvres sont la conséquence de l'appauvrissement des économies paysannes, qui pousse les fermiers à surexploiter les ressources et à utiliser des pratiques non durables à des fins de subsistance (Bebbington 1999). D'un autre côté, les dégradations sont aussi la conséquence des activités des entreprises capitalistes, dont les objectifs à court terme provoquent une forte consommation des ressources naturelles dans l'objectif de les transformer rapidement en ressources financières (Bebbington 1999). À des degrés divers, on retrouve ces deux catégories au sein de notre zone d'étude. On retrouve les plus pauvres sous les traits des pêcheurs, et les entreprises capitalistes sous ceux des aquaculteurs. Les impacts négatifs des techniques de pêche apparaissent alors comme l'une des conséquences de la paupérisation des pêcheurs et de l'insécurité croissante de leur mode de vie. Dans le cas des aquaculteurs, les mauvaises pratiques sont la double conséquence des impératifs économiques et d'un contexte économique-politique qui veille peu au bon respect des lois environnementales ou sociales et dont le soutien s'exerce au niveau des individus plus qu'à celui du secteur. Notons toutefois la relative incertitude quant à la nature et à l'amplitude exacte des impacts environnementaux résultant de ces pratiques jugées négatives. Ces impacts sont d'autant plus difficiles à estimer que le milieu a connu récemment de grosses perturbations dues à des causes naturelles, telles que l'éruption du Pinatubo, ce qui rend difficile une distinction claire des causes et de leurs effets.

Pour évaluer la durabilité d'un système tel que le *livelihood*, il faut changer d'échelle et considérer en particulier une matrice historique et spatiale plus large. En effet, le vécu de chaque acteur informe sur un éventuel déséquilibre entre ressource et exploitation. On comprend que la raison de l'augmentation du nombre de *mangangapas* est liée à la réduction de la ressource halieutique (nette et *per capita*). Le changement d'échelle spatiale permet de réfléchir à l'échelle de la communauté ou du village. On reconnaît à la fois l'importance de la localisation et du contexte sur la nature des *livelihoods* mais aussi celle du groupe d'appartenance. Les opportunités offertes par les groupes varient d'un groupe à l'autre.

On reconnaît finalement le glanage comme une adaptation extrême qui exploite des ressources privées, légalement propriété d'autrui. Seule, l'activité d'un glaneur est durable, mais ne l'est plus si l'on considère l'ensemble des glaneurs et la conséquence de l'activité sur celle des autres, en particulier des exploitants. L'omniprésence de l'aquaculture dans le paysage force alors à se demander quel a été l'impact réel de l'aquaculture sur le développement.

8.6.2 Impact du développement aquacole

L'aquaculture a permis des créations nettes d'emplois en zone saumâtre. Compte tenu de la dynamique du milieu (augmentation de la salinité, aléas naturels), on peut douter qu'il puisse exister une activité plus rentable. Certains acteurs, devenus aujourd'hui exploitants, ont largement amélioré leur niveau de vie grâce à l'aquaculture. D'autres ont progressé socialement mais de manière plus modeste (lors du passage du riz à l'aquaculture). Cette

ascension sociale, qui était l'un des objectifs du développement aquacole, est aujourd'hui freinée. De plus, de par le caractère extensif de l'aquaculture, les retombées économiques locales sont restreintes car peu d'intrants sont utilisés et une partie des bénéfices est captée par les gros exploitants absents du territoire, et par les exportateurs. Pourtant, les impacts bénéfiques d'une activité d'exportation sur un territoire sont liés à l'activité elle-même mais aussi aux activités amont et aval de la filière. Malgré des bénéfices limités, à la différence de ce que l'on peut trouver dans d'autres contextes asiatiques, l'aquaculture n'a pas marginalisé les populations (Irz *et al.* 2007). Il y a toutefois deux facteurs qui freinent une possible amplification des effets positifs de l'aquaculture : les pratiques et les investissements, les deux étant liés. On a déjà abordé les questions relatives aux pratiques. En ce qui concerne les investissements, ceux-ci devraient permettre d'augmenter la productivité des étangs grâce à des pratiques plus intensives. Toutefois, l'incertitude des rendements et le manque de support institutionnel freinent l'accès au capital et la prise de risques. L'aquaculture est donc importante, particulièrement pour les foyers les plus pauvres (Irz *et al.* 2007). Cependant, ne pas reconnaître que des améliorations sont possibles signifierait que l'on accepte la situation qui est celle d'une activité assurant, au mieux, la subsistance à travers ses résidus.

8.6.3 Les améliorations du niveau de vie

Hormis une minorité qui a effectivement amélioré son niveau de vie grâce à l'aquaculture, une majorité d'acteurs exploitent les ressources aquacoles à des fins de subsistance et non pas comme un moyen d'accumulation de ressources. Les adaptations qui se basent en partie sur les ressources aquacoles montrent ainsi une tendance au maintien de l'acquis. Les autres types d'adaptation montrent que les transferts d'argent productifs sont minoritaires. En outre, les investissements réalisés dans ce sens sont destinés à des entreprises tel que le *sari-sari* qui, lorsqu'ils génèrent des bénéfices, le font de manière limitée. Dans un milieu tel que celui du delta, deux moyens peuvent permettre d'améliorer les niveaux de vie : l'augmentation de la productivité des ressources naturelles, et la diversification. Dans les deux cas, les tentatives réalisées jusque là ne se sont pas avérées fructueuses. Selon Irz *et al.* (2007), défendant l'orthodoxie libérale, l'augmentation de la productivité passe par une privatisation des ressources. Pourtant, malgré des ressources privées, les rendements n'ont pas augmenté et ont même chuté depuis le début des années 1990. Cette condition n'est donc pas suffisante. Au mieux, elle est une des conditions, au même titre qu'une meilleure gouvernance et un meilleur partage des informations.

A contrario, les raisons qui expliquent que nombre d'acteurs n'aient pas réussi à améliorer leur *livelihood* sont liées à leur incapacité à identifier des opportunités pour transformer des biens ou des services en ressources, aux freins psychologiques et financiers que constitue l'appartenance à certains groupes, et à l'absence d'une gestion appropriée des ressources naturelles et d'une gouvernance efficace. Comme soulevé dans d'autres contextes, l'incapacité des acteurs à construire ou à s'allier aux réseaux de l'état, du marché et de la société civile s'avère un frein important à l'accès, à la défense et à la capitalisation des ressources (Bebbington 1999). On peut toutefois aussi retourner le problème en montrant l'incapacité de l'état, du marché comme de la société civile à intégrer certains acteurs, et en particulier les plus pauvres.

Conclusion

Le cadre des *livelihoods* permet d'explorer l'environnement proche et le quotidien des individus. Il fournit de nouveaux objets d'étude : les objets du quotidien, les relations interpersonnelles, les représentations, le discours, l'impact des politiques sur le quotidien des acteurs. Des catégories ont ainsi été établies pour les acteurs qui exploitent la ressource

aquacole. Une analyse comparative des *livelihoods* à travers ces catégories a alors permis de mettre à jour les différences relatives aux ressources possédées, aux stratégies et aux actions et aux facteurs de vulnérabilité. La vulnérabilité est liée d'une part à la nature et à l'intensité des aléas et d'autre part aux éléments propres aux groupes et aux individus qui les fragilisent lors de leur exposition. Considérant le système aquacole comme central, le manque de savoirs et de savoir-faire sont des facteurs majeurs de vulnérabilité pour les exploitants. A court terme, un changement de pratiques pourrait permettre de renverser la tendance. À plus long terme, les adaptations devraient aussi considérer et tenter d'enrayer les aléas d'origine sociale dont l'existence repose, pour l'essentiel, sur une mauvaise production et sur une mauvaise répartition de la richesse créée. Ainsi, la vulnérabilité de la production aquacole se diffuse aux acteurs dont les modes de vie dépendent des ressources aquacoles, à travers par exemple la valeur des primes, la quantité d'organismes accessibles par glanage, la rentabilité du fermage. Dans un tel contexte où la ressource est variable et peu importante au regard des besoins, les groupes mettent en place des stratégies qui visent à réduire leur vulnérabilité par la diversification ou le renforcement du capital social. Les *livelihoods* apparaissent ainsi comme des systèmes complexes car n'évoluant pas de façon linéaire avec les ressources dont ils dépendent mais au contraire capables de s'adapter.

Parmi les adaptations des acteurs, aucune n'est la conséquence d'une volonté institutionnelle. En effet, les institutions ne proposent pas de cadre favorisant la redistribution et l'augmentation des ressources. Cette absence de règles collectives institutionnalisées ouvre la voie à des solutions atomisées, socialement peu productives, informelles, n'offrant pas un niveau de sécurité égal à celui qui pourrait l'être dans un cadre plus formel (sanctions, contrôle) et qui s'exprime à travers l'importance du capital social. Bien qu'il n'ait pu être mesuré de façon précise, le rôle des transferts de fonds internationaux semble avoir un impact sur l'évolution du système aquacole et sur la résilience des individus. À ce jour, la réforme agraire reste l'évènement politique majeur de redistribution des ressources. Pourtant, avec le recul, l'impact majeur semble avoir été une redistribution de la rente territoriale plutôt que son augmentation.

Le concept des *livelihoods* a aussi permis de comprendre l'impact des activités sur le paysage à travers les pratiques mises en œuvre par les acteurs (Figure 8-56). Les pratiques sont, en effet, perçues comme l'aboutissement d'un processus complexe basé sur les représentations et sur les ressources propres des acteurs ainsi que sur les conditions d'accès à l'information et aux savoirs. Les représentations environnementales comptent donc parmi celles qui ont le plus évolué ces dernières années, ce qui montre le caractère temporaire des idées, que celles-ci soient vraies ou fausses.

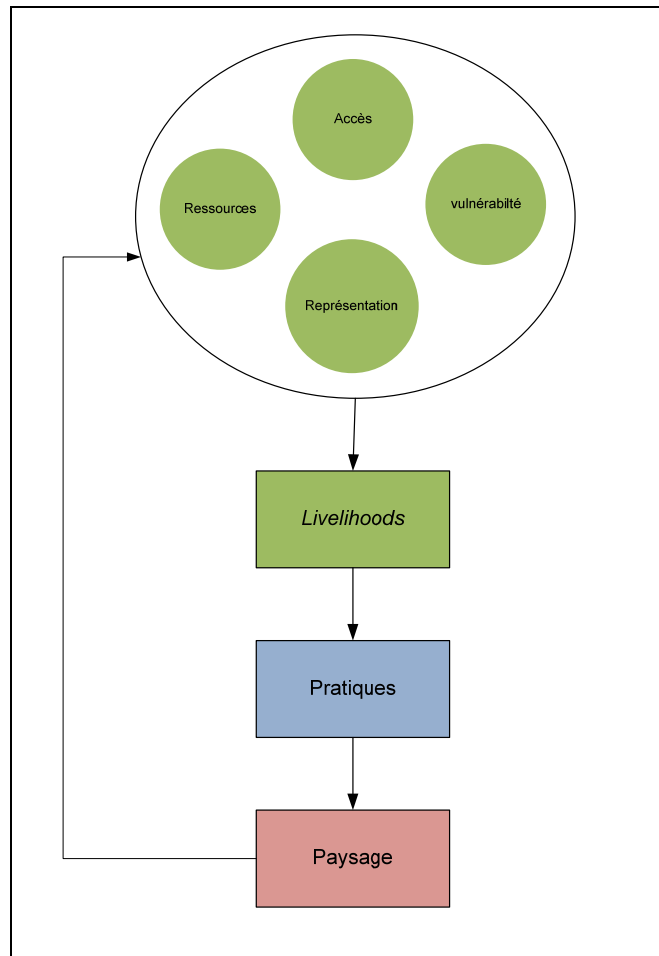


Figure 8-56 - Relations entre *livelihoods*, pratiques et paysage

Dans la catégorie des pauvres, on peut établir une distinction entre les *livelihoods* selon leur niveau de capital social : ceux qui n'ont pas de capital social et ceux dont c'est la ressource principale. L'absence de capital social, ou une dépendance presque totale vis-à-vis de ce dernier sont deux critères qui réduisent, respectivement, la capacité d'adaptation des populations et les améliorations possibles de leur qualité de vie. En dépit du manque de ressources de ses parties, le tout, c'est-à-dire le delta et ses marges apparaît globalement résilient. À l'intérieur de ce système global, l'aquaculture apparaît elle aussi relativement résiliente. Deux facteurs contribuent à sa résilience : la faiblesse des investissements et l'absence d'alternatives. Conjointement, ces deux éléments offrent au secteur un possible nouveau départ, du fait des pertes relativement limitée et de l'espoir toujours présent de gains importants grâce aux prix élevé de la crevette, et en raison de l'absence d'activités concurrentes susceptibles d'offrir un choix.

Chapitre 9 Simulation agent et changement d'occupation du sol dans le delta de la Pampanga

Les changements d'occupation du sol sont la conséquence matérielle des multiples changements antérieurs de nature sociale (politique, économie, gouvernance...) et environnementale (climat, aléas). Lorsqu'ils sont volontaires, ils se réalisent à travers la décision des acteurs. Les facteurs de changement s'inscrivent dans des échelles de temps et d'espace variables et peuvent être internes ou externes aux acteurs. L'objet de ce chapitre est d'explorer l'influence de plusieurs de ces facteurs sur les changements d'occupation du sol du delta de la Pampanga grâce à la simulation agents.

9.1 Les systèmes multi-agents (SMA)

9.1.1 Une introduction aux SMA

9.1.1.2 Définition

Selon Bousquet et Le Page (2004), un SMA se compose des éléments suivants (Figure 9-1):

- un environnement E (généralement sous forme d'automate cellulaire);
- un ensemble d'objets O, localisés sur E ;
- un ensemble d'agents A, sous-ensemble spécifique de O, et qui sont les entités actives du système ;
- des relations R qui lient les objets les uns aux autres ;
- des opérations Op, qui dotent les agents de capacités de perception, de production, de transformation et de manipulation de O ;
- des opérateurs ayant la tâche de représenter l'application de ces opérations.

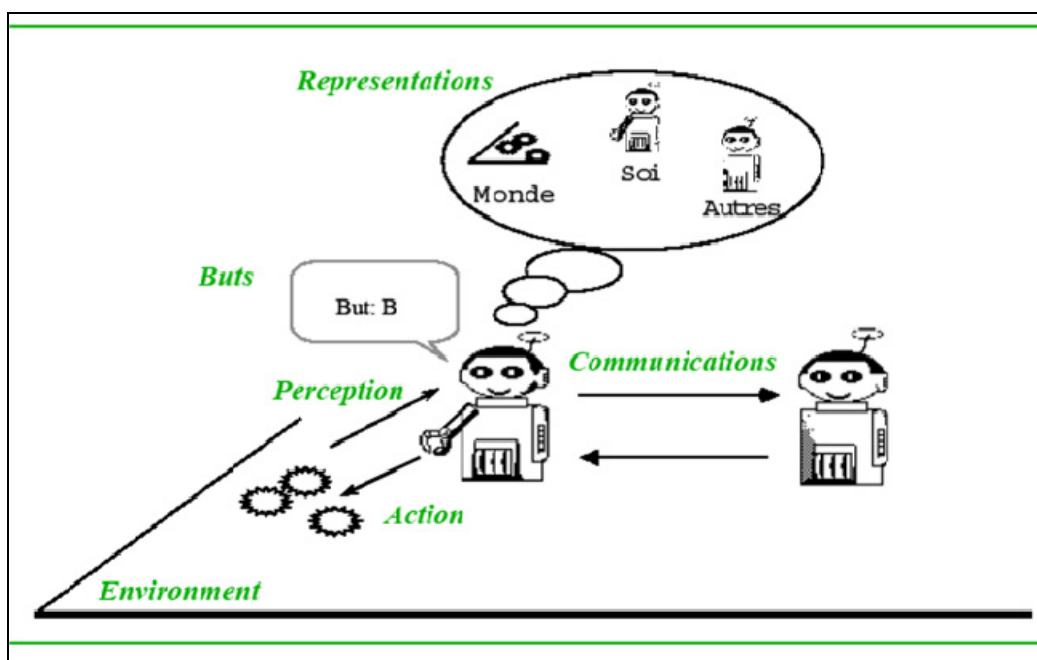


Figure 9-1 - Un système multi-agent (Ferber 1995)

Les systèmes analysés par les SMA sont généralement des systèmes complexes dans lesquels la simulation des interactions entre agents permet d'explorer des aspects tels que l'émergence, les rétroactions, l'auto-organisation ou le changement de phases (Torrens 2010). Ils sont, en outre, capables de simuler des interactions non-linéaires, discontinues, discrètes, avec une population hétérogène (Richetin *et al.* 2010). Polhill *et al.* (2010), par exemple, utilisent les SMA pour explorer la capacité d'adaptation des exploitants agricoles et pour étudier la résilience du système agricole. Les SMA sont adaptés à l'étude des systèmes où les interactions entre les hommes et le milieu ne sont pas linéaires et sont sous la dépendance du jeu des rétroactions (Matthews 2007). Ils le sont tout autant pour l'étude de phénomènes émergents, c'est-à-dire lorsque des variables homogènes à un certain niveau hiérarchique (prix des biens, dynamique des populations) ne sont pas spécifiées mais émergent à partir des propriétés des agents et du fait de leurs interactions. L'essence d'un SMA est donc de révéler et d'explorer des phénomènes émergents à partir de comportements locaux, de règles simples et d'interactions entre les entités élémentaires (Bandini *et al.* 2009).

Outre ces qualités d'exploration des systèmes complexes, les SMA sont aussi utilisés pour la prospective, en fournissant des indications aux décideurs sur le fonctionnement de leur système et pour modéliser les conséquences de nouvelles politiques (Berger et Schreinemachers 2006). Ils permettent ainsi de tester la stabilité et l'évolution d'un système socio-écologique dans plusieurs scénarii (Veldkamp et Lambin 2001). Ces deux qualités, exploration et prévision, sont les deux principaux champs d'investigation des SMA (Bandini *et al.* 2009).

9.1.1.3 Historique du développement des SMA

Les premiers automates cellulaires sont issus des travaux de Von Neumann dans les années 1940 avant de gagner en popularité grâce au jeu de la vie de John Conway (Janssen et Ostrom 2006). Le développement des SMA a bénéficié, par la suite, des travaux portant sur la théorie des systèmes de Shannon en cybernétique et en Intelligence Artificielle, sur la capacité de raisonner de manière proactive (Torrens 2010). Les premiers modèles agents sont apparus, quant à eux, durant les années 1960 et 1970 sous la forme d'automates cellulaires destinés à simuler la croissance urbaine et l'occupation du sol sous la forme d'un échange d'information entre les cellules (Torrens 2010). Au début des années 1970, le modèle de ségrégation de Schelling illustre les conséquences agrégées de comportements non coordonnés mais interdépendants (Banos 2010). À partir de règles simples qui portent sur le degré d'acceptabilité de se trouver entouré d'agents similaires, le modèle de Schelling montre l'émergence de phénomènes de regroupement spatiaux.

Grâce à leurs qualités heuristiques, les SMA ont progressivement été utilisés par plusieurs disciplines : géographie, sociologie, écologie, biologie, économie, agronomie (Torrens 2010). Le premier SMA *géographique* a été développé à la fin des années 1980 et avait pour but de simuler l'optimisation de trajets récréatifs le long de chemins (Torrens 2010). Aujourd'hui, de nombreux champs de la géographie exploitent les SMA : la géographie des déplacements, les modèles de croissance, la géographie sociale, la géographie économique, la géographie physique, la géographie des risques, la géographie de la santé (Torrens 2010).

9.1.1.4 Comparaison avec les autres modèles

Comparé à cinq autres types de modélisation¹, Boulanger et Bréchet (2005) estiment que les SMA sont les plus efficaces pour l'appui à des politiques de développement durable. Pour en

¹ Les modèles qui ont été comparés dans l'étude sont : les macro-modèles économiques, les modèles d'équilibre général calculable, les modèles centralisés d'optimisation, les modèles de systèmes dynamiques et les réseaux bayésiens.

arriver à une telle conclusion, les auteurs se sont basés sur les critères suivants : la capacité d'intégrer de données interdisciplinaires, la prise en compte de l'incertitude, du temps long, des interactions entre échelles variées et enfin le degré d'ouverture essentiel à la participation des acteurs. Les SMA sont aussi particulièrement adaptés à la modélisation des systèmes agricoles. Berger *et al.* (2006) estiment que les modèles de simulation bioéconomiques ne sont pas capables de capturer l'ensemble des contraintes biophysiques et socio-économiques qui pèsent sur les exploitations agricoles. Les modèles bioéconomiques sont performants dans un contexte où les agents sont homogènes et lorsqu'il y a peu d'interactions, alors que la réalité du monde agricole est tout autre. Les SMA, seuls ou couplés avec des modèles bioéconomiques, présentent l'avantage de comporter un environnement anisotrope qui contraint les interactions entre agents, et offrent la possibilité de simuler des agents aux comportements hétérogènes. Le modèle considère ainsi deux aspects essentiels de la réalité, l'hétérogénéité et les interactions, capables de transformer et d'engendrer du changement dans le système. L'objectif n'est donc pas de recréer un monde *in silico* mais de considérer les aspects du monde réel qui font sens dans l'étude du changement. Dans les modèles agronomiques, la dimension spatiale est essentielle car elle joue un rôle premier dans la diffusion des innovations (Berger 2001, Berger *et al.* 2006). De plus, certains acteurs sont plus disposés que d'autres à modifier leur itinéraire technique (Valbuena *et al.* 2008).

La simulation des phénomènes réels suppose aussi de prendre en compte la diversité des échelles, de temps et d'espace, qui caractérisent les objets, leurs interactions et les conséquences de ces interactions. La question des échelles est en effet centrale dans la compréhension des phénomènes sociaux car les comportements individuels et collectifs sont la conséquence d'une multitude de facteurs inscrits à différents niveaux. Lorsque l'on considère un événement quelconque, tel que la décision d'un agent, il faut donc considérer l'ensemble des facteurs susceptibles d'avoir un effet sur la décision. Une réduction du nombre de ces facteurs doit toutefois être opérée car leur nombre est susceptible d'augmenter rapidement. Les SMA sont capables de modéliser des objets de niveaux différents, mais aussi des interactions multiscalaires (Polhill *et al.* 2010), dans le sens *top-down* comme dans le sens *bottom-up*. Au minimum, un modèle doit donc être composé d'agents et de groupes d'agents, c'est-à-dire des agents liés (voisinage, croyances ou intentions similaires, association forcée, association socioculturelle ou génétique, etc.), d'objets de l'environnement éventuellement appartenant à des ensembles plus grands (par exemple : cours d'eau / bassin versant), chaque objet ayant un fonctionnement interne propre et des aléas locaux et globaux.

Les SMA constituent aussi un média approprié aux projets interdisciplinaires. Ils offrent la possibilité à des utilisateurs variés de se réunir et de co-construire un modèle à travers un langage commun (par exemple, le langage graphique UML qui peut s'approprier sans formation préalable). Les SMA sont un outil à priori neutre, c'est-à-dire non inféodé à une discipline. Cette caractéristique peut favoriser les interactions entre des personnes aux approches différentes. Une seconde raison de la pertinence de leur usage dans les travaux interdisciplinaires est la possibilité qu'ils offrent d'intégrer des données spatiales ou a-spatiales, pluridisciplinaires (Polhill *et al.* 2010), rendant par exemple possible de coupler des modèles sociaux et environnementaux (Matthews *et al.* 2007). Un troisième avantage, lié à la co-construction, est que l'objectif réside autant dans le processus de construction que dans le résultat. Cela peut alors favoriser un auto-renforcement des participants à la modélisation car l'objectif, la co-construction, est facile à atteindre et n'est pas soumis à la qualité du résultat. La recherche de résultats de qualité peut néanmoins être adossée à l'objectif de la co-construction, ou bien constituer l'étape ultérieure. La co-construction offre un cadre d'échanges et d'apprentissage dans lequel scientifiques, décideurs et acteurs de tous horizons peuvent se réunir (Berger et Schreinemarchers 2006). Cette

qualité, la participation, est due à une représentation réaliste (Boulanger et Bréchet 2005), qui permet à tous les acteurs de s'approprier le modèle.

Une autre particularité des SMA est de ne pas être exprimée en termes de variables, fonctions, et équations déterministes mais en termes d'agents, d'objets et d'environnements (Boulanger et Bréchet 2005). Les SMA permettent ainsi de contourner les difficultés relatives à l'emploi des modèles déterministes ou probabilistes en offrant la possibilité de simuler des hypothèses sans traduction mathématique préalable (Boulanger et Bréchet 2005). Cette relative accessibilité est susceptible d'élargir le spectre des utilisateurs.

Les expériences sur des sujets humains sont limitées par des questions d'éthique, et par le fait que les contextes dans lesquels sont réalisées les expériences sont très variables et provoquent de nombreux biais (Janssen et Ostrom 2006). Les SMA permettent de tester des hypothèses sur les comportements des individus dans des contextes difficiles à produire dans la réalité.

La question de la prévision est centrale dans le cas des SMA. Il s'agit en effet de savoir s'il est possible de modéliser l'évolution d'une partie du monde dans le futur à partir des données présentes et passées. Cela suppose donc de modéliser l'évolution dans le temps des attributs de certains objets, au regard des données présentes et passées, et de modéliser les interactions futures. L'incertitude quant à l'évolution des objets, à leurs interactions et au contexte dans lequel ils évoluent a suscité le développement de scénarii dans lesquels des hypothèses ont permis de régler temporairement le problème de l'incertitude. Le problème de la prévision n'est pas donc pas propre aux SMA. Il est lié à la connaissance que l'on a des phénomènes et aux données qui permettent de les modéliser. Les capacités de prévision sont très liées aux scénarii construits. Le problème de l'incertitude lorsqu'il s'agit d'explorer le futur se retrouve par ailleurs dans les explorations du présent et du passé, à la différence que des données permettent de valider certaines hypothèses. Cela pose toutefois la question de la validation car un état à un instant t , mesurable avec des données, peut être le résultat de deux fonctionnements différents. Ainsi, la capacité de prévision est avant tout liée à une compréhension de la manière dont fonctionne un système. Le défi majeur est alors la modélisation des micro-processus (Robinson *et al.* 2007), en particulier des processus cognitifs. En raison de cette incertitude, les informations apportées aux décideurs à travers les scénarii doivent porter sur les interrelations et interactions entre facteurs (Valbuena *et al.* 2010b) et non pas sur les résultats statistique, graphique ou cartographique qui n'ont, en soi, peu de sens sinon celui d'alerter.

9.1.1.5 Les agents

Les agents ont des qualités qui leur permettent d'avoir des stratégies différentes et d'interagir avec les autres agents et avec leur environnement (Bonabeau 2002). Selon les modèles, les agents ont des capacités cognitives et communicationnelles plus ou moins développées, ce qui permet de distinguer deux grandes catégories d'agents : les agents réactifs et les agents cognitifs ou délibératifs (Bandini *et al.* 2009). Les premiers réalisent leurs actions suite à la perception d'un stimulus en provenance d'un autre agent ou de l'environnement. Les agents cognitifs sont, quant à eux, caractérisés par des mécanismes de sélection plus complexes et sont capables de faire des choix. L'action ou l'inaction, qui résulte du choix, ont des conséquences à la fois sur le milieu, sur les autres agents, et sur l'auteur de l'action lui-même, à travers la modification d'un objet de l'environnement ou à travers la mémorisation de l'action. Dans les modèle auxquels on s'intéresse, les agents sont hétérogènes (histoire personnelle, situation économique, capacité de perception, taille du foyer...), autonomes (décision, pas d'intervention extérieures), dynamiques (apprennent et s'adaptent à plusieurs situations), socialisés (communiquent entre eux) (Janssen et Ostrom 2006, Valbuena *et al.* 2008, Bandini *et al.* 2009). La capacité de prendre en compte des agents hétérogènes est assez unique car c'est généralement le comportement moyen qui est considéré dans les modèles

(Matthews *et al.* 2007). Les agents interagissent et s'échangent des informations directement (rencontre, appartenance à des réseaux) ou indirectement à travers leur environnement ou un artefact (Matthews *et al.* 2007, Bandini *et al.* 2009). Dans la réalité, les réseaux sociaux catalysent la diffusion des innovations. Leur modélisation permet alors de mieux comprendre les phénomènes d'adoption (Berger *et al.* 2006). Certaines interactions sont, par ailleurs, liées à l'appartenance à un groupe. Les comportements collectifs sont donc important à considérer en dépit du fait qu'ils vont à l'encontre de la science cognitive qui considère l'individu comme l'unité cruciale de la cognition (Goldstone et Janssen 2005).

9.1.2 Les SMA appliqués aux changements d'occupation du sol

9.1.2.1 Particularités et avantages

Les SMA sont adaptés à l'exploration des dynamiques d'occupation du sol car ces derniers sont un phénomène complexe, ce qui s'explique par la présence des éléments suivants :

- la diversité des facteurs de changements (sociaux, politiques, économiques, naturels...) et des acteurs ;
- des relations multiscalaires ;
- des interactions nombreuses et changeantes, dans le temps et dans l'espace ;
- des rétroactions.

Les SMA appliqués aux changements d'occupation du sol sont composés à la fois d'un automate cellulaire et d'agents (Parker *et al.* 2003). Leur objectif est d'explorer et de comprendre les causes et les effets des dynamiques d'occupation du sol (Verburg *et al.* 2004, Veldkamp et Verburg 2004). Il s'agit donc d'explorer les interactions entre les objets et les impacts de ces interactions sur le système, et donc sur les objets eux-mêmes. La pertinence des modèles pour prédire les futures évolutions reste limitée par la complexité des processus qu'ils s'attachent de modéliser et par les très nombreuses données nécessaires (Valbuena *et al.* 2010b). Selon le type de données utilisées, les modèles sont empiriques, abstraits ou expérimentaux. Lorsque les données sont principalement qualitatives, l'objectif du modèle est rechercher la nature et la cause des changements. Lorsqu'elles sont aussi quantitatives, les modèles permettent aussi d'étudier les lieux où les changements sont apparus et leur rythme (Veldkamp et Lambin 2001).

L'emploi d'un environnement explicite est un des principaux apports des SMA à l'étude des changements d'occupation du sol. Lorsque la dimension spatiale tient une place importante dans le modèle, les méthodologies d'analyse spatiale peuvent s'avérer pertinentes², à la fois pour comprendre le fonctionnement du système et son produit spatial. Selon les objectifs, les modèles peuvent ainsi mettre l'accent sur les patrons spatiaux, et donc utiliser des modèles explicitement spatiaux, ou bien sur les décisions sous-jacentes des processus, et donc utiliser des modèles basés agents. La prise en compte de l'espace est fondamentale car celui-ci (i) est source d'enjeux (les espaces sont le lieu de nombreuses projections mentales, de spéculation économiques, de différents niveaux de valeurs, par exemple la variation du prix du foncier), (ii) contraint directement ou indirectement les interactions (distance, rugosité, ressources, coût) (Robinson *et al.* 2007), et (iii) est lié au système politique auquel il appartient (héritages culturels, économiques, relations de pouvoir et donc de dominant/dominé, gouvernance).

² Il est possible d'utiliser des méthodes qui servent à mesurer, analyser et représenter les attributs spatiaux de phénomènes (Torrens 2010).

La globalisation de l'agriculture et de l'aquaculture provoque de nouveaux modes de fonctionnement des exploitations, *a fortiori* celles qui produisent des biens destinés à être exportés. Ces nouveaux modes de fonctionnement entraînent une dépendance plus forte vis-à-vis de facteurs non locaux, c'est-à-dire des facteurs exogènes, sur lesquels l'agent n'a qu'une influence mineure voire nulle. Les changements apparaissent donc comme la conséquence de facteurs à la fois endogènes et exogènes au système considéré (Valbuena *et al.* 2010a). Dans le cas d'un système agricole, où l'entité de base est l'exploitation, les facteurs endogènes correspondent aux facteurs socioéconomiques et biophysiques d'une région spécifique : la population, les systèmes de cultures, les institutions sociales, la politique locale, la topographie, la disponibilité en eau ; tandis que les facteurs exogènes sont le marché global, le changement climatique, ou des accords politiques tel que la PAC (Valbuena *et al.* 2010a). Lorsque l'entité de base est l'exploitant, alors les facteurs endogènes se réduisent à ses actions, ses croyances, ses capacités cognitives, et ses ressources.

Dans la réalité, les interactions se font directement (communication visuelle ou orale) ou indirectement, par le biais d'un artefact ou du milieu, qui sont alors vecteurs d'une information accessible à tous ceux capables de percevoir et d'interpréter le changement d'état de cet artefact ou du milieu. Dans les domaines productifs, les interactions jouent un rôle essentiel à la diffusion des innovations (Berger *et al.* 2006). Il faut considérer de la diversité à la fois dans la nature des acteurs et dans les réseaux d'informations. Les acteurs ni n'émettent, ni ne reçoivent et ni ne traitent l'information de la même manière. La compréhension des messages est liée à leur interprétation, différente d'un acteur à l'autre, d'où l'intérêt de modéliser plusieurs types d'agents aux capacités cognitives et communicationnelles différentes (émission et réception de l'information) et appartenant à des réseaux d'informations variés. La qualité et la quantité d'information qui circule dans ces réseaux dépend de leur structure, de leur nature, de leur taille et enfin de leur fonctionnement. En matière d'innovation, ces réseaux font partie intégrante du système d'adoption (Berger *et al.* 2006). On sait par exemple que la diffusion des innovations est le fruit de la présence d'agents innovants et d'un nombre minimum d'utilisateurs convaincus (Berger 2001).

Un des principaux enjeux de ce type de modèle est la prise en compte des rétroactions entre le milieu et les comportements des acteurs (Polhill *et al.* 2010). Cela exige d'établir un lien entre l'utilisation du sol et les processus biophysiques afin de pouvoir représenter les rétroactions entre ces deux systèmes (Veldkamp et Lambin 2001). La difficulté réside ici dans la calibration des différents sous-modèles. Lorsque ceux-ci montrent un comportement non-linéaire, de petites erreurs de calcul peuvent avoir des répercussions importantes sur l'évolution du système et fausser les résultats (Veldkamp et Lambin 2001).

Les enjeux augmentent avec la croissance de la population, des dégradations environnementales et lors des changements de normes (subjectives, institutionnelles). Les conflits peuvent suivre la même tendance. La modélisation peut ainsi aider à résoudre certains de ces conflits en fournissant des informations aux décideurs sur le fonctionnement du système qu'ils ont à gérer ou à travers des approches participatives et réflexives. Des alternatives peuvent ainsi être envisagées lorsque les modèles sont spatialisés, intégrateurs et pluri-scalaires (Veldkamp et Lambin 2001), d'autant que la mise en place d'une politique coûte cher alors même que les ressources publiques sont limitées (Berger *et al.* 2006). Il apparaît alors nécessaire d'ordonner les contraintes et les interventions politiques afin de limiter les investissements et les pertes (Berger *et al.* 2006). La modélisation d'accompagnement est un outil qui est utilisé pour trouver des alternatives, identifier les raisons des problèmes et favoriser l'émergence de solutions. L'emploi de la modélisation d'accompagnement se fait à deux niveaux : au premier niveau, le modèle est construit avec les acteurs depuis le début et le processus de co-construction importe autant sinon plus que le résultat ; au second niveau, le modèle est déjà construit et s'utilise dans le cadre d'un jeu à

jouer, un jeu de rôle par exemple (Matthews *et al.* 2007). Du fait qu'il soit spatialisé (écran d'ordinateur ou plateau de jeux), le modèle constitue un objet idéal de communication car chaque acteur peut se l'approprier. Parmi les critiques soulevées de cet usage de la modélisation, celles du coût et du temps, le maintien de la motivation des acteurs, d'éventuels biais dans la sélection des acteurs, un manque de crédibilité académique des modèles, une représentation du monde réel moins bonne que si les seuls les scientifiques avaient été impliqués et enfin les difficultés à valider les modèles (Matthews *et al.* 2007).

9.1.2.2 Les données utilisées

Une minorité de SMA sont construits à partir de données empiriques (Parker et Berger 2002, Berger et Schreinemachers 2006). La majeure partie sont, en effet, abstraits ou expérimentaux (Parker et Berger 2002). Une différence fondamentale tient au fait que les modèles théoriques sont déductifs alors que les modèles empiriques sont inductifs (Berger *et al.* 2002). La plupart des modèles régionaux sont, par exemple, paramétrés avec des données artificielles (Valbuena *et al.* 2010a). Les premiers modèles empiriques intégraient surtout des données biophysiques du fait d'une disponibilité élevée (Veldkamp et Lambin 2001), et la plupart des modèles d'occupation du sol étaient des automates cellulaires. Une des raisons de ce déséquilibre entre modèles empiriques et modèles abstraits/expérimentaux est la difficulté à incorporer dans un même modèle des facteurs de natures différentes, parfois dénués de localisation explicite. Une autre raison est l'absence de méthodologies adaptées (Veldkamp et Lambin 2001). À l'inverse, plusieurs raisons expliquent la multiplication récente des modèles empiriques : l'émergence de nouvelles questions de recherche, en particulier à la suite des travaux portant sur les interactions entre individus (sciences cognitives, économie), la plus grande disponibilité de données et des retours d'expériences positifs quant à l'utilisation des SMA (Janssen et Ostrom 2006).

Les données empiriques peuvent être utilisées à deux moments, en entrée et pour la validation (Janssen et Ostrom 2006). Dans les deux cas, les données utilisées peuvent être quantitatives ou qualitatives. Les méthodes d'acquisition des données sont variées. Robinson *et al.* (2007) en relèvent cinq : les questionnaires, l'observation participante, l'expérimentation au laboratoire et *in situ*, la modélisation d'accompagnement, et les outils de géomatique tel que la télédétection et les SIG. Elles permettent la récolte de données à la fois quantitatives et qualitatives, sociales et biophysiques (Robinson *et al.* 2007), et sont capables non seulement d'améliorer le réalisme du modèle (i) directement à travers un paramétrage plus robuste, et (ii) indirectement à travers une abstraction plus fidèle à la réalité. Ce niveau d'abstraction est important à considérer car il est directement lié à son niveau d'utilité dans le cadre de l'aménagement et de l'aide à la décision (Valbuena *et al.* 2010a). D'autres techniques permettent aussi d'obtenir des données qualitatives, les entretiens, les analyses de discours, les analyses de texte et les documents divers, dont la récolte s'inscrit alors dans une approche d'investigation inductive (Polhill *et al.* 2010). Les données empiriques qualitatives sont utiles pour étudier les relations compliquées et les événements lents, dans la construction des ontologies, mais, en contrepartie, fournissent seulement des informations sur des cas bien précis et ne se prêtent pas à la généralisation (Polhill *et al.* 2010).

9.1.2.3 Les fonctions de décision comme le cœur des modèles

Tout changement d'occupation du sol est le produit d'une action, elle-même fruit d'une décision. La décision apparaît alors comme un élément central, capable de modifier à la fois le système biophysique et le système socio-économique. C'est un moment où les informations des deux systèmes sont intégrées et traitées avec des informations internes et externes à l'agent. Que ce soit pour l'intégration ou pour le traitement des informations, chaque agent

présente des spécificités qui sont dues à des différences d'attitude, de normes et d'intentions. La diversité biologique, culturelle et cognitive des acteurs comptent parmi les facteurs qui produisent de la diversité dans le processus de décision. Les ressources personnelles des individus, qu'elles soient financières, humaines, physiques, naturelles et sociales, ont, elles aussi, un effet sur la décision des agents, de sorte que ces décisions sont le produit de facteurs internes et externes (normes, services...), présent et passé. La conséquence finale est la production de paysages agricoles hétérogènes. Les cas de paysages agricoles uniformes correspondent à la prégnance d'un facteur sur les autres (subventions agricoles par exemple). Ainsi, en Europe, les paysages d'agriculture intensive sont très dépendants des facteurs exogènes (Valbuena *et al.* 2010a).

Pendant longtemps, les individus étaient classés en deux catégories, d'un côté ceux qui sont mus par des intérêts personnels à court terme, rationnels et égoïstes, des *homo economicus*, et d'un autre côté ceux qui cherchent à réaliser des actions au profit d'autrui et dans l'intérêt collectif, des *good-guys* (Janssen et Ostrom 2006, Richetin *et al.* 2010). Les faits et expérience ont pourtant montré que les individus sont beaucoup plus complexes et qu'ils sont en particulier capables d'apprendre les uns des autres, de gagner la confiance d'autrui et de suivre des règles de réciprocité, bien que certains soient toutefois, il est vrai, proche de *homo economicus* (Janssen et Ostrom 2006). La théorie de la rationalité limitée (Simon 1957) a progressivement permis de considérer de nouveaux attributs et fonctionnements des agents. Ces derniers sont dotés de capacités cognitives limitées, qui ne rend pas possible un traitement parfait des informations reçues, et sont aussi limités par le temps de réflexion, dont la longueur dépend de la nature de la décision (généralement plus une décision est importante, plus le temps de réflexion/délibération est long). Selon la théorie de la rationalité limitée, les agents choisissent la première solution qui les rend satisfait. Le but n'est alors pas de trouver la solution optimale mais celle qui permet de répondre à l'objectif de satisfaction. Les expériences ont montré qu'en dépit de performances économiques non optimales, certains exploitants agricoles ne montrent pas de velléités de changement dès lors que leur seuil de satisfaction est atteint (Polhill *et al.* 2010). Pour qualifier un tel comportement, le terme de *satisficing* a été inventé, contraction de satisfaction (*satisfaction*) et de suffisant (*sufficing*) (Simon 1956). Les irrationalités présentes dans les croyances, ayant par la suite entraîné des attitudes et des intentions irrationnelles, ont confirmé la domination des comportements à rationalité limitée (Richetin *et al.* 2010). Les agents des SMA peuvent avoir des capacités communicationnelles très variées, des croyances diverses, être contraints par des normes différentes, avoir des objectifs variés. En d'autres termes, il est possible d'incorporer des influences non monétaires sur la décision (Matthews *et al.* 2007). Ces paramètres peuvent être fixés arbitrairement ou à partir de données empiriques.

En dépit de l'influence d'autres facteurs, l'économique tient un poids très important dans la décision car le fait que les agents soient à rationalité limitée ne signifie pas qu'ils se comportent de façon irrationnelle. La rentabilité reste, en effet, la première cause du changement (Polhill *et al.* 2010). Les normes, subjectives et institutionnelles, affectent aussi le comportement, en particulier celui des agents qui accordent de l'importance à suivre le comportement de la majorité ou celui qui est prôné par les institutions. La capacité de mémorisation va, elle aussi, avoir un effet sur le comportement car la décision est l'effet cumulé de sa propre expérience et de l'observation des autres comportements (Berger 2001). Ceci implique que les agents aient une mémoire et des capacités de perception. D'autres facteurs, endogènes (différentes formes de ressources) et exogènes (opportunités économiques, politique) affectent le type de décision (Schreinemachers et Berger 2006).

Dans la continuité des travaux sur le niveau de rationalité des agents, on peut relever deux grandes catégories d'agents : ceux dont le mode de décision est heuristique, et qui sont des agents à rationalité limitée, et ceux dont le mode de décision est optimal, qui sont des agents

rationnels. Le mode de décision heuristique inclut les fonctions qui transforment un stimulus en réponse : condition–action, stimulus–réponse, si–alors (Robinson *et al.* 2007, Berger et Schreinemachers 2009). Les limites de ce mode de décision sont un manque d’hétérogénéité des agents et un manque d’adaptation (Berger et Schreinemachers 2009). Toutefois, l’hétérogénéité dépend de l’arbre de décision, et du nombre de ses ramifications terminales, construit par le modélisateur. Un grand nombre de ramifications permet alors de nombreuses alternatives, ce qui rend les agents plus adaptatifs. Dans les années 1980, Hazel et Norton (1986) ont développé la programmation mathématique appliquée aux problèmes d’optimisation en agriculture. Dans les SMA, les agents rationnels sont sensés trouver la meilleure solution à partir d’un ensemble d’alternatives et de contraintes. On considère alors que les agents disposent de toute l’information. Pour Schreinemachers et Berger (2006), les résultats de la méthode par optimisation ont un intérêt d’ordre politique car ces modèles cherchent à identifier les causes de l’inefficacité dans les facteurs structurels. Le risque est toutefois de considérer les agents égaux, au niveau de leurs capacités cognitives et de leur capacité d’accéder et de traiter l’information. En comparaison, les limites des agents heuristiques sont internes, et se réfèrent à leur capacité cognitive limitée, tandis que les limites des agents optimisant sont externes, et se réfèrent aux imperfections du marché et à l’absence ou à la dégradation des infrastructures, de transport par exemple (Tableau 9-1).

Critère	Agent heuristique	Agent optimisant
Focus	Processus et résultat de la décision	Résultat de la décision
Source d’inefficacité	Interne : capacité cognitive limitée	Externe : marché imparfait, infrastructures physiques, etc..
Force	Simule des grands types d’occupation du sol Inclut de multiples acteurs Validation à travers l’intervention des acteurs	Représente l’hétérogénéité des agents à travers des choix de cultures et d’intrants détaillés Capable de compromis économiques Fournit une aide à la décision quantitative
Besoin en données	Elevé	Elevé
Calibration	Rapide et facile	Longue
Source de données	Expériences, jeu de rôle, enquêtes, opinion d’expert	Enquêtes, expériences sur les rendements de plantes, opinion d’expert

Tableau 9-1 - Comparaison des agents heuristiques et optimisants (Schreinemachers et Berger 2006)

A partir des travaux en psychologie sociale, portant sur les comportements des individus durant un processus décisionnel, plusieurs cadres décisionnels ont été construits dont deux sont ici présentés (Figure 9-2 et Figure 9-3). Ces deux exemples prennent en compte les rétroactions entre les actions des individus, le paysage et les processus biophysiques. En revanche, des différences sont à relever sur les processus décisionnels des agents. Dans le cas du modèle de Valbuena *et al.* (2010a) (Figure 9-3), les deux éléments centraux sont la volonté (*willingness*) et la capacité (*abilities*). La volonté se réfère à l’intention de l’agent, qui, selon Miller (2005) est fonction de l’attitude (somme des croyances vis-à-vis d’un objet pondéré par une évaluation de ces croyances) et des normes subjectives (niveau d’influence des autres), tandis que les capacités se réfèrent aux ressources, en particulier humaines, physiques et financières, qui restreignent le champ des possibles. Jager *et al.* (2000) (Figure 9-2) emploient plusieurs théories sur les comportements en fonction de deux critères : le niveau de satisfaction et le niveau d’incertitude. Les différentes combinaisons de ces deux critères aboutissent à 4 types de comportements : l’imitation, la répétition, la délibération et la comparaison sociale.

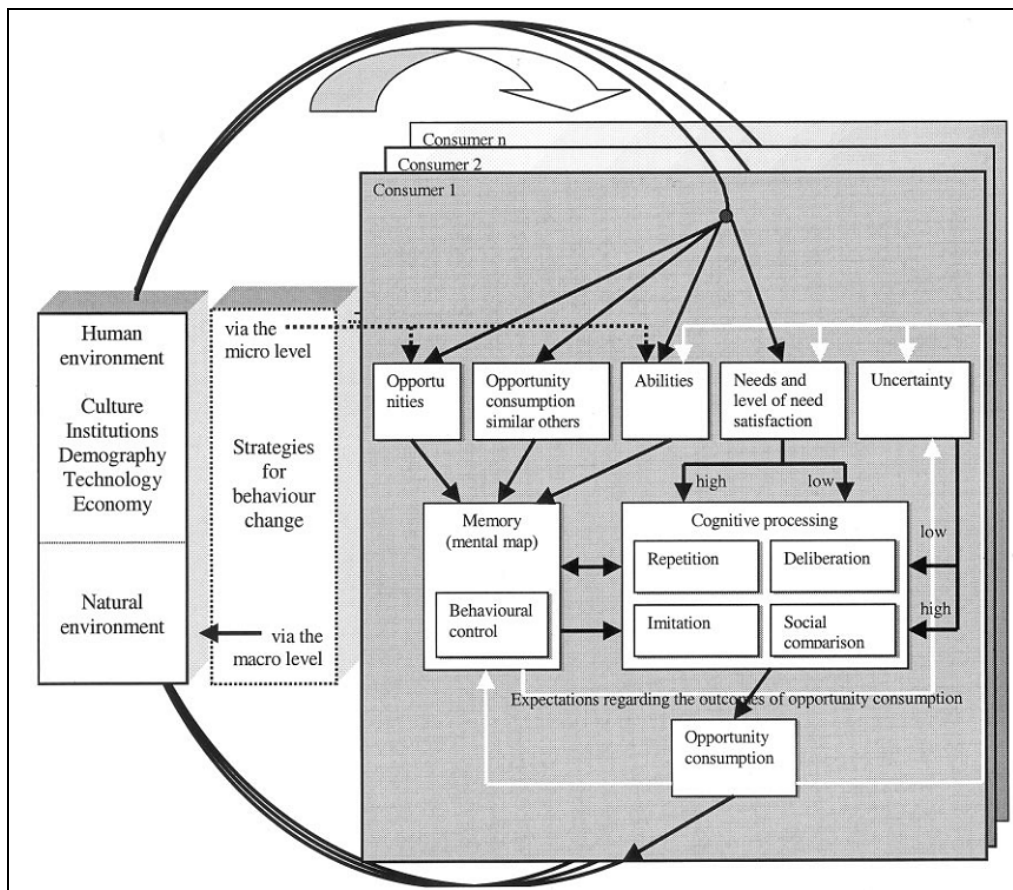


Figure 9-2 - Modèle conceptuel du comportement des *consommateurs* (Jager *et al.* 2000)

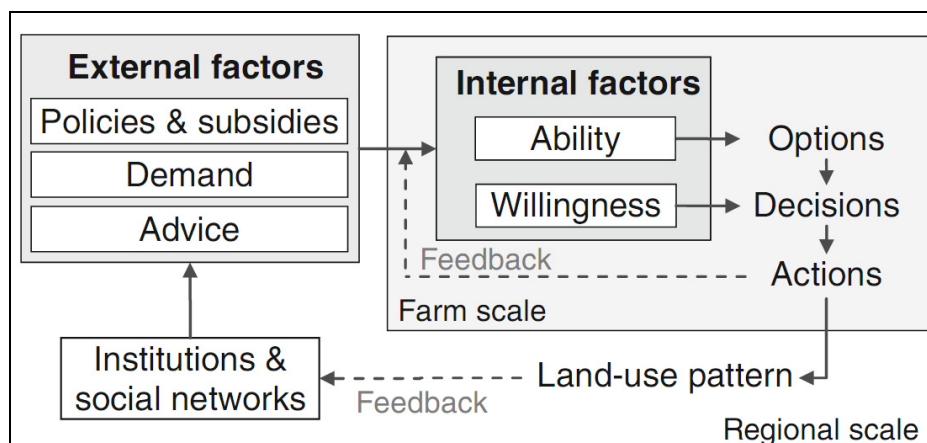


Figure 9-3 - Modèle de décision des agents-exploitants agricoles (Valbuena *et al.* 2010a)

Lorsque les agents ont des stratégies différentes, l'objectif est de paramétrer le modèle de sorte que la proportion des agents ayant un type donné de stratégie corresponde à la proportion dans la réalité, ce que Valbuena *et al.* (2010a) ont réalisé à partir d'enquêtes par échantillonnage. Une telle méthode est particulièrement adaptée à des situations locales car le spectre de la diversité des comportements s'élargit avec l'échelle. Ainsi, dans les modèles régionaux, la diversité des modes de décision est rarement considérée (Valbuena *et al.* 2010a).

9.1.2.4 La validation

La validation du modèle concerne deux phases du modèle : son fonctionnement et son résultat. La validation permet de savoir si les processus ont été fidèlement modélisés et

s'avère un indicateur sur la qualité de l'abstraction. Cela suppose néanmoins de déterminer une méthode de validation efficace, ce qui est un domaine encore peu exploré (Veldkamp et Verburg 2004). L'une des difficultés est de construire des méthodes de validation adaptées aux caractéristiques des modèles. L'une d'entre elles est de développer des méthodes de validation à plusieurs échelles, micro et macro (Richetin *et al.* 2010), d'autant plus importante lorsque des phénomènes émergents surgissent de la modélisation. Les données utilisables pour la validation peuvent être quantitatives ou qualitatives (Polhill *et al.* 2010). Parmi les méthodes existantes : les analyses de sensibilité, la visualisation de l'incertitude, les enquêtes multitemporelles dont les recensements, les enquêtes détaillées auprès des foyers (Verburg *et al.* 2004, Valbuena *et al.* 2010a). On peut y ajouter tous les documents montrant ou décrivant le paysage : cartes, photographies, images, et savoirs oraux. La qualité de la validation dépend du nombre et de la qualité des données servant soit à le valider uniquement, soit à contribuer à l'améliorer grâce à un meilleur paramétrage (Verburg *et al.* 2004). Pour Verburg *et al.* (2004), les cartes d'occupation du sol ne sont pas des éléments suffisants pour valider totalement un modèle. Deux produits paysagers identiques peuvent, en effet, être le fruit de processus différents. En multipliant les dates de comparaison, on réduit potentiellement la probabilité d'un tel cas de figure.

9.2 CHANOS - *CHAN*gement d'Occupation du Sol-, un modèle multi-agents sur les changements paysagers du delta de la Pampanga

Plusieurs formalismes permettent de présenter les modèles, c'est-à-dire, de décrire les objets et leurs interactions. Le protocole Overview Design concepts Details (ODD) (Grimm *et al.* 2006) a ainsi conjointement été employé avec le langage graphique UML³ pour présenter le modèle. La plate-forme utilisée pour la modélisation est Netlogo (langage Logo), Système Multi-Agent en libre accès développé par Uri Wilensky.

9.2.1 Les formalismes utilisés

Le protocole ODD s'appuie sur plusieurs paramètres regroupés dans trois catégories (Tableau 9-2).

Aperçu general	Objectifs
	Variables d'état, échelles
	Processus et ordonnancement
Concepts	Concepts
	Initialisation
Détails	Données
	Sous-modèles

Tableau 9-2 - Les sept éléments du protocole ODD, groupés en trois blocs: Overview, Design concepts, et Details (Grimm *et al.* 2006)

³ Langage graphique s'appuyant sur plusieurs types de diagramme. Il permet la modélisation à la fois de la structure et de la dynamique du modèle.

9.2.2 Présentation de CHANOS

9.2.2.1 Aperçu général

9.2.2.1.1 Objectifs

Le modèle CHANOS a plusieurs objectifs :

- améliorer la compréhension des impacts paysagers résultants de comportements d'agents différents;
- caractériser l'adaptation des agents en cas de changements environnementaux linéaires et non-linéaires ;
- explorer les impacts de plusieurs facteurs de changements.

9.2.2.1.2 Variables d'état, échelles

Le diagramme de classe (Figure 9-4) montre la structure statique du modèle. L'unité spatiale, dénommée *patch* dans Netlogo, est l'entité spatiale élémentaire. Elle a plusieurs attributs dont une altitude, et une occupation du sol (mangrove, nipa, marais, riz, sol nu, bâti, aquaculture, agri-aquaculture). Les systèmes de culture (SC) dépendent de la nature de l'occupation du sol. Ainsi, l'agriculture correspond à SC1, l'agri-aquaculture à SC2, l'aquaculture à SC3. Les exploitants sont dotés de nombreux attributs. A l'initialisation, ils ne se distinguent toutefois les uns des autres qu'en fonction de leur capital social et de la taille de leur foyer. Les investisseurs sont des agents créés chaque année et qui ont pour objectif d'acquérir des terres puis d'y pratiquer une activité de production (SC1 ou SC2 ou SC3). Les exploitations sont des agrégats de *patches* qui appartiennent à un même exploitant et ont une superficie et un taux de salinité.

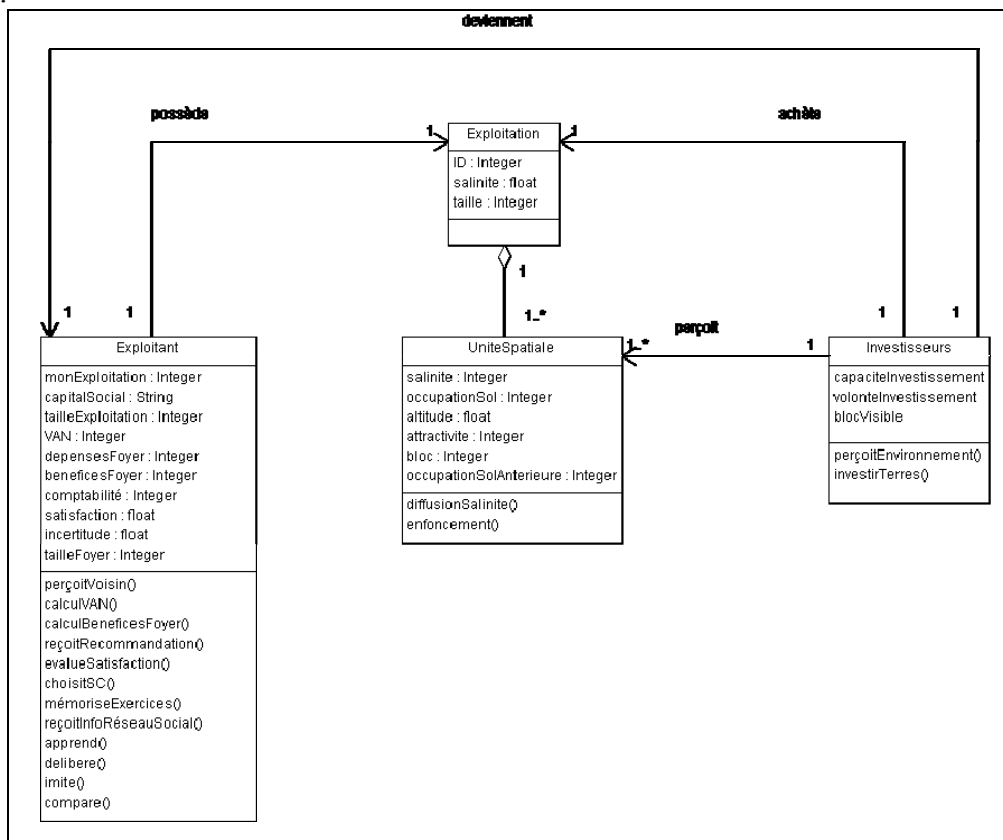


Figure 9-4 - Diagramme de classe de CHANOS

Échelle temporelle

Un pas de temps, ou itération, équivaut à une saison culturale, soit 6 mois. Ce choix est motivé par l'importance des variations climatiques sur les choix des agriculteurs et donc sur la trame paysagère. D'autres variables temporelles ont été ajoutées, telles que l'année ou la mémorisation, par les agents, des occupations du sol précédentes. Toutes les simulations débutent en 1970 et s'achèvent en 2010.

Échelle spatiale

Le choix de l'échelle spatiale a été influencé par plusieurs facteurs.

- La résolution spatiale des images satellites qui ont servi à réaliser les cartes d'occupation du sol utilisées pour exploration le modèle ;
- Les capacités de calcul des processeurs des ordinateurs sur lesquels ont été lancées les simulations ;
- La détermination d'une résolution spatiale suffisamment basse pour permettre à l'environnement de comporter les éléments du paysage participant à la dynamique biophysique. Le défi est de représenter les petits canaux et les chenaux du delta de façon à ce que leur taille relative dans le modèle soit identique à leur taille relative dans la réalité.

Seules deux municipalités du delta, Masantol et Macabebe, ont été modélisées pour une superficie totale d'environ 160 km².

9.2.2.1.3 Les processus et l'ordonnement

Les principaux processus environnementaux et sociaux sont présentés dans le Tableau 9-3.

Nature du processus	Processus	Caractéristiques
Processus environnementaux	Variation saisonnière de la salinité des eaux de surface	Un processus pour chaque saison climatique
	Subsidence	Enfoncement progressif du delta
Processus sociaux	Évaluation de la satisfaction	L'agent calcule le nombre d'objectifs remplis
	Mémorisation des résultats des exercices précédents	
	Prise de décision	Le mode de décision varie d'un agent à l'autre (délibération, imitation, comparaison, reproduction)
	Apprentissage	Les agents sont capables de parfaire leur itinéraire technique et donc d'augmenter la rentabilité de leur exploitation
	Investissement	Tous les ans, un certain nombre d'agents, des investisseurs, cherchent à devenir exploitants

Tableau 9-3- Processus sociaux et environnementaux du modèle

La succession des principales étapes est la suivante :

1. Dynamique biophysique (variation de la salinité des eaux de surface)
2. Recherche d'exploitations de la part des investisseurs
3. Évaluation de la satisfaction des exploitants
4. Prise de décision des exploitants sur le système de culture à pratiquer au pas de temps suivant.

9.2.2.2 Les concepts

Ces concepts fournissent un cadre commun de description et de partage du modèle construit (Grimm *et al.* 2006). Ni leur nombre ni leur nature ne sont prédéterminés (Tableau 9-4).

Concepts	Caractéristiques
Adaptation	La variation de la dynamique biophysique entraîne des prises de décision différentes par les agents. Ces différences sont considérées comme des adaptations au changement biophysique, étant entendu que ces adaptations ne sont pas forcément rationnelles d'un point de vue économique.
Fitness	L'objectif des exploitants est d'être satisfait. Selon la catégorie considérée, la satisfaction dépend d'un nombre plus ou moins grand de sous-objectifs. Les investisseurs recherchent, quant à eux, à développer des exploitations dans des zones propices, ces dernières étant définies à la fois par les capacités d'investissement des agents et le degré d'attractivité du milieu.
Prédiction	Les agents, quels qu'ils soient, ne sont pas capables d'estimer la conséquence dans le temps et dans l'espace de leurs décisions à un moment donné. Ils ne sont donc pas capables de prédire l'état de leur environnement dans le futur et ne sont donc pas capables d'anticiper.
Perception	Les agents ne perçoivent pas directement la salinité. Cette information leur est transmise à travers leurs réseaux qui leur envoient des informations de qualités différentes selon le niveau de capital social renfermé (faible, moyen, fort). Un agent qui appartient à un réseau au capital social élevé reçoit une information de qualité à partir de laquelle il pourra inférer le système de culture le plus adapté. Les agents peuvent percevoir leurs voisins et savent si ces derniers appartiennent ou non à leur réseau. Les investisseurs n'ont qu'une vue partielle de l'espace, correspondant à un bloc (agrégat spatial). Ils peuvent tout au plus percevoir un tiers de l'environnement et ne peuvent donc investir qu'une partie de l'espace.
Interactions	<ul style="list-style-type: none"> - Entre les exploitants, à travers des interactions visuelles renseignant l'observateur du système de culture pratiqué par l'agent observé. À travers ces échanges qui se font par l'intermédiaire paysager, les informations qui s'échangent sont liées au secteur agricole et sont de types différents : croyances, informations techniques... ; - Des interactions entre les exploitants et le milieu à travers le réseau social ; - Des interactions entre les investisseurs et le milieu lorsque les premiers cherchent à identifier les zones propices au développement d'un des systèmes de culture, quel qu'il soit.
Stochasticité	<p>On trouve une part d'aléatoire dans le calcul de la production, celle-ci étant plus importante dans le cas de la production aquacole (+/- 25%) que pour la production rizicole (+/- 10%). Dans un des scénarii (scénario 3), cette part aléatoire est plus forte après les années 1990 (+/- 40%) du fait de l'émergence d'épizooties, conséquences des mauvaises pratiques (gestion de l'eau en particulier) et d'une densification des exploitations. Si l'on connaît les principaux facteurs d'apparition des épizooties, les conditions précises d'apparition sont trop complexes pour que l'on ait pu les intégrer dans le modèle. Une fonction stochastique a alors été privilégiée.</p> <p>Il y a une part d'aléatoire dans la détermination des <i>meilleurs</i> systèmes de cultures. Les systèmes de cultures que les agents pensent être les meilleurs ne le sont réellement que dans 50% des cas et dans 25% des cas lorsque les agents ont respectivement un capital social moyen et faible. On part du principe que plus un individu est placé haut dans la hiérarchie, plus l'information qui est transmise à cet individu est juste. Au contraire, les exploitants ayant une place moins haute dans la hiérarchie sociale n'ont qu'un accès indirect à l'information concernant leur exploitation, ce qui, en conséquence, peut altérer la qualité de l'information transmise. Pour des raisons de capacité de calcul, la salinité des exploitations est calculée en attribuant à un patch de chaque exploitation la salinité du cours d'eau le plus proche. La détermination du patch recevant l'information de la salinité se fait de manière aléatoire. Lorsque les investisseurs cherchent à développer une exploitation, ils commencent en explorant un patch uniquement. Le choix de ce patch se fait de manière aléatoire.</p>

Tableau 9-4 - Principaux concepts du modèles

Le regroupement est un autre concept central. Les groupes concernent les unités sociales et les unités spatiales. Dans le premier cas, chaque exploitation appartient à un réseau et chaque réseau est lié à un niveau de capital social (Tableau 9-5). Les unités spatiales anthropisées appartiennent à une exploitation.

Capital Social	Nombre de réseaux	Pourcentage des exploitants
Faible	4	57,1 %
Moyen	2	28,6 %
Fort	1	14,3 %

Tableau 9-5 - Relation entre capital social et réseau

9.2.2.3 Détails

9.2.2.3.1 Initialisation

L'initialisation débute au premier semestre de l'année 1970, c'est à dire en saison sèche. L'occupation du sol est tirée d'une carte d'occupation du sol éditée au début des années 1970⁴ (Figure 9-5). L'altitude a été calculée à la suite d'une interpolation à partir de points côtés présents sur une carte topographique éditée en 2002. Pour gagner en réalisme, 50 cm ont ainsi été rajoutés à l'ensemble de la zone afin de simuler l'altitude de la zone en 1970. Deux variables sont initialement paramétrables : l'intensité de la subsidence (faible, moyenne, forte) et l'écart maximum d'altitude entre deux patches au-dessus desquels l'eau ne peut pas se diffuser.

Plusieurs fonctions servent à initialiser le modèle : variation de la salinité des eaux de surface (détaillée après), la création d'exploitations (Figure 9-6) et la création d'agents. La création d'exploitations s'est faite à partir d'une fonction de croissance. Les paramètres de cette fonction permettent de contrôler approximativement la taille des agrégats créés. Compte tenu de la connaissance que l'on a de la zone on a déterminé des valeurs seuils de la taille des agrégats. Les agents ont ensuite été créés à partir des exploitations, chaque exploitation étant gérée par un seul exploitant. La création de ces agents s'est accompagnée de la définition de leurs attributs.

9.2.2.3.2 Données

Les données sont issues de plusieurs sources qui sont indiquées dans le Tableau 9-6.

Données	Utilisation dans le modèle	Source
Marée : diurne – 1,25 m en moyenne	Limite la diffusion d'eau marine	Soria 2009
Subsidence : moyenne de 2,5 cm/an	Pour simuler l'enfoncement annuel	Rodolpho et Siringan 2006
Années cycloniques	Réduction de la production	Internet
Prix agricoles	Utilisation de la variation des prix agricoles après 1990	Bureau of Agricultural Statistics
Revenus agricoles	Calcul des revenus journaliers	Enquête de terrain (F. Mialhe)
Consommation	Calcul de la consommation moyenne journalière	Enquête de terrain (F. Mialhe)
Taille des foyers	Taille des foyers de chaque exploitant	Enquête de terrain (F. Mialhe)

Tableau 9-6- Nature et sources des données utilisées en entrée

⁴ L'environnement est chargé depuis deux fichiers ASCII créé sous ArcGIS, un fichier présentant l'occupation du sol et un fichier présentant l'altitude.

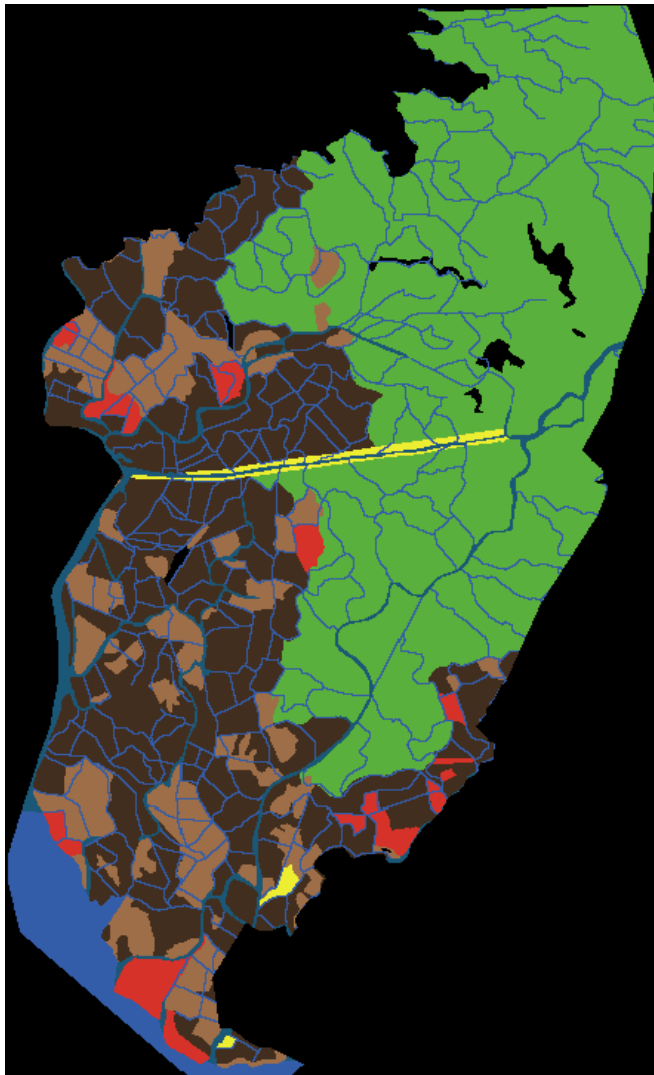


Figure 9-5- Occupation du sol en début de simulation (vert: riz, marron foncé: marais, marron clair: nipa, rouge: mangrove)



Figure 9-6 - Exploitations agricoles en début de simulation (chaque agrégat correspond à une exploitation)

9.2.2.3.3 Sous-modèles

Le modèle est composé de plusieurs sous-modèles, de nature sociale et biophysique.

a) Fonction de revenu

A chaque itération, les agents calculent leurs bénéfices en fonction de leurs revenus et de leurs dépenses. Deux fonctions de revenu ont été élaborées : une première pour le système de culture *agriculture* (SC1), et une seconde pour le système de culture *aquaculture* (SC3). Il n'y pas de fonction dédiée à l'*agri-aquaculture* (SC2) car les exploitants qui suivent cet itinéraire culturel pratiquent de façon alternative la riziculture et l'aquaculture. Le calcul du revenu s'est appuyé sur la modélisation d'une fonction liant la salinité aux revenus agricoles.

Les données en entrée sont issues des enquêtes de terrain effectuées durant le premier semestre 2008. L'évaluation de la performance économique de SC3 a donné les résultats suivants :

- revenu agricole journalier pour un exploitant propriétaire : 432 pesos ;
- revenu agricole journalier pour un exploitant fermier avec gardien : 363 pesos ;
- revenu agricole journalier pour un exploitant fermier sans gardien : 444 pesos.

Les revenus sont liés à la production, qui est très variable d'une année sur l'autre. Cette variation a été estimée entre 25% et 40% pour la période la plus récente. Soit, dans le cas d'un exploitant propriétaire et d'une variation de 25%, des revenus compris dans la fourchette [324 pesos, 540 pesos], et pour un exploitant fermier [272 pesos, 454 pesos]. Plus en détail, le revenu agricole (Y) est le produit d'autres facteurs :

$$Y = V + \beta \pm \alpha \quad (1)$$

où V est le revenu journalier calculé à partir de la salinité, β l'apprentissage, c'est-à-dire les savoirs échangés et accumulés par les exploitants, et α la variabilité de la production en réponses à l'occurrence de facteurs endogènes et exogènes.

L'estimation des revenus en fonction de la salinité s'est appuyée sur plusieurs conjectures :

- les revenus journaliers agricoles maximums sont inférieurs aux revenus journaliers aquacoles maximum ;
- les revenus journaliers aquacoles décroissent avec la salinité (en considérant un système de culture qui associe des espèces adaptées aux eaux marine et saumâtre) ;
- les revenus journaliers agricoles décroissent avec l'augmentation de la salinité du fait d'une tolérance faible des cultivars de riz.

a.a) Système de culture 1 : la riziculture

Le revenu journalier maximum considéré ici est de 345 pesos. La modélisation s'est appuyée sur deux fonctions de régression linéaire, une première sur l'intervalle [0 ; 10] (Figure 9-7) et une seconde sur]10 ; 35] (Figure 9-8).

Sur l'intervalle [0 ; 10] :

$$y = -25,27419355x + 345,2903226 \quad (2)$$

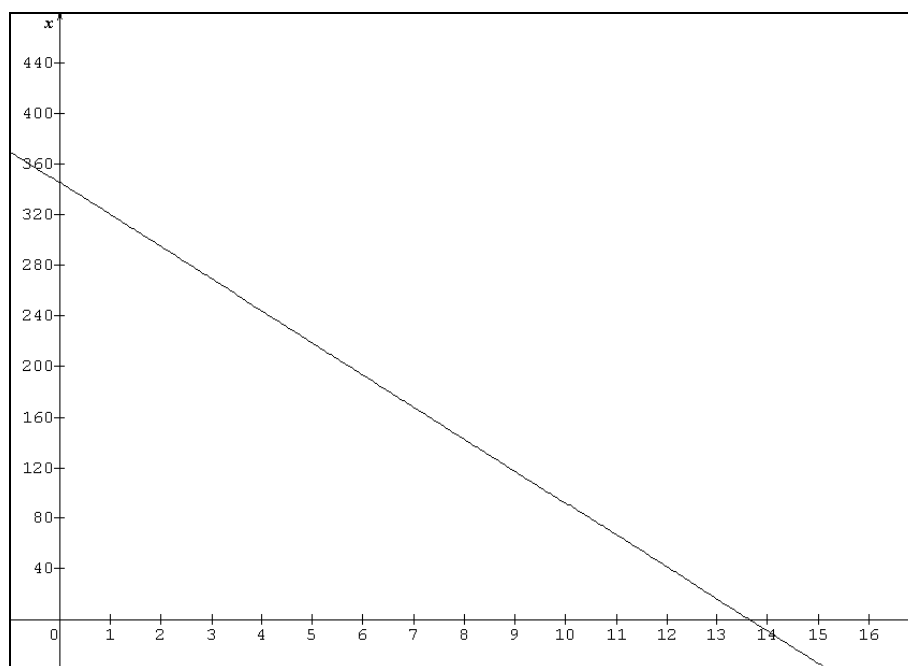


Figure 9-7- Droite de régression linéaire sur l'intervalle de salinité [0 ; 10] (abscisse) du revenu journalier agricole (ordonnée)

Sur l'intervalle]10 ; 35] :

$$y = -2.476744186x + 83.48837209 \quad (3)$$

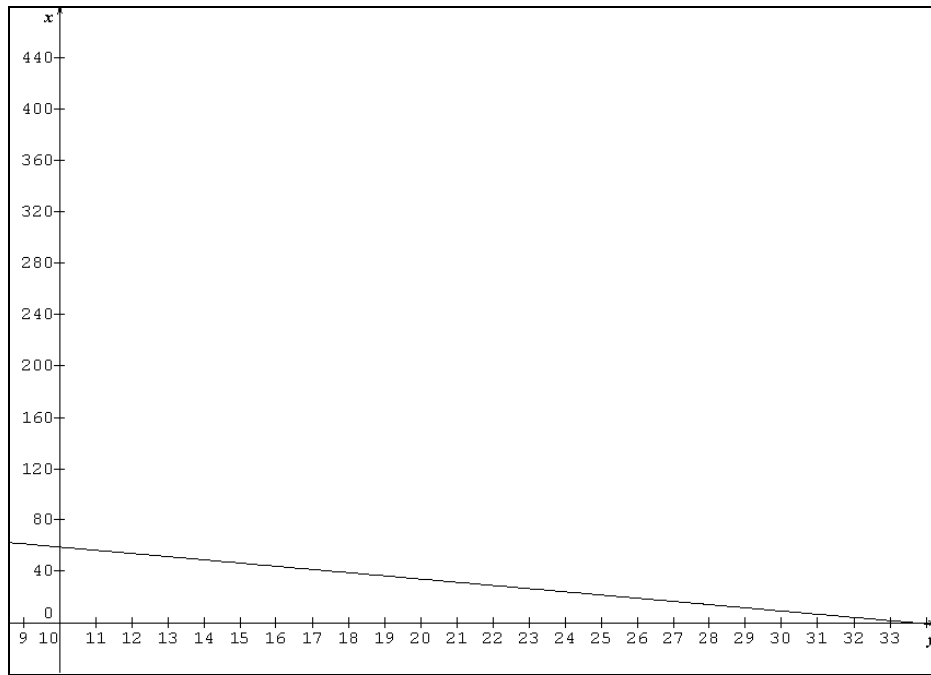


Figure 9-8 - Droite de régression linéaire sur l'intervalle [10 ; 35] du revenu journalier agricole

a.b) Système de culture 3 : aquaculture

Le modèle de régression le plus adapté est ici une fonction polynomiale de degré 3 (Figure 9-9) :

$$y = -0,04131253028x^3 + 2,06509496x^2 - 10,45521205x + 23,99459043 \quad (4)$$

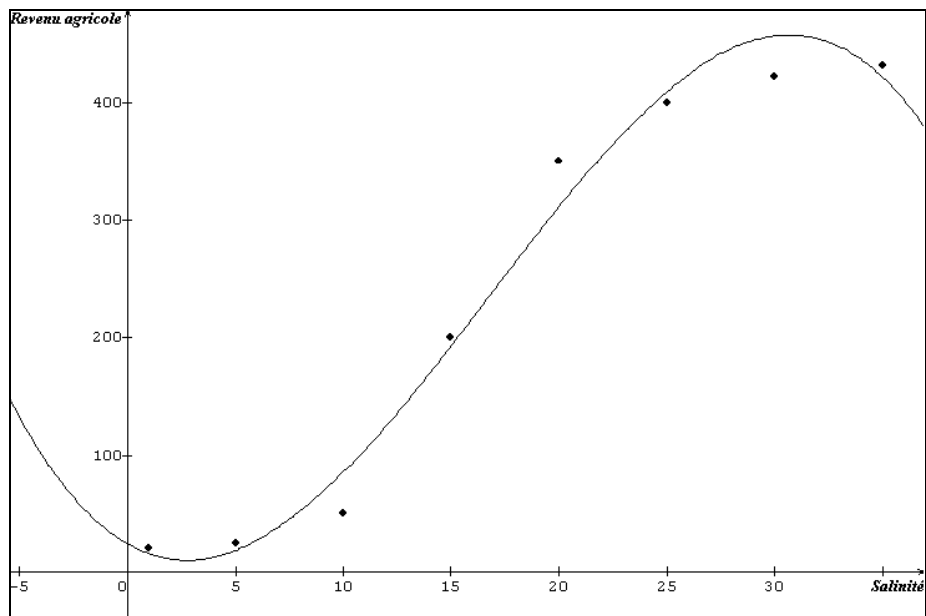


Figure 9-9 - Courbe de régression du revenu aquacole journalier

a.c) Apprentissage (β)

Dans certaines conditions, les exploitants sont aussi capables d'apprendre. Lorsqu'un tel cas se présente, β peut augmenter. Considérant que le savoir-faire n'est pas le seul facteur qui conditionne la production, β ne peut être supérieur à 150.

a.d) Variabilité

Tous les agrosystèmes présentent une certaine variabilité de leurs rendements. Cette variabilité (α) est importante à considérer pour le calcul des performances économiques des exploitations. Lorsque les systèmes de cultures sont agricoles :

$$\alpha = \frac{V}{\gamma} \quad (5)$$

où γ est le taux de variation, et V est le revenu journalier.

b) Fonction de dépenses

Les dépenses dépendent de deux critères : la consommation moyenne pour chaque membre de la famille et le nombre d'individus du foyer.

$$C = \iota \times \rho \quad (6)$$

Où ι est la consommation moyenne et ρ est la taille du foyer.

c) La diffusion de la salinité par les eaux de surface

La salinité se diffuse en fonction de deux facteurs : l'altitude et la salinité (Figure 9-10).

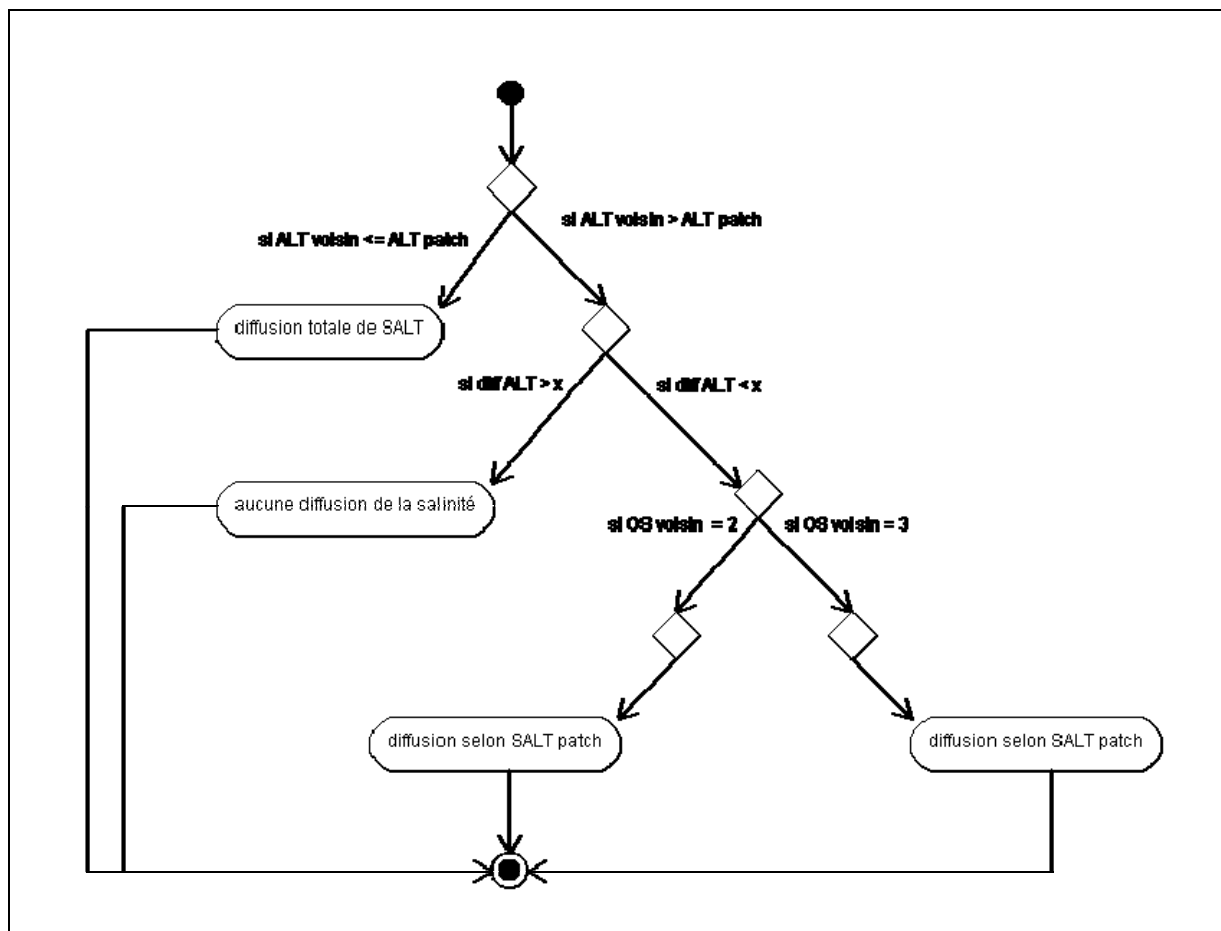


Figure 9-10 - Principe général de diffusion de la salinité en saison sèche (où ALT est l'altitude, *patch* la cellule à laquelle s'applique la fonction, *voisin* la cellule voisine de la cellule *patch*, *OS* est l'occupation du sol, x est la différence d'altitude entre deux patches voisins, voir § 9.2.2.3.1)

Les principes qui ont servi à modéliser le phénomène sont les suivants :

- la salinité d'une cellule se diffuse à l'identique aux voisins lorsque l'altitude des voisins est identique ou inférieure à celle de la cellule centrale ;

- lorsque la hauteur de la marche est inférieure au seuil donné (que l'on peut faire varier), la diffusion de la salinité est partielle ;
- lorsque la hauteur de la marche est supérieure au seuil donné, il n'y a pas diffusion ;
- en cas de diffusion partielle, une eau très salée, donc plus lourde, se diffusera avec plus de perte qu'une eau moins salée (par exemple, une eau très salée, dont le taux de salinité est supérieur à 30 ppm, verra sa salinité se réduire plus qu'une eau moins salée, inférieure à 5 ppm).

En saison des pluies, la procédure est différente. Elle s'appuie sur une succession de deux étapes qui reproduisent (i) l'impact des précipitations et (ii) la diffusion de l'eau douce.

L'impact des précipitations sur la salinité des eaux (x) a été simulé par une fonction linéaire :

$$Y = a x \quad (7)$$

Où a est le facteur de réduction de la salinité et $a \in [0 ; 1]$.

Plus a est proche de 1, plus la réduction de la salinité est faible, et donc plus les précipitations sont faibles. Une augmentation de a permet donc de simuler une saison plus sèche que la normale, comme lors d'un épisode El Niño.

La diffusion de l'eau douce a été simulée de la façon suivante :

- Réduction de la salinité (de deux unités) des cellules situées dans un rayon de cinq unités spatiales des cellules à salinité nulle. Les calibrations empiriques ont permis de fixer le nombre de répétitions de cette action à huit.
- Division de la salinité (par 1,5 et par 2) des cellules salines situées à proximité des cellules non salées afin d'atténuer l'effet de marche entre les cellules salines et celles non salines.

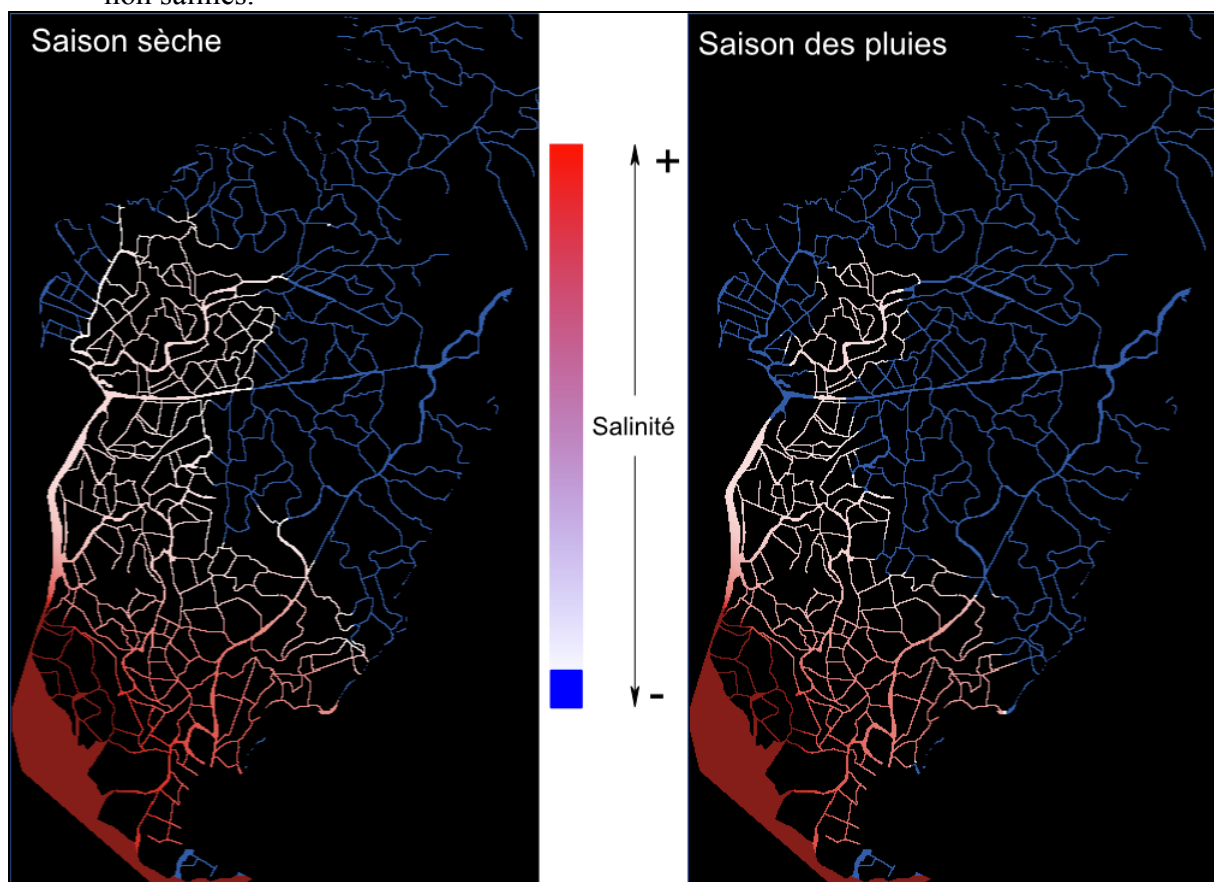


Figure 9-11 - Représentation des cours d'eau en fonction de la salinité, en saison sèche et en saison des pluies

d) Fonction d'investissement

Tous les investisseurs suivent la même succession d'étapes (Figure 9-12). Dans un premier temps, ils perçoivent les *patches* situés dans leur champ de vision. L'identification des *patches* propices à être développés se fait de la manière suivante : l'exploitant ajoute sa volonté d'investissement (attribut qui varie entre 0 et 10) à l'attractivité du *patch* (attribut qui varie entre 0 et 10 selon l'occupation du sol et selon la date), lorsque la somme égale ou dépasse 10, alors le *patch* est considéré comme propice. Autrement dit, un investisseur ayant une forte volonté d'investissement a une zone potentielle de développement plus grande qu'un investisseur ayant une plus faible volonté d'investissement. L'étape consiste à chercher un agrégat de *patches* dont la superficie (nombre de *patches*) égale la capacité d'investissement de l'investisseur. Cette étape se déroule de la manière suivante : l'investisseur sélectionne un *patch* propice de manière aléatoire, puis sélectionne les voisins (voisinage de Moore) eux-aussi propices, et ainsi de suite. La superficie de l'agrégat est recalculée à chaque itération. Lorsque cette superficie égale ou dépasse la capacité d'investissement, alors la croissance est stoppée et l'agrégat devient une exploitation gérée par l'investisseur qui devient alors exploitant. Lorsqu'aucun agrégat n'atteint une superficie égale à la capacité d'investissement, l'investisseur est éliminé et l'investisseur suivant peut alors engager sa recherche.

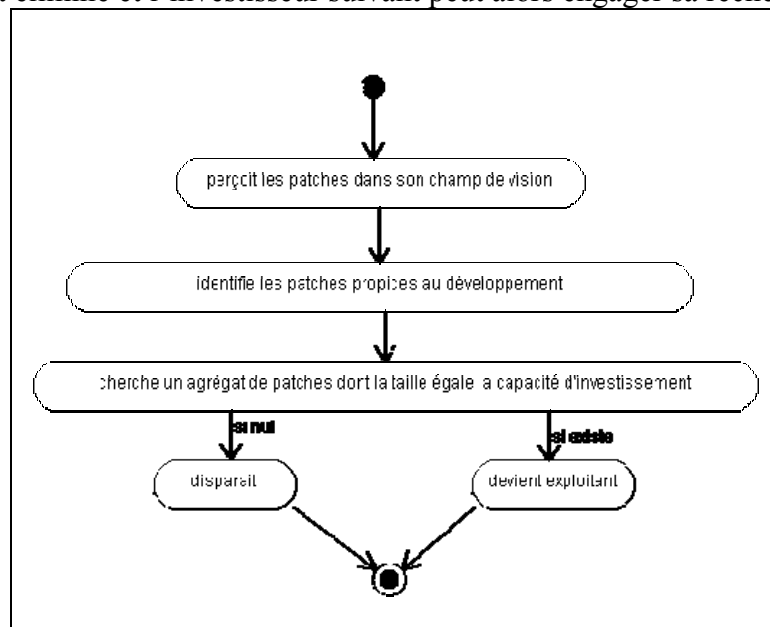


Figure 9-12 - Diagramme d'activité des investisseurs

e) Fonction de décision

Trois comportements ont été modélisés : rationnels, coopératifs, et à rationalité limitée. Tous trois ont été construits autour de la notion de satisfaction, et deux d'entre eux ayant aussi utilisé la notion d'incertitude. La satisfaction est comprise dans l'intervalle $[0 ; 1]$. Elle se calcule à chaque pas de temps par rapport aux nombres d'objectifs atteints. L'incertitude, comprise aussi dans l'intervalle $[0 ; 1]$, est liée au nombre de fois où l'exploitant a été satisfait par le passé.

Les objectifs sont de nature variée : économique, sociale, environnementale, individuelle ou collective.

Objectif 1 : être bénéficiaire

Objectif 2 : faire comme les voisins

Objectif 3 : faire comme les membres du réseau

Objectif 4 : pratiquer l'activité la moins pénible

Objectif 5 : suivre les recommandations institutionnelles

Objectif 6 : faire des productions vivrières
Objectif 7 : avoir une utilité stable

e.a) Objectif 1 : être bénéficiaire

A chaque pas de temps, l'agent calcule ses bénéfices (κ).

$$\kappa = P - C \quad (8)$$

Où P est son revenu agricole journalier, et C , la consommation de son foyer.

L'objectif est réalisé lorsque $\kappa > 0$.

e.b) Objectif 2 : faire comme les voisins

L'agent observe les pratiques des 10 exploitants les plus proches de lui. Lorsque la majorité de ces derniers pratiquent le même système de culture que lui, l'objectif est rempli.

e.c) Objectif 3 : faire comme les membres du réseau

L'agent consulte l'ensemble des systèmes de cultures pratiqués par les membres de son réseau. Lorsque le système de culture majoritairement pratiqué est identique au sien, alors l'objectif est rempli.

e.d) Objectif 4 : pratiquer l'activité la moins pénible

Lorsque l'agent exerce l'activité la moins pénible, l'objectif est rempli. Par ordre croissant de pénibilité, le classement des systèmes de culture est le suivant : aquaculture (SC3), système en rotation (SC2), et riziculture (SC1).

e.e) Objectif 5 : suivre les recommandations institutionnelles

L'objectif est rempli lorsque l'agent exerce l'activité qui est recommandée par l'institution (gouvernement central, gouvernement local, ONG, techniciens, Institut des pêches...).

e.f) Objectif 6 : faire des productions vivrières

L'objectif est rempli lorsque l'agent pratique une culture vivrière toute ou partie de l'année (SC1 ou SC2). L'intérêt peut être individuel, pour réduire la consommation, ou bien collectif, pour approvisionner les marchés locaux en produits de base.

e.g) Objectif 7 : avoir une utilité stable

L'objectif est rempli lorsque les bénéfices des 2 dernières années sont stables.

e.h) La satisfaction

La satisfaction de l'individu (S) s'exprime sous la forme mathématique suivante:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{n} \quad (9)$$

Où $S \in [0 ; 1]$, n est le nombre d'objectifs, et O_i les différents objectifs.

e.i) La certitude

En parallèle, les exploitants sont dotés d'un certain niveau de certitude basé sur l'expérience propre et sur l'expérience d'autrui et qui conforte ou, au contraire, fragilise leur décision de l'exploitant. Lorsque l'incertitude est forte, les agents montrent généralement une plus grande tendance à développer des processus décisionnels sociaux, collectifs. Au contraire, lorsque le niveau de certitude est élevé, les prises de décisions s'appuient sur des processus individuels.

Le niveau de certitude des agents (C) relève de leur expérience propre, c'est-à-dire de la variation du niveau de satisfaction lors des 5 dernières saisons ou années.

$$C = \frac{\sum_{i=n-5}^n S_i}{5} \quad (10)$$

où $C \in [0 ; 1]$, s_i est la satisfaction, n le nombre de saisons.

Défini comme tel, le niveau d'incertitude est relatif. En effet, il faudrait relativiser l'incertitude d'un agent lorsque le contexte est très incertain, c'est-à-dire lorsque les autres agents ont, comparativement, un taux d'incertitude encore plus élevé.

e.j) Les comportements

En fonction de S et de C , les agents vont adopter des comportements différents. Les comportements sont repris de plusieurs travaux (Jager *et al.* 2000, Janssen et Jager 2001, Jager *et al.* 2002). Les processus décisionnels décrits sont basés sur des théories de psychologie sociale relatives aux prises de décisions des individus en fonction du contexte social.

Deux niveaux de seuil ont été établis afin de distinguer une satisfaction faible d'une satisfaction forte et une incertitude faible d'une incertitude forte. Dans les deux cas, les seuils ont été fixés à 0.5.

		Satisfaction	
		Faible	Forte
Incertitude	Faible	Délibération	Répétition
	Forte	Comparaison sociale	Imitation

Tableau 9-7 – Processus décisionnels choisis par les agents en fonction de leur satisfaction et leur incertitude

Répétition

Lorsque l'agent est satisfait et sûr. Ce cas de figure signifie donc que la plupart des objectifs sont réalisés et qu'un niveau élevé de satisfaction a été atteint lors des cinq dernières saisons. L'agent choisit alors de continuer le même type de culture. Ce type de comportement se réfère à la théorie du conditionnement (Pavlov 1927), qui montre que le comportement est renforcé lorsque les résultats sont positifs (Jager *et al.* 2000).

Imitation

Lorsque l'agent est satisfait mais incertain. Dans une telle situation, l'agent considère que, en dépit de son niveau de satisfaction élevé, sa situation reste précaire. Il va ainsi observer ce que font les autres. Lorsque des gens savent ou pensent qu'un certain comportement se traduit par des résultats positifs chez les autres, ils montrent alors une propension à adopter le même comportement. Il y a donc un apprentissage. Celui-ci peut se faire de deux manières :

- l'apprentissage par observation : j'observe le comportement de quelqu'un, si le résultat est positif, alors je modifie mon comportement,
- l'apprentissage vicariant : j'observe le comportement de A et le résultat de ce comportement ; si je me trouve dans la même situation que A, et si le résultat est positif, alors je modifie mon comportement.

L'agent n'a donc pas besoin de faire lui-même l'expérience d'une action et de ses conséquences pour les percevoir ou les connaître. Concrètement, dans une telle situation, l'exploitant observe ses semblables dont les résultats sont positifs. Les semblables sont les

agents dont les exploitations sont situées à proximité de la sienne et dont la taille des exploitations est proche de la taille de son exploitation. Il va ainsi obtenir une liste des *SC* pratiqués par ce groupe d'agents. Deux cas de figure peuvent alors se présenter. Si le *SC* majoritaire est différent de celui qui est pratiqué, l'agent choisit le *SC* majoritaire. Si le *SC* majoritaire est le même que l'actuel, alors on considère que l'agent parfait son savoir-faire, ce qui lui permet d'augmenter sa production à travers la variable d'apprentissage (β).

Délibération

Lorsqu'un agent est peu satisfait et lorsqu'il est sûr, le comportement adopté suivra les préceptes de la théorie de l'action raisonnée (Figure 9-13). Cette théorie fait le lien entre les croyances, les normes, les attitudes, les intentions et les comportements.

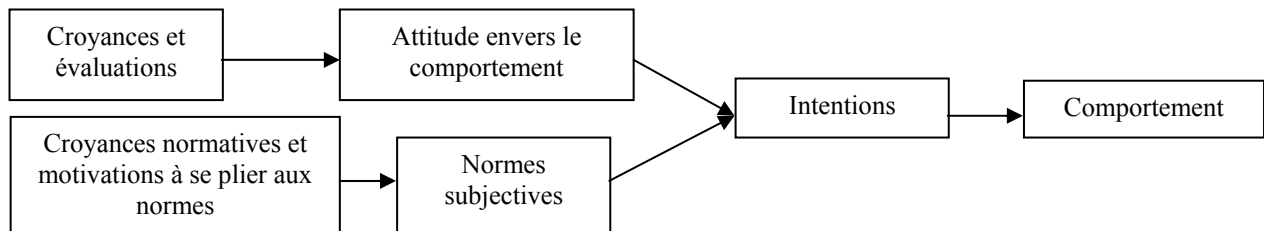


Figure 9-13 - Modèle de l'action raisonnée

Dans ce cas, les agents sont rationnels car ils utilisent toute l'information disponible. Globalement, les actions sont ainsi déterminées par l'attitude et par les normes subjectives. La norme subjective correspond ici à l'avis des voisins. Cela pourrait être l'avis d'un autre groupe si le problème n'était pas spatialisé ; on considère, en effet, que les agents ont conscience de l'importance de la dimension spatiale pour la résolution des problèmes agronomiques. L'attitude est, quant à elle, déterminée par les croyances, l'expérience, les informations disponibles, l'influence sociale.

Un exploitant qui délibère va définir son intention et son comportement à partir de trois sources d'informations : l'expérience, les informations disponibles et la norme subjective. L'expérience (E) informe l'agent du système de culture le plus performant lors des x dernières années. Les informations disponibles (I) correspondent à la recommandation de l'Etat envoyée à chaque agent. Enfin, la norme subjective (N) correspond au *SC* majoritaire pratiqué par les voisins.

$$Int = SC_{maj}(E, I, N) \quad (11)$$

Où Int est l'intention, SC_{maj} , signifie que c'est le *SC* majoritaire qui sera choisit comme intention, E l'expérience, I l'information disponible et N la norme subjective.

Notons que la délibération nécessite un certain temps et son effet sera donc retardé.

La comparaison sociale

Dans le cas où l'agent n'est ni satisfait, ni sûr. Ainsi, l'agent a besoin d'évaluer ses opinions et ses aptitudes en se référant à autrui. L'agent va ainsi regarder autour de lui et comparer ses résultats avec des semblables. C'est le seul moyen dont dispose l'agent lorsqu'il n'a pas de base objective suffisante : il doit alors se référer à la réalité sociale. Si ses pratiques sont partagées, alors il en conclura qu'elles sont valides.

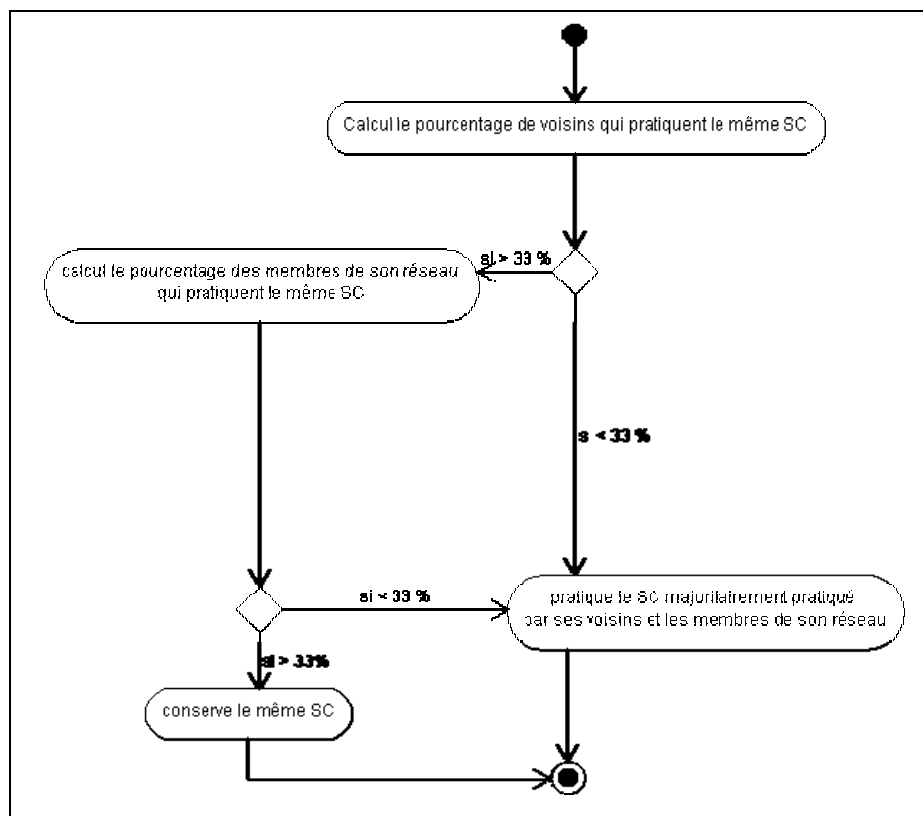


Figure 9-14 - Procédure de la comparaison sociale

9.2.3 Méthode

9.2.3.1 Calibration de la circulation hydrologique de surface

La méthode de calibration employée est une méthode visuelle, qui s'est appuyée sur le postulat suivant : la zone rizicole constatée au début des années 1970 est une zone où les eaux de surface ne sont pas ou peu salines. En faisant l'hypothèse d'une stabilité du niveau de base depuis 30 ans, la calibration a alors consisté à déterminer les paramètres de telle sorte qu'après une succession de n saisons, les eaux circulant à l'intérieur de la zone rizicole maintiennent une salinité proche de 0. La Figure 9-11 représente la salinité dans les cours d'eau après l'initialisation⁵ du système. Cet état simule un état en saison sèche.

La diffusion des eaux douces a été appliquée après un pas de temps, c'est à dire durant la saison des pluies (Tableau 9-8). Deux pas de temps après, soit en saison sèche, la salinité est remise à zéro puis la fonction de diffusion de la salinité est lancée à nouveau.

-	TEMPS	+
Initialisation	+ 1 pas de temps (saison)	+ 2 pas de temps (saisons)
1. Allocation de la salinité max à la zone dont l'altitude est inférieure à la hauteur moyenne des marées 2. Diffusion eau salée	1. Diffusion d'eau douce	1. Remise à 0 2. Ré-initialisation
Saison sèche	Saison des pluies	Saison sèche

Tableau 9-8 - Procédure récurrente de la circulation des eaux de surface

⁵ La symbologie utilisée est la même pour toutes les figures. Les cours d'eau en bleu sont ceux dont la salinité est égale à 0. Pour les autres cours d'eau, on constate une gradation du blanc vers le rouge des valeurs faibles aux valeurs élevées de salinité.

9.2.3.2 Définition des agents

Trois types d'agents ont été créés : (i) des agents rationnels, (ii) des agents sociaux, et (iii) des agents à rationalité limitée (Tableau 9-9). Les différences qui caractérisent leurs processus décisionnels s'expriment en particulier à travers leurs différents objectifs (Tableau 9-10).


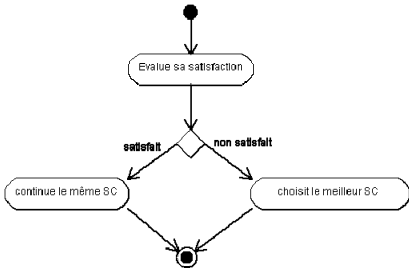
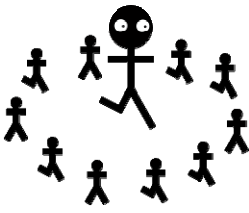
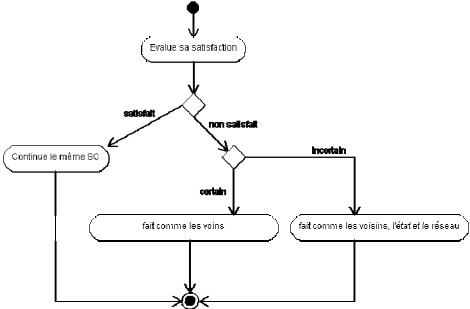
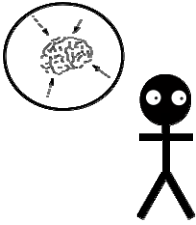
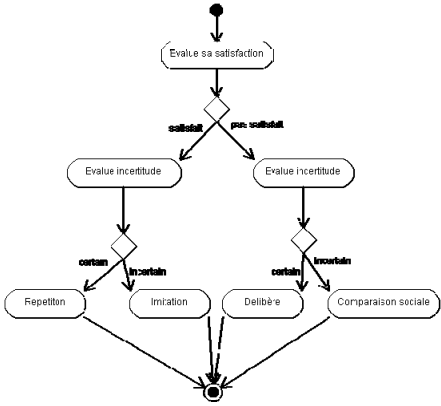
Agents	Représentation schématique des agents	Caractéristiques	Arbre de décision
Rationnels (A)		<ul style="list-style-type: none"> - cherche à maximiser son utilité - dispose du temps, des moyens financiers et intellectuels nécessaires à la prise de décision en toute connaissance de cause - lorsqu'il n'est pas satisfait, il choisit le meilleur SC 	
Sociaux (B)		<ul style="list-style-type: none"> - agent attentif aux comportements d'autrui en cas d'insatisfaction - niveau satisfaction dépendant d'objectifs principalement collectifs - agent observe et apprend grâce aux autres 	
Rationalité limitée (C)		<ul style="list-style-type: none"> - agent prend des décisions en fonction de sa satisfaction et de son incertitude. - choisit des modes de décisions individuels ou collectifs - stratégies individuelles ou collectives selon les niveaux de satisfaction et d'incertitude 	

Tableau 9-9 - Types d'agents et caractéristiques

	Agent A	Agent B	Agent C
Objectif 1	X	X X	X
Objectif 2		X	X
Objectif 3		X	
Objectif 4			X
Objectif 5		X	X
Objectif 6			X
Objectif 7	X		X

Tableau 9-10 - Objectifs des différents types d'agents (un double x signifie un poids double)

9.2.3.3 Les scénarii

Le comportement des agents a été analysé dans le cadre de trois scénarii :

- la dynamique biophysique, c'est-à-dire la circulation hydrologique de surface est identique durant toute la simulation (scénario 1) ;
- la dynamique biophysique varie au cours du temps. Il y a une subsidence constante du sol qui entraîne donc des variations de la salinité des eaux de surface (scénario 2) ;
- la dynamique biophysique est sous influence des facteurs internes et externes, sociétaux et environnementaux (introduction de crevettes, aléas naturels datés – Pinatubo – ou pas – cyclones –, variation des prix des intrants et des prix d'achat, augmentation de la population...), déclenchant des rétroactions (scénario 3).

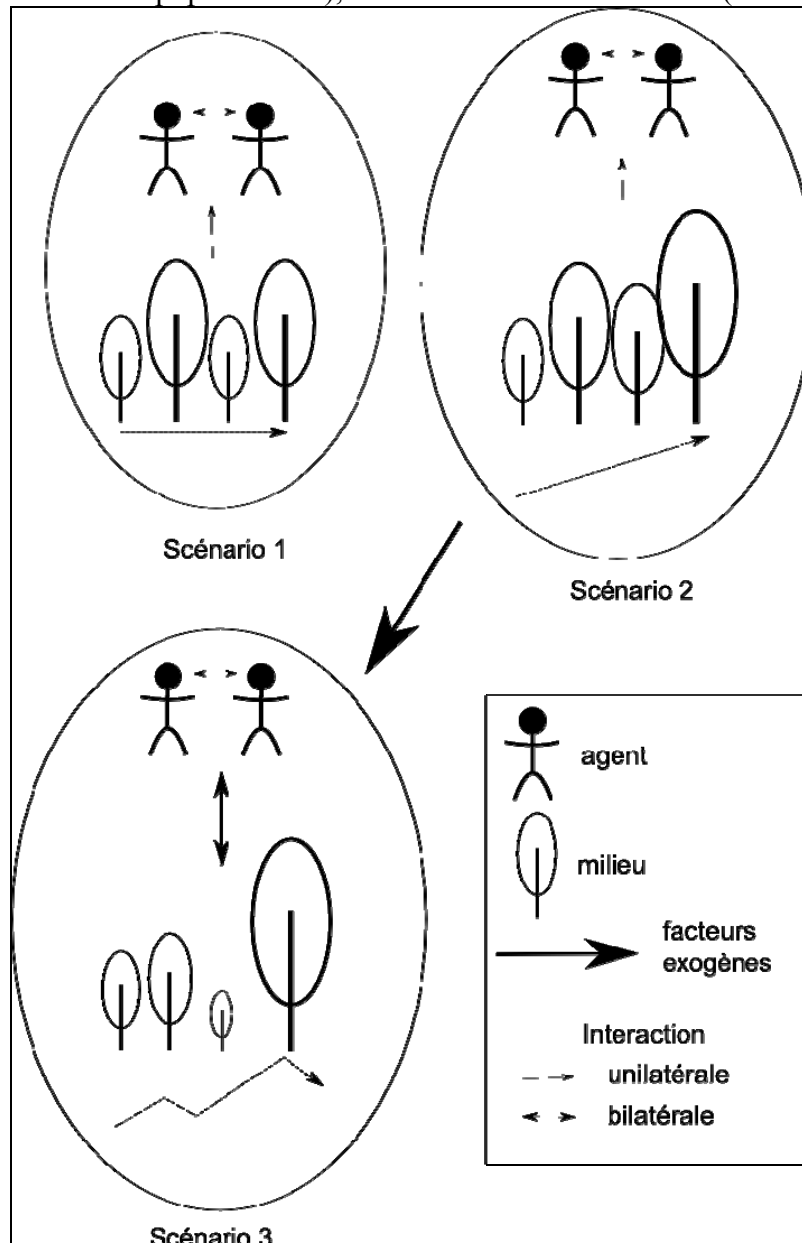


Figure 9-15- Représentation schématique des trois scénarii

Scénario 1 à 2	• Subsidence
Scénario 2 à 3	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidence plus forte à partir des années 1990 • Impact d'El Niño, c'est-à-dire réduction des entrées d'eau douce en 1998 • Impacts des cyclones, qui se répercutent sur les revenus agricoles (1972, 1978 – Kading, 1988 – Unsang, 1993 – Kadiang, 2004 – Merbok et Winnie, 2006 – Milenyo, 2009 – Ondoy) • Plus forte variabilité des revenus aquacoles après 1990 • Augmentation de la rentabilité aquacole à partir de 1991 ; basée sur les prix officiels de vente en gros (Bureau of Agricultural Statistics)

Tableau 9-11 - Différences entre les scénarii

L'une des principales spécificités du scénario 3 est l'augmentation de la rentabilité aquacole à partir de 1990, en particulier pour la crevette (*sugpo*) qui a connu un prix moyen en augmentation de 150 à 300 pesos (Figure 9-16).

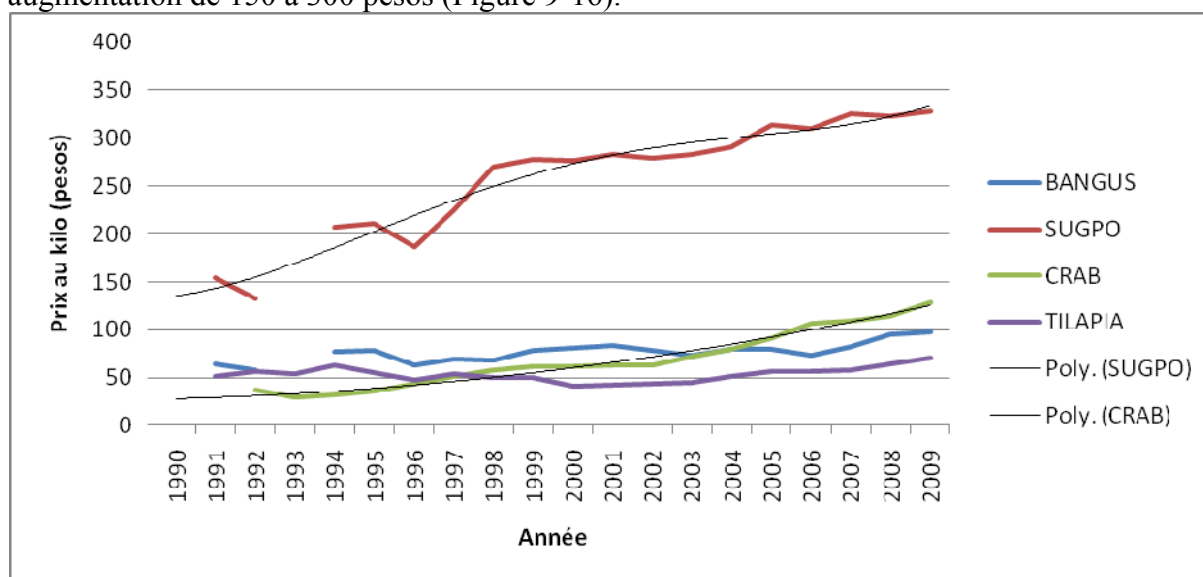


Figure 9-16 - Évolution des prix de gros des espèces élevées (Bureau of Agricultural Statistics)

Les modèles de régressions les plus adaptées sont, dans les deux cas, des modèles polynomiaux. Pour les crevettes :

$$y = 0.0064x^4 - 0.2754x^3 + 3.4802x^2 + 132.91 \quad (12)$$

et pour les crabes :

$$y = 0.2124x^2 + 0.6773x + 27.039 \quad (13)$$

Ces fonctions ont ainsi permis de calculer un facteur d'augmentation des prix aquacole qui a ensuite été utilisé dans le calcul des revenus agricoles.

9.2.3.3 Définition des indicateurs

Il est important de considérer un éventail suffisamment large d'indicateurs afin que ceux-ci reflètent à la fois la résultante paysagère mais aussi le fonctionnement du système socio-écologique. La qualité de la compréhension du modèle ainsi que son analyse dépendent du choix des indicateurs. Il s'agit donc de faire un choix à la fois pertinent et parcimonieux des indicateurs les plus adaptés (Tableau 9-12).

Indicateurs quantitatifs

Variable	Indicateurs	Formule
Satisfaction	<ul style="list-style-type: none"> . nombre d'exploitants satisfaits (S_{exp}) . satisfaction moyenne (S_m) . nombre d'exploitants dont les objectifs n sont rempli . satisfaction des agents selon leur niveau de capital social 	$S_{exp} = \sum_{i=1}^n Si$ <p>(où S est la satisfaction)</p> $S_m = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n}$ <p>(où n le nombre d'exploitants)</p> $O_I = \sum_{i=1}^n Oi_{réalisé}$ <p>(où $O_{Iréalisé}$ compte un lorsque l'individu a réalisé l'objectif et 0 en cas contraire)</p>
Incertitude	<ul style="list-style-type: none"> . nombre d'exploitants incertains (I_{exp}) . incertitude moyenne (I_m) 	$I_{exp} = \sum_{i=1}^n Ii$ <p>(où I est l'incertitude)</p> $I_m = \frac{\sum_{i=1}^n Ii}{n}$ <p>(où n le nombre d'exploitants)</p>
Choix	. part des exploitants pratiquant le SC le plus adapté, en fonction du capital social	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> . part relative de chaque occupation du sol . nombre d'exploitants donc le SC pratiqué est le SC max 	$OSI = \sum_{i=1}^n OS1i$ <p>(où n est le nombre de patches)</p> $Exp_{opt} = \sum_{i=1}^n ExpOpti$ <p>(où ExpOpt sont les exploitations où le SC pratiqué est le best-SC)</p>
Exploitants	. compte le nombre d'exploitants	$Exp = \sum_{i=1}^n Exp_i$
Interactions	. nombre d'exploitants qui constatent ce que font les voisins avant de prendre leur décision	
Stratégies	<p>On a attribué un numéro à chaque stratégie pour chaque simulation :</p> <p><u>pour agent A :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - une seule stratégie <p><u>pour agent B :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - stratégie 1 : ne change rien - stratégie 2 : regarde voisins - stratégie 3 : regarde voisin, écoute état et réseau <p><u>pour agent C :</u></p>	

	- stratégie 1 : ne change rien - stratégie 2 : imitation - stratégie 3 : délibération - stratégie 4 : comparaison sociale
Économique	. Bénéfices totaux . Bénéfices par <i>SC</i> . Revenus totaux

Tableau 9-12 - Indicateurs quantitatifs de suivi du modèle Chanos

Indicateurs spatialisés

Netlogo offre la possibilité d'exporter les sorties visuelles des modèles. Le format des fichiers exportés est *ASCII*. Ces fichiers peuvent ensuite être visualisés dans un SIG. L'objectif est d'identifier d'éventuels phénomènes d'autocorrélation spatiale. Trois variables ont été exportées :

- l'occupation du sol ;
- les bénéfices des agents ;
- la satisfaction des agents.

La disponibilité de cartes d'occupation du sol réalisées d'après des images satellites (cf. Chapitre 5) va, de plus, permettre de comparer les sorties visuelles des modèles avec la réalité au moment de l'acquisition des images. Etant donné que l'information des cartes d'occupation du sol est incomplète car elles représentent le système au moment de la prise de vue, ces cartes seront employées à des fins de comparaison plutôt que dans un but de validation.

9.2.4 Résultats

Les résultats seront présentés par agent, puis par scénario, ce qui permettra d'établir une synthèse des enseignements. Plusieurs documents ont aidé à formuler les résultats.

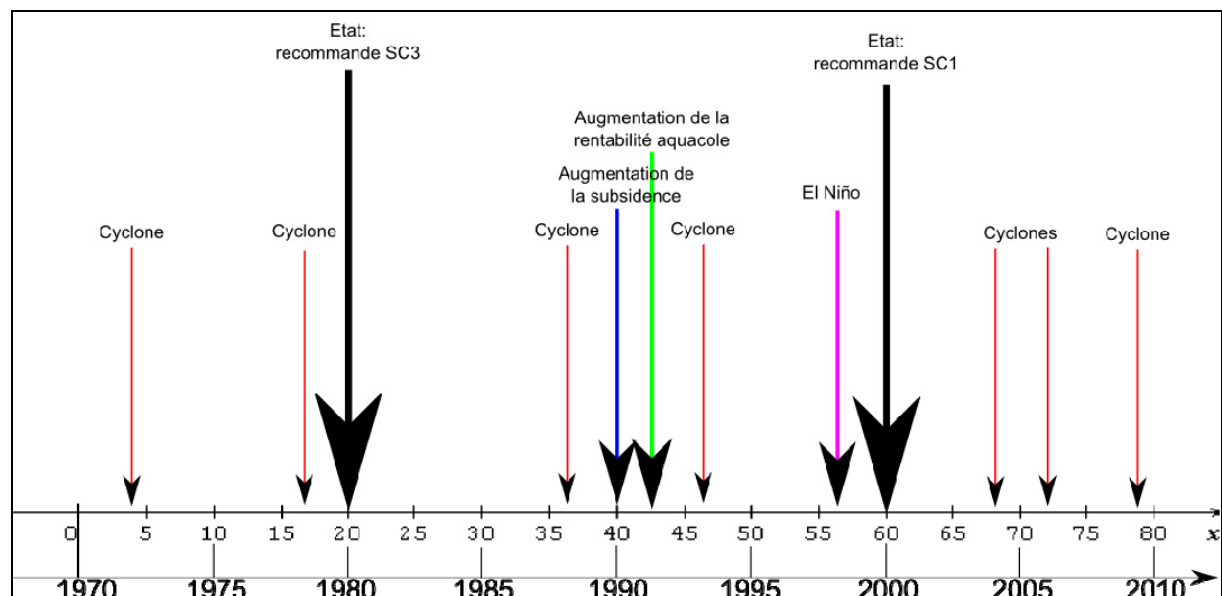
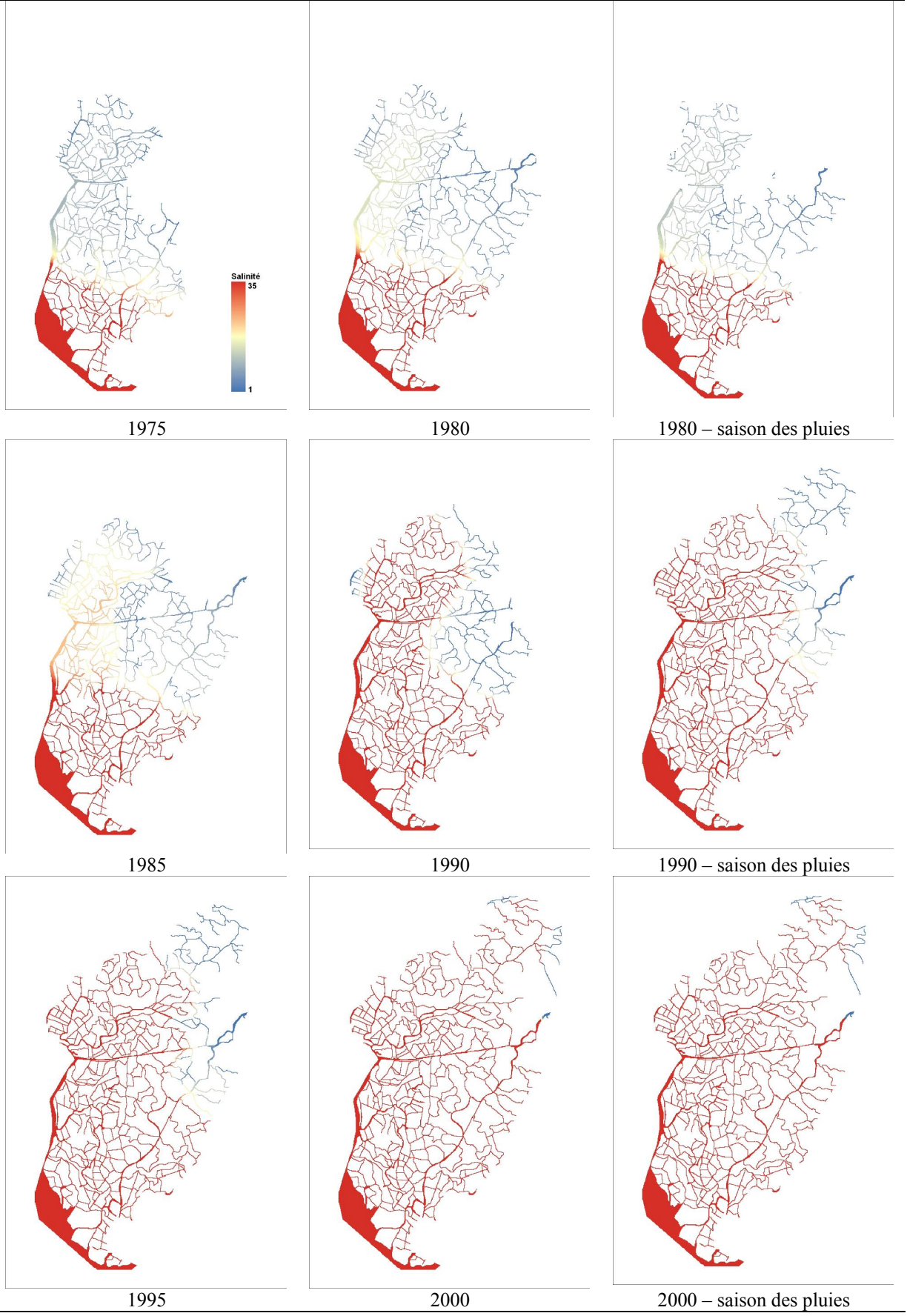


Figure 9-17 - Evénements replacés sur l'échelle de temps

Les figures suivantes (Figure 9-18 et Figure 9-19) présentent l'évolution de la salinité des cours d'eau au cours des scénarii 2 et 3.



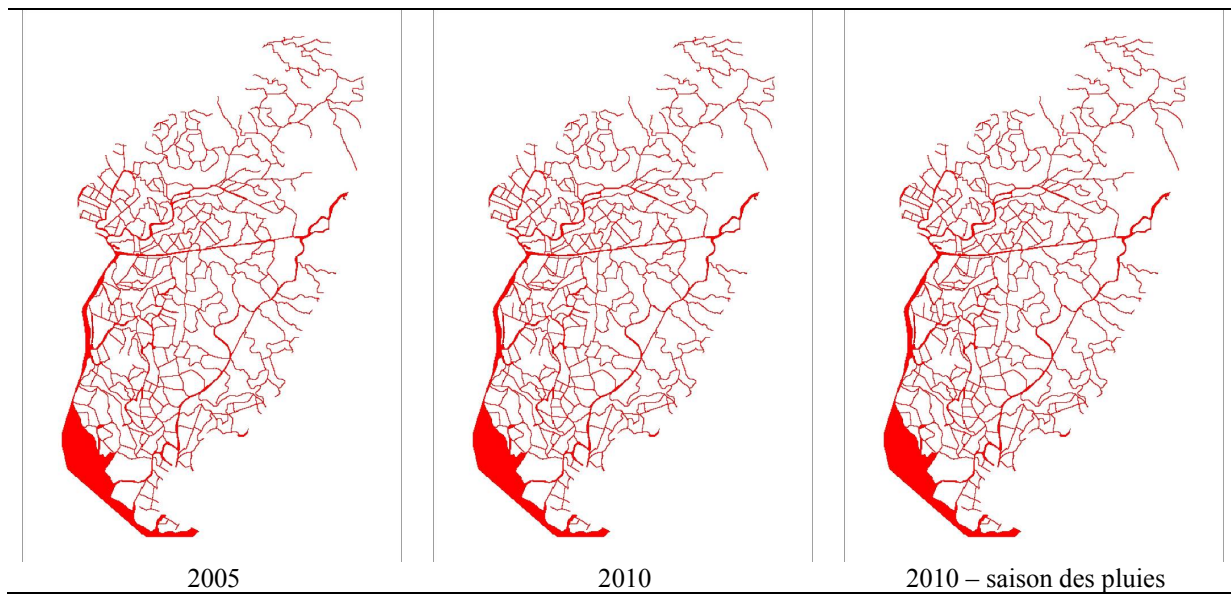
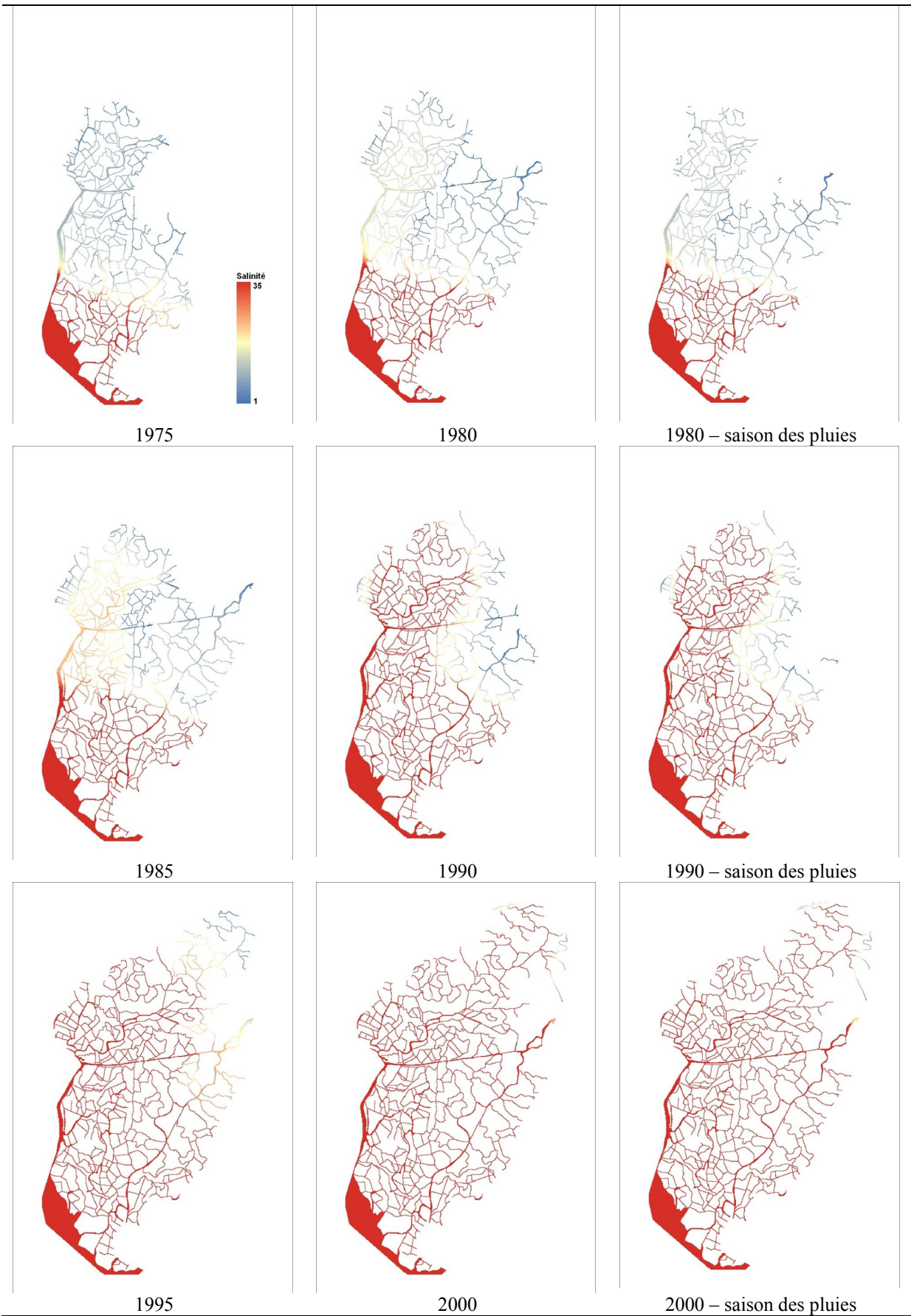


Figure 9-18 - Evolution de la salinité au cours du temps dans le scénario 2



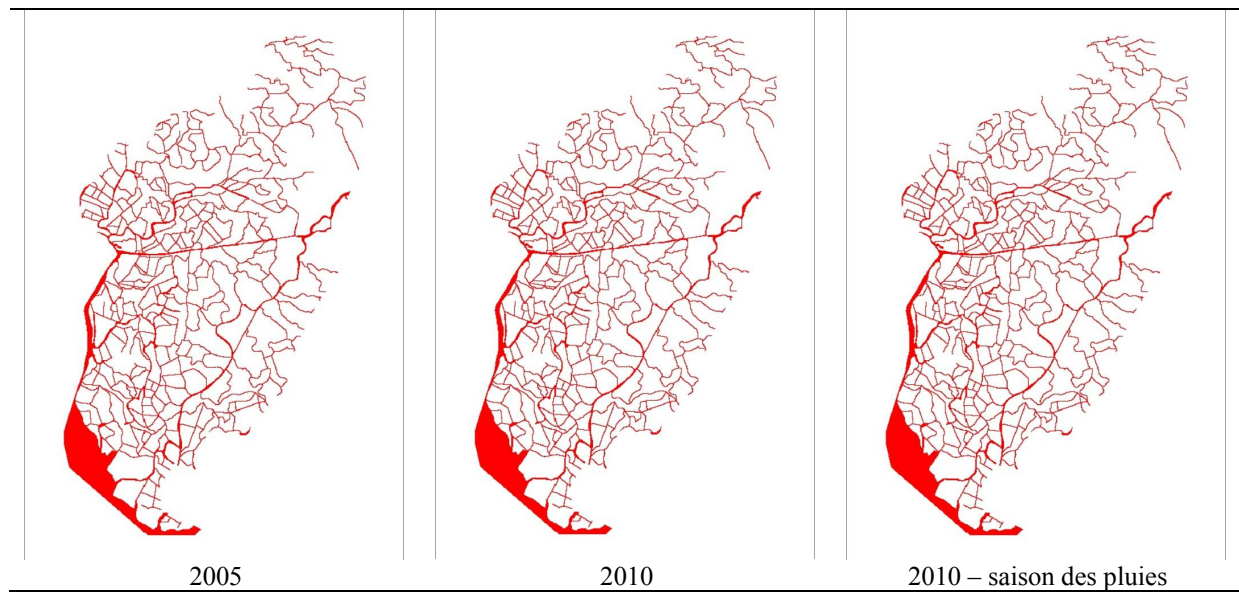


Figure 9-19 -Evolution de la salinité des cours d'eau au cours du scénario 3

9.2.4.1 L'agent A

9.2.4.1.1 Comparaison des scénarii 1A et 2A.

L'analyse de l'évolution des indicateurs (Tableau 9-15) a d'abord permis d'identifier les principales différences entre les deux scénarii (Tableau 9-13).

Indicateur	Différences notables de l'évolution des indicateurs entre les scénarii 1A et 2A
Occupation du sol	. évolutions contraires de SC1 dans les deux scénarii . forte augmentation de SC3 dans 2A qui dépasse les superficies en riz après 40 pas de temps (PDT) . augmentation de SC2 jusqu'à 50 PDT puis stabilité dans 2A
Conversion riz / aquaculture	. conversions beaucoup plus nombreuses dans 2A : pente très forte jusqu'au PDT 40 puis légère diminution jusqu'au PDT 60, avant d'observer une très forte réduction jusqu'à se rapprocher du point 0.
Tailles moyenne des exploit.	. la moyenne des exploitations rizicoles se réduit légèrement à partir de 40 PDT dans 2A. . la moyenne des exploitations aquacoles observe une succession : augmentation / stabilité dans 1A alors qu'elle connaît une réduction dans 2A.
Objectifs remplis	. les objectifs remplis sont très stables dans 1A alors que dans 2A, ils se réduisent d'abord jusqu'à 35 PDT, fluctuent jusqu'à 50 PDT et augmentent jusqu'à 70 PDT.
Satisfaction moyenne	. la courbe de satisfaction moyenne suit la même tendance que l'indicateur précédent
Stratégies	. dans le 1A, la stratégie 1 est dominante tout au long de la simulation . dans le 2A, la stratégie 1 se réduit à 35 PDT, fluctue jusqu'à 50 PDT, puis augmente jusqu'à 70 PDT
Chiffre d'affaires et revenus	. les deux indicateurs augmentent dans les deux scénarii. . dans 1A, l'évolution est linéaire . dans 2A, l'augmentation se fait à 50 PDT et montre des fluctuations saisonnières
Capital social / SC	. dans 1A, les courbes de chaque type d'agent sont stratifiées, cela signifie que le niveau de capital social est associé à des choix plus ou moins pertinents . dans 2A, les agents à capital social élevé ne pratiquent pas tous le SC le plus recommandé, cela signifie (i) qu'ils sont satisfaits du SC qui n'est pas le plus adapté, et (ii) qu'ils ne font pas immédiatement le bon choix. Pour faire le bon choix il faut que la salinité autour de leur exploitation soit stable

Tableau 9-13 - Différences entre les scénarii 1A et 2A

Les Figures 9-20, 9-21, et 9-22 sont la représentation cartographique de plusieurs indicateurs. Ces cartes permettent de relever des éléments de différenciation spatiale. Sur la Figure 9-20, on constate l'avancée du front aquacole au sud et à l'ouest dans 2A. En 1990, on constate, pour le scénario 2A, qu'une zone où l'on pratique SC2 s'interpose entre la zone rizicole et la zone aquacole et qu'une partie de cette zone correspond à des exploitations dont les exploitants ne sont pas totalement satisfaits. Les cartes de 1A (Figure 9-21) montrent une distribution aléatoire des exploitants insatisfaits. À l'inverse, les cartes de 2A montrent des groupes d'exploitants insatisfaits, principalement en marge de la zone rizicole. Enfin, sur les cartes montrant les bénéfiques des exploitants (Figure 9-22), on constate des bénéfiques moins importants pour les exploitations situées à l'interface des deux ensembles, agriculture et aquaculture.

9.2.4.1.2 Interprétation

La subsidence dans le scénario 2 a provoqué une salinisation progressive du delta. À la fin des simulations, on constate que les occupations du sol de 1A et de 2A sont diamétralement opposées. Le premier élément important à relever est qu'une subsidence régulière engendre des mosaïques paysagères totalement différentes. Plusieurs questions peuvent alors se poser : du fait que l'évolution de la subsidence est linéaire, le changement opéré s'est-il réalisé de façon linéaire ? Dans le cas contraire, il convient d'identifier les phases de l'évolution et d'en

comprendre les mécanismes. Sans entrer dans le détail, on peut dire que la probabilité que le changement se soit produit de façon non linéaire est forte, pour la simple raison que la topographie est irrégulière et que la subsidence, uniforme, modifie les surfaces d'écoulements de façon différente d'un point à l'autre. Il est donc probable que l'enfoncement progressif s'accompagne d'effets de seuils.

Le Tableau 9-13 a permis de distinguer trois phases dans 2A : une première phase du début jusqu'à 30 pas de temps (PDT) avec une évolution linéaire durant laquelle l'aquaculture s'est développé au détriment du riz, une seconde phase jusqu'à 50 PDT durant laquelle plusieurs indicateurs montrent des fluctuations très importantes et durant laquelle aussi les superficies aquacoles dépassent les superficies rizicoles, une troisième phase qui retrouve une évolution linéaire jusqu'à 70 PDT, puis une dernière phase, proche de la stabilité.

1^{ère} phase – 1970/1985 :

Durant cette phase, la subsidence de 2A provoque une baisse de la satisfaction chez de nombreux riziculteurs qui provoque alors des conversions (vers SC1 et SC3).

2^{ème} phase – 1985/1995 :

C'est durant cette phase que les changements d'occupation du sol sont les plus conséquents. Aux environs de 30 PDT, on constate une rupture de l'évolution de nombreux indicateurs. A l'aide des cartes de la salinité (cf. Figure 9-18), on peut associer cette rupture avec l'arrivée du front salé dans la zone rizicole initiale. Jusqu'alors, l'aquaculture s'était développée sur les milieux naturels et sur les marges de la zone rizicole. L'année 1985 marque le début d'une phase de conversion intense (moyenne de 300 ha par an).

3^{ème} phase – 1995/2005 :

Les indicateurs évoluent de façon linéaire durant cette phase, de manière négative ou positive. Dans 2A, le chiffre d'affaire augmente de façon substantielle après avoir stagné depuis le début de la simulation. Si l'on considère les changements précédents, on peut supposer que c'est la conséquence d'une adaptation efficace. Cette création de richesses s'accompagne en outre d'une augmentation de la satisfaction moyenne. L'occupation du sol continue de se modifier de la même manière. En fin de phase, les superficies de riz sont très réduites, ce que confirme la courbe des conversions. Celle-ci présente en effet une pente négative, indiquant une brusque chute des conversions.

4^{ème} phase – 2005/2010 :

Cette dernière phase, stable, marque le début d'une occupation du sol par l'aquaculture presque totale. Toutefois, un certain nombre d'exploitants ne pratiquent pas le SC le plus adapté et ce, quelque soit leur niveau de capital social. L'interprétation que l'on peut faire est qu'ils pratiquent le SC2, qui reste encore un SC relativement adapté, bien que non optimal. Ces exploitants sont alors satisfaits bien que ne pratiquant pas le meilleur SC. Il est probable que si l'on continuait la simulation, et si la salinité continuait donc de progresser, la plupart d'entre eux, sinon la totalité, opteraient pour la conversion.

9.2.4.1.3 Comparaison des scénarii 2A et 3A

La cartographie des indicateurs spatialisés (Figure 9-20, Figure 9-21, Figure 9-22) révèle plusieurs points intéressants :

- les occupations du sol ne présentent pas d'importantes différences entre 2A et 3A aux dates représentées ;
- les agents qui ne sont pas pleinement satisfaits sont regroupés dans de grands ensembles. En 1990, la plupart d'entre eux sont des aquaculteurs. Par la suite, la tendance s'inverse complètement et, en 2000, la grande majorité des aquaculteurs sont satisfaits ;

La carte des bénéficiaires de 1990 confirme les éléments précédemment exposés. Celle de 2000 montre que les contraintes affectent la rentabilité aquacole.

Indicateur	Différences notables du scénario 3A avec le scénario 2A
Occupation du sol	. stabilité de l'aquaculture entre 35 et 45 PDT, suivie d'une très forte augmentation, et inversement d'une très forte diminution du riz.
Conversion SCI / SC3	. augmentation jusqu'à 30 PDT, puis stabilité jusqu'à 50 PDT suivie d'une brusque chute jusqu'à 60 PDT et d'une stabilité proche de 0.
Tailles moyenne des exploit.	. Stabilité de la taille moyenne des exploitations aquacoles à 40PDT. Au même moment, réduction de celle des exploitations agricoles.
Objectifs remplis	. l'objectif 1 se réduit progressivement jusqu'à atteindre un minimum vers 38 PDT. Il remonte à partir de 42 PDT, se stabilise jusqu'à 48 PDT puis augmente jusqu'à un 1 atteint à 70 PDT. . l'objectif 2 fluctue au rythme des facteurs exogènes qui réduisent les revenus agricoles. Du fait que l'objectif 2 se calcul sur une année culturale (soit deux saisons culturales), la chute est suivie par un rebond à la mauvaise fait suite une année forcément meilleure (en cas d'absence de facteurs réduisant les revenus agricoles). En dehors de ces périodes, le taux d'objectif 2 remplis tourne autour de 0.5 jusqu'à 42 PDT, où il commence à augmenter
Satisfaction moyenne	. la courbe de la satisfaction moyenne se réduit progressivement jusqu'à 38 PDT environ remonte par paliers, puis de façon plus linéaire jusqu'à un maximum atteint vers 70 PDT.
Stratégies	. la courbe de la stratégie 1 suit la même tendance que les courbes précédemment décrites. . la courbe de la stratégie 2 est le parfait contraire
Chiffre d'affaire et revenus	. une décroissance presque régulière des deux indicateurs jusqu'à 38 PDT, suivie d'une remontée progressive puis d'une très forte augmentation. Durant les derniers PDT, l'amplitude des fluctuations saisonnières s'agrandit.
Capital social (CS) / SC	. les agents à fort CS n'observent une chute qu'aux alentours de 50 PDT alors que les deux autres catégories commencent leur chute dès le début de la simulation. Ces derniers remontent au même moment où la courbe des agents à fort CS commence à chuter.

Tableau 9-14 - Différences entre les scénarii 2A et 3A

9.2.4.1.4 Interprétation

La multiplication des contraintes ne change fondamentalement pas la dynamique de la simulation. Elle a toutefois des effets sur la réactivité des agents et sur les valeurs extrêmes atteintes par les indicateurs. On distingue trois phases : une première phase jusqu'à 40 PDT, suivie d'une seconde montrant des évolutions différentes jusqu'à 70 PDT, puis une dernière jusqu'à la fin de la simulation.

1^{ère} phase – 1970/1990 :

Les conversions des systèmes agricoles en systèmes aquacoles s'intensifient jusqu'à atteindre un seuil aux alentours de 35 PDT, où les conversions sont en moyenne de 600 ha par an. La multiplication des conversions signifie que certains agents sont insatisfaits et élisent donc la stratégie 2. L'insatisfaction est la conséquence d'une réduction progressive de l'objectif 1 et des brusques chutes de l'objectif 2. Un évènement ponctuel tel qu'un cyclone affecte le système durant 4 PDT : en abaissant la satisfaction durant les deux premiers PDT puis en la réhaussant durant les deux pas de temps suivants. La réduction de l'objectif 1 se confirme par la baisse du chiffre d'affaire global.

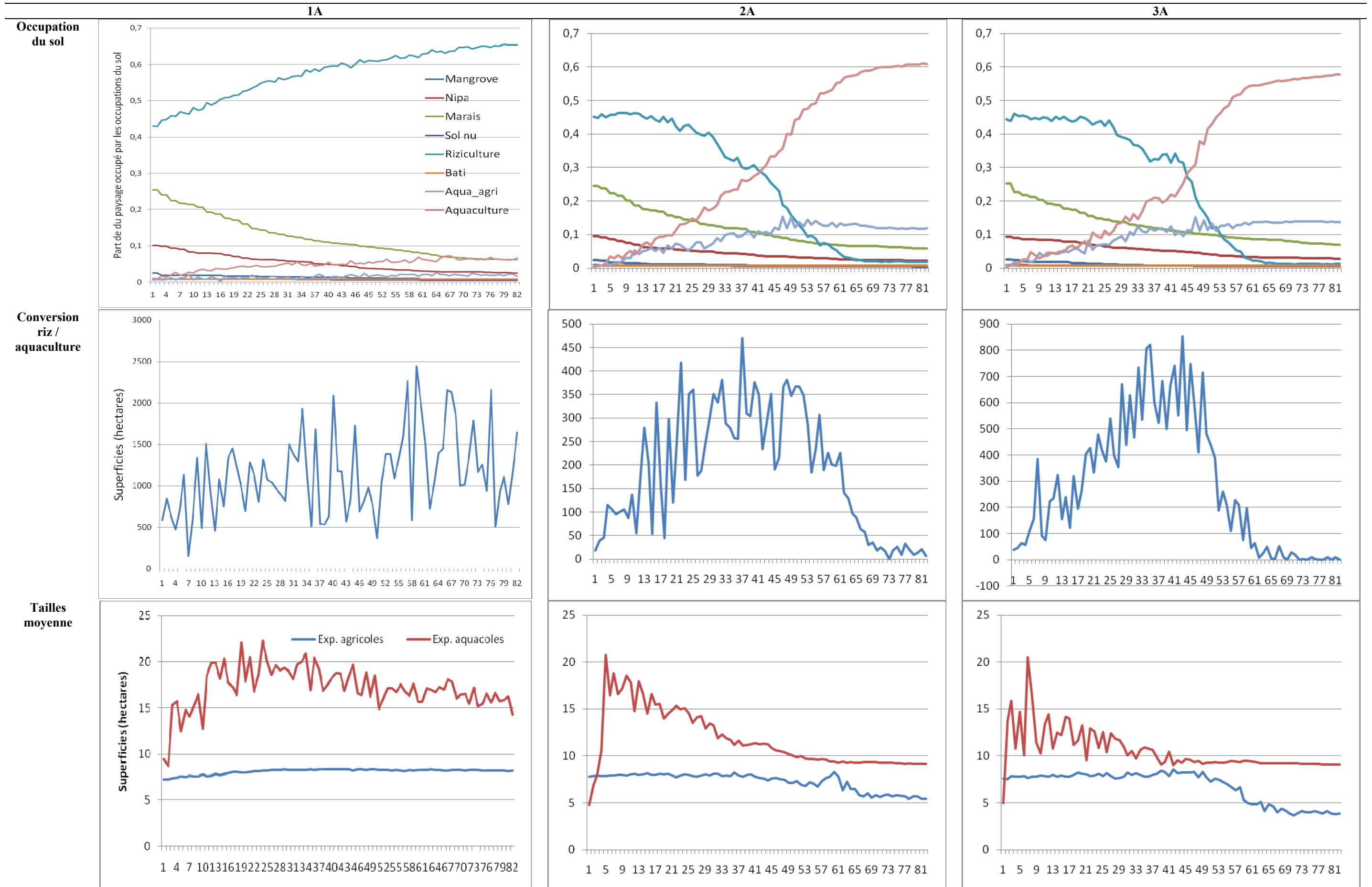
2^{ème} phase – 1990/2000 :

C'est durant cette phase que les changements les plus importants se produisent. Les conversions restent très élevées pendant 10 PDT avant d'observer une importante chute, qui s'explique par l'absence presque totale de surfaces rizicoles à convertir. La plupart des indicateurs durant cette phase redeviennent positifs. La stratégie 1 redevient dominante, ce qui s'explique par un objectif 1 rempli par la majorité des exploitants et par des impacts de cyclones atténués. Cette phase correspond ainsi à une très forte augmentation des surfaces aquacoles, qui est alors le système de culture le plus adapté au milieu et qui, en outre, devient en moyenne à la fois plus rentable et plus variable. À partir de 50 PDT, le chiffre d'affaires commence à augmenter sensiblement : conséquence d'une hausse de la rentabilité aquacole.

3^{ème} phase – 2000/2010 :

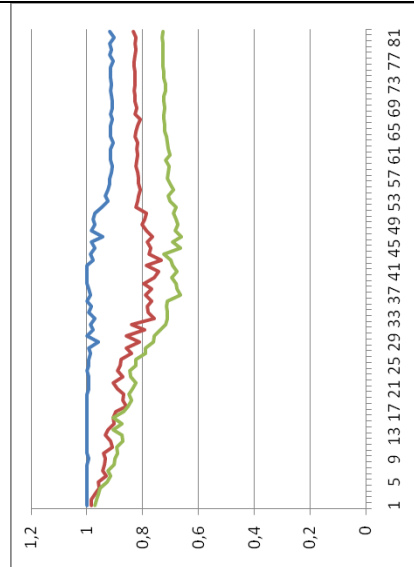
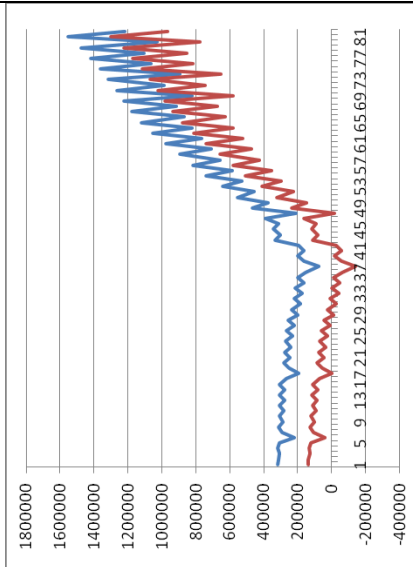
La plupart des indicateurs se stabilisent durant cette dernière phase. Les agents atteignent un taux de satisfaction de 1. De fait, la stratégie 1 est adoptée par tous les exploitants. Les cyclones continuent d'affecter l'objectif 2 mais dans une moindre mesure. En fin de simulation, les agents à fort capital social ne pratiquent pas tous le SC le plus adapté alors que le taux était proche de 1 jusqu'à 60 PDT. Au fur et à mesure que le milieu se modifiait, le fait d'avoir un CS élevé était de plus en plus intéressant et permettait de s'adapter rapidement et positivement. Durant les situations où les agents sont donc contraints de prendre fréquemment des décisions, les agents à CS élevé montrent une capacité d'adaptation beaucoup plus grande que les autres. Durant les phases de stabilité, telle que la dernière, le différentiel se réduit car les prises de décisions sont moins nombreuses. Ainsi, même si les agents à faible et moyen CS ne prennent pas tout de suite la bonne décision, ils le feront forcément après quelques pas de temps. Les différences entre les agents ayant des niveaux de CS différents s'exprime donc surtout durant les moments de crise.

La principale caractéristique de l'agent A est donc d'être très réactif aux modifications de l'environnement et du contexte économique de production. Les réactions, qui peuvent être des adaptations, sont plus rapides lorsque les contraintes sont nombreuses mais n'apparaissent pas plus tôt quand bien même les indicateurs sont au plus bas. Cet élément signifie ainsi que la dimension spatiale joue un rôle fondamental de régulateur dans le déclenchement de l'adaptation et que les changements spatiaux précèdent les changements de comportements.

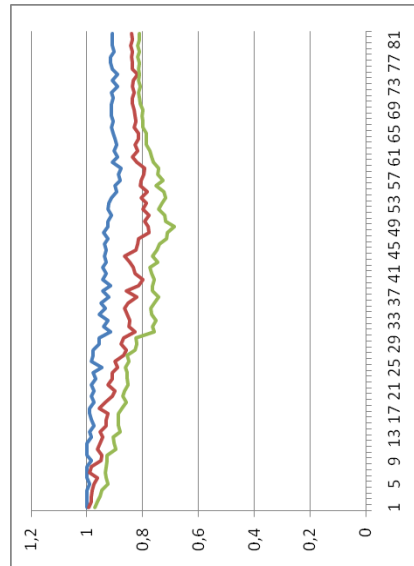
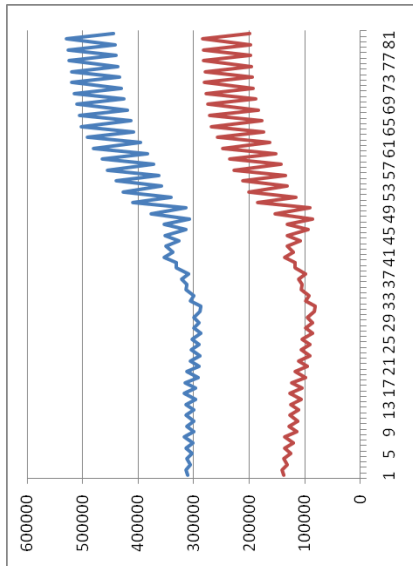




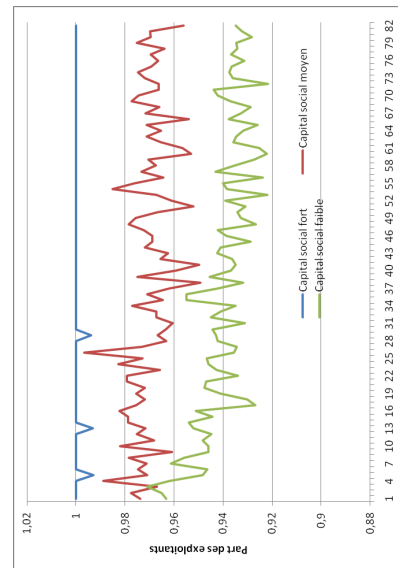
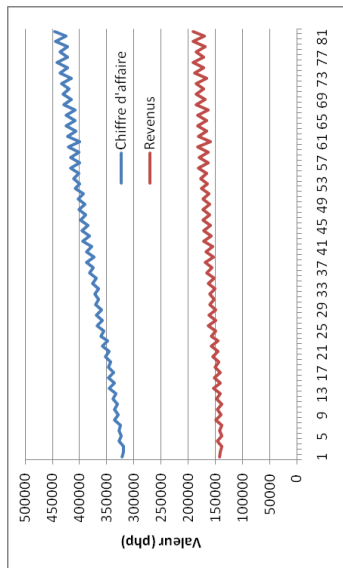
3A



2A



1A



Chiffre d'affaires et revenus

Lien entre capital social et SC

Tableau 9-15 - Indicateurs pour l'agent A

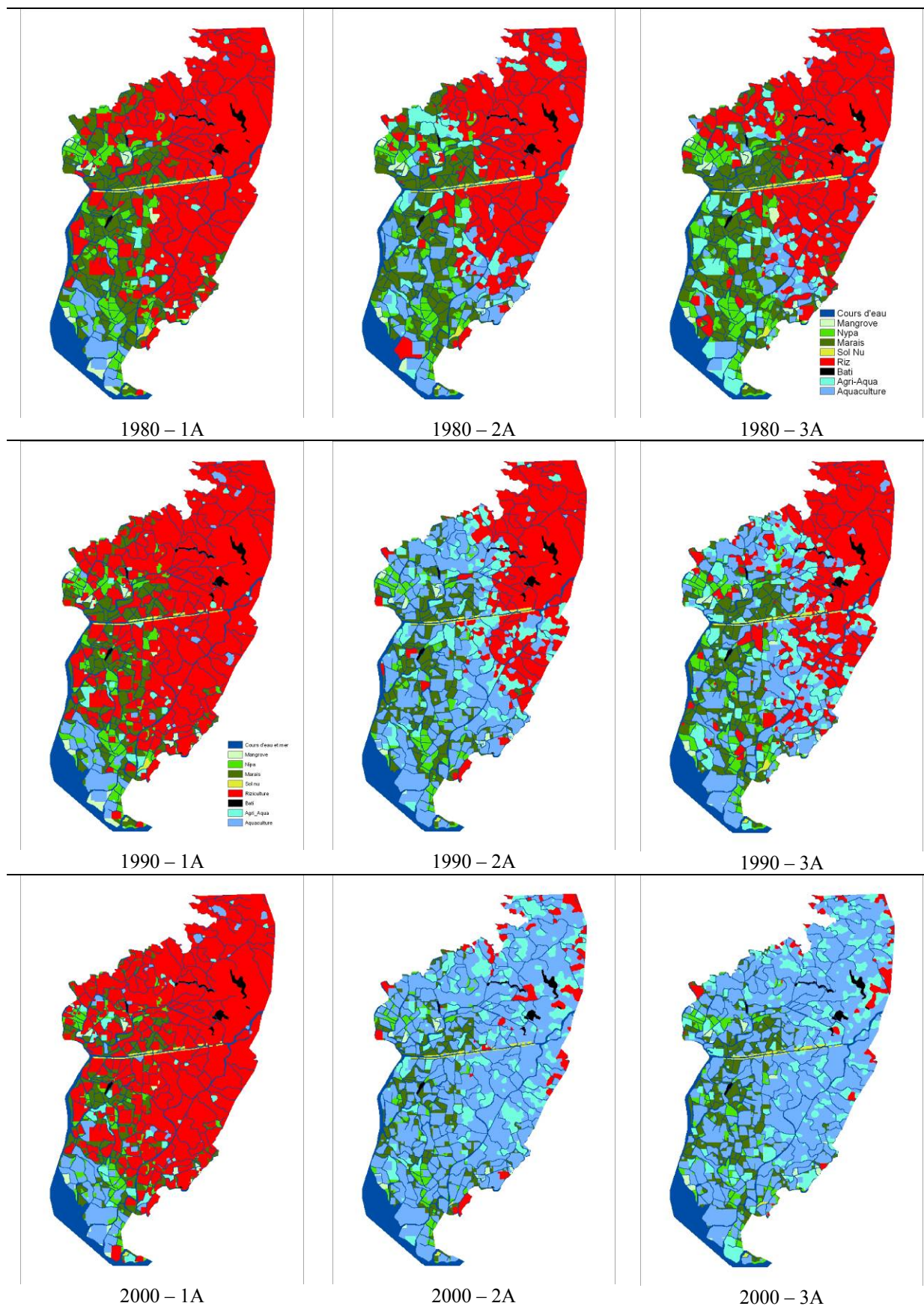


Figure 9-20 - Occupations du sol entre 1980 et 2000 des scénarii 1A, 2A et 3A

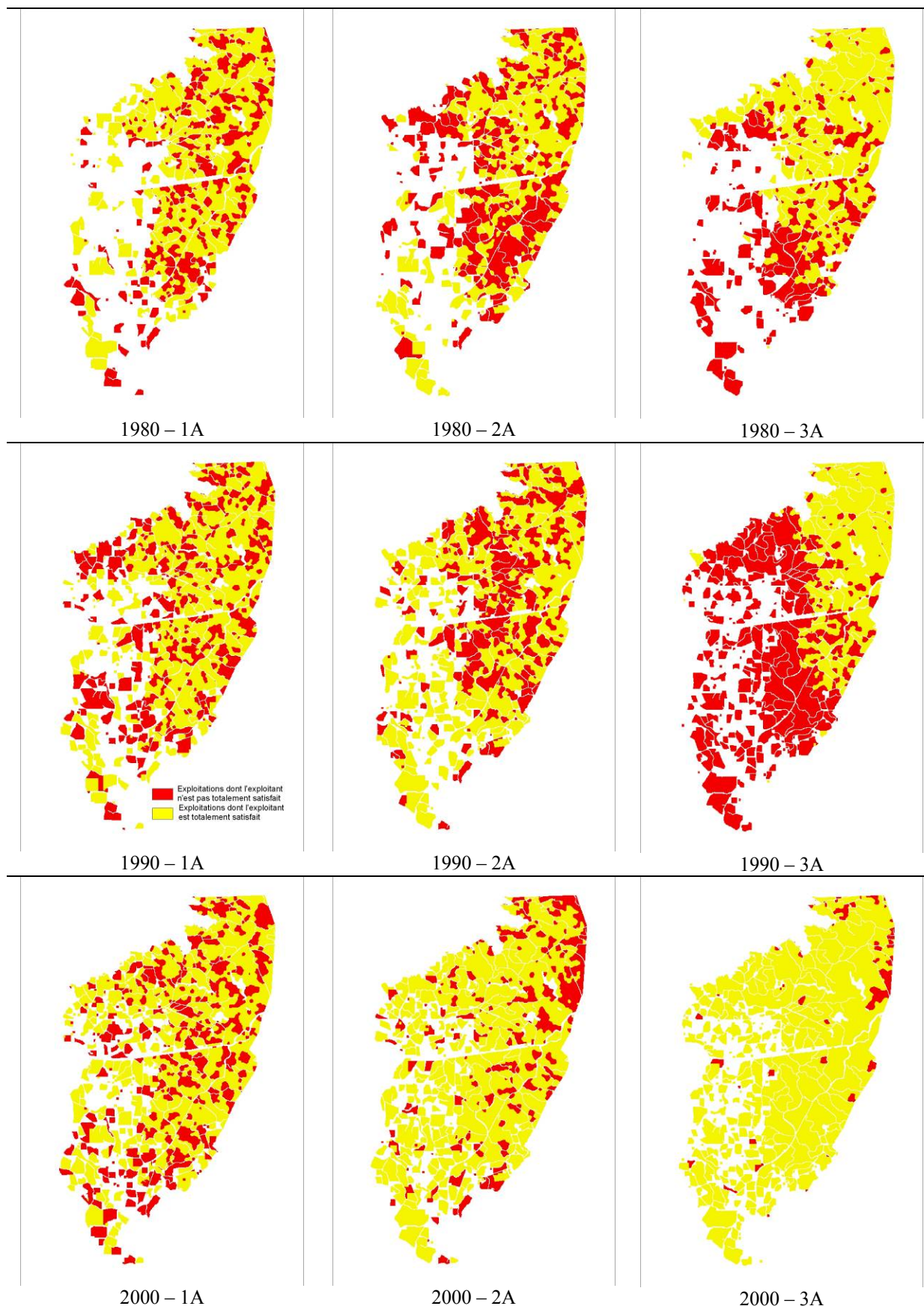


Figure 9-21 – Satisfaction des exploitants entre 1980 et 2000 des scénarii 1A, 2A et 3A

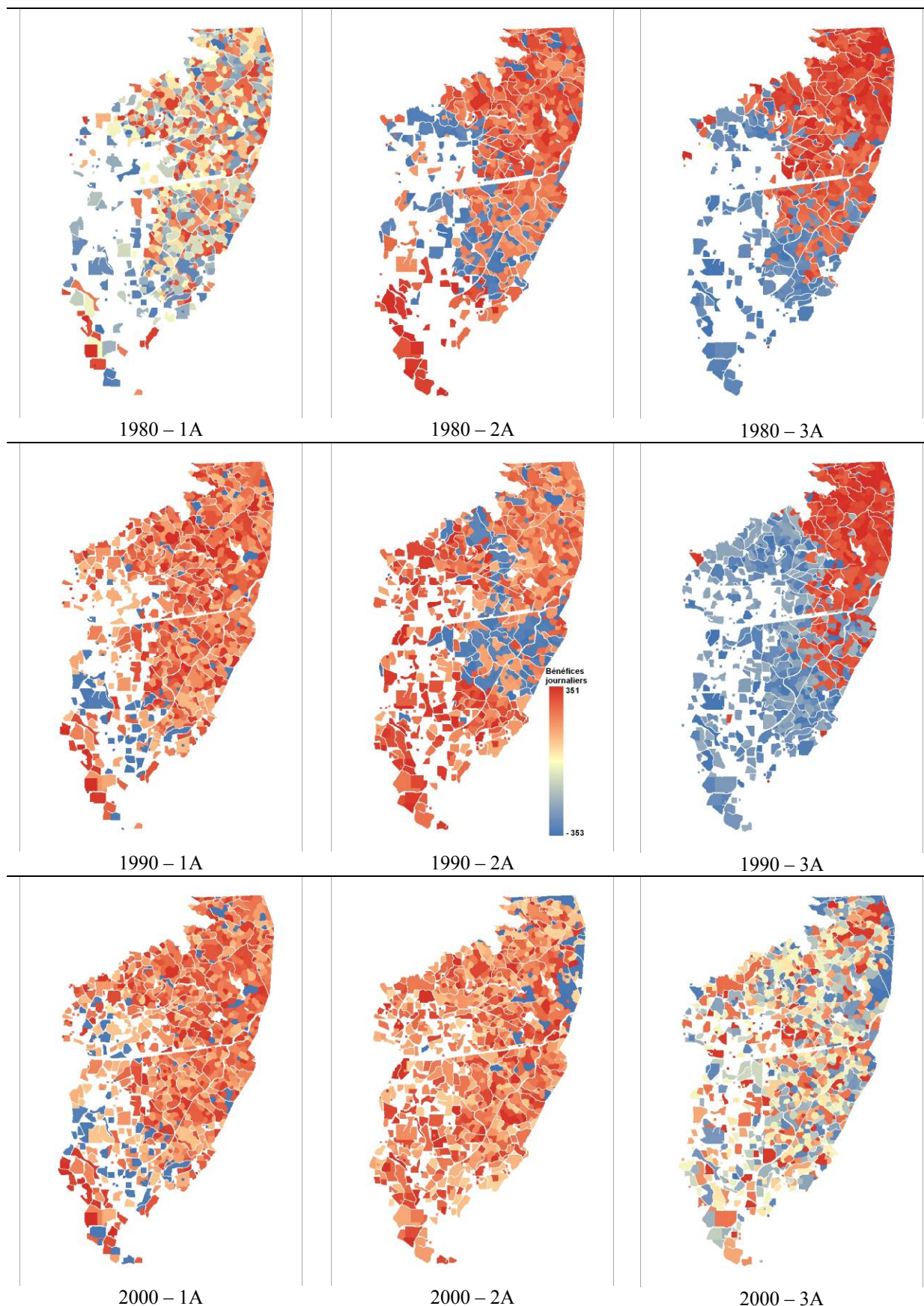


Figure 9-22 - Bénéfices journaliers des exploitants entre 1980 et 2000 des scénarii 1A, 2A et 3A

9.2.4.2 L'agent B

9.2.4.2.1 Comparaison des scénarii 1B et 2B

Indicateur	Différences notables du scénario 1B avec le scénario 2B
Occupation du sol	. évolutions linéaires des OS dans 1B . réduction par paliers des superficies rizicoles entre 37 et 60 PDT au profit de l'aquaculture dans 2B
Conversion riz / aquaculture	. confirmation des conversions à deux moments, 37 et 45 PDT dans 2B
Objectifs remplis	. tous les objectifs sociaux sont remplis dans 1B . l'objectif économique diminue fortement dans 2B
Satisfaction moyenne	. la chute de objectifs remplis abaisse la satisfaction moyenne qui se réduit jusqu'à 0.5
Stratégies	. on constate une succession des stratégies selon l'ordre : 1 – 2 – 3.
Chiffre d'affaires et revenus	. après une chute régulière, perturbée seulement par une remontée brusque mais courte, le chiffre d'affaires global se stabilise

Tableau 9-16 - Différences entre les scénarii 1B et 2B

9.2.4.2.2 Interprétation

L'évolution des stratégies est l'élément le plus intéressant. Le passage de la stratégie 1 à la stratégie 2 s'explique par une perte de satisfaction. Le passage suivant, de la stratégie 2 à la stratégie 3 s'explique par un état d'incertitude, c'est-à-dire une continuité de l'état de satisfaction, et s'est accompagné de plusieurs conversions. Un événement similaire s'est produit peu de temps après, à la différence qu'à ce moment là (45 PDT), ce sont les stratégies 2 et 3 qui ont permis à un certain nombre d'exploitants de passer du riz à l'aquaculture. Pour qu'un changement paysager se produise avec ce type d'agent, cela suppose qu'une nouvelle occupation du sol soit apparue précédemment, suite à des conditions favorables, constituant alors le ferment à des changements ultérieurs. La phase de diffusion de cette nouvelle occupation du sol a toutefois été interrompue par l'émission d'une information globale qui a rendu les agriculteurs satisfaits. C'est cette même information globale avait été l'élément moteur du changement après 20 PDT.

9.2.4.2.3 Comparaison des scénarii 2B et 3B

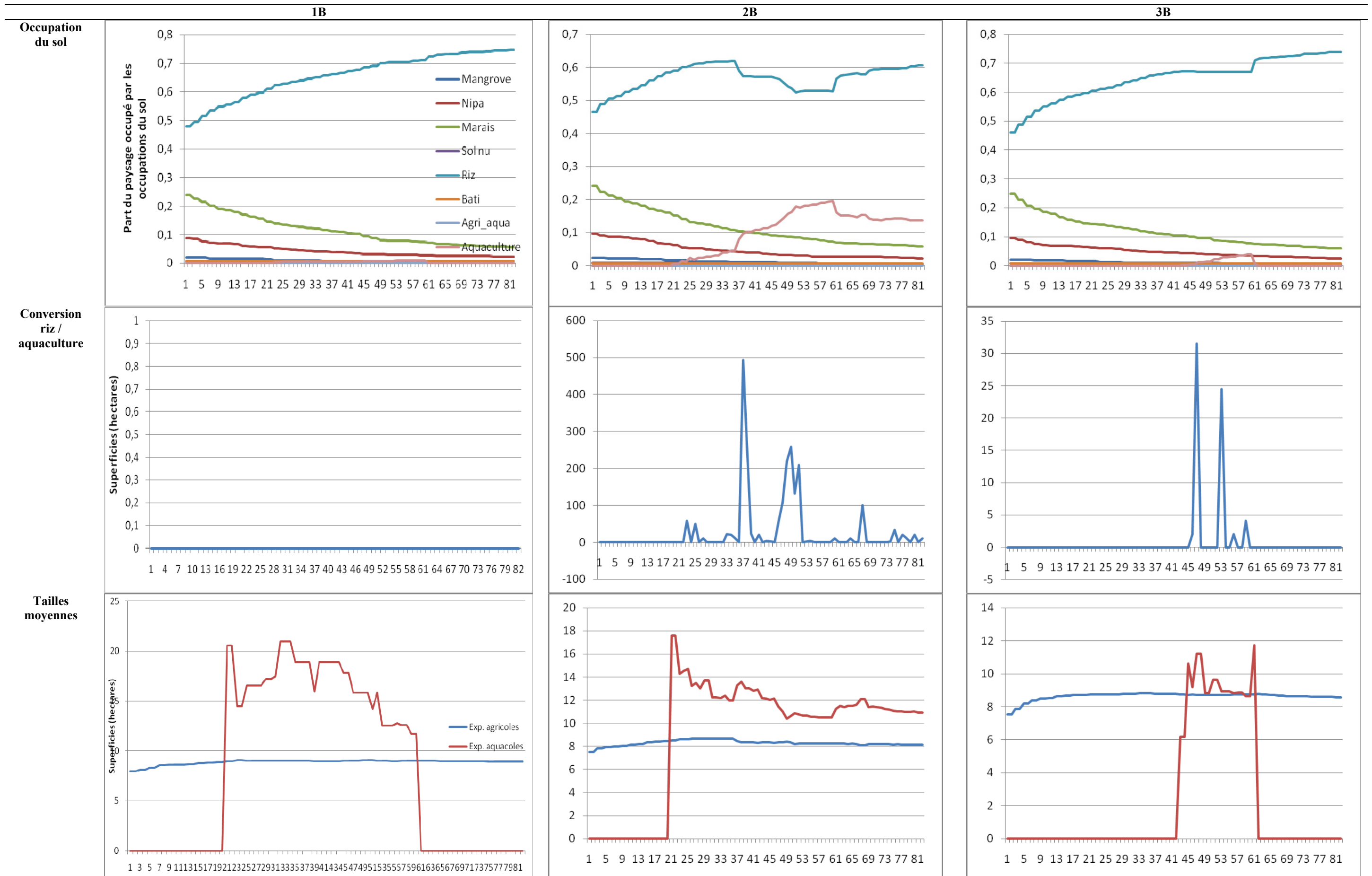
Indicateur	Différences notables du scénario 2B avec le scénario 3B
Occupation du sol	. augmentation des surfaces en riz jusqu'à 40 PDT où un palier est atteint, qui correspond à une augmentation sporadique de l'aquaculture. Cette phase se poursuit jusqu'à 60 PDT où la dynamique précédente reprend son cours.
Conversion SC1 / SC3	. deux gros moments de conversions : 45 PDT et 53 PDT, mais les superficies concernées sont faibles (30 et 25 ha)
Objectifs remplis	. l'inflexion des objectifs 2, 3 et 4 s'explique par la légère remontée aquacole à partir du pas de temps 45

Tableau 9-17 - Différences entre les scénarii 2B et 3B

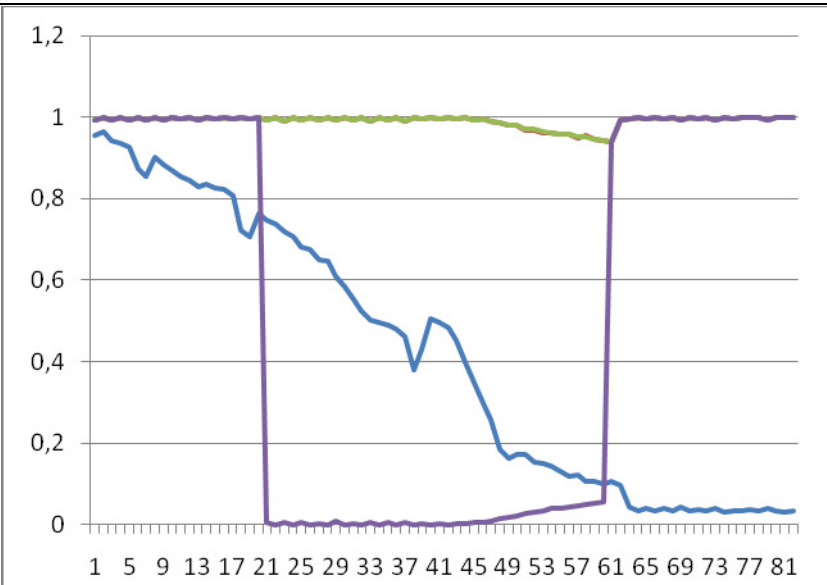
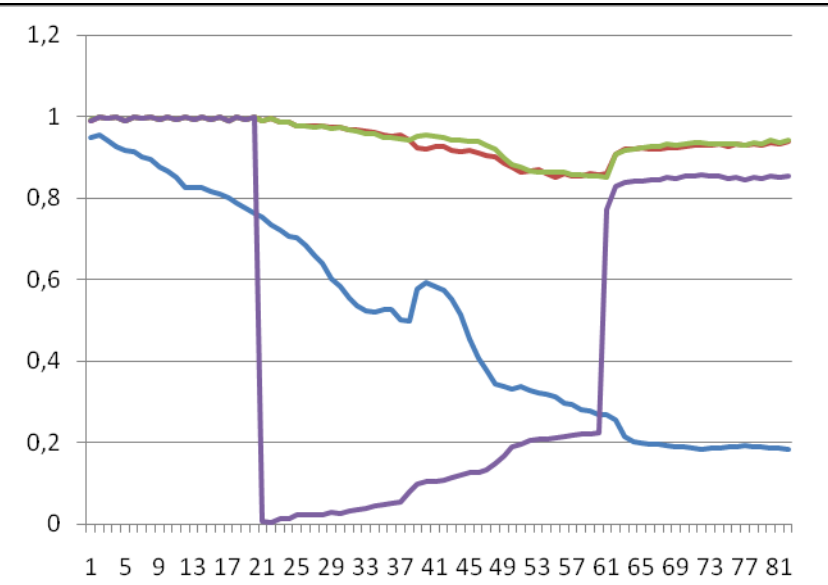
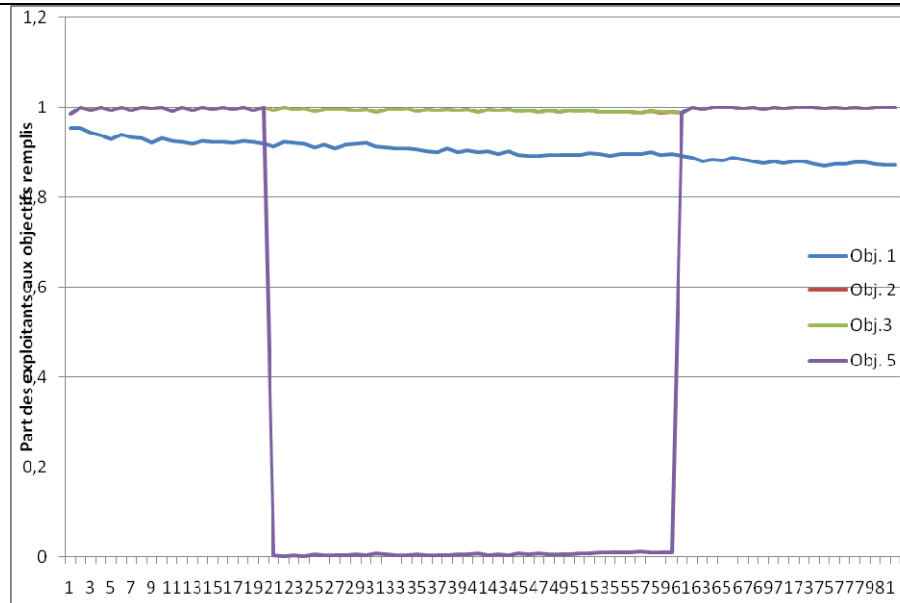
9.2.4.2.4 Interprétation

Les changements paysagers sont peu importants jusqu'au pas de temps 45. Jusqu'à ce moment, l'apparition de cyclones avait eu des effets sur la production, sur le niveau de satisfaction et donc sur les stratégies. Les conversions apparues plus tard, conséquence de l'adoption de la stratégie 2 ou 3, s'explique par la présence probable d'une ou de quelques exploitations aquacoles développée par des investisseurs. Le paysage reste néanmoins très largement agricole, et les exploitants à la fois insatisfaits et incertains, jusqu'à ce que

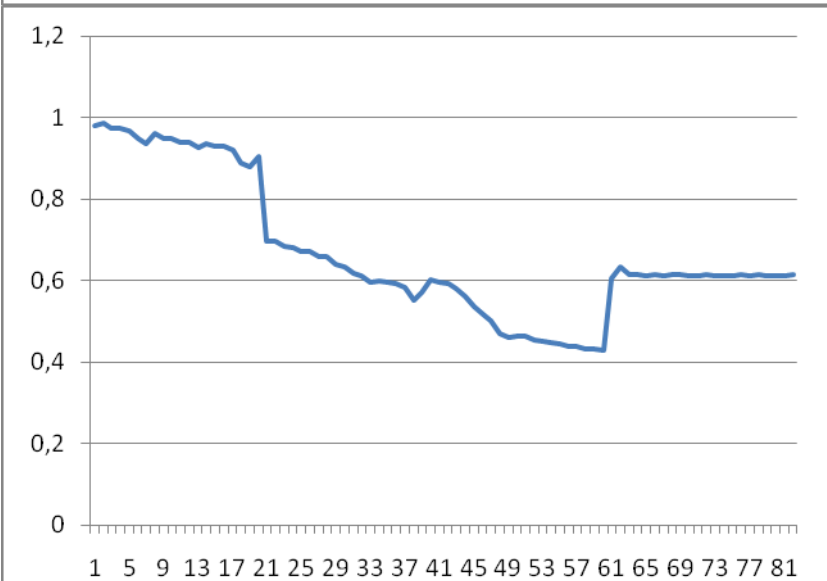
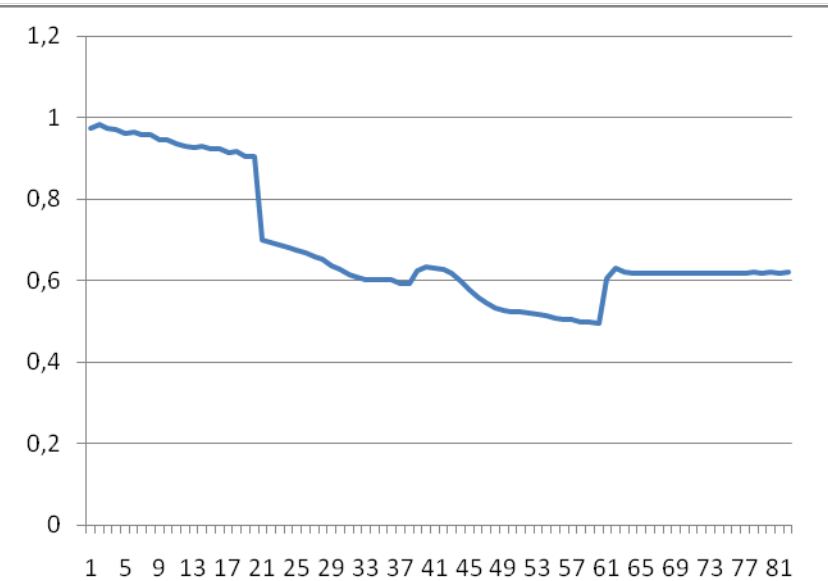
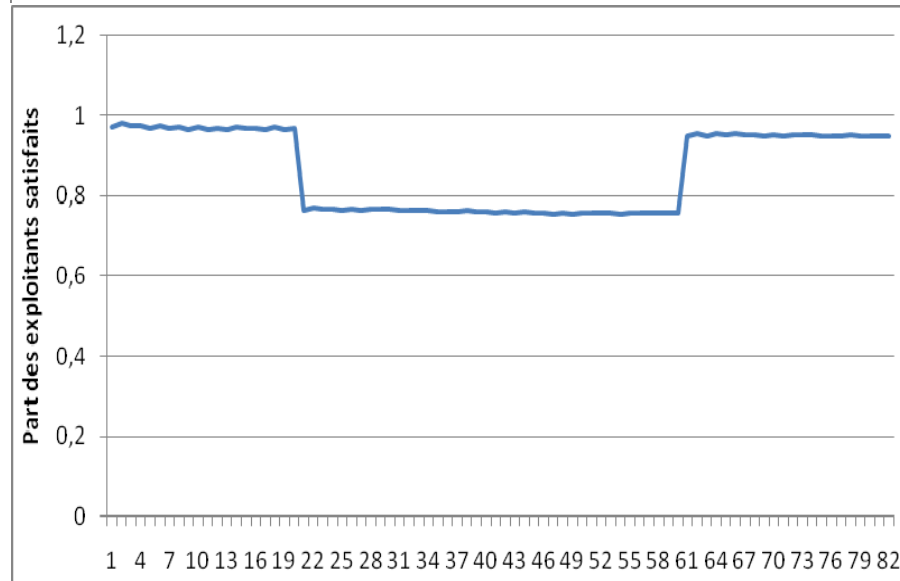
l'information globale ne les fasse passer à un état de satisfaction continue. Un état d'équilibre est trouvé par la suite bien que le système soit très peu productif. Quelque soit la dynamique biophysique à l'œuvre, l'agent B adopte des comportements dont l'inertie est identique à celle du paysage. Ainsi, lorsqu'un système de culture domine largement l'occupation du sol, l'agent B adopte lui-aussi ce système de culture, quelque soit sa performance économique. On constate en effet qu'en dépit d'une situation déficitaire généralisée les exploitants ne modifient pas leur itinéraire technique. Dans une telle configuration, le changement peut être initié de deux façons : soit par des agents ayant leur inertie propre, c'est-à-dire ayant un comportement plus rationnel que les agents B, soit par une simultanéité de facteurs qui provoquent en quelques pas de temps une modification des itinéraires techniques de plusieurs agents qui devront être satisfaits avec ce nouveau système de culture. Dans ce cas-ci, la probabilité que le changement prenne racine dépend de la localisation des changements et des attributs des agents ayant modifié leur itinéraire technique. En effet, lorsque les autres agents deviennent insatisfaits, ils choisissent de considérer ce que font les voisins et les informations issues de plusieurs réseaux d'influence. Dans le cas où ils considèrent ce que font les voisins, pour que le nouvel itinéraire technique soit adopté, il faut que la majorité des voisins le pratiquent. Ceci suppose ainsi que les changements initiaux soient concentrés. Lorsqu'ils sont dispersés, ils peuvent participer à une diffusion lorsqu'un grand nombre d'agents qui ont modifié leurs pratiques appartiennent au même réseau. Le scénario 2B montre que les agents B sont ainsi capables de s'adapter mais de manière moins réactive que les agents A. Toutefois, lorsque le nouvel état occupe des superficies de plus en plus importantes, les conversions ont été très importantes (500 hectares), fonctionnant par effet boule de neige du fait de l'importance des réseaux de voisinage dans la stratégie 2.



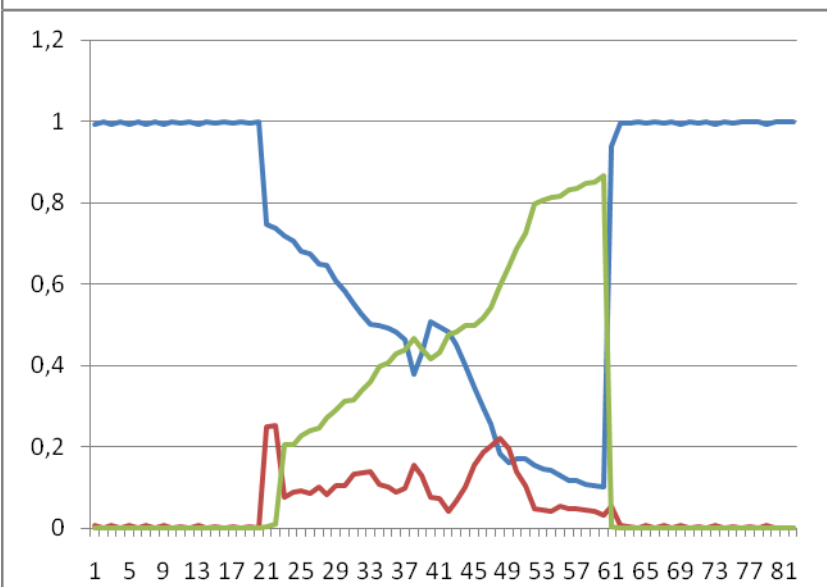
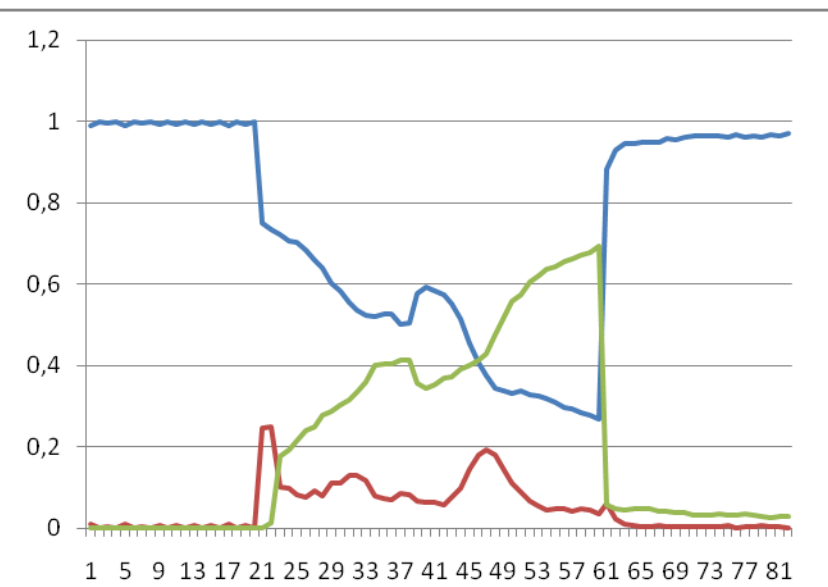
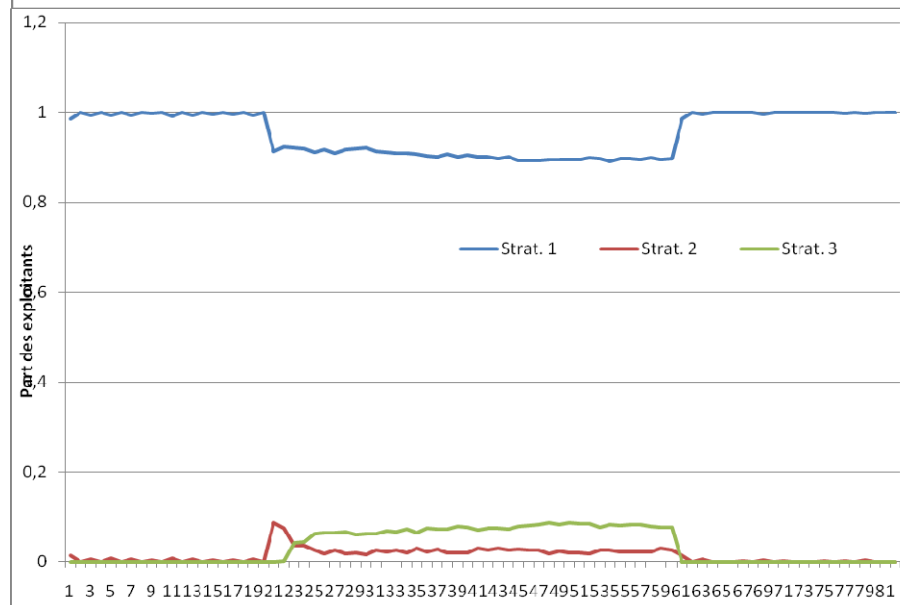
Objectifs remplis



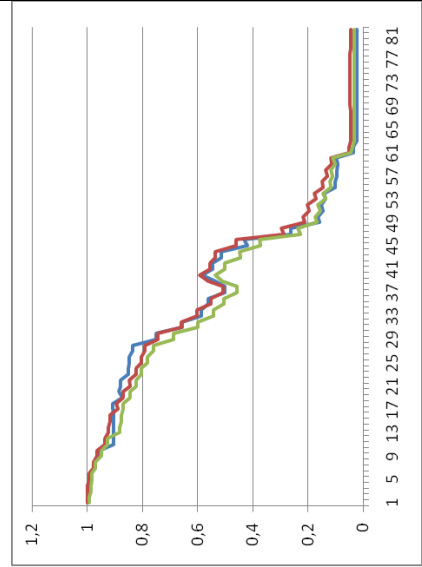
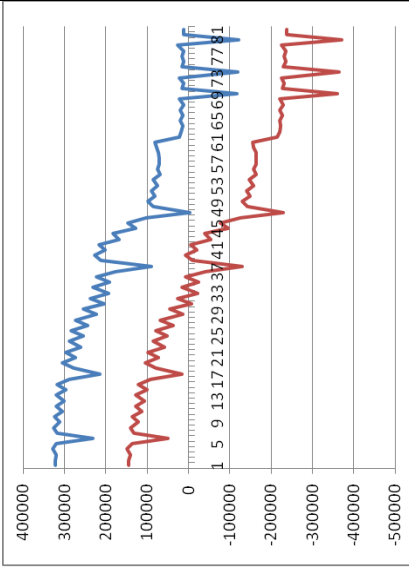
Satisfaction moyenne



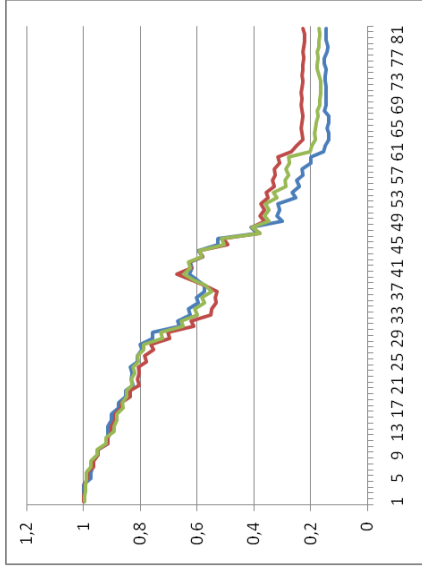
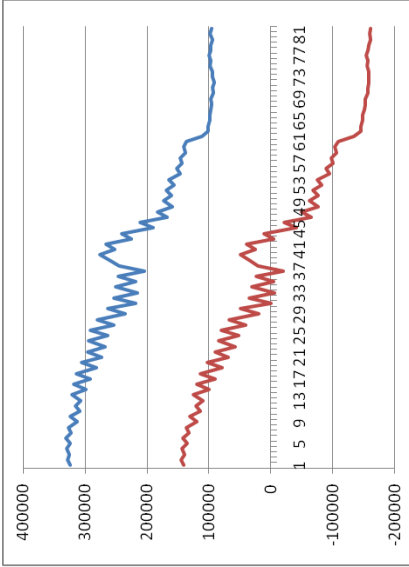
Stratégies



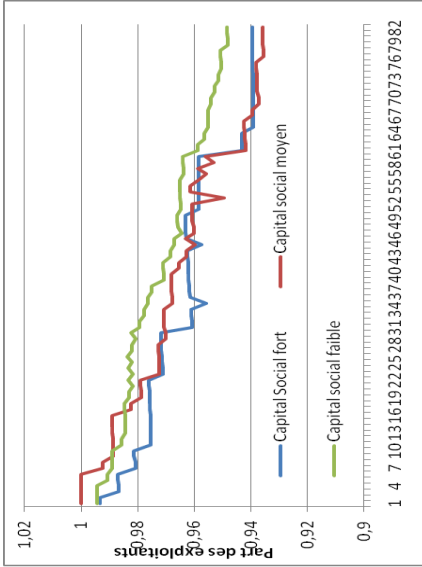
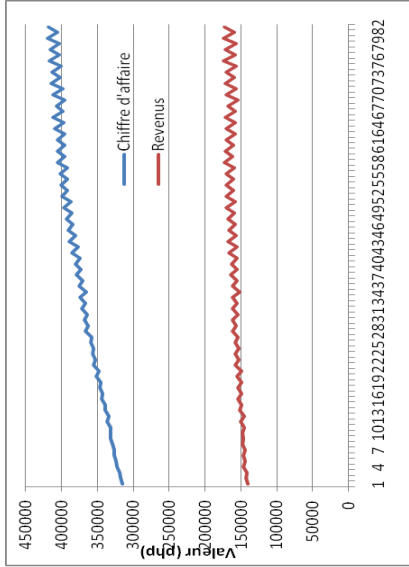
3B



2B



1B



Chiffre d'affaires et revenus

Lien entre capital social et SC

Tableau 9-18 - Indicateurs pour l'agent B



Figure 9-23 - Occupations du sol entre 1980 et 2000 des scénarii 1B, 2B et 3B

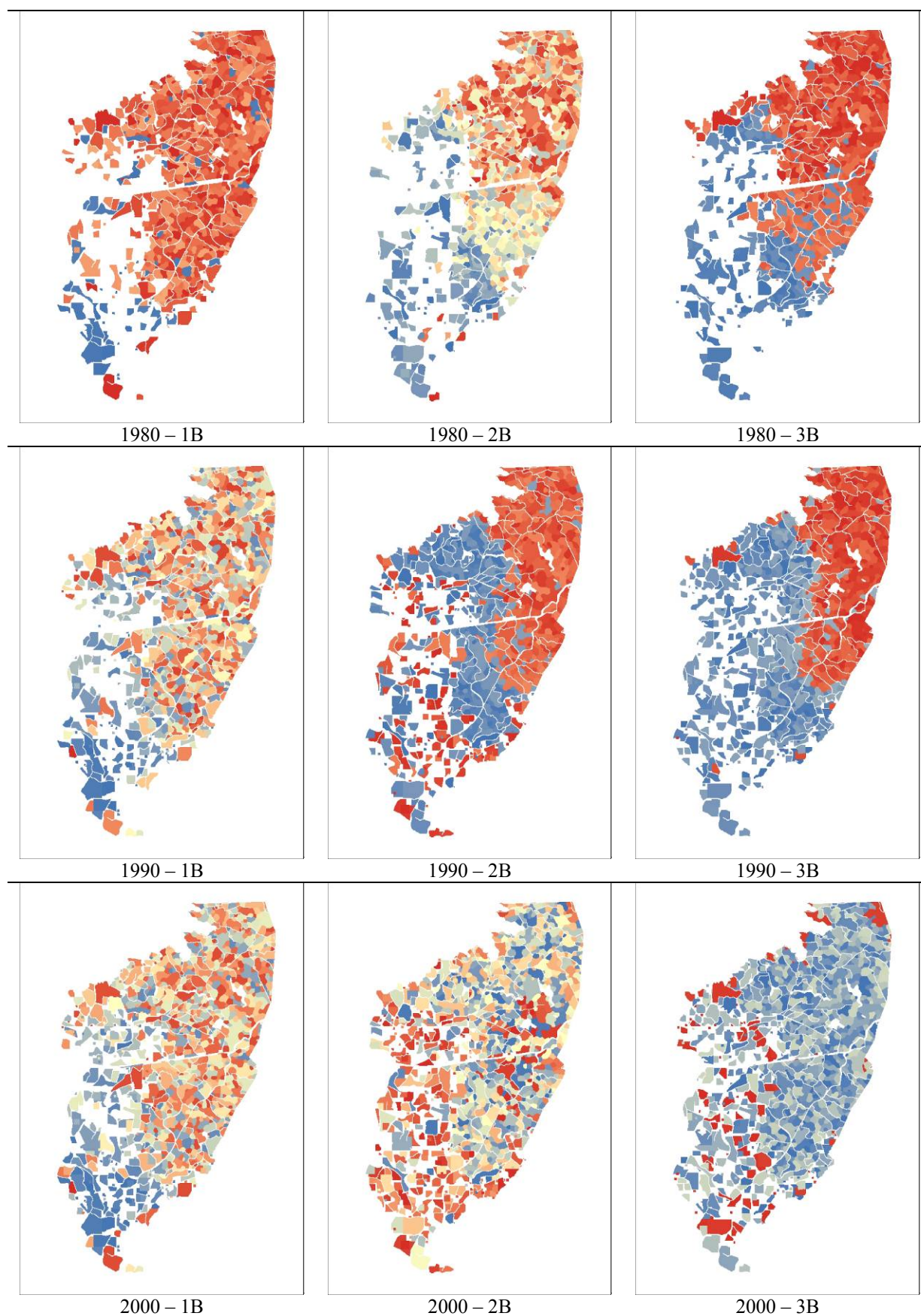


Figure 9-24 - Bénéfices journaliers des exploitants entre 1980 et 2000 des scénarii 1B, 2B et 3B

9.2.4.3 L'agent C

9.2.4.3.1 Comparaison des scénarii 1C et 2C

Indicateur	Différences notables du scénario 1C avec le scénario 2C
Occupation du sol	. À 20 PDT, on observe un léger pic de SC2 et SC3 et au contraire une réduction de SC1 dans les deux scénarii . Dans 2C, on constate un évènement du même type mais plus marqué à 70 PDT
Conversion riz / aquaculture	. Après un premier pic à 22 PDT, 1C se stabilise autour de 150 ha/an alors que les valeurs de 2C sont beaucoup plus faibles, jusqu'à 65 PDT . Dans 1C, il y a réduction des conversions après 65 PDT alors qu'au contraire, on observe un très fort pic dans 2C, suivi de valeurs très élevées
Objectifs remplis	. L'objectif 1 se réduit très fortement passant de valeurs supérieures à 0.8 (1C) jusqu'à des valeurs inférieures à 0.2 (2C) . L'objectif 7 est très fluctuant : il se réduit progressivement jusqu'à 45 PDT avant de ré-augmenter
Satisfaction moyenne	. Dans les deux cas, on peut clairement distinguer trois phases. Dans 1C et 2C, les phases 2 et 3 sont différentes. La phase 2 de 2C est moins régulière et la phase 3 a des valeurs plus faibles
Stratégies	. Hormis la première phase, les stratégies adoptées diffèrent assez largement
Chiffre d'affaires et revenus	. C1 présente une évolution positive des deux indicateurs, mis à part un creux à 20 PDT . C2 présente une évolution négative, avec une courbe de forme convexe du début à 40 PDT puis concave jusqu'à 65 PDT, pour ensuite remonter et se stabiliser
Capital social / SC	. C1 présente une décroissance très peu marquée des trois courbes . C2 présente une décroissance très marquée des trois courbes . Dans les deux scénarii, la courbe des agents avec un capital social élevé se démarque

Tableau 9-19 - Différences entre les scénarii 1C et 2C

Les différences d'occupation du sol sont très peu marquées entre les 3 scénarii. Un examen détaillé des différences paysagères nécessiterait d'utiliser un jeu de cartes beaucoup plus large. Les cartes de bénéfices de 1C montrent la mise en place progressive d'un espace dual séparant le nord, bénéficiaire, et le sud, déficitaire. Pour 2C, la carte de 2000 montre une forte variabilité sans auto-corrélation spatiale alors que celles de 1980 et 1990 présente des regroupements d'exploitations bénéficiaires au nord. Pour 2000, on peut expliquer cela par une situation où les exploitants ont des revenus quasi nuls ; en outre, c'est la variabilité de la production, liée à des facteurs endogènes et exogènes, qui fait que l'activité est bénéficiaire ou déficitaire. Le fait que les revenus soient proches de 0 s'explique par une salinité élevée et des systèmes de culture rizicoles.

9.2.4.3.2 Interprétation

Les indicateurs ont fait apparaître trois phases : 1970/1980, 1980/2000, et 2000/2010. Les courbes des objectifs permettent d'expliquer cette fragmentation temporelle. Durant la première phase, trois objectifs sont remplis par la quasi-totalité des agents (objectifs 2, 5 et 6). Il suffit donc pour ces agents de remplir un autre objectif pour être satisfait. Durant cette phase, l'objectif 1 est toujours rempli par plus de 70% des agents, tandis que l'objectif 7 est rempli par environ plus de 50%. Ceci explique pourquoi le taux de satisfaction global est supérieur à 0,6.

La seconde phase débute avec la chute de l'objectif 5 (*suivre les recommandations institutionnelles*). Il n'y a alors plus que deux objectifs remplis par la presque totalité des agents tandis que deux autres objectifs : le 5 et le 4, sont remplis par une petite minorité (correspond aux aquaculteurs). La satisfaction moyenne s'abaisse ainsi en deçà de 0.5 puis en dessous de 0.4 après 40 PDT lorsque les objectifs 1 et 7 atteignent leurs minimums. Après 60 PDT, l'objectif 5 est rempli à nouveau par une majorité. On retrouve alors une situation à peu près similaire à la première phase, c'est-à-dire avec un objectif qui joue de rôle de balancier, en l'occurrence l'objectif 7. Sur le plan de l'occupation du sol, le premier changement de

recommandations institutionnelles a provoqué un regain des superficies aquacoles, vite atténué. Le second pic des superficies aquacoles ne fait pas suite immédiate à la nouvelle recommandation de l'Etat. Pour comprendre ce changement, il faut comprendre les changements de stratégie.

Compte tenu de la manière dont les stratégies ont été implémentées, il faut tenir compte des probabilités qu'une stratégie suive une autre (Tableau 9-20).

Stratégie <i>a</i>	Stratégie <i>b</i> faisant suite à <i>a</i>	Probabilité d'apparition*
1	3	+
1	4	-
2	1	=
2	4	=
3	1	=
3	4	=
4	2	+
4	1	-

Tableau 9-20 – Possibilités de passage d'une stratégie à l'autre (*compte tenu des conditions de passage, certains passages ont une probabilité d'apparition plus forte)

En considérant que toutes les stratégies *b* ont la même probabilité d'apparition, les stratégies 1 et 4 apparaissent alors dominantes (toutes deux ont une probabilité d'apparition de 3/8) tandis que les stratégies 2 et 3 n'ont chacune une probabilité d'apparition que de 1/8. Le système va donc tendre vers une de ces deux stratégies dominantes. Le Tableau 9-20 facilite l'analyse du graphique des stratégies. Il y a deux moments durant la simulation où les stratégies changent fortement.

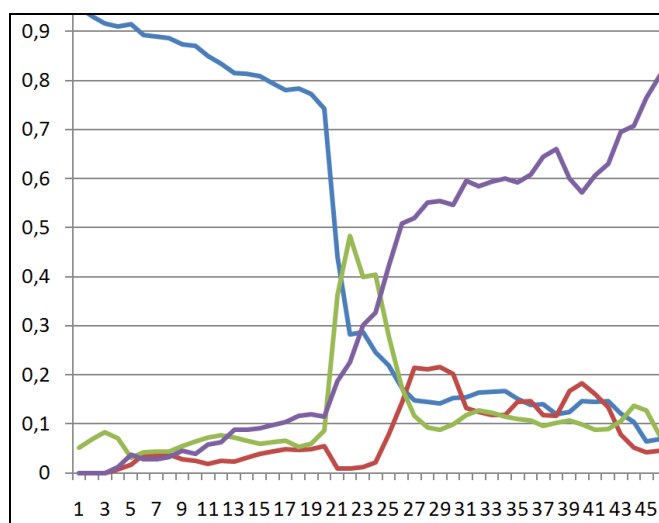


Figure 9-25 - Première période où les stratégies fluctuent fortement

La période est déclenchée par un seul évènement, qui est le changement de recommandation institutionnelle (information globale). Décrivons temporellement les changements :

- à 20 PDT : chutes des stratégies 1 et 2 au dépend des stratégies 3 et 4. Grâce au Tableau 9-20, on constate que le passage de la stratégie 1 aux stratégies 3 et 4 est normal. Un nombre important d'agents sont devenus insatisfaits (stratégie 3) ou insatisfaits et incertains (stratégie 4).
- la continuité de la courbe de la stratégie 4 (comparaison sociale) s'explique par le fait que les agents ne redeviennent pas satisfaits. Elle bénéficie, en outre, des agents qui ont d'abord adopté la stratégie 3. D'autant que dans le même temps, les rendements sont en chute (objectif 1 non remplis). Dans de telles circonstances, les agents choisissent le SC le plus utilisé parmi les réseaux auxquels ils appartiennent. Compte

tenu du fait qu'un grand nombre d'agents choisissent cette stratégie au même moment, les réseaux d'informations suggèrent à la quasi-totalité des agents de cultiver du riz.

- la délibération adoptée à partir de 20 PDT a permis l'augmentation des conversions aquacoles et une stabilisation des revenus (stabilité de l'objectif 1).

Dans une telle situation, durant laquelle le système de culture est à la fois très majoritaire dans la population et déficitaire, la comparaison sociale n'est pas un comportement adapté. Elle ne permet pas de sortir de la crise car elle ne suscite pas le changement. La comparaison sociale permet de valider une stratégie culturelle au regard de ce que font et disent les autres agents. Toutefois, deux conditions devraient servir à restreindre le groupe des agents auquel l'agent concerné par la décision se réfère : être bénéficiaire et produire dans des conditions agro-écologiques similaires. La délibération est un comportement qui permet d'adopter des comportements idoines bien que non majoritaire. Toutefois, celle-ci se base sur des critères purement économiques alors que la satisfaction, quant à elle, repose sur d'autres facteurs. L'impact de la délibération est donc atténué, d'autant que ce comportement nécessite du temps.

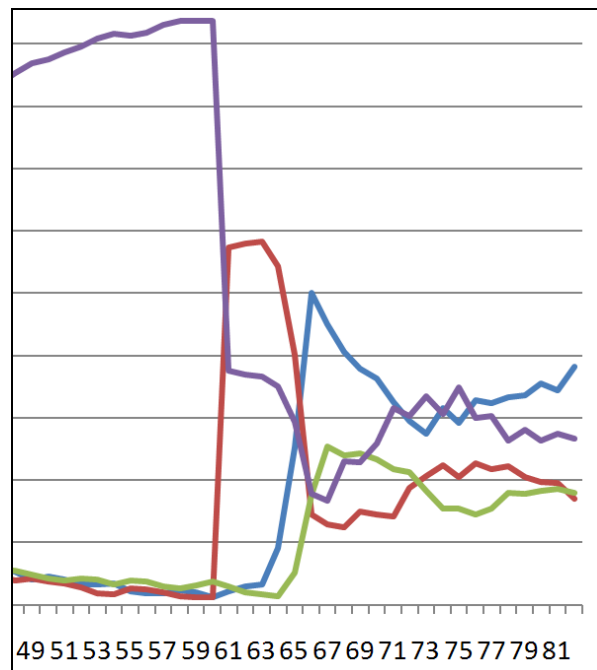


Figure 9-26 - Seconde période où les stratégies fluctuent fortement

On retrouve la succession de stratégies suivantes : comparaison sociale – imitation – reproduction – délibération. Un événement, le changement de recommandation de l'état, a ainsi fait qu'un nombre important d'agents sont devenus satisfaits et ont donc adopté la stratégie d'imitation. L'imitation joue un rôle de transition entre la stratégie 4 et la stratégie 1. La pertinence de son adoption est restreinte car elle ne fait que renforcer un changement paysager : les agents deviennent satisfaits, adoptent la stratégie d'imitation qui leur fait dire qu'ils pratiquent le bon SC, ce qui après un temps les fait passer en stratégie 1. La délibération a un rôle beaucoup plus important. Son adoption permet à l'aquaculture, en effet, d'observer une augmentation du nombre de ses pratiquants. En fin de simulation, ces superficies montrent une tendance à augmenter. On peut, en effet, penser qu'après un temps, ces surfaces auraient augmenté car un aquaculteur aura une forte probabilité d'avoir au moins 3 objectifs remplis. Si un nombre suffisamment grand d'agents adoptent l'aquaculture, alors, l'activité sera adoptée par un grand nombre.

9.2.4.3.3 Comparaison des scénarii 2C et 3C

Indicateur	Différences notables du scénario 2C avec le scénario 3C
OS	. les différences les plus notables sont liées aux amplitudes des changements
Conversion SC1n/ SC3	. les conversions en fin de simulations sont beaucoup plus importantes dans 3C.
Objectifs remplis	. très forte variabilité de l'objectif 7 . réduction moins rapide de l'objectif 1
Satisfaction moyenne	. tendance similaire entre 2C et 3C mais fluctuations sur 3C
Stratégies	. une première période d'intenses changements en 1980 . un pic d'imitation en 1990 . une second période d'intenses changements en 2000 qui se poursuit après 2000 . amplitudes beaucoup plus élevées après 2000
CA et revenus	. tendance similaire à 2C mais avec des variations plus fortes

Tableau 9-21 - Différences entre les scénarii 2C et 3C

9.2.4.3.4 Interprétation

Lors de la première grosse période de changement des stratégies (Figure 9-27), les successions sont identiques à celles qui ont été observées dans 2C. On constate toutefois un changement particulier à 40 PDT : une augmentation de l'adoption de la stratégie 2 (imitation) au dépend de la stratégie 4 (comparaison sociale), qui s'explique par les contrecoups de l'effet d'un cyclone sur les bénéfices des agents les ayant fait passer à un état de satisfaction. Compte tenu du paysage uniforme à ce moment là, les répercussions paysagères ont été presque nulles. Un paysage plus hétérogène aurait probablement provoqué un changement d'occupation du sol puis sa diffusion.

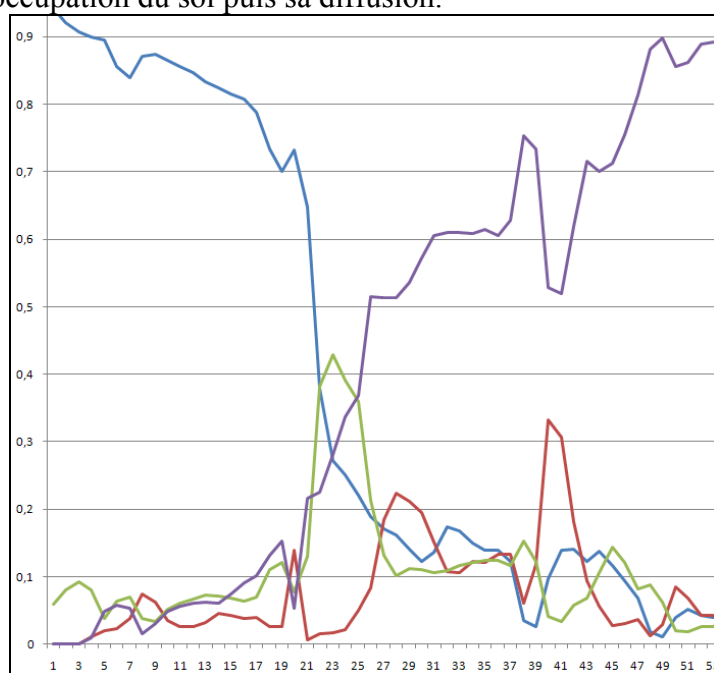


Figure 9-27 - Première période d'intenses changements (3C)

La seconde période (Figure 9-28) présente des changements des stratégies dominantes encore plus marqués. Dans le détail, on constate que plusieurs successions de stratégies se répètent : 4 – 2 – 1 – 3 ou 4 – 2 – 1. À 73 PDT, en effet, les agents abandonnent la stratégie 1 pour la stratégie 4, cas moins probable qu'une succession 1 – 3. Le nombre d'agents avec la stratégie 4 a donc été très fort. Très vite, pourtant, ce nombre s'est réduit suite aux impacts bénéfiques d'un cyclone sur la satisfaction des agents. En dépit de ces très fortes fluctuations des

stratégies adoptées, le paysage montre quant à lui une très forte inertie : la riziculture domine largement le paysage. L'amplitude des changements de stratégies, et en particulier l'adoption par un grand nombre de la stratégie 3 (délibération) est capable de provoquer d'importantes modifications du paysage agricole, cette versatilité étant catalysée par un état de satisfaction instable pour une grande partie des exploitants.

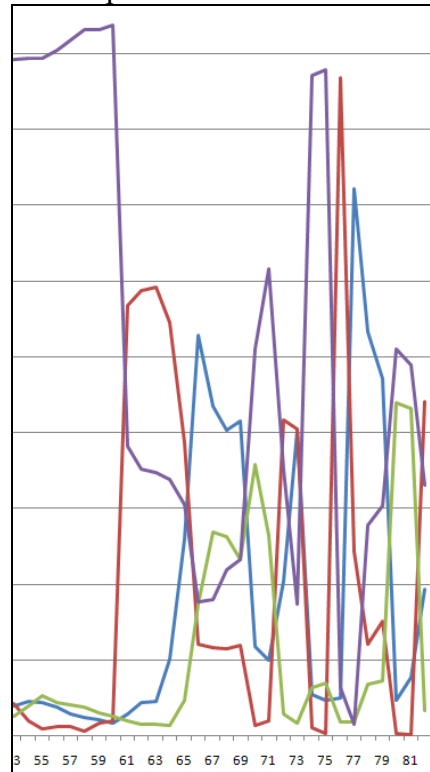
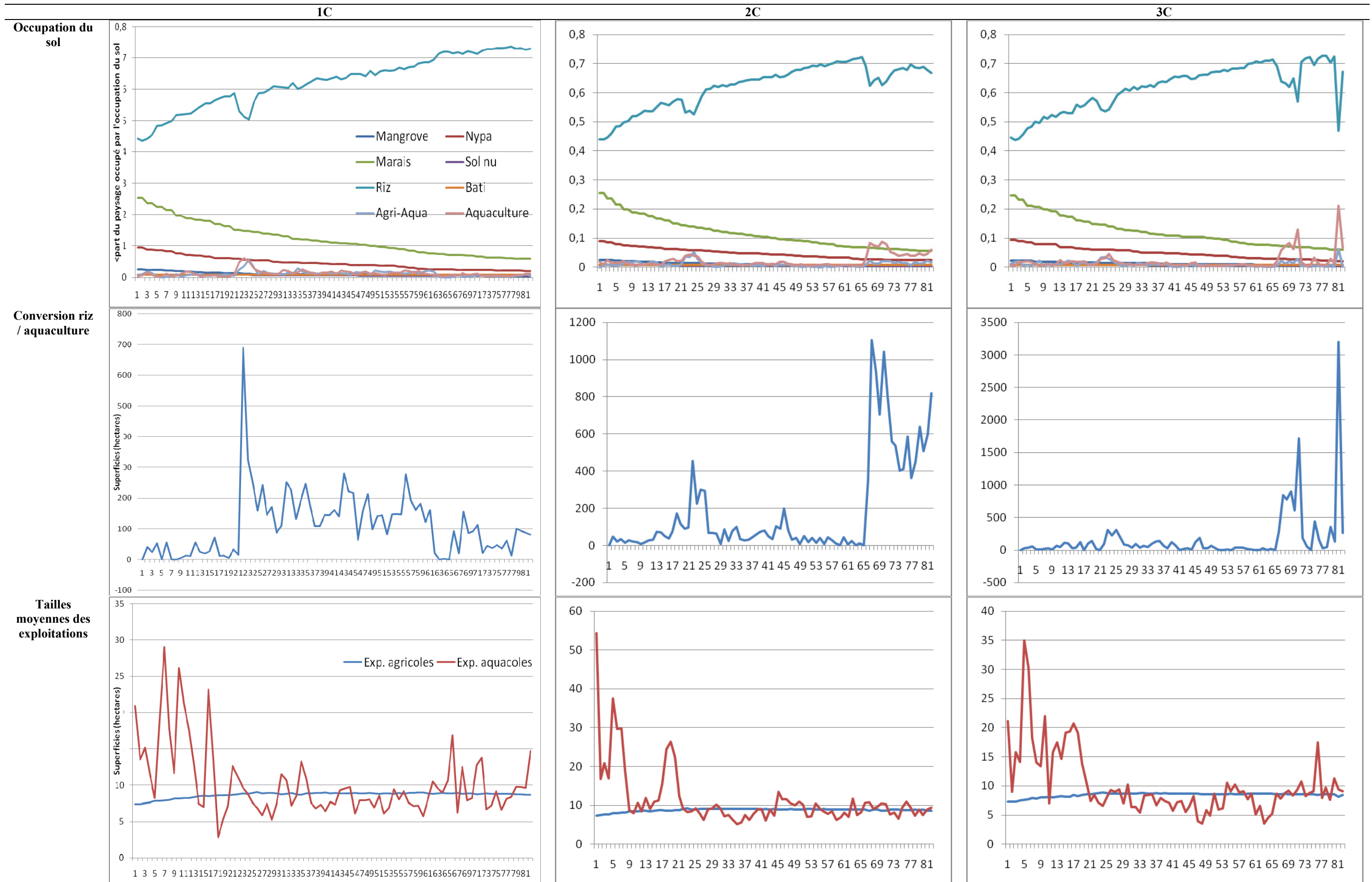
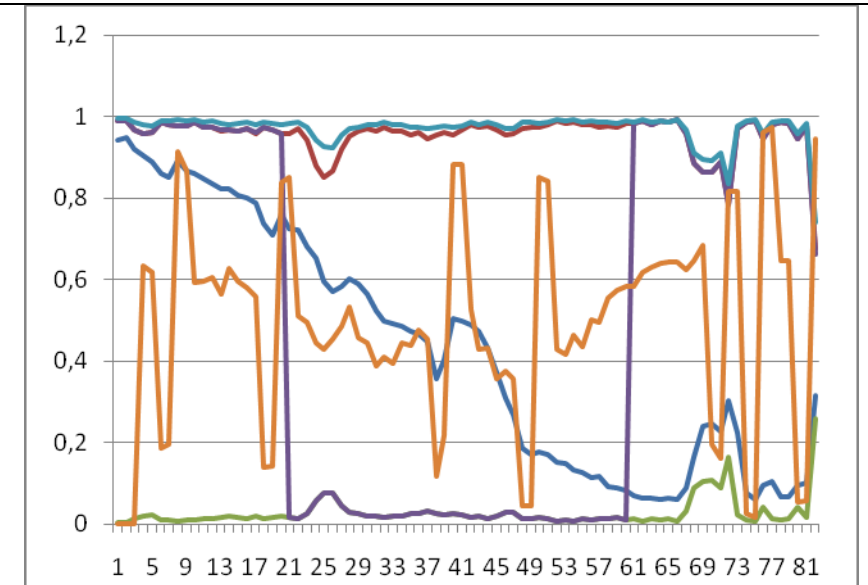
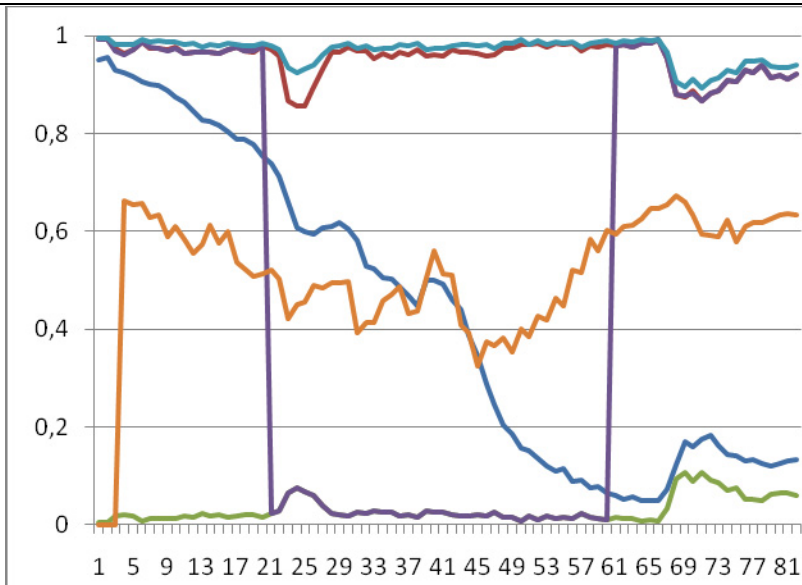
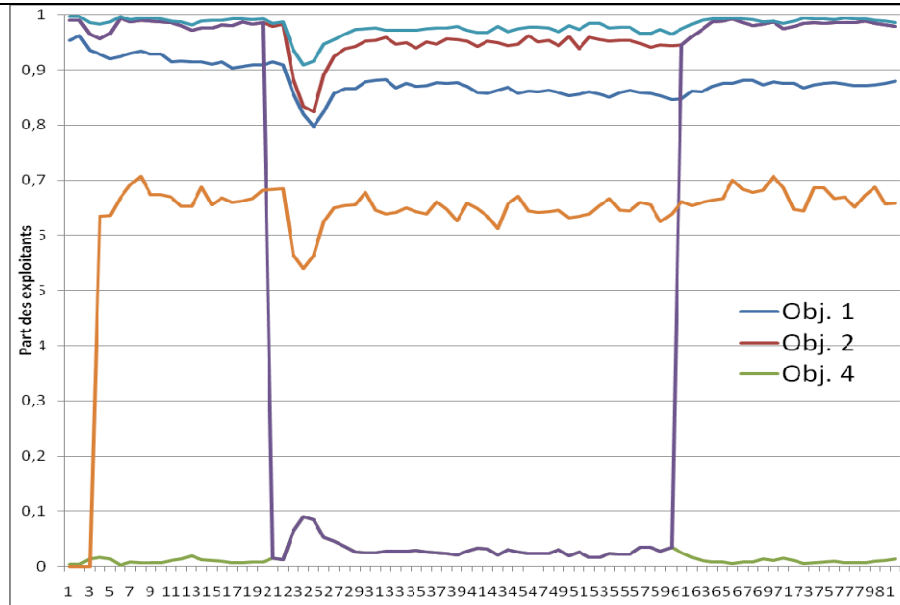


Figure 9-28- Seconde période d'intenses changements (C)

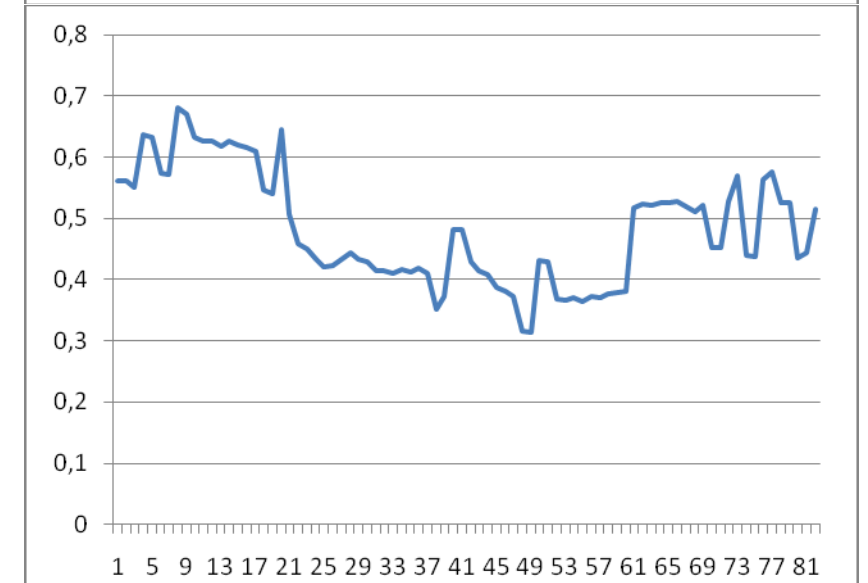
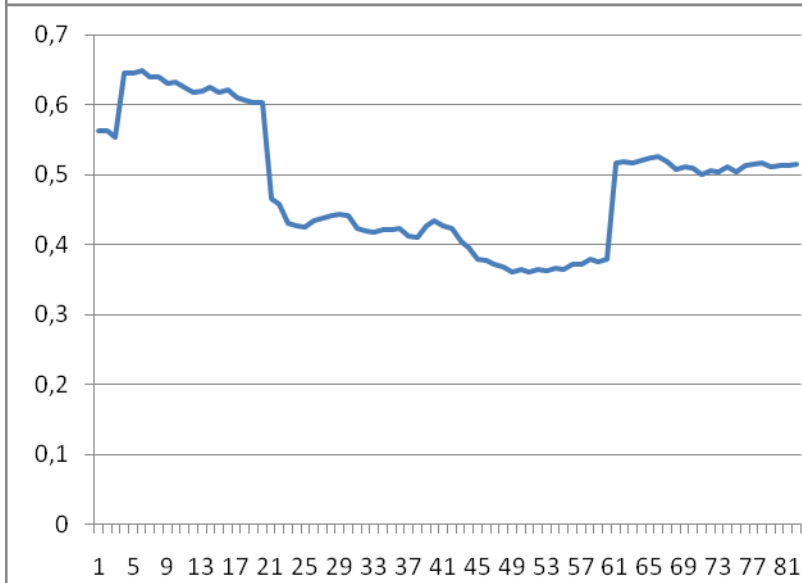
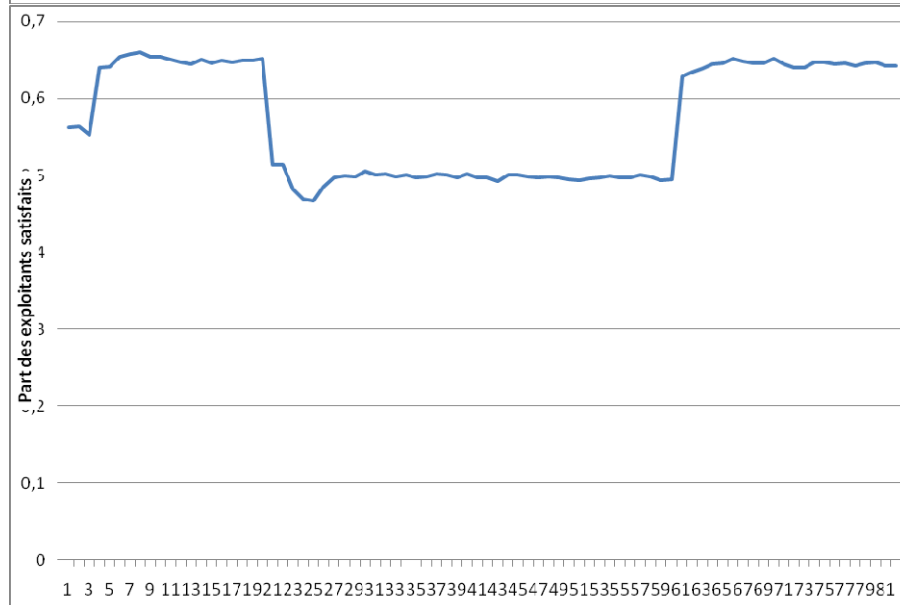
Les paysages produits en présence de l'agent C sont homogènes et se modifient peu au cours du temps. Dans le même temps, les agents changent pourtant fréquemment de stratégies. Cela revient alors à dire que les stratégies adoptées renforcent l'occupation du sol majoritaire. Dans le détail, on constate en effet que les stratégies 2 et 4 qui se basent sur la collectivité sont majoritaires. Le plus souvent, la stratégie 2 suit la stratégie 4. Un agent peu satisfait et incertain (stratégie 4) devient satisfait tout en restant incertain (stratégie 2), il va alors imiter ce que font ses voisins semblables. Dans un premier temps, l'agent choisit de pratiquer le SC majoritaire parmi ses semblables (voisins et membres de son réseau). Lorsque ce choix permet à l'agent d'être satisfait, la stratégie suivante (imitation) leur offre la possibilité de choisir le SC majoritaire parmi ceux qui rendent satisfaits ses voisins. Il y a ainsi un resserrement au niveau local des réseaux d'information choisis par l'agent qui s'accompagne d'un changement de la nature de l'information émise : d'une information basée sur des critères quantitatifs à une information basée sur des critères qualitatifs. Cette versatilité des stratégies choisies par l'agent C s'explique d'abord et avant tout par l'évolution des objectifs remplis et par leur nombre. Leur nombre apparaît ainsi très important. Lorsqu'une majorité d'entre eux sont remplis par la plupart des agents, alors le système tend vers l'équilibre. Lorsqu'ils ne sont pas remplis de façon majoritaire (par exemple après l'an 2000 dans 3C), du fait de la salinité croissante (différence la plus notable entre les scénarii 2 et 3 après l'an 2000), le système tend alors vers l'entropie. La répétition dans le temps de certaines successions de stratégies est intéressante dans le cadre de la prévision. Si la succession se répète, les amplitudes présentent quant à elles des variations assez importantes, rendant alors la prévision de l'occupation du sol plus compliquée.



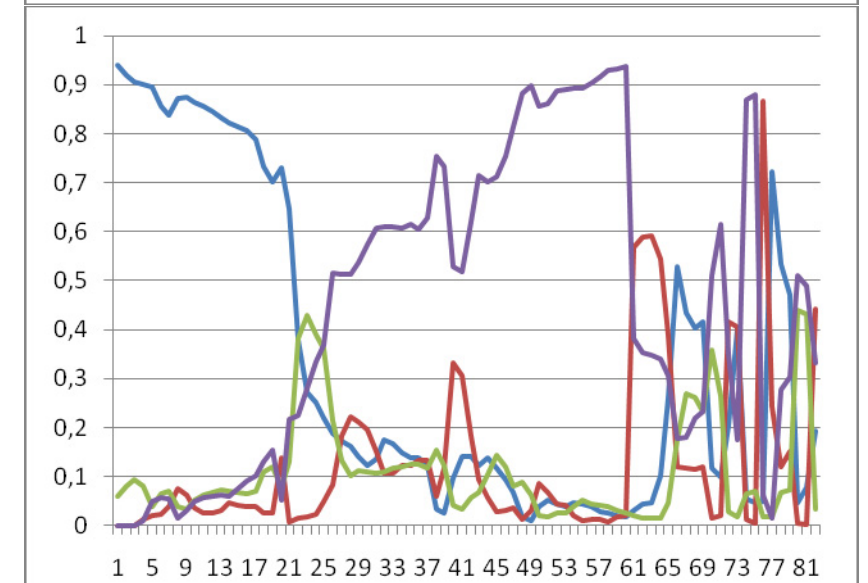
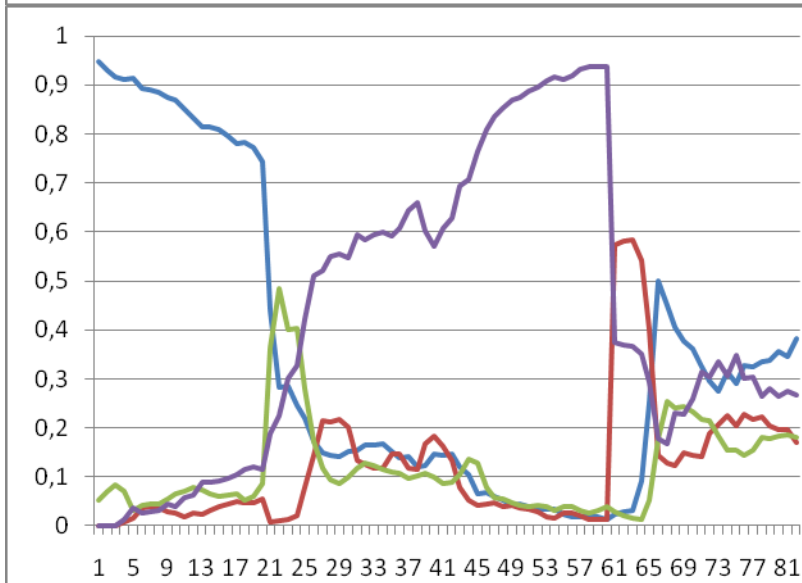
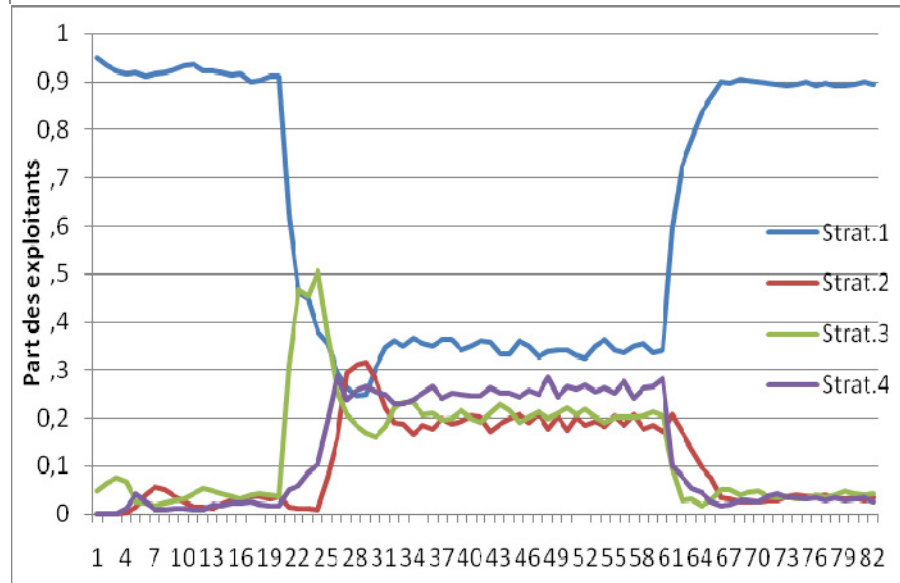
Objectifs remplis



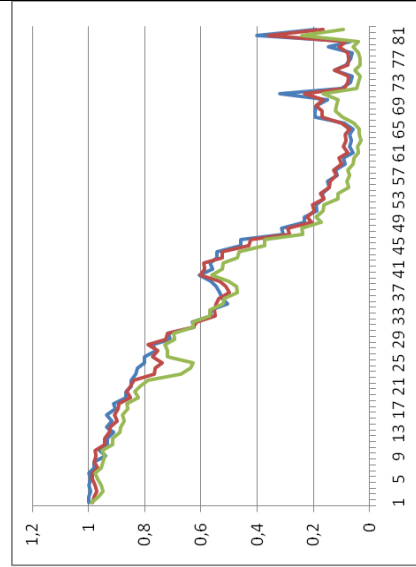
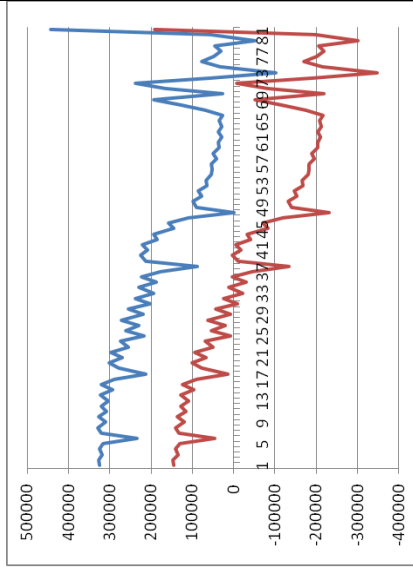
Satisfaction moyenne



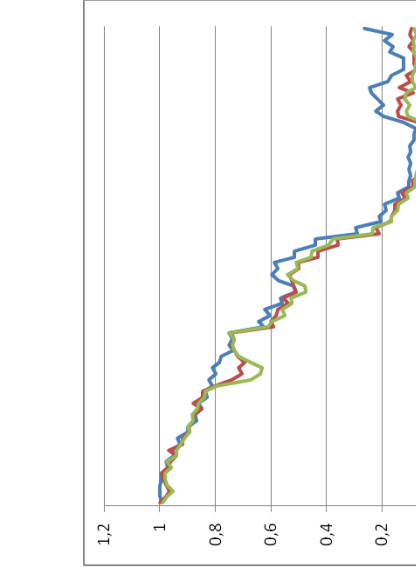
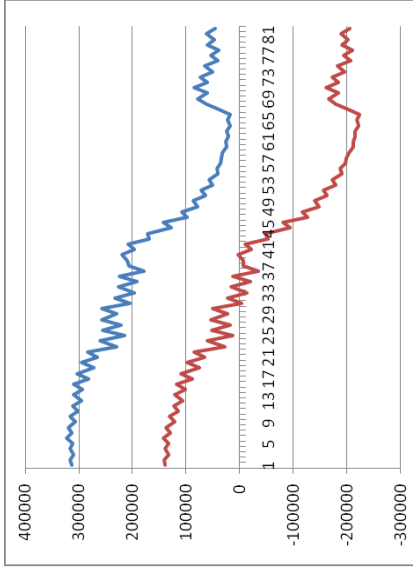
Stratégies



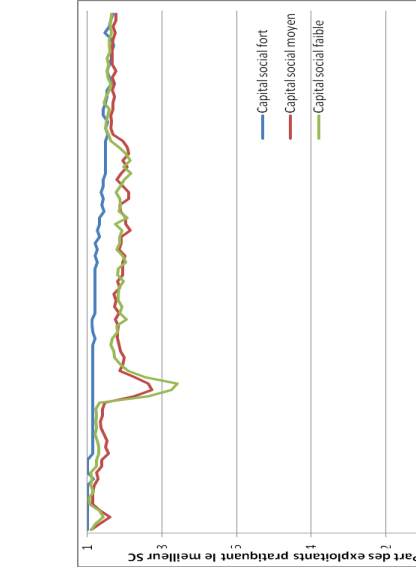
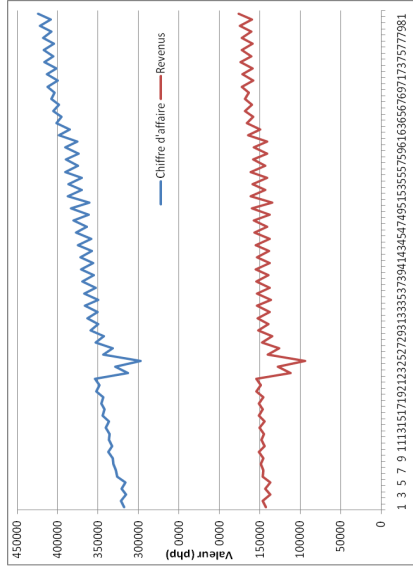
3C



2C



1C



Chiffre d'affaires et revenus

Lien entre capital social et SC

Tableau 9-22- Indicateurs pour l'agent C

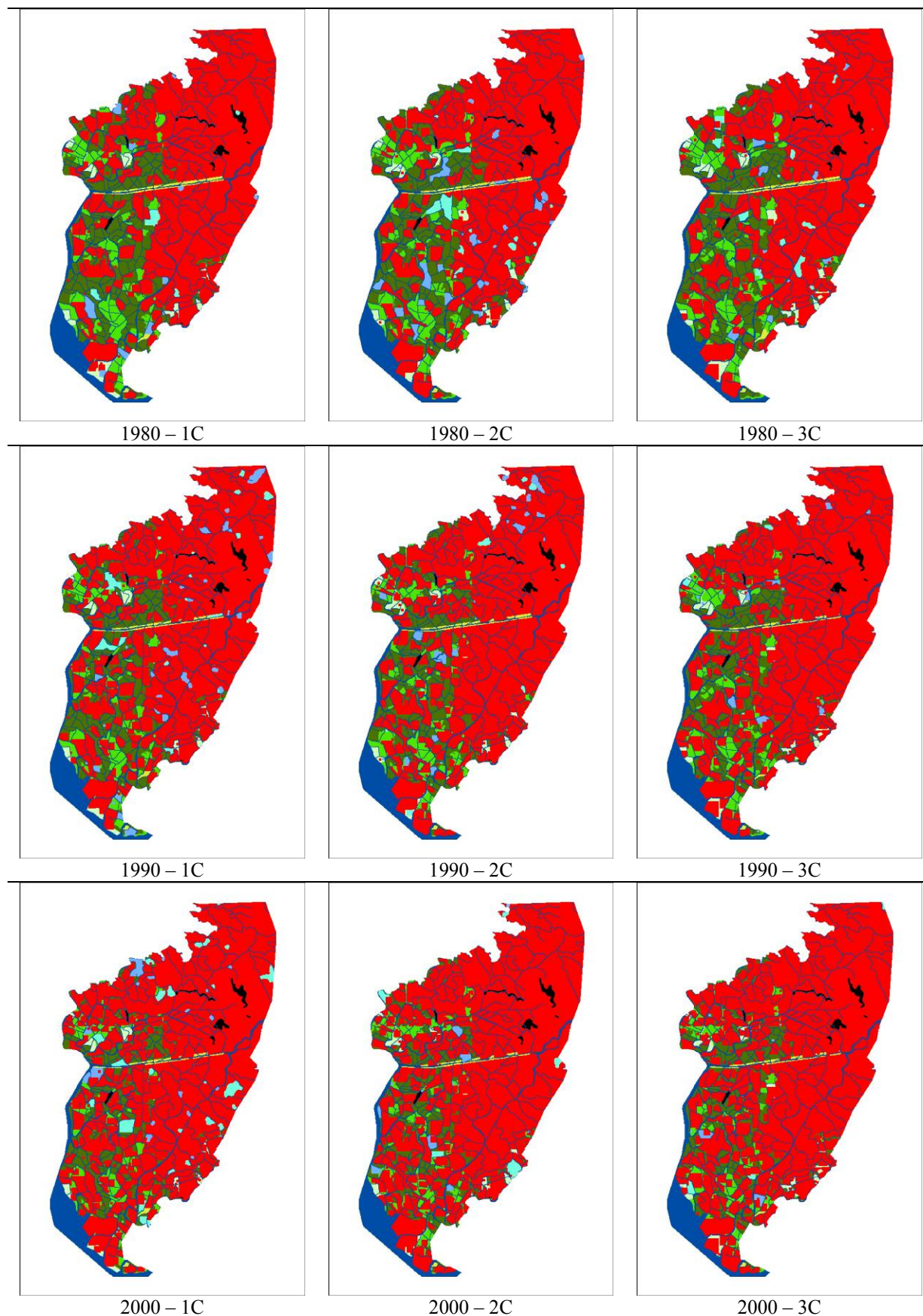


Figure 9-29 – Occupations du sol entre 1980 et 2000 des scénarii 1C, 2C et 3C

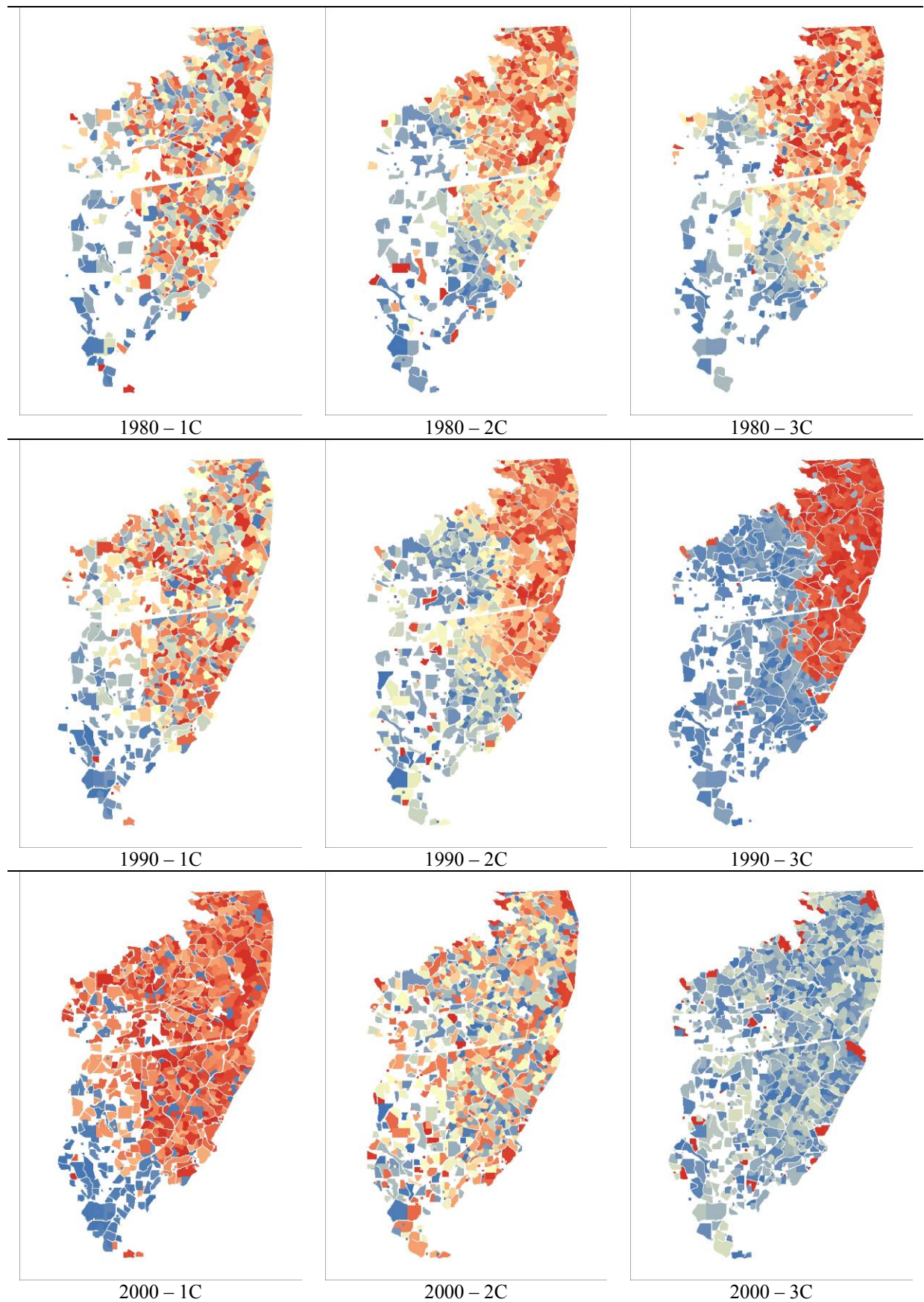


Figure 9-30 - Bénéfices journaliers des exploitants entre 1980 et 2000 des scénarii 1C, 2C et 3C

9.2.4.4 Comparaison avec la réalité terrain

La comparaison des paysages créés durant la simulation avec les paysages tels qu'ils sont observables sur les images satellites n'était pas un objectif central car la sensibilité du modèle à certains paramètres, et en particulier au nombre d'investisseurs créés chaque année, a été jugée élevée. L'hypothèse est qu'une augmentation du nombre d'investisseurs entraîne des répercussions sur le paysage. Jusqu'à un certain niveau, un supplément d'investisseurs devrait avoir une conséquence sur la rapidité d'évolution du paysage mais pas sur sa dynamique. Toutefois, un nombre important d'investisseurs supplémentaires peut, en théorie, modifier la dynamique en présence d'agents aux comportements collectifs. Hormis ce dernier cas de figure où le modèle peut connaître un comportement différent, et pour lequel il peut être intéressant d'identifier un éventuel effet de seuil, la sensibilité supposée, dans le cas de faibles variations des paramètres, est telle que l'intérêt de comparer les données issues de la réalité et celles issues du modèle est limité.

Au cours des simulations, à plusieurs reprises, l'occupation du sol a été exportée afin de la comparer avec celle qui était issue des traitements en télédétection (cf. chapitre 5). Trois dates ont été retenues : 1976, 1989 et 2005. La comparaison a utilisé deux indicateurs : l'exactitude générale (part de pixels qui appartiennent aux mêmes classes sur les deux images) et le coefficient kappa (κ), qui permettent de mesurer l'écart entre l'image de référence (issue des traitements en télédétection) et les images produites lors des simulations.

$$\kappa = \frac{N \sum_k x_{kk} - \sum_k x_{k\Sigma} x_{\Sigma k}}{N^2 - \sum_k x_{k\Sigma} x_{\Sigma k}}$$

où N est le nombre de pixels sur l'image de référence, x_{kk} le nombre de pixels correctement classés, $\sum_k x_{k\Sigma} x_{\Sigma k}$ le nombre de pixels d'une classe sur l'image de référence multiplié par le nombre de pixels de la même classe sur l'image classée, le tout sommé.

Les termes de la nomenclature utilisée ont été simplifiés. Seules cinq classes ont été conservées : eau – riz – aquaculture – espaces naturels – espaces anthropisés.

Année	1976		1989		2005	
	Exactitude générale	Coefficient Kappa	Exactitude générale	Coefficient Kappa	Exactitude générale	Coefficient Kappa
1A	73,2	0,6	46,6	0,32	24,8	0,16
1B	72,9	0,58	43	0,29	17,6	0,13
1C	73,7	0,6	43,1	0,29	18,7	0,14
2A	72,4	0,6	53,9	0,4	74,6	0,44
2B	72,7	0,58	48,3	0,35	30,3	0,19
2C	71,7	0,57	42,7	0,28	24	0,15
3A	71,4	0,58	52	0,38	73	0,42
3B	71,6	0,56	42,9	0,29	17,6	0,13
3C	72,2	0,58	43,3	0,29	23,8	0,15

Tableau 9-23 - Résultats de la comparaison entre les cartes produites lors des simulations et les cartes de référence

Le graphique de la Figure 9-31 permet de relever les différents paysages produits en fonction du type d'agent et selon le scénario.

- L'agent A présente les indices kappa les plus élevés, tout particulièrement dans les scénarios 2A et 3A. En dernière partie de simulation, l'indice montre même une tendance à l'augmentation. Une corrélation peut être établie entre le niveau de l'indice et le niveau d'activité du système. Durant la première phase, quel que soit le scénario considéré, le système montre des évolutions constantes, linéaires (date 1976). Durant la phase de perturbation, entre le début des années 1980 et la fin des années 1990, le système évolue de manière plus brutale, non linéaire. Durant cette phase, l'écart entre ce qui est observé dans le modèle et ce qui est observé dans la réalité devient alors plus important. Durant la dernière période de la simulation, durant laquelle de nombreux indicateurs sont stables, hormis celui du chiffre d'affaire, l'indice kappa remonte. Cela revient à dire que le comportement de cet agent produit des résultats proches de la réalité. Au contraire, durant les périodes de changement, la réduction de l'indice kappa laisse suggérer que la succession des décisions agronomiques n'est pas fidèle à la réalité, et qu'elles ne le sont donc, qu'après un certain moment.
- Les autres types d'agents produisent des paysages sensiblement différents du paysage observé dans la réalité. Au cours de la simulation, cette différence s'accroît même de façon substantielle. Les variations de la dynamique biophysique n'ont pas provoqué d'importantes différences. Cela revient à dire que les comportements considèrent peu les variations de l'environnement. Dans le détail, on constate dans le cas du 2B une remontée de l'indice kappa en 1989, qui fait suite à une augmentation des superficies aquacoles. L'inertie des comportements n'a pas permis au changement de se diffuser. Dans une telle situation, trois facteurs apparaissent importants : le nombre d'objectifs, leur poids et leur structure / fonctionnement (nombre et localisation des membres). La satisfaction est, en effet, une fonction majoritaire. En conséquence, le nombre de réseaux et d'objectifs a une influence importante car lorsqu'un réseau envoie une information identique durant de nombreux pas de temps et que l'agent ne montre pas une grande susceptibilité au changement, l'objectif associé est alors rempli pour un certain temps, ce qui fait de l'agent un agent satisfait, adoptant ainsi un seul et même comportement. En raison toujours de cette fonction majoritaire, il peut être utile de pondérer certains facteurs afin d'éviter de se retrouver dans une situation où plusieurs objectifs s'annulent entre eux. Un tel cas peut, en effet, apparaître dans un cas du type de l'exemple suivant : lorsqu'un état x entraîne systématiquement la réalisation des objectifs 1 et 2 et la non-réalisation des objectifs 3 et 4. Dans une telle situation c'est la présence d'un cinquième objectif qui sera seul capable de voir le système évoluer. Cela se réfère, dans notre cas, aux objectifs réalisés lorsque les agents sont aquaculteurs ou agriculteurs.

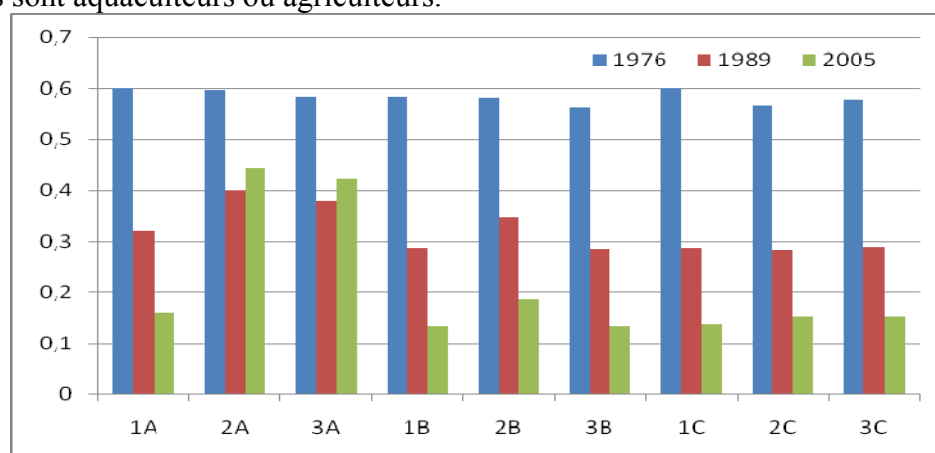


Figure 9-31 - Coefficients kappa des paysages produits par les simulations

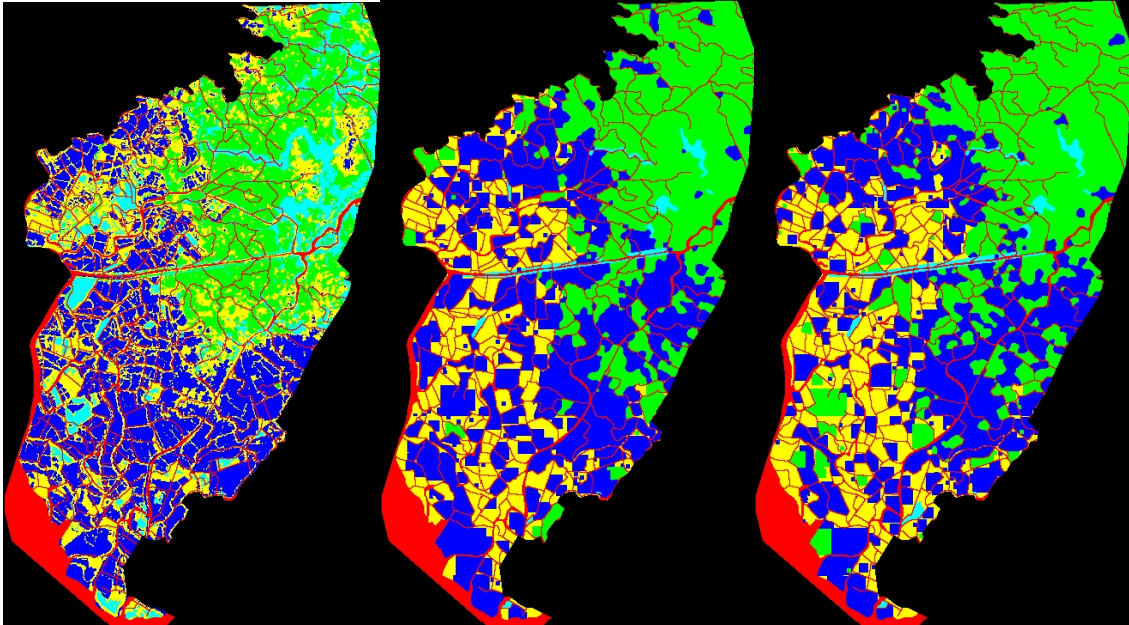


Figure 9-32 - Occupations du sol en 1989 après classification sur image satellite (gauche), dans le scénario 2A (centre) et dans le scénario 3A (droite)

9.2.4.5 Améliorations et pistes de recherche

Plusieurs points susceptibles d'améliorer le modèle ont été relevés :

- intégrer la notion de capital financier : ceci permettrait d'intégrer de l'hétérogénéité dans les comportements par le biais de la performance économique des exploitations. Cela permettrait d'empêcher à des exploitants d'être déficitaires plusieurs années de suite et de continuer, malgré tout, à pratiquer le même système de culture ;
- intégrer dans une même simulation des agents de différents types, dont la proportion pourrait s'appuyer sur des données empiriques. L'association d'agents délibérateurs au côté des agents B serait ainsi intéressante à étudier ;
- mettre en place des indicateurs à l'échelle des individus. Les indicateurs mis en place restituent un comportement moyen et ne permettent que d'inférer des hypothèses sur les changements de stratégie et de décisions des agents. Un suivi à plusieurs échelles devrait ainsi améliorer notre compréhension du modèle ;
- implémenter des comportements qui prennent en compte la dimension spatiale des problèmes. En effet, si la comparaison sociale peut s'avérer efficace lorsqu'un choix est nécessaire dans le cadre d'un acte de consommation (Jager et Janssen 2001), il en est autrement lorsque le problème est spatialisé : l'agent doit considérer qu'il a une forte probabilité de connaître des conditions de production similaires à celles de ses voisins immédiats ;
- suivre de manière plus fine les informations qui transitent dans les réseaux individuels ou collectifs. La qualité de cette information est importante car elle reflète l'état des connaissances des individus sur leur environnement et sur leurs croyances.
- tester la sensibilité de plusieurs facteurs, comme par exemple la taille et l'information qui circule dans les réseaux sociaux, la taille des foyers, le nombre d'investisseurs et leurs attributs (volonté et capacité d'investir).

Conclusion

Le modèle CHANOS a permis de tester l'impact de plusieurs facteurs sur le paysage produit. Certains facteurs ont été explicitement testés (comportements, cyclones, variation de la rentabilité, capital social...), tandis que d'autres l'ont été de manière implicite : l'augmentation de la subsidence dans le scénario 3 se réfère ainsi implicitement à des phénomènes tel que l'extraction d'eau souterraine ou la hausse démographique.

Certains agents répercutent plus rapidement et plus intensément que d'autres les variations du milieu biophysique et social. L'agent A est ainsi le plus réactif. Il présente, en effet, une inertie de son comportement beaucoup moins marquée que les agents de types B et C. Si ces derniers sont aussi capables de changer, les changements du paysage sont généralement marginaux. Les comportements majoritairement adoptés par les agents B et C sont de nature collective. L'effet de groupe est donc très important, et éloigne le système de la rationalité économique. Les règles individuelles de ces agents engendrent un paysage homogène dont l'inertie renforce ensuite l'inertie des agents. La possibilité d'un changement paysager est réduite car les conditions pour qu'une innovation se diffuse ont une faible probabilité d'être réunies. Il faut que l'innovation soit adoptée par des agents appartenant à un même réseau (voisinage ou autre) pour qu'il puisse non seulement être conservé puis qu'il se diffuse. Dans ce cadre, les nouveaux agents, les investisseurs, jouent un rôle important car ils ont une probabilité plus grande d'être porteur d'innovation que les agents déjà présents dans le modèle. Le scénario 2B a ainsi montré qu'un changement est possible mais qu'il est progressif, sensible à l'apparition de nouvelles contraintes et qu'il concerne tous les agents, c'est-à-dire que le système se dirige, dans son ensemble, dans une même et seule direction, en l'occurrence l'adoption d'un système de culture. Les simulations en présence d'agents C ont montré une caractéristique importante : celle d'une inertie du paysage en dépit de très importantes fluctuations des comportements des agents. L'identification de plusieurs suites de stratégies, qui se répètent dans le temps, offre un moyen de prévision à court terme des stratégies, mais pas de l'occupation du sol, du fait précisément que les deux ne sont pas corrélées. Pour cet agent, le nombre d'objectifs et leur poids respectif sont des critères importants à considérer. Certains états des exploitants provoquent en effet la réalisation systématique de certains objectifs et, au contraire, la non-réalisation d'autres. Lorsque ces deux catégories, réalisées et non réalisées, sont de taille identique, les objectifs restants, si tant est qu'il y en a, jouent le rôle d'arbitre, ce qui leur donne un poids par défaut très important. Choisir des objectifs quantifiables sur une échelle continue plutôt que des objectifs binaires permettrait d'éviter un tel écueil. C'est durant les phases de perturbations que les systèmes évoluent le plus et dévoilent leur mode de fonctionnement. Les changements provoqués sont d'autant plus importants lorsque les perturbations s'appliquent à tous les agents. Dans certains cas (agent B), les perturbations ont une probabilité plus forte d'avoir un impact sur le paysage lorsque des changements, aussi subtils soient-ils, ont eu lieu par le passé et ont rendu le paysage plus hétérogène qu'il ne l'était auparavant. Un paysage totalement homogène, caractéristique d'une forte inertie psycho-sociale, possède donc une probabilité moins forte de changement qu'un paysage plus hétérogène pour les agents coopératifs. Pour les agents à rationalité limitée (agent C), l'homogénéité du paysage n'est pas corrélée avec un état stable des agents. Dès lors, des changements brutaux sont possibles dans le cas de ces agents.

Le modèle CHANOS a permis d'établir un lien entre la plus petite entité réflexive du delta de la Pampanga et le paysage à travers l'interprétation des moyennes de plusieurs attributs des agents. Ce modèle, tel qu'il a été implémenté, offre de nombreuses possibilités de développements ultérieurs. Les résultats mais aussi les questionnements issus de cette première série de simulations pavent la route à des améliorations futures, en particulier la définition d'autres comportements et le suivi individuel, et à l'exploration d'autres facteurs de changements.

Synthèse et conclusion générale

Le présent travail avait pour objectif, à partir de deux études de cas, d'identifier les causes et les conséquences du rapide développement de la crevetticulture dans les pays du Sud depuis une trentaine d'année, et plus particulièrement dans deux territoires, localisés au Pérou et aux Philippines. Les principaux résultats vont d'abord être présentés, et précèdent une comparaison synthétique des résultats obtenus pour chacun des deux terrains.

Le premier chapitre, qui fournit un cadrage délibérément général, a exploré à la fois le passé de l'activité aquacole, les impacts actuels, et les enjeux de son développement futur. Nous avons d'abord pu montrer une différence parmi les facteurs de développement entre le passé ancien et le passé récent, même si ces facteurs ne s'opposent pas de façon systématique. Dans la majorité des cas, le développement aquacole s'explique pour des raisons économiques. Dans le passé ancien de l'activité, le développement s'expliquait par des facteurs culturels, religieux, ou politiques alors que plus récemment, la rentabilité économique de l'entreprise est devenue la cause dominante. La généralité de ce chapitre n'a pas permis de détailler tous les facteurs qui ont contribué, depuis les années 1970, à faire de l'aquaculture une activité avec un taux de développement très élevé. Quatre domaines sont apparus prédominants : la pêche, le marché, les institutions et la globalisation. L'occupation de l'espace par des exploitations aquacoles provoque plusieurs types d'impacts, en particulier paysagers. On peut distinguer les impacts selon qu'ils apparaissent au moment de l'installation des exploitations ou bien durant le processus de production. Dans chaque cas, nous avons établi une typologie de ces impacts dans une démarche holiste, qui intègre les dimensions naturelles et sociétales. Nous avons conclu sur le fait que la nature des solutions adoptées pour réduire les impacts est d'ordre technique ou politique, que ces solutions s'inscrivent dans des échelles de temps et d'espace variées, et qu'elles dépendent, avant tout, de l'exhaustivité de l'analyse préalablement effectuée.

Le second chapitre est principalement méthodologique. Quatre méthodes de télédétection (classification supervisée, classification non supervisée, seuillage d'indice NDWI et seuillage d'un canal de l'eau) ont été testées afin d'identifier la plus efficace pour détecter les étangs aquacoles. Pour les images multispectrales à haute résolution, la méthode de détection par seuillage du NDWI a fourni les meilleurs résultats. Couplée à des post-traitements basés sur la morphologie mathématique, la méthode a produit des cartes précises. Cette précision a été mesurée en fonction du nombre d'étangs détectés et en fonction de l'écart de superficies entre le modèle et la réalité. Sur les images à très haute résolution spatiale, des images multispectrales SPOT 5 fusionnées à 2,5 m de résolution, les méthodes conventionnelles ont montré leurs limites. La détection des bords s'est avérée meilleure mais les ombres portées et l'agitation des surfaces aquatiques (vaguelettes) augmentent la variabilité de la réflectance des plans d'eau, provoquant du bruit, ce qui ne permet pas d'améliorer la cartographie de façon substantielle par rapport à l'exploitation d'images à haute résolution. Sur des images à très haute résolution, extraites de GoogleEarth™ et de la bande panchromatique d'une image SPOT 5, les opérateurs de morphologie mathématique ont fourni des résultats très précis. Cette méthode pose les jalons d'une possible création de base de données à bas coûts. Par la suite, une méthode pour la cartographie de l'occupation du sol a été présentée. Cette dernière s'articule autour d'une ACP suivie d'une classification non supervisée. Le principal intérêt de cette cartographie a été la réalisation de cartes diachroniques par la méthode dite de post-classification, servant à détecter les changements.

Le chapitre 3 avait pour objectif d'identifier les changements paysagers sur le terrain péruvien grâce aux produits de l'analyse diachronique, puis de les expliquer. Grâce aux nombreuses images disponibles, on a ainsi pu mettre en évidence une succession de phases : des extensions agricoles entre 1962 et 1977, des extensions aquacoles entre 1977 et 1991, la cessation d'activités aquacoles entre 1991 et 2000 puis, à partir de 2000 et jusqu'en 2007, la reprise progressive du secteur aquacole. Les événements de chacune des phases ont été décrits, selon les causes et conséquences de leur apparition. Plusieurs types de facteurs ont été identifiés : politique, écologique (par exemple la chute des rendements de pêche), économique (par exemple la crise pétrolière). Sur l'ensemble de la période observée, la dynamique de l'aquaculture est la plus importante, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, et aussi la plus complexe. Sur le long terme, les étapes du développement aquacole présentent des similarités avec les étapes d'évolution d'un système biologique : croissance, maturation, crise et adaptation. Le passage de la crise à l'adaptation a eu lieu entre la fin des années 1990 et le début des années 2000. Il a abouti à moderniser le secteur et à le rendre plus dépendant de la technologie, tout en réduisant, à court terme les problèmes de maladies. Les superficies végétales, et en particulier la mangrove, détruites suite au développement de l'aquaculture, ont été estimées grâce à l'analyse des cartes d'occupation du sol à différentes dates, ce qui a permis, en outre, de constater une différence entre la réalité et les idées qui circulent localement. Enfin, une dynamique physique omniprésente, à savoir l'évolution du trait de côte, a été cartographiée, permettant ainsi d'identifier les zones soumises au risque d'érosion des côtes.

Le chapitre 4 s'est focalisé sur les relations entre les deux principaux objets d'étude : le territoire et l'aquaculture. La description des systèmes d'élevage et des systèmes de production aquacoles ont d'abord permis l'identification des facteurs de production. Le territoire a ensuite été défini à partir des ressources sociales et naturelles qui le composent. On a ainsi montré que le territoire avait façonné l'aquaculture à travers le réseau de territoires dont la construction est antérieure au développement aquacole et à travers le cadre législatif. Ainsi, quelque soient leurs objectifs, leurs comportements et leurs ressources, les acteurs sont sous la dépendance des liens historiquement et géographiquement constitués. Ils sont également assujettis au cadre normatif mis en place par le législateur. Au cours de l'histoire récente, ces normes ont montré une tendance à être plus réactives qu'anticipatrices, et se sont ainsi multipliées suite aux crises du secteur. Enfin, les impacts du développement aquacole ont été étudiés aux niveaux, global, national, et local, permettant ainsi une réflexion sur la gouvernance et l'aquaculture, les migrations domestiques des ouvriers aquacoles, et sur l'emploi local, la modification des réseaux locaux et les conflits locaux.

Le chapitre 5 a présenté, cette fois pour le terrain philippin, les méthodes servant à répondre aux trois objectifs fixés à la télédétection : la cartographie des étangs, la cartographie de l'occupation du sol et la réalisation de cartes diachroniques. Dans les grandes lignes, elles sont similaires à celles qui avaient été élaborées dans le chapitre 2 et ont donc été moins détaillées. Certains résultats obtenus dans le chapitre 2 ont par ailleurs été réutilisés dans le chapitre 5. Suite aux expérimentations précédentes, la méthode de détection des étangs par seuillage de l'indice NDWI a été directement adoptée. L'analyse statistique des données multitemporelles a permis de quantifier l'évolution des superficies aquacoles entre les années 1960 et la fin des années 2010. L'évolution spatiale s'est faite en trois phases : l'augmentation du taux de recouvrement dans les premiers kilomètres dans un premier temps, suivi d'une première extension spatiale jusqu'à 20 km de distance depuis le trait de côte, puis une dernière extension jusqu'à 30 km de la côte, accompagnée par l'apparition d'un second mode au-delà de 32 km, qui correspond à une zone d'aquaculture d'eau douce. Si le phénomène,

décrit de cette manière, laisse penser à une continentalisation de l'aquaculture, on a pu constater par la suite qu'il s'agit en fait d'une maritimisation des terres. L'analyse des superficies par municipalité a révélé des rythmes et des évolutions différenciées au cours du temps du fait de facteurs liés à la localisation. En revanche, durant la période la plus récente, la majorité d'entre elles ont connu leurs plus fortes augmentations, indiquant un accroissement des conversions. Les profils réalisés le long des deux axes ont permis de constater que le développement aquacole à l'interface du delta et de la plaine a suivi une succession particulière : riz – zone humide – aquaculture. Dans les zones plus élevées du delta, le passage du riz à l'aquaculture s'est effectué sans transition.

Le chapitre 6 s'est focalisé sur l'évolution du paysage du delta de la Pampanga depuis l'époque préhispanique jusqu'à nos jours, en utilisant des méthodes et des données de types variés. Pour la période la plus ancienne, les indications bibliographiques ont permis de reconstruire approximativement le paysage à plusieurs dates, selon des événements clefs. On a ainsi pu proposer une vue assez complète des systèmes agraires, dont les dimensions historiques et géographiques sont centrales. Par la suite, c'est à partir des cartes d'occupation du sol que l'on a pu imaginer la chaîne des événements. L'accent a ensuite été mis sur les facteurs qui ont été à l'origine du développement aquacole : occupation de l'espace, croissance démographique, vicissitudes de la culture de la canne, subsidence du delta. Du fait de son rôle premier dans le développement des vingt dernières années, nous avons analysé plus en détail les raisons de la subsidence, et en particulier l'extraction des eaux souterraines, la politique de gestion des risques, les politiques d'aménagement du territoire.

Le chapitre 7 a utilisé une démarche et des concepts agronomiques afin de comprendre et d'analyser le système aquacole en place dans le delta de la Pampanga. Une caractérisation des systèmes de culture et des systèmes de production dans le delta de la Pampanga a ainsi été proposée. Les principaux résultats sont relatifs aux pratiques, aux calendriers d'élevage, aux facteurs de production et aux contraintes qui pèsent sur la production. L'évaluation des performances (consommations intermédiaires, produit brut, valeur ajoutée brute, revenu agricole) a aussi permis de quantifier précisément les niveaux de rentabilité des systèmes. Ce type de résultat est précieux car il donne un éclairage économique à la dynamique des paysages. Dans le cas de la zone saumâtre, cette approche permet de comprendre pourquoi l'aquaculture continue à accroître ses surfaces, et cela malgré des rendements jugés faibles. Plusieurs éléments importants de la filière ont été décrits et analysés, tels que les intermédiaires et les *consignacions*, marchés de vente à la criée. Enfin, la partie sociale du système aquacole a été analysée et a montré que de nombreux acteurs gravitent autour de l'aquaculture et en tirent des ressources substantielles au regard de leurs ressources propres. Nous avons ainsi identifié et caractérisé plusieurs groupes socio-économiques qui fonctionnent selon des règles particulières. Les activités des *degaton* et des *mangangapas* ont ainsi été décrites et analysées, notamment à partir de nombreuses enquêtes de terrain. Enfin, les interrelations entre les principaux acteurs sociaux du système aquacole ont, elles aussi, été analysées, ce qui a permis d'estimer la centralité relative des catégories acteurs en fonction des réseaux théoriques.

Dans le chapitre 8, le cadre des *livelihoods* a permis d'explorer l'environnement proche et le quotidien des individus. L'établissement de catégories, qui facilite l'accès à l'information et son traitement, s'est fait suivant le critère du rapport entretenu avec la ressource aquacole. Cette approche a permis de retenir les catégories suivantes : gros exploitants, petits et moyens exploitants, *bantays*, *mangangapa* et *degaton*. Une analyse comparative des *livelihoods* à travers ces catégories a mis à jour des contrastes liés à l'accès et à la disponibilité des

ressources, aux stratégies de subsistance et à la vulnérabilité. La nature des aléas et l'exposition varie d'un groupe à l'autre. Les aléas repérés ici sont d'origine naturelle (cyclones, inondations), sociale (glanage, marché) et parfois mixte (subsidence). Les mécanismes d'adaptation dépendent du degré de vulnérabilité des groupes et des ressources possédées et sont souvent déclenchés au moment des crises. Les manques de savoirs et de savoir-faire sont un facteur de vulnérabilité majeur pour les exploitants. À court terme, un changement de pratiques pourrait permettre d'influer la tendance des baisses de rendements. La vulnérabilité est différente d'un groupe à l'autre mais elle se propage par des mécanismes de diffusion aux autres groupes qui dépendent de la ressource aquacole, à travers par exemple le montant des primes, la quantité de produits accessibles par le biais du glanage, la rentabilité du fermage... Dans un tel contexte où la quantité de ressources est à la fois variable et insuffisante au regard des besoins, les groupes mettent en place des stratégies qui visent à réduire leur vulnérabilité à travers la diversification ou le renforcement du capital social. Les *livelihoods* apparaissent ainsi comme des systèmes complexes car n'évoluant pas de façon linéaire avec les ressources principales dont ils dépendent, mais au contraire capables de s'adapter et de valoriser des ressources nouvelles.

Dans la continuité du chapitre 8, le chapitre 9 a accordé une place centrale aux acteurs, et plus encore à leurs comportements. Un système multi-agent (SMA) a été construit afin d'explorer à la fois les conséquences de plusieurs facteurs sur l'évolution du paysage, mais aussi l'évolution de la structure et du fonctionnement du territoire grâce à une série d'indicateurs. Le modèle, à la fois empirique et expérimental, a pris en compte le delta de la Pampanga. Parmi les trois types d'agents implémentés (rationnel, coopératif et à rationalité limitée), l'agent rationnel est le plus réactif d'entre tous. Le système qui émerge de ce jeu d'acteurs rationnels est le plus performant d'un point de vue économique, avec des impacts sur le paysage très nets. Les autres agents, aux comportements plus réalistes, car non totalement rationnels, ont un mode de fonctionnement qui provoque une inertie du paysage, laquelle se répercute en retour sur les comportements des agents, révélant ainsi des interactions pluriscalaires. Les moments de fortes perturbations provoquent toujours des changements brusques de certains paramètres, qui ne se répercutent toutefois pas systématiquement sur les paysages. Les changements paysagers ont des séries de causes différentes. Pour l'agent rationnel, une réduction des bénéfices provoque immédiatement la recherche d'une solution optimale. Pour l'agent coopératif, le changement est provoqué par l'adoption d'un meilleur système de culture par plusieurs congénères. Pour l'agent à rationalité limitée, le changement est la conséquence d'une suite de comportements : comparaison sociale, imitation, reproduction jusqu'à la délibération. Le modèle a aussi permis d'explorer les variations du système en cas de dynamiques biophysiques variées. Ainsi, le passage d'un changement biophysique cyclique, saisonnier, à un changement linéaire continu a modifié l'évolution de la plupart des indicateurs. Le passage, par la suite, à une dynamique continue mais non linéaire a eu pour effet d'accroître les amplitudes des phénomènes constatés, sans toutefois engendrer des changements qualitatifs de première importance. Des différences paysagères ont été constatées dans le cas des agents coopératifs et plus encore dans le cas des agents rationnels. Dans le cas des agents à rationalité limitée, le résultat le plus intéressant est celui qui montre une dynamique paysagère nulle, dans un contexte où les comportements sont extrêmement variables.

Une perspective comparative des deux terrains

L'intérêt éventuel d'étudier deux territoires qui, au moins en apparence, partageaient quelques points communs, peut se percevoir à deux moments au moins, celui de l'analyse des données

et celui de leur comparaison. Outre la perspective de pouvoir comparer ces deux systèmes, la raison première qui nous a poussé à choisir deux terrains est d'augmenter notre propre expérience du thème de recherche et donc d'enrichir et de proposer une analyse plus fine de chacun des deux terrains. Dans cette brève synthèse sur les différences et les similitudes, nous aborderons le développement de l'activité (facteurs et cycles), le système aquacole actuel, les acteurs liés au système aquacole, le rôle des facteurs historiques, les liens entre l'aquaculture et le territoire, puis entre ce dernier et des territoires historiquement, géographiquement ou économiquement proches.

Dans les cas péruvien comme philippin, l'aquaculture a occupé des espaces naturels initialement pas ou peu exploités. Toutefois, la phase la plus contemporaine du développement philippin a aussi progressivement touché la zone rizicole de la périphérie immédiate du delta. Ainsi, alors que dans ce derniers cas, le développement a poursuivi son étalement spatial, dans le cas de Tumbes, au contraire, le développement spatial est beaucoup plus contraint, à la fois légalement et géographiquement. Ainsi la césure spatiale entre l'aquaculture et les autres activités est-elle beaucoup plus nette dans le cas de Tumbes. La sanctuarisation et l'allocation précoce d'une zone à l'aquaculture ont fortement contribué à contraindre l'extension des activités. Au contraire, les règlements en matière d'usage du sol ne constituent en rien une contrainte au développement dans le delta de la Pampanga. L'environnement physique, et en particulier sa dynamique, joue un rôle majeur dans les deux cas. Dans le cas de Tumbes, parmi les principales dynamiques El Niño a eu pour effet de porter un coup d'arrêt brutal et ponctuel aux extensions alors que l'érosion côtière n'a affecté le secteur que de façon marginale. Dans le cas de Pampanga, la dynamique biophysique joue au contraire un rôle de façon beaucoup plus continue. Les impacts liés à la subsidence ont été, en effet, de très forts déterminants du développement. Pour autant, les facteurs économiques et politiques ont été, dans les deux cas, d'importants moteurs du développement. Au Pérou, c'est la conjonction de facteurs intérieurs (pêche), régionaux (expérience équatorienne voisine) et internationaux (développement de la demande en produits aquacoles au Nord) qui a impulsé le développement à partir de la fin des années 1970 alors qu'à Pampanga, si un premier niveau d'analyse accorde la prééminence des facteurs économiques et culturels intérieurs comme instigateurs du développement (demande locale et investissement des propriétaires fonciers), une prise en considération des données historiques accorde un rôle important à des événements éloignés dans le temps et dans l'espace : mise en place des cultures de rente durant le régime espagnol, rôle des guerres sur les prix agricoles et en particulier sur ceux du sucre (Guerre de Crimée, Première Guerre mondiale par exemple). Ainsi, dans le cas de Pampanga, les facteurs internationaux ont aussi joué un rôle, mais à retardement.

Les analyses de moyen et long terme ont aussi permis de révéler les cycles de développement à partir des surfaces de production et des volumes produits. L'absence de données précises de la production dans le delta de la Pampanga empêche une comparaison rigoureuse de ce critère. Les données relatives aux rendements révèlent, quant à elles, une différence très nette entre une croissance très importante dans le cas de Tumbes et une stagnation, voire une réduction des rendements dans le cas de Pampanga. C'est là le fruit de deux éléments au moins : celui des contraintes (biophysiques et sociétales) et celui des capacités d'adaptation. Les contraintes de production au Pérou sont, en effet, globalement plus épisodiques (El Niño, maladies) que les contraintes à Pampanga (salinité, gestion de l'eau) et ont, de ce fait, rapidement fait chuter des productions qui se sont pourtant tout aussi rapidement relevées. Toutefois, ces informations n'ont d'intérêt qu'à la lumière des adaptations réalisées qui

révèlent des capacités d'adaptation différentielles (**Tableau Conclusion 1**), et donc des niveaux de résilience et de vulnérabilité différents.

Aléa	Adaptations	
	À Tumbes	À Pampanga
Aléa naturel	Reproduction à l'identique ou changements marginaux du fait (i) de l'intensité des aléas et (ii) de l'absence de régularité des événements	Actions de réduction de la vulnérabilité
Épizooties/Maladies	Intensification des productions et biosécurité accrue	Polyculture
Aléa social	Protection contre les invasions et négociations (facilitées dans le cadre du sanctuaire)	Coopération et protection contre les invasions
Nature des adaptations	Innovation technique (production) et politique (environnement)	Technique sans innovation (production)

Tableau Conclusion 1 Comparaison des différentes adaptations mises en place dans les deux systèmes

Les adaptations ne signifient pas nécessairement une augmentation des performances économiques. Le choix de la polyculture aux Philippines a permis au système d'étaler le risque et d'être alors plus résilient. En revanche, la performance économique, estimée à partir des rendements et de la richesse créée, est à la baisse. La question de la résilience doit donc se poser à plusieurs niveaux, en l'occurrence celui de la stabilité du système de production et celui de la stabilité du territoire. Il est aussi utile de considérer l'impact des adaptations d'un groupe sur l'environnement d'un autre groupe. Le glanage, par exemple, est une adaptation au manque de ressources du point de vue des individus qui le pratiquent mais un aléa d'un point de vue de l'exploitant. Le jeu des échelles force aussi à s'interroger sur les interdépendances des activités économiques dans le temps et dans l'espace. L'adaptation des fermes philippines se décide au niveau de l'exploitant. Au Pérou, l'état et certaines de ses institutions sont intervenues au plus fort de la crise pour tenter de juguler la chute des rendements grâce aux savoirs développés à l'extérieur. La coordination a donc été à la fois plus formelle et plus large. Ainsi, la réaction de l'état péruvien lors du développement des fermes aquacoles sur le littoral de Tumbes et face aux plaintes des ONG et d'autres acteurs de la société civile, a été de créer une réserve naturelle. L'échelle de temps doit aussi être considérée. Le glanage est une adaptation mais il n'en reste pas moins une activité très marginale qui, en outre, ne résout en rien la question des ressources. Une adaptation qui considère le long terme prend en compte nécessairement les problèmes liés à la quantité et à la redistribution des ressources. Les contraintes qui empêchent la mise en place de solutions multi-scalaires sont la fragmentation du foncier et la gouvernance en place. Dans les deux cas, les adaptations ont toujours succédé à des périodes de crise, caractéristique des systèmes réactifs. Bien que certains aléas soient moins prévisibles que d'autres, les exploitants des deux systèmes n'ont jamais montré une grande capacité d'anticipation.

Pour ce qui concerne les systèmes d'élevage, en dehors du fait que les deux systèmes produisent *Panaeus spp.*, les itinéraires techniques se distinguent assez largement l'un de l'autre. Ceci résulte de différents niveaux d'intensité de la production, extensif dans le cas des Philippines et semi-intensif ou intensif dans le cas du Pérou. Les différences s'expriment aussi à travers la nature et l'origine des entrées (travail, capital, intrants), la nature et la destination des sorties (produits, revenus), et plus globalement, le fonctionnement de la filière. Les liens extraterritoriaux du territoire péruvien sont ainsi beaucoup plus nombreux que ceux du territoire philippin. Ils sont, au Pérou, la conséquence directe d'une globalisation de la production plus aboutie qui engendre un niveau d'intégration plus important, et qui n'est pas sans rapport avec des rendements en hausse régulière. Une telle opposition est caractéristique des différences entre des systèmes de monoculture qui sont intégrés au niveau global et des systèmes de polyculture plus ancrés au niveau local. Dans un secteur aux innovations

techniques et technologiques nombreuses tel que l'aquaculture, le manque d'intégration au niveau global constitue un frein pour envisager des solutions plus performantes comme dans le cas du delta de la Pampanga où la monoculture de crevettes, très présente dans les années 1990, a laissé place à des systèmes de polyculture associant des espèces déjà produites. On doit ici noter que la vulnérabilité des deux systèmes n'est pas égale. En effet, d'un côté les contraintes qui pèsent sur les exploitations sont plus nombreuses et montrent une plus grande constance dans le cas du delta de la Pampanga. D'un autre côté, les capacités à faire face à ces contraintes, en considérant qu'elles sont liées en partie aux réserves économiques des exploitants, s'avèrent là encore à l'avantage de Tumbes. La vulnérabilité différentielle pourrait ainsi expliquer des qualités d'adaptation, et donc une évolution des systèmes d'élevage, différentes. Loin de nous toutefois d'affirmer que ces facteurs physiques et historiques déterminent une inégalité irrémédiable.

Dans les deux cas, l'histoire de la construction de ces territoires a joué et continue de jouer un rôle important dans les évolutions contemporaines et actuelles. Cette histoire a créée des relations privilégiées avec d'autres territoires qui en partagent alors certains traits culturels et économiques. Ainsi certains réseaux constitués entre firmes s'expliquent par cette proximité historique. D'autres sont le résultat de la proximité géographique. Les avantages partagés permettent enfin de compléter la liste des territoires économiquement liés à Tumbes et à Pampanga. Dans ce dernier cas, les traces du passé se retrouvent entre autres dans la structure foncière, dans les comportements individuels et collectifs, dans la structure administrative. Elles éclairent l'organisation et le fonctionnement du système aquacole actuel. Ces traces anciennes sont beaucoup moins importantes dans le cas de Tumbes, où l'aquaculture ne possède pas de racines ancrées dans la tradition et ne s'inscrit pas dans une continuité historique. La transition y est donc beaucoup plus brutale qu'à Pampanga, où une proto-aquaculture existait depuis plusieurs décennies voire siècles, et où son développement progressif a été guidé par les héritages mentionnés. Une telle approche apporte des indications sur le degré d'intégration de certaines structures (administratives, foncières...) qu'il importe de considérer lorsque l'on traite des systèmes aquacoles et de leur état actuel ou à venir. La qualité et le nombre d'acteurs qui participent à la production aquacole, ou qui gravitent autour d'elles pour des raisons de dépendance, s'explique ainsi en partie par les histoires différentes. Le glanage, par exemple, est une activité inscrite historiquement dans le territoire, pratiquée depuis plusieurs décennies dans un contexte toutefois différent de l'actuel. Sa pratique est aussi liée à l'inégale répartition du foncier, elle aussi historique. Si le phénomène résulte de l'interaction d'autres facteurs (densités, manque de travail), son imbrication historique semble prégnante.

Le rapport actuel entre l'aquaculture et son territoire a été apprécié à travers l'analyse des impacts paysagers, économiques et sociaux. Les exploitations, tout d'abord, occupent de vastes superficies sur les deux territoires. Dans le cas du Pérou, c'est une organisation parallèle à la côte qui prédomine alors qu'à Pampanga les étangs couvrent la majeure partie du delta et s'étendent même au-delà vers l'intérieur. Ainsi, alors que l'espace se structure à partir de plusieurs utilisations du sol (agriculture, espaces naturels conservés ou pas, bâti) au Pérou, le delta de la Pampanga présente quant à lui une structure plus homogène. L'espace péruvien est donc organisé suivant un axe nord sud très marqué et les étangs se localisent entre le trait de côte et la panaméricaine. Au Nord : l'Equateur, Guayaquil, les États-Unis ; au sud : Paita, Lima. La localisation relative est un facteur qui a aussi son importance dans le cas du delta de la Pampanga. En effet, la présence, au sud, de la capitale philippine a joué et joue encore un rôle important dans l'évolution du paysage deltaïque. Dans aucun des cas cependant, l'aquaculture seule n'explique le développement ou la modernisation des

équipements de transport. Les territoires bénéficient en effet, d'une situation avantageuse dont l'aquaculture a su tirer profit. Dans certains pays concernés par le développement de l'aquaculture saumâtre, des conflits d'usage ont été relevés suite aux implantations d'étangs. Les conflits relevés à Tumbes et Pampanga ne sont pas identiques. A Tumbes, les conflits ont émergé pour au moins deux raisons : le relâchement d'effluents aux apparences douteuses, et les extensions à proximité des habitations. A Pampanga, les conflits sont surtout liés aux inégales répartitions du foncier et du capital. Aux Philippines, les conflits fonciers et sociaux ne sont donc pas une simple conséquence de l'occupation de l'espace et ont d'ailleurs une origine antérieure au développement aquacole.

Les impacts socio-économiques sont parfois difficiles à mettre en correspondance. En effet, si certaines catégories d'impacts se retrouvent d'un terrain à l'autre (emplois, revenus, investissements), d'autres sont spécifiques. Un exemple frappant est celui des migrations régionales entre les piémonts andins et le littoral : à Tumbes il s'agit d'une aquaculture de peuplement et d'immigration. Quelques flux migratoires sont à noter à Pampanga, mais le caractère extensif de l'activité fait que la main d'œuvre familiale et locale suffit dans la majeure partie des cas. Les exploitations plus intensives du Pérou, au contraire, ont besoin d'un plus grand nombre de personnes à l'hectare, et celles-ci ont été trouvées grâce aux migrations. Ces flux, exclusivement masculins, modifient ainsi la structure démographique locale et le marché du travail. L'origine extérieure des migrants provoque aussi des transferts d'argent vers les foyers d'émigration. Une partie des richesses créées et redistribuées à travers les salaires est donc dépensée et investie hors du territoire. Bien que des différences subsistent entre les parts renvoyées, et bien que les salaires soient souvent au niveau du plancher légal, ce phénomène induit des pertes au niveau local. En outre, les propriétaires ne sont pas, eux non plus, originaires de Tumbes pour la plupart, et investissent donc une partie de la richesse ailleurs. À Pampanga, la majorité des propriétaires sont originaires des provinces de Pampanga ou d'Hagonoy. Hormis certains gros propriétaires qui ont d'autres activités localisées dans la métropole de Manille, on est amené à penser, en dépit de données précises, qu'une partie de la richesse créée est dépensée et investie localement. Une partie aussi est captée par le système informel et bénéficie à de nombreux foyers.

Les méthodes mises en place avaient pour objectif d'identifier et d'expliquer les impacts, de natures différentes, causées par l'aquaculture. Toutefois, initialement, aucun choix précis de méthodes n'était arrêté compte tenu de la rareté des études de géographie de terrain sur l'aquaculture dans les pays en développement. En effet, ce travail plutôt pionnier aurait pu s'inspirer de travaux antérieurs et donc opter pour une démarche plutôt qu'une autre, mais la littérature en sciences sociales comme en cartographie par imagerie satellitale sur l'aquaculture tropicale est à la fois limitée, segmentée, et très sectorielle. Ce sont les terrains d'étude qui, au fil du temps, ont permis de préciser les méthodes, c'est-à-dire les thèmes retenus pour les entretiens et les questionnaires, en espérant que ces méthodes profiteront à d'autres. Une telle démarche inductive se sert alors du terrain pour élaborer ou adapter dans le détail la méthode d'investigation. Ceci explique que l'application d'une même méthode aux deux terrains ne soit pas justifiée. La mise en place d'un SMA au Pérou sur la problématique des changements d'occupation du sol, par exemple, se justifiait beaucoup moins que dans le cas philippin. En effet, le développement des étangs au Pérou a été limité spatialement dès le début à une portion seulement du territoire. Par la suite, lors d'évènements tel qu'El Niño ou la Mancha Blanca, les facteurs expliquant les changements sont assez clairement identifiables : capacité financière des exploitations, vulnérabilité (en particulier exposition) et diffusion des innovations. Un SMA dans ce contexte, toujours laborieux à élaborer, aurait démontré des évidences que nous avons pu analyser sans y avoir recours.

Parmi les pistes de réflexion relatives au développement durable des territoires aquacoles, les concepts rattachés au champ de la résilience apparaissent intéressants à plus d'un titre. Dans ce cadre, l'objectif des individus et des collectivités est de rendre leur système résilient, c'est-à-dire adaptatif, auto-organisateur, et capable de faire face à des perturbations de natures diverses grâce par exemple à : l'apprentissage, la mémorisation des événements passés, l'expérimentation, l'égalité socio-économique, la diversité, les institutions polycentriques et multicouches avec un partage du pouvoir ou encore le leadership. L'application de ces concepts à l'aquaculture et aux territoires aquacoles permet de développer une réflexion autour des moyens possibles pour augmenter la résilience des systèmes (Tableau Conclusion 2).

La méthode élaborée dans ce travail paraît transposable, dans ses grandes lignes, à l'étude d'autres territoires aquacoles. L'idée, simple, est de multiplier les échelles d'analyse, à la fois dans le temps et dans l'espace et d'investir plusieurs dimensions, sociales et environnementales, rattachées à la problématique. À terme, la multiplication des études de cas qui évitent, comme nous l'avons fait, les approches trop sectorielles, permettrait d'enrichir le corpus de données sur l'aquaculture tropicale et pourrait déboucher sur l'élaboration de théories et de propositions pour le développement de l'aquaculture sur les territoires littoraux.

	Aquaculture	Territoires aquacoles
Auto-organisation	<ul style="list-style-type: none"> . Développer savoirs et savoir-faires aquacoles . Promouvoir les expérimentations . Maintenir la qualité des biens et services écosystémiques (eau, recyclage des nutriments, transport de nutriments, minéralisation...) 	<ul style="list-style-type: none"> . Développer / transférer les ressources nécessaires aux individus pour qu'ils puissent s'auto-organiser . Promouvoir l'échange . Transférer une partie des responsabilités aux niveaux les plus adaptés . Construire des espaces de collaboration entre les acteurs aquacoles et les autres usagers des ressources
Apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> . Apprendre des crises aquacoles passées . Identifier les facteurs de vulnérabilité et les perturbations des systèmes de production . Réaliser des suivis de l'activité et de son activité polluante . Confronter les savoirs des fermiers et les savoirs scientifiques 	<ul style="list-style-type: none"> . Mettre en place un suivi environnemental du territoire . Identifier les facteurs de vulnérabilité et les perturbations du territoire . Promouvoir les échanges entre territoires . Développer des capacités de résolution collective de problèmes
Décision	<ul style="list-style-type: none"> . Identifier les principaux processus de décisions mis en œuvre . Rechercher les biais dans les comportements 	<ul style="list-style-type: none"> . Utiliser des outils d'aide à la décision, en particulier spatialisés (SIG, SMA) . Expérimenter avec les décisions participatives
Diversité	<ul style="list-style-type: none"> . Promouvoir la diversité des productions, en particulier des productions à usages divers 	<ul style="list-style-type: none"> . Stimuler et promouvoir la diversité à tous les niveaux nécessaire à la réorganisation et au renouveau (diversité des institutions, expérimentation politique, favoriser confiance mutuelle) . Maintenir la diversité biologique et culturelle
Gouvernance	<ul style="list-style-type: none"> . Intégrer les aquaculteurs au processus de cogestion des ressources (transfert de responsabilité pour le suivi environnemental, par exemple) . Promouvoir des organisations aquacoles afin d'y favoriser le partage, l'émergence de leaders, une confiance mutuelle 	<ul style="list-style-type: none"> . Mettre en place une gouvernance multi-scalaire adaptée aux échelles écosystémiques . Promouvoir la cogestion et la participation active des acteurs . Mettre en place de plate-formes collaboratives et d'échanges
Leadership	<ul style="list-style-type: none"> . Mettre en place un système tournant de leadership dans les regroupements professionnels 	<ul style="list-style-type: none"> . Faire du leadership un processus dynamique, c'est-à-dire inclure un changement continu de leaders
Mémoire	<ul style="list-style-type: none"> . Conserver la mémoire des épisodes passés 	<ul style="list-style-type: none"> . Archivage des données relatives au passé du territoire, en particulier des savoirs écologiques traditionnels . Travail de mémoire
Représentations	<ul style="list-style-type: none"> . Caractériser les représentations que les aquaculteurs ont de leur territoire et cibler d'importants biais 	<ul style="list-style-type: none"> . Caractériser les représentations que les acteurs ont de l'aquaculture et cibler d'importants biais
Solidarité	<ul style="list-style-type: none"> . Promouvoir des systèmes de solidarité entre petits et grands fermiers reposant sur la collaboration, le partage et en utilisant les réseaux . Promouvoir des systèmes solidaires entre les possibilités de l'aquaculture et les besoins locaux 	<ul style="list-style-type: none"> . Promouvoir une solidarité des territoires aquacoles à travers, par exemple, des chartes ou des mécanismes évitant le dumping social et environnemental

Tableau Conclusion 2 - Éléments favorisant l'émergence de la résilience au niveau des systèmes aquacoles et des territoires

Bibliographie

A

- Abuodha**, P.A.W. et **Kairo**, J.G., 2001, Human-induced stresses on mangrove swamps along the Kenyan coast, *Hydrobiologia*, pp. 255-265
- Adams**, W.M., 1985, The downstream impacts of dam construction: a case study from Nigeria, *transactions of the Institute of British geographers*, 10 (3), pp. 292-302
- ADB**, 2005, An evaluation of small-scale freshwater rural aquaculture development for poverty reduction, Asian Development Bank, 164 p.
[en ligne, <http://www.adb.org/publications>]
- Adger**, W.N., 2000, Social and ecological resilience: are they related?, *Progress in Human Geography*, 24 (3), pp. 347-364
- Adger**, W.N., Kelly, P.M., Winkels, A., Huy, L.Q. et Locke, C., 2002, Migration, remittances, livelihood trajectories, and social resilience, *Ambio*, 31, pp. 358-366
- Adger**, W.N., Hughes, T.P., Folke, C., Carpenter, S.R., et Rockström, J., 2005, Social-ecological resilience to coastal disasters, *Science*, 309, pp. 1036-1039
- Aguilar-Manjarrez**, J., et **Ross**, L.G., 1995, Geographical information system (GIS) environmental models for aquaculture development in Sinaloa State Mexico, *Aquaculture International*, 3, pp. 103-115
- Ahmed**, M. et **Lorica**, M.H., 2002, Improving developing country food security through aquaculture development – Lessons from Asia, *Food Policy*, 27, pp. 125 - 141
- Ajzen**, I., 1991, The theory of planned behavior, *Organizational behaviour and human decision processes*, 50, pp. 179-211
- Alonso Pérez**, F., Ruiz-Luna, A., Turner, J., Berlanga-Robles, C.A., et Mitchelson Jacob, G., 2003, Land cover changes and impact of shrimp aquaculture on the landscape in the Ceuta coastal lagoon system, Sinaloa, Mexico, *Ocean and Coastal Management*, 46, pp. 583-600
- Alves**, C.B.M., Vieira, F., Magalhaes, A.L.B., et Brito, M.F.G., 2007, Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil : Present situation and prospects, in (ed) Bert, T.M., *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*, Springer, pp. 291-314
- Amarasinghe**, U.A., et **Nguyen**, T.T.T., 2010, Enhancing rural farmer income through fish production: secondary use of water resources in Sri Lanka and elsewhere, in (eds) De Sulva, S.S., et Davy, F.B., *Success stories in Asian aquaculture*, Springer, pp. 103-130
- Amin**, A. (2003), An institutionalist perspective on regional economic development, in (eds) Barnes, T., Peck, J., Sheppard E., et Tickell, A., *Reading Economic Geography*, Blackwell Publishing, 496 p.
- Ankers**, S., 1997, Aménagement et gestion de la zone littorale en East Sussex, in (ed) Bodiguel, M., *Le littoral Entre Nature et politique*, L'Harmattan, Paris, pp. 163-178
- Anyanwu**, P.E., Gabriel, U.U., Akinrotimi, O.A., Bekibele, D.O., et Onunkwo, D.N., 2007, Brackish water aquaculture : a veritable tool for the empowerment of Niger delta communities, *Scientific research and essays*, 2 (8), pp. 295-301
- Arce**, J.C., 1976, *Reseña historica del Departamento de Tumbes*, Tallares de la Imprenta del Ministerio de Guerra, Lima, 506 p.
- Armitage**, D., 2002, Socio-institutional dynamics and the political ecology of mangrove forest conservation in Central Sulawesi, Indonesia, *Global Environmental Change*, 12, pp. 203-217
- Armitage**, D., 2005, Adaptive capacity and community-based natural resource management, *Environmental Management*, 35 (6), pp. 703-715

- Arquitt**, S., Honggang, X., et **Johnstone**, R., 2005, A system dynamics analysis of boom and bust in the shrimp aquaculture industry, *System Dynamics Review*, 21 (4), pp. 305-324
- Ashley**, C., et **Hussein**, K., 2000, Developing methodologies for livelihood impact assessment: experience of the african wildlife foundation in East Africa, Overseas Development Institute, Working Paper 129, Londres, 60 p.
- Auda**, Y., Populus, J., et **Blasco**, F., 2008, Développement durable de l'aquaculture dans le delta du Mékong : quelle place pour la télédétection dans le projet pluridisciplinaire Gambas de la communauté européenne ?, *Revue Télédétection*, 8 (3), pp. 169-177
-

B

- Bagumire**, A., Todd, E.C.D., Nasinyama, G.W., et **Muyanja**, C., 2010, Food safety regulatory requirements with potential effect on exports of aquaculture products from developing countries to the EU and US, *African Journal of Food Science and Technology*, 1 (2), pp. 31-50
- Bailey**, C., 1988, The social consequences of tropical shrimp mariculture, *Ocean and Shoreline Management*, 11, pp. 31-44
- Balon**, E.K., 1995, Origin and domestication of the wild carp *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers, *Aquaculture*, 129, pp. 3-49
- Bandini**, S., Manzoni, S., et **Vizzari**, G., 2009, Agent based modeling and simulation : an informatics perspective, *Journal of Artificial Societies Social Simulation*, 12 (4), 16 p.
- Bandura**, A., 2003, Auto-efficacité: le sentiment d'efficacité personnelle, De Boeck Université, Paris, 1^{ère} édition, 859 p.
- Bankoff**, G., 2003, Constructing vulnerability: the historical, natural and social generation of flooding in Metropolitan Manila, *Disasters*, 27 (3), pp. 224-238
- Banos**, A., 2010, A la recherche d'effets réseaux dans la dynamique du modèle de ségrégation de Schelling, *Cybergéographie*
[en ligne, <http://cybergeographie.revues.org/index22976.html>]
- Barbier**, E.B., 2000, Valuing the environment as input: review of applications to mangrove-fishery linkages, *Ecological Economics*, 35, pp. 47-61.
- Barbier**, E.B., 2006, Mangrove dependency and the livelihoods of coastal communities in Thailand, in (eds) Hoanh, C.T., Tuong, T.P., Gowing, J.W. et Hardy, B., *Environment and livelihoods in tropical coastal zones*, CAB International, pp. 126-139
- Barbier**, E. et **Cox**, M., 2002, Economic and demographic factors affecting mangrove loss in the coastal provinces of Thailand, 1979-1996, *Ambio*, 31 (4), pp. 351-357
- Bartley**, D.M., 2007, An ecosystems approach to risk assessment of alien species and genotypes in aquaculture, in (ed) Bert, M., *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*, Springer, pp. 35-52
- Beaumont**, A.R., et **Hoare**, K., 2003, *Biotechnology and genetics in fisheries and aquaculture*, Blackwell Science, 153 p.
- Beaudin**, I., 2006, Potentiel de la télédétection pour le suivi et la caractérisation des conditions de sécheresse en milieu méditerranéen, Thèse de maîtrise, Université Laval, 216 p.
- Bebbington**, A., 1999, Capitals and capabilities: a framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty, *World Development*, 27 (12), pp. 2021 - 2044
- Beedell**, J., et **Rehman**, T., 2000, Using social-psychology models to understand farmers' conservation behaviour, *Journal of Rural Studies*, 16 (1), pp. 117-127
- Béland**, M., Goïta, K., Bonn, F. et **Pham**, T.T.H., 2006, Assessment of land-cover related to shrimp aquaculture using remote sensing data : a case study in the Giao Thuy District, Vietnam, *International Journal of Remote Sensing*, 27 (8), pp. 1491-1510

- Bell, J.D., Bartley, D.M., Lorenzen, K., et Loneragan, N.R., 2006, Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: potential, problems and progress, Fisheries Research, 80, pp. 1-8**
- Belton, B., et Little, D., 2008, The development of aquaculture in Central Thailand: Domestic demand versus export-led production, Journal of Agrarian Change, 8 (1), pp. 123-143**
- Belton, B., Little, D., et Grady, K., 2009, Is responsible aquaculture sustainable aquaculture? WWF and the eco-certification of tilapia, Society and Natural Resources, 22, pp. 840-855**
- Belton, B., Murray, F., Young, J., Telfer, T., et Little, D., 2010, Passing the Panda standard: a TAD off the mark?, Ambio, 39, pp. 2-13**
- Béné, C., 2005, The good, the bad and the ugly: discourse, policy controversies and the role of science in the politics of shrimp farming development, Development Policy Review, 23 (5), pp. 585-614**
- Berger, T., 2001, Agent-based spatial models applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis, Agricultural Economics, 25 (2-3), pp. 245-260**
- Berger, T., Goodchild, M., Janssen, M.A., Manson, S.M., Najlis, R., et Parker, D.C., 2002, Methodological considerations for agent-based modeling of land-use and land-cover change, in (eds) Parker, D.C., Berger, T., et Manson, S.M., Agent-based models of land-use and land-cover change, Report and review of an international workshop, 4-7 octobre 2001, Irvine, California, EU, pp. 7-26**
- Berger, T. et Schreinemachers, P., 2006, Creating agents and landscapes for multiagent systems from random samples, Ecology and society, 11 (2), 19 p.**
- Berger, T., Schreinemachers, P., et Woelcke, J., 2006, Multi-agent simulation for the targeting of development policies in less-favored areas, Agricultural Systems, 88, pp. 28-43**
- Bergeret, P. et Dufumier, M., 2006, Analyser la diversité des exploitations agricoles, Memento de l'agronome, CIRA-GRET, 1690 p.**
- Berja, J.G., 1998, El Nino Damage Assessment in Central Luzon using Multitemporal Remotely-Sensed Images, Proceedings Asian Conference Remote Sensing, 16-20 novembre 1998, Manila, 3p.**
- Best, B. J., et Kessler, M., 1995, Biodiversity and conservation in Tumbesian Ecuador and Peru, BirdLife International, Cambridge UK, 218 p.**
- Beucher, S., 1990, Segmentation d'images et morphologie mathématique, Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 294 p.**
- Beveridge, M.C.M., Phillips, M.J., et Macintosh, D.J., 1997, Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability, Aquaculture Research, 28, pp. 797-807**
- Beveridge, M.C.M. et Little, D.C., 2007, The history of aquaculture in traditional societies, in Costa-Pierce, B.A., Ecological Aquaculture, pp. 3-29**
- Bhattacharya, A., et Sarkar, S.K., 2003, Impact of overexploitation of shellfish: northeastern coast of India, Ambio, 32 (1), pp. 70-75**
- Bhattarai, M., Sakthivadivel, R., et Hussain, I., 2002, Irrigation impacts on income inequality and poverty alleviation, : policies issues and options form improved management of irrigation systems, working Paper 39, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 29 p.**
- Biao, X. et Kaijin, Y., 2007, Shrimp farming in China: Operating characteristics, environmental impact and perspectives, Ocean and Coastal Management, 50, pp. 538-550**
- Billard, R., 2005, Introduction à l'aquaculture, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 235 p.**
- Billé, R., 2006, Gestion intégrée des zones côtières: quatre illusions bien ancrées, Vertigo, 7 (3)**

[en ligne, <http://vertigo.revues.org/index1555.html>]

Binh, T.N.K.D., Vromant, N., Hung, N.T., Hens, L. et Boon, E.K., 2005, Land cover changes between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau peninsula, Vietnam, *Environment, Development and Sustainability*, 7, pp. 519-536

Bird, M., Chua, S., Keith Fifield, L., Sa Teh, T., et Lai, J., 2004, Evolution of the Sungei Buloh-Kranji mangrove coast, Singapore, *Applied Geography*, 24, pp. 181-198

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., et Wisner, B., 1994, *At risk : Natural Hazards, People's vulnerability and disasters*, London, Routledge, 471 p.

Bloch, I., 2008, Représentations discrètes et morphologie mathématique, Polycopié de l'UE RDMM, Université Pierre et Marie Curie, ENST, 53 p.

[en ligne, <http://www.tsi.enst.fr/~bloch/P6Image/rdmm.pdf>]

Bodiguel, M., 1997, *Le littoral entre nature et politique*, L'Harmattan, Paris, 233 p.

Bolt, J., Nath, S., et Ernst, D., 2000, Development of decision support tools for aquaculture : the POND experience, *Aquacultural Engineering*, 23, pp. 103-119

Bonabeau, E., 2002, Agent-based modelling : methods and techniques for simulating human systems, *Proceedings of National Academy of Sciences*, 99, pp. 7280-7287

Bonn, F. et **Rochon**, G., 1993, *Précis de télédétection, Volume 1 Principes et Méthodes*, Presses de l'Université du Québec, Québec, 485 p.

Bouis, H.E., 2003, The potential of genetically modified food crops to improve human nutrition in developing countries, *Journal of Development Studies*, 43 (1), pp. 79-96

Boulanger, P.-M., et **Bréchet**, T., 2005, Models for policy-making in sustainable development : the state of the art and perspectives for research, *Ecological Economics*, 55, pp. 337-350

Bourdieu, P., 1980, Le capital social Notes provisoires, *Actes de la recherche en sciences sociales*, 31 (31), pp. 2-3

Bousquet, F., et **Le Page**, C., 2004, Multi-agent simulations and ecosystem management : a review, *Ecological Modelling*, 176 (3-4), pp. 313-332

Brannstrom, C., Jepson, W., Filippi, A.M., Redo, D., Xu, Z., et Ganesh, S., 2008, Land change in the Brazilian savanna (Cerrado), 1986-2002: comparative analysis and implications for land-use policy, *Land Use Policy*, 25, pp. 579-595

Brondizio, E.S., Ostrom, E., et Young, O.R., 2009, Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: the role of social capital, *Annual Review of Environment and Resources*, 34, pp. 253-278

Brugere, C., 2006, Can integrated coastal management solve agriculture-fisheries-aquaculture conflicts at the land-water interface? Perspective from New Institutional Economics, in (eds) Hoanh, C.T., Tuong, T.P., Gowing, J.W., et Hardy, B., *Environment and livelihoods in Tropical Coastal Zones*, CAB International, pp. 258-273

Bryceson, D.F., 1999, African rural labour, income diversification and livelihood approaches: a long-term development perspective, *Review of African Political Economy*, 26 (80), pp. 171-189

Bryceson, I., 2002, Coastal aquaculture developments in Tanzania: Sustainable and non-sustainable experiences, *Western Indian J. Mar. Sci.*, 1 (1), pp. 1-10

Buitrago, J., Rada, M., Hernandez H., et Buitrago, E., 2005, A single-site selection technique, using GIS, for aquaculture planning: choosing locations for mangrove oyster raft culture in Margarita Island, Venezuela, *environmental Management*, 35 (5), pp. 544-556

Bunting, S.W., et Little, D.C., 2005, The emergence of urban aquaculture in Europe, in (eds) Coasta-Pierce, B.A., Desbonnet, A., Edwards, P., et Baker, D., *Urban aquaculture*, CAB International, pp. 119-136

Burgi, M., Hersperger, A.M., et Schneeberger, N., 2004, Driving forces of landscape change – current and new directions, *Landscape ecology*, 19, pp. 857-868

Bush, S.R., 2004, A political ecology of living aquatic resources in LAO PDR, PhD Thesis, School of Geosciences, University of Sydney
Bush, S.R., van Zwieten, P.A.M., Visser, L., van Dijk, H., Bosma, R., de Boer, W.F., et Verdegem, M., 2010, Scenarios for resilient shrimp aquaculture in tropical coastal areas, *Ecology and Society*, 15 (2) art. 15
[en ligne, <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss2/art15/>]

C

Cahn, M., 2002, Sustainable livelihoods approach, concept and practice, Devnet conference, 5-7 decembre, Université de Massey, New Zealand
Campbell, J., Whittingham, E., et Townsley, P., 2006, Responding to coastal poverty: should we be doing things differently or doing different things?, in (eds) Hoanh, C.T., Tuong, T.P., Gowing, J.W., et Hardy, B., *Environment and livelihoods in Tropical Coastal Zones*, CAB International, pp. 274-292
Carlos, M.R.D., 2002, On the determinants of international migration in the Philippines : an Empirical Analysis, *International Migration Review*, 36 (1), pp. 81-102
Carner, G., 1982, Survival, interdependence, and competition among the Philippine Rural poor, *Asian Survey*, 22(4), pp. 369-384
Castañeda, D., 2003, Bulacan's salt farms melt down, *Bulatlat*, 3 (34), Quezon City
Chaigne, A.-L., 2009, Les consignations d'Hagonoy: des crevettes et des homes: etude socio-économique des systèmes de vente aux enchères des crevettes d'exportation, Hagonoy, Province de Bulacan, Philippines, Mémoire d'Ingénieur d'Agronomie Tropicale, 104 p.
Chambers, R., et **Conway**, G., 1991, Sustainable rural livelihoods : practical concepts for the 21st century, IDS discussion Paper, n°296,
Chen, S.L., et Fornshell, G.C.G., 2000, Effluents: dissolved compounds, in (ed) Stickney, R.R., *Encyclopedia of aquaculture*, John Wiley & Sons, New York, pp. 283-286
Chong, K.-C., Smith, I.R., et Lizarondo, M.S., 1982, Economics of the Philippines milkfish resource system, The United Nations University, Resource system theory and methodology series, 76 p.
Cicin-Sain, B., et **Knecht**, R.W., 1998, Integrated coastal and ocean management Concepts and practices, Island Press, Washington, 517 p.
Cleaver, F., 2005, The inequality of social capital and the reproduction of chronic poverty, *World Development*, 33 (6), pp. 893-906
Cobast, E., 2005, L'insoutenable responsabilité des hommes, in (eds) Gauchon, P. et Telenne, C., *Géopolitique du développement durable*, PUF, Paris, pp. 23-29
Cochet, H., Devienne, S., et Dufumier, M., 2007, L'agriculture comparée, une discipline de synthèse ?, *Economie rurale*, 297-298, pp. 99-112
Cooper, J.A.G., et **McKenna**, J., 2008, Working with natural processes: the challenge for coastal protection strategies, *The Geographical Journal*, 174 (4), pp. 315-331
Cormier-Salem, M.-C., 2006, Mangrove: changes and conflicts in claimed ownership, uses and purposes, in Hoanh, C.T., Tuong, T.P., Gowing, J.W. et Hardy, B., *Environment and livelihoods in tropical coastal zones*, CAB International, pp. 163-176
Corner, R.A., Brooker, A.J., et Ross, L.G., Integrated GIS-based model of particulate waste distribution from marine fish-cages sites, *Aquaculture*, 258, pp. 299-311
Costanza, R., Farber, S.C. et Maxwell, J., 1989, The valuation and management of wetlands ecosystems, *Ecological Economics*, 1, pp. 335-361
Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neil, R., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., et van den Belt, M., 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387, pp. 253-260.

- Courlet**, C., 2007, Du développement économique situé, in (eds) Gumuchian, H., et Pecqueur, B., *La ressource territoriale*, Economica, Paris, 252 p.
- Curran**, S.R., et **Cruz**, M.C., 2002, Markets, population dynamics, and coastal ecosystems, *Ambio*, 31 (4), pp. 373-376
- Cutshall**, A., 1938, Trends of Philippine sugar production, *Economic Geography*, 14 (2), pp. 154-158
- Cutter**, S.L., et Renwick, W.H., 2004, *Exploitation conservation preservation: a geographic perspective on natural resource use*, Wiley, 4ème édition, 400 p.
-

D

- Dadzie**, S., 1992, An overview of aquaculture in eastern Africa, *Hydrobiologia*, 232, pp. 99-110
- Dahdouh-Guebas**, F., Zetterström, T., Rönnbäck, P., Troell, M., Wickramasinghe, A. et Koedam, N., 2002, Recent changes in land-use in the Pambala-Chilaw lagoon complex (Sri Lanka) investigated using remote sensing and GIS: conservation of mangroves vs. development of shrimp farming, *Environment, Development and Sustainability*, 4, pp. 185-200
- Da Lage**, A., et **Métailié**, G., 2000, *Dictionnaire de biogéographie végétale*, CNRS éditions, 579 p.
- Daloz**, R. et **Collet**, C., 2001, *Précis de télédétection Volume 3 Traitements numériques d'image de télédétection*, Presses de l'université du Québec, Québec, 386 p.
- Daviet**, S., 2005, *Industrie, culture, territoire*, L'Harmattan, Paris, 208 p.
- Deb**, A.K., 1998, Fake blue revolution: environmental and socio-economic impacts of shrimp culture in the coastal areas of Bangladesh, *Ocean and Coastal Management*, 41, pp. 63-88
- De Casanova**, A.A., et **Bombrun**, H., 2000, Analyse-diagnostic des systèmes agraires d'une petite région à dominante piscicole de l'île de Luzon, Philippines, Stage de fin d'études, UER d'agriculture comparée, INA-PG, 43p.
- Deffontaines**, J.-P., 1973, Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole, *Economie Rurale*, 98, pp. 3-13
- De Jesus**, Ed C., 1998, Tobacco monopoly in the Philippines : Bureaucratic enterprise and social change 1766-1880, Ateneo de Manila University Press, Manille, 228p.
- De Lataillade**, C.D.G, Grondard, N., et Dumontier, A., 1999, Dynamique des systèmes agraires d'une plaine centrale de l'île de Luçon, Philippines, Stage de fin d'études, UER d'Agriculture comparée, INA-PG, 44 p.
- Deneulin**, S., et **Shahani**, L., 2009, An introduction to the human development and capability approach Freedom and agency, Earthscan, The International Development Research Center, 336 p.
- De Rienzi**, G.L.D., 1836, *L'univers ou histoire et description de tous les peuples, de leurs religions, moeurs, industrie, costumes, etc. Océanie ou cinquième partie du monde*, Firmin Didot Frères et C^{ie}, Paris
- De Silva**, S.S., Amarasinghe, U.S., Nissanka, C., Wijesooriya, W.A.D.D., et Fernando, M.J.J., 2001, Use of geographical information systems as a tool for predicting fish yield in tropical reservoirs: case study on Sri Lankan reservoirs, *Fisheries Management and Ecology*, 8, pp. 47-60
- De Silva**, S.S., et **Davy**, F.B., 2010, Aquaculture successes in Asia: contributing to sustained development and poverty alleviation, in (eds) De Silva, S.S., et Davy, F.B., *Success stories in Asian aquaculture*, Springer, pp. 1-14
- Deutsch**, L., Gräslund, S., Folke, C., Troell, M., Huitric, M., Kautsky, N., et Lebel, L., 2007, *Global Environmental Change*, 17, pp. 238-249

- Devereux**, S., 2001, Livelihood insecurity and social protection: a re-emerging issue in rural development, *Development Policy Review*, 19 (4), pp. 507-519
- Dewalt**, B.R., Vergne, P. et Hardin, M., 1996, Shrimp aquaculture development and the environment : people, mangroves and fisheries on the gulf of Fonseca, Honduras, *World Development*, 24 (7), pp. 1193-1208
- De Zuñiga**, M., 1803, An historical view of the Philippines Islands, traduit par Mayer, J., édité en 1814, Whitefriars, Londres, 295 p.
- Diener**, J.-C., 2000, Production de crevettes (*P. monodon*) et association tilapia-crevettes Philippines (Pampanga et Negros), Mémoire du Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées production animale en région chaude, INA-PG, 85 p.
- Di Méo**, G. et **Buléon**, P., 2005, L'espace social Lecture géographique des sociétés, Collection U, Armand Colin, Paris, 295 p.
- Dolan**, C., Humphrey, J., et Harris-Pascal, C., 1999, Horticulture commodity chains; the impact of the UK market on the African fresh vegetable industry, IDS, Working paper 96, 39 p.
- Dowsley**, M., 2008, Developing multi-level institutions from top-down ancestors, *International Journal of the Commons*, 2 (1), pp. 55-74
- Durand**, S., Lightner, D.V., Redman, R.M., et Bonami, J.-R., 1997, Ultrastructure and morphogenesis of White Spot Syndrome Baculovirus (WSSV), *Diseases of aquatic organisms*, 29, pp. 205-211
-

E

- Eakin**, H. et **Luers**, A.L., 2006, Assessing the vulnerability of social-environmental systems, *Annual Review of Environment Resources*, 31, pp. 365-394
- Easterlin**, R.A., et **Sawangfa**, O., 2010, Happiness and economic growth: does the cross section predict time trends? Evidence from developing countries, in (eds) Diener, E., Helliwell, J.F. et Kahneman, D., *International differences in well-being*, Oxford University Press, pp. 166-216
- Edwards**, P., 2000, Aquaculture, poverty impacts and livelihoods, *Natural Resource Perspectives*, Overseas Development Institute – ODI, 56, 1-4
- Edwards-Jones**, G., 2006, Modelling farmer decision-making: concepts, progress and challenges, *Animal Science*, 82, pp. 783 - 790
- EEA**, 2006, The changing faces of Europe's coastal areas, EEA Report, n°6/2006, 107 p.
- El-Gayar**, O.F., et **Leung**, P., 2000, ADDSS : a tool for regional aquaculture development, *Aquacultural Engineering*, 23, pp. 181-202
- Ellis**, F., 2000, *Rural livelihoods and diversity in developing countries*, Oxford University Press, Oxford, 300 p.
- Escofet**, A. et **Bravo-Peña**, L.C., 2007, Overcoming environmental degradation through defensive expenditures: field evidence from Bahia del Tobarí (Sonora, Mexico) and implications for coastal impact assessment, *Journal of Environmental Management*, 84 (3), pp. 266-273
-

F

- Fabbri**, K.P., 1998, A methodology for supporting decision making in integrated coastal zone management, *Ocean and Coastal Management*, 39, pp. 51-62
- FAO**, 2004, Status and trends in mangrove area extent worldwide, *Forest Resources Assessment*, Working Paper n°63, 287 p.
- Feng**, Y.Y., Hou, L.C., Ping, N.X., Ling, T.D. et Kyo, C.I., 2004, Development of mariculture and its impacts in Chinese coastal waters, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14, pp. 1-10

- Ferber**, J., 1995, Les systèmes multi-agents Vers une intelligence collective, InterEditions, 499 p.
- Fernandez**, R., 2004, Flooding in Pampanga delta has worsened in Central Luzon over the years, Manila Star, 2 septembre
[en ligne, <http://www.newsflash.org/2004/02/ht/ht004645.htm>]
- Ferraris**, C., 1970, An analysis of rainfall and floods in the Pampanga River Basin (1946-1966), WMO/UNDP project 'Meteorological training é research, Manila', Philippines Weather Bureau, Departement of Meteorology, University of Philippines, 125 p.
- Ferraton**, N., Cochet, H., Bainville, S., Ouattara, Z., et Nguessan, L., 2003, Initiation à une démarche de dialogue : étude des systèmes de production dans deux villages de l'ancienne boucle du cacao (Côte d'Ivoire), GREC, Paris, 134 p.
- Ferreira**, R., 1983, Los tipos de vegetacion de la costa peruana, Anales jardín Botánico de Madrid, 40 (1), pp. 241- 256
- Flaherty**, M. Szuster, B., et Miller, P., 2000, Low salinity inland shrimp farming in Thailand, *Ambio*, 29 (3), pp. 174-179
- Folke**, C., et **Kautsky**, N., 1992, Aquaculture with its environment: prospects for sustainability, *Ocean and coastal management*, 17, pp. 5-24
- Folke**, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C.S., et Walker, B., 2002, Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations, *Ambio*, 31 (5), pp. 437-440
- Folke**, C., 2006, Resilience: the emergence of a perspective for socio-ecological systems analyses, *Global Environmental Change*, 16, pp. 253-267
- Foody**, G.M., 2002, Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote sensing of environment*, 80 (1), pp. 185-201
- Franco**, D.T., 2002, Philippines water resources systems and water related disasters, Proceedings Tsukuba Asian Seminar on Agricultural Education (TASAE), 6-12 novembre 2002, Tsukuba, Japan, 12 p.
- Frankenberger**, T.R., 2002, A livelihood analysis of shrimp fry collectors in Bangladesh: future prospects in relation to a wild fry collection ban, Departement for International Development – DFID, 36 p.
- Frazier**, P.S., et **Page**, K.J., 2000, Water body detection and delineation with Landsat TM data, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66 (12), pp. 1461-1467
- Frontier**, S., Pichod-Viale, D., Leprêtre, A., Davoult, D., et Luczak, C., 2004, Ecosystèmes, Structure, fonctionnement, évolution, 3^{ème} édition, Dunod, Paris, 549 p.
- Fukui**, S., 1995, The role of land pawning in securing loans: the case of *sangla* in the Philippines, *The Developing Economies*, 33 (4), pp. 397-409

G

- Gaillard**, J.-C., Delfin, F.G., Dizon, E.Z., Larkin, J.A., Paz, V.J., Ramos, E.G., Remotigue, C.T., Rodolfo, K.S., Siringan, F.P., Soria, J.L.A., et Umbal, J.V., 2005, Anthropogenic dimension of the eruption of Mount Pinatubo, Philippines, between 800 and 599 years BP, *L'anthropologie*, 102 (2), pp. 249-266
- Gao**, B.C., 1996, NDWI A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space, *Remote Sensing of environment*, 58, pp. 257-266
- Gatus**, A.R. et Martinez, E.S., 1977, Engineering considerations in the release of mangrove swamps development into fishponds (in the Philippines), Joint SCSP/SEAFDEC Workshop on Aquaculture Engineering, Iloilo (Philippines), 27 novembre 1977, FAO, pp. 85-95
- Gentry**, A.H., 1995, Diversity and floristic composition of neotropical dry forest, in (Eds) Bullock, S.H., Mooney, H.A., Medina, E., *Seasonally dry tropical forest*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 146-194

- Gereffi**, G., 1999, International trade and industrial up grading in the apparel in commodity chain, *Journal of International Economics*, 48(1), pp. 37-70
- Gereffi**, G., 2001, Shifting governance structures in global commodity chains, with special reference to the internet, *American Behavioral Scientist*, 44 (10), pp. 1616-1637
- Gereffi**, G, et **Korzeniewicz**, M., 1994, *Commodity chains and global capitalism*, Westport, Connecticut, Praeger
- Gibbs**, M.T., 2009, Implementation barriers to establishing a sustainable coastal aquaculture sector, *Marine policy*, 33 (1), pp. 83-89
- Girard**, M.-C., et **Girard** C.M., 1999, *Traitement des données de télédétection*, Dunod, Paris, 529 p.
- Giri**, J., 1997, *Les Philippines Un dragon assoupi ?*, Karthala, Paris, 207 p.
- Goh**, D.P.S., 2008, Genèse de l'Etat colonial. Politiques colonisatrices et résistance indigène (Malaisie Britannique, Philippines Américaines), *Actes de la recherche en sciences sociales*, 178 (1-2), pp. 56-73
- Goldewijk**, K.K., et **Ramankutty**, N., 2004, Land cover change over the last three centuries due to human activities: the availability of new global data sets, *Geojournal*, 61, pp. 335-344
- Goldstone**, R.L. et **Janssen**, M.A., 2005, Computational models of collective behavior, *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (9), pp. 424-430
- Goss**, J., Burch, D., et Rickson, R.E., 2000, Agri-food restructuring and third world transnationals: Thailand, the CP group and the global shrimp industry, *World Development*, 28 (3), pp. 513-530
- Goudie**, A.S., 2005, *The human impact on the natural environment : past, present, and future*, 6th edition, Wiley-Blackwell, 376 p.
- Grandmougin**, B., 2003, Adaptabilité de deux systèmes piscicoles de la province de Pampanga (Philippines) aux évolutions récentes des facteurs de production, *Mémoire de stage*, INA-PG, 87 p.
- Granovetter**, M., 1985, Economic action and social structure : the problem of embeddedness, *American Journal of Sociology*, 91 (3), pp. 481-510
- Grataloup**, C., 2007, *Géohistoire de la mondialisation*, Armand Colin, Paris, 250 p.
- Gray**, L.C., et **Moseley**, W.G., 2005, A geographical perspective on poverty-environment interactions, *The Geographical Journal*, 171 (1), pp. 9-23
- Green**, B.W., Teichert-Coddington, D.R. et Boyd, C.E., 1998, Influence of daily water exchange volume on water quality and shrimp production, in (eds) McElwee, K., Burke, D., Niles, M. et Egna, H., *Pond dynamics/Aquaculture collaborative research support program, Sixteenth annual technical report*, Oregon State University, Corvallis, Oregon, pp. 121-128
- Green**, E.P., 2000, Satellite and airborne sensors useful in coastal applications, in (ed) Edwards, A.J., *Remote sensing handbook for tropical coastal management*, Coastal Management Sourcebooks 3, UNESCO, Paris, pp. 41-56
- Green**, E.P., Mumby, P.J., Edwards, A.J., et Clark, C.D., 1996, A review of remote sensing for the assessment and management of tropical coastal resources, *Coastal Management*, 24 (1), 1-40
- Green**, E.P., et **Mumby**, P.J., 2000, Mapping mangroves, in (ed) Edwards, A.J., *Remote sensing handbook for tropical coastal management*, Coastal Management Sourcebooks 3, UNESCO, Paris, pp. 183-197
- Green**, E.P., Clark, C. et Edwards, A.J., 2000, Geometric correction of satellite and airborne imagery, in (ed) Edwards, A.J., *Remote sensing handbook for tropical coastal management*, Coastal Management Sourcebooks 3, UNESCO, Paris, pp. 93-108
- Grimm**, V., Berger, U., Bastiansen, F., Eliassen, S., Ginot, V., Giske, J., Goss-Custard, J., Grand, T., Heinz, S.K., Huse, G., Huth, A., Jepsen, J.U., Jorgensen, C., Mooij, W.M., Muller, B., peer, G., Piou, C., Railsback, S.F., Robbins, A.M., Robbins, M.M., Rossmanith, E., Ruger,

- N., Strand, E., Souissi, S., Stillman, R.A., Vabo, R., Visser, U., et deAngelis, D.L., 2006, A standard protocol for describing individual-based and agent-based models, *Ecological Modelling*, 198, pp. 115-126
- Guanzon**, J.C., et **Basa**, S.S., 1977, Fishpond development and its relation to flooding in the Philippines with particular reference to the Pampanga river delta and Candaba swamp area, Luzon, Non publié, 9 p.
- Gueraiche**, W., 2004, Vous avez dit Philippines ?, *Outre-Terre*, 6 (1), pp. 157-164
- Guerrero III**, R.D., 1994, Tilapia farming in the Philippines, A success story, APAARI Publication 1994/2, Bangkok, 15 p.
[en ligne, http://www.apaari.org/wp-content/uploads/2009/05/ss_1994_02.pdf]
- Guidonet**, A., 2008, La réciprocité comme stratégie pour gérer la faim et la précarité alimentaire, *Anthropology of food*, 6
[en ligne, <http://aof.revues.org/index4562.html>]
- Gumuchian, H. et Pecqueur**, B., 2007, La ressource territoriale, *Economica*, Paris, 252 p.
- Gunawardena**, M. et **Rowan**, J.S., 2005, Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka, *Environmental Management*, 36 (4), pp. 535-550
- Gunnell**, Y., 2009, *Ecologie et Société*, Armand Colin, Collection U, Paris, 2009, 415 p.
- Guthman**, J., 2007, The Polanyian way? Voluntary food labels as neoliberal governance, *Antipode*, 39 (3), pp. 456-478
-

H

- Hamed**, Y., 2008, Soil structure and salinity effects of fish farming as compared to traditional farming in northeastern Egypt, *Land Use Policy*, 25, pp. 301-308
- Hall**, D., 2004, Explaining the diversity of Southeast Asian shrimp aquaculture, *Journal of Agrarian change*, 4 (3), pp. 315-335
- Hayes**, S.K., Montgomery, D.R., et Newhall, C.G., 2002, Fluvial sediment transport and deposition following the 1991 eruption of Mount Pinatubo, *Geomorphology*, 45, pp. 211-224
- Hazel**, P.B., et Norton, R.D., 1986, *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*, MacMillian Publishing Company, New York, 400 p.
- Heck**, S., Béné, C. et Reyes-Gaskin, R., 2007, Investing in African Fisheries: building links to the Millennium Development Goals, *Fish and Fisheries*, 8, pp. 211-226.
- Hein**, L., 2000, Impact of shrimp farming on mangroves along India's east coast, *Unasylva*, 51, pp. 48-55
- Hein**, L., 2002, Toward improved environmental and social management of Indian shrimp farming, *Environmental Management*, 29 (3), pp. 349-359
- Hejdova**, E., 2006, L'enclassement social de l'accès à la terre et au financement: l'exemple des entreprises aquacoles aux Philippines, colloque international « les frontières de la question foncière », Montpellier, 26 p.
- Henocque**, Y. et Denis, J., 1997, Zonation et qualification de l'espace littoral : un outil méthodologique au service de la gestion intégrée de la zone côtière, in (ed) Bodiguel, M., *Le littoral Entre nature et politique*, l'Harmattan, Paris, pp. 69-80
- Henson**, M.A., 1955, *The province of Pampanga and its towns (AD 1300-1955): with the genealogy of the rulers of Central Luzon*, Villanueva Book Store, Manila
- Hernandez-Cornejo**, R., Koedam, N., Ruiz-Luna, A., Troell, M., et Dahdouh-Guebas, F., 2005, Remote sensing and ethnobotanical assessment of the mangrove forest changes in the Navachiste-San Ignacio-Macapule lagoon complex, Sinaloa, Mexico, *Ecology and Society*, 10 (1), 16 p.
[en ligne, <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art16>]

- Herre**, A.W., et Mendoza, J., 1929, Bangos culture in the Philippine Islands, *Philippine Journal of Science*, 38(4), pp. 451-509
- Herring**, R., 2004, Disaggregating biotechnology and poverty: finding common international goals, in (eds) Eaglesham, A., Wildeman, A., et Hardy, R.W.F., *Agricultural biotechnology: finding common international goals*, National Agricultural Biotechnology Council, Report 16, New York, pp. 273-290
- Herring**, R., 2008, Opposition to transgenic technologies: ideology, interests and collective action frames, *Nature Reviews Genetics*, 9, pp. 458-463
- Hishamunda**, N., et **Subasinghe**, R.P., 2003, *Aquaculture development in China The role of public sector policies*, FAO Fisheries Technical Paper 427, Rome, 64 p.
- Hishamunda**, N., et **Ridler**, N.B., 2006, Farming fish for profits: a small step towards food security in sub-saharan Africa, *Food Policy*, 31 (5), pp. 412-414.
- Hocquenghem**, A.-M. et **Ortlieb**, L., 1992, Eventos El Nino y lluvias anormales en la costa del Peru: siglos 16-19, *Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines*, 21, pp. 197-278
- Hocquenghem**, A.-M., et **Peña Ruiz**, M., 1994, La talla del material malacologico en Tumbes, *Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines*, 23 (2), pp. 209-229
- Hocquenghem**, A.-M., 1998, Para vencer la muerte, IFEA –CNRS-INCAH, Lima, 446p.
- Hocquenghem**, A.-M. et **Durt**, E., 2002, Integracion y desarrollo de la region fronteriza peruano ecuatoriana entre el discurso y la realidad, una vision local, *Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines*, 31(1), pp. 39-99
- Hoffmann**, R.C., 1996, Economic development and aquatic ecosystems in Medieval Europe, *The American Historical Review*, 101 (3), pp. 631-669
- Holling**, C.S., 1986, Resilience of ecosystems: local surprise and global change, in (eds) Clark, W.C., Munn, R.E., *Sustainable development of the biosphere*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 292-317
- Hoq**, E.M., Islam, N.M., Kamal, M., et Abdul Wahab, M., 2001, Abundance and seasonal distribution of *Penaeus monodon* postlarvae in the Sundarbans mangrove, Bangladesh, *Hydrobiologia*, 457, pp. 97-104
- Hossain**, M., Ut, T.T., et Bose, M.L., 2006, Livelihood systems and dynamics of poverty in a coastal province of Vietnam, in (eds) Hoanh, C.T., Tuong, T.P., Gowing, J.W. and Hardy, B., *Environment and livelihoods in tropical coastal zones*, CAB International, pp. 30-47
- Hossain**, M.S., Chowdhury, S.R., Das, N.G., et Rahaman, M.M., 2007, Multi-criteria evaluation approach to GIS-based land-suitability classification for tilapia farming in Bangladesh, *Aquaculture International*, 15, pp. 425-443
- Hossain**, M.S., Chowdhury, S.R., Das, N.G., Sharifussaman, S.M., et Sultana, A., 2009, integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh, *Landscape and Urban Planning*, 90, (3-4), pp. 119-133
- Houet**, T., Hubert-Moy, L., Corgne, S., et Marchand, J.-P., 2008, Approche systémique du fonctionnement d'un territoire agricole bocager, *L'Espace Géographique*, 3, pp. 270-286
- Hue**, L.T.V. et **Scott**, S., 2008, Coastal livelihood transitions : socio-economic consequences of changing mangrove forest management and land allocation in a commune of Central Vietnam, *Geographical Research*, 46 (1), pp. 62-73
- Hui**, F., Xu, B., Huang, H., Yu, Q., et Gong, P., 2008, Modelling spatial-temporal change of Poyang Lake using multitemporal Landsat imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 29 (20), pp. 5767-5784
- Huitric**, M., Folke, C. et Kautsky, N., 2002, Development and government policies of the shrimp farming industry in Thailand in relation to mangrove ecosystems, *Ecological Economics*, 40, pp. 441-455
- Humphrey**, J., et **Schmitz**, H., 2001, Governance in global value chain, *IDS Bulletin*, 32 (3), pp. 19-29

I

- Iftekhar**, M.S. et **Islam**, M.R., 2004, Managing mangroves in Bangladesh: a strategy analysis, *Journal of Coastal Conservation*, 10, pp. 139-146
- INRENA**, 2007, Plan maestro del santuario nacional los manglares de Tumbes 2007-2011, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, 196 p.
- Irz**, X., **Stevenson**, J.R., **Tanoy**, A., **Villarante**, P., et **Morrissens**, P., 2007, The equity and poverty impacts of aquaculture : insights from the Philippines, *Development Policy Review*, 2007, 25 (4), pp. 495-516
- Islam**, M.S., 2003, Perspectives of the coastal and marine fisheries of the bay of Bengal, Bangladesh, *Ocean and Coastal Management*, 46, pp. 763-796
- Islam**, M.S., 2008, From pond to plate: towards a twin-driven commodity chain in Bangladesh shrimp aquaculture, *Food Policy*, 33 (3), pp. 209-223
- Islam**, M.S. et **Wahab**, M.A., 2005, A review on the present status and management of mangrove wetland habitat resources in Bangladesh with emphasis on mangrove fisheries and aquaculture, *Hydrobiologia*, 542, pp. 165-190
-

J

- Jager**, W., **Janssen**, M., et **Vlek**, C.A.J., 2002, How uncertainty stimulates over-harvesting in a resource dilemma: three process explanations, *Journal of Environmental Psychology*, 22, pp. 247-263
- Jager**, W., **Janssen**, M.A., **De Vries**, H.J.M., **De Greef**, J., et **Vlek**, C.A.J., 2000, Behaviour in commons dilemmas : *Homo economicus* and *Homo psychologicus* in an ecological-economic model, *Ecological Economics*, 35, pp. 357-379
- Jagor**, F., 2007, The former Philippines thru foreign eyes, The Echo Library, Teddington, 402 p.
- Janssen**, R., et **Padilla**, J.E., 1999, Preservation or conservation: valuation and evaluation of a mangrove forest in the Philippines, *Environmental and resource economics*, 14 (3), pp. 297-331
- Janssen**, M.A., et **Ostrom**, E., 2006, Empirically based, agent-based models, *Ecology and society*, 11 (2), 37 p.
- Jenkins**, D.J.A., **Sievenpiper**, J.L., **Pauly**, D., **Sumaila**, U.R., **Kendall**, C.W.C., et **Mowat**, F.M., 2009, Are dietary recommendations for the use of fish oils sustainable?, *Canadian Medical Association Journal*, 180 (6), pp. 633-637
- Jin-Eong**, O., 1995, The ecology of mangrove conservation and management, *Hydrobiologia*, 295, pp. 343-351
- Johns**, H., et **Ormerod**, P., 2008, The unhappy thing about happiness economics, *Real-world economics review*, 46, pp. 139-146
- Jouve**, P., et **Tallec**, M., 1996, Une methode d'étude des systems agraires en Afrique de l'Ouest par l'analyse de la diversité et de la dynamique des agrosystemes villageois, in (ed) **Budelman**, A., *Agricultural research and development at the crossroads*, Royal tropic Institute The Netherlands, pp. 19-32
- Jouve**, 2006, La dimension spatiale des systemes de culture : comparaison entre agriculture temperée et agriculture tropicale, *Cahiers Agricultures*, 15(3), pp. 255-260
-

K

- Kaag**, M., (2004), Ways forward in livelihood research, in (eds) **Kalb**, D., **Pansters**, W. et **Siebers**, H, *Globalization and development Themes and Concepts in current research*, Springer, pp. 49-74

- Kanbur**, R. and Squire, L. (2002), L'évolution de notre manière d'envisager la pauvreté: analyse des interactions, in (ed) Banque Mondiale, Aux frontières de l'économie du développement, Banque Mondiale, ESKA, Paris, 470 p.
- Kapetsky**, J.M., et **Travaglia**, C., 1985, Geographical information systems and remote sensing : an overview of their present and potential applications in aquaculture, in (eds) Nambiar, K.P.P., et Singh, T., Aquaculture towards 21st century, Infofish, Kuala Lumpur, pp. 187-208
- Kapetsky**, J.M., et **Aguilar-Manjarrez**, J., 2007, Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper, 458, 125 p.
- Karthik**, M., Suri, J., Saharan, N., et Biradar, R.S., 2005, Brackish water aquaculture site selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, using the techniques of remote sensing and geographical information system, Aquacultural Engineering, 32, pp. 285-302
- Kautsky**, N., Rönnbäck, P., Tedengren, M., et Troell, M., 2000, Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming, Aquaculture, 191, pp. 145-161
- Keefer**, D.K., deFrance, S.D., Moseley, M.E., Richardson III, J.B., Satterlee, D.R., et Day-Lewis, A., 1998, Early maritime economy and El Niño events at Quebrada Tacahuay, Peru, Science, 281 (5384), pp. 1833-1835
- Kent**, G., 1995, Aquaculture and Food Security, in eds. (Pacon), *Proceedings of the PACON Conference on Sustainable Aquaculture 95, 11-14 June 1995, Honolulu, Hawai'i, USA*. Honolulu: Pacific Congress on Marine Science and Technology, 1995.
- Kerkvliet**, B.J., 1974, Land reform in the Philippines since the Marcos group, Pacific Affairs, 47 (3), pp. 286-304
- Kongkeo**, H., et **Davy**, F.B., 2010, Backyard hatcheries and small scale shrimp and prawn farming in Thailand, in (eds) De Silva, S.S., et Davy, F.B., Success stories in Asian Aquaculture, Springer, pp. 67-83
- Krishnan**, M., et Birthal, P.S., 2002, Aquaculture development in India: an economic overview with special reference to coastal aquaculture, Aquaculture Economics and Management, 6 (1/2), pp. 81- 96
- Kron**, G., 2005, Possible evidence for the aquaculture of tilapia Greco-Roman antiquity, Points de vue, 7p.
- Kron**, G., 2008a, Reconstructing the techniques and potential productivity of Roman aquaculture in the light of recent research and practice, in (ed) Hermon, E., Vers une gestion intégrée de l'eau dans l'Empire Romain, L'Erma, Roma, pp. 175-186
- Kron**, G., 2008b, Animal husbandry, hunting, fishing, and fish production, in (ed) Oleson, J.P., The Oxford handbook of engineering and technology in the classical world, Oxford University Press, pp. 175-224
- Kumaran**, M, Ravichandran, P., Gupta, B.P., et Nagavel, A., 2003, Shrimp farming practices and its socio-economic consequences in East Godavari district, Andhra Pradesh, India, Aquaculture Asia, 8, pp. 48-52
- Kumate**, J., Sepulveda, J. et Gutiérrez, G., 1998, Cholera epidemiology in Latin America and perspectives for eradication, Bulletin de l'Institut Pasteur, 96, pp. 217-226

L

- Lacerda**, L.D., 2006, Inputs of nitrogen and phosphorus to estuaries of northeastern Brazil from intensive shrimp farming, Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, 10 (2), pp. 13-27
- Lacroix**, D., 1995, Développement et recherche aquacoles en Afrique du Nord, FAO, Project reports, MEDRAP, Tunis, 97 p.

- Lajarge, R.**, et **Roux, E.**, 2007, Ressource, projet, territoire: le travail continu des intentionalités, in (eds) Gumuchian, H., et Pecqueur, B., La ressource territoriale, Economica, Paris
- Lal, P.N.**, 2001, Integrated and adaptive mangrove management framework – an Action Oriented Option for the New Millennium, in (ed) Lacerda, L.D., Mangrove Ecosystems Function and Management, Springer, pp. 235-257
- Lambin, E.F.**, Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skanes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C., et Xu, J., 2001, The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, *Global Environmental Change*, 11, pp. 261-269
- Laopao, M.L.**, 1983, The economics of brackishwater fish-farming in selected provinces in the Philippines, Economic Research Report, Bureau of Agricultural Economics, Manille, 91 p.
- Larkin, J.A.**, 1971, The causes of an involuted society: a theoretical approach to rural southeast asian history, *The journal of Asian studies*, 30 (4), pp. 783-795
- Larkin, J.A.**, 1982, Philippine history reconsidered: a socio-economic perspective, *The American historical association*, 87 (3), pp. 595-628
- Larkin, J.A.**, 1985, The Pampangos: the history of Pampanga province, New Publisher, Manille,
- Larkin, J.A.**, 2001, Sugar and the origins of modern Philippine Society, New Dat Publishers, Quezon City, 337 p.
- Lavigne-Delville et Wybrecht**, 2006, Le diagnostic local des activités paysannes, Memento de l'agronome, CIRAD, pp. 45-67
- Lazard, J.**, et **Dabbadie, L.**, 2003, Freshwater aquaculture and polyculture, *Unesco Eolss Encyclopedia*, 30 p.
- Lebel, L.**, Tri, N.H., Saengnoee, A., Pasong, S., Buatama, U., et Thoa, L.K., 2002, Industrial transformation and shrimp aquaculture in Thailand and Vietnam: pathways to ecological, social and economic sustainability?, *Ambio*, 31 (4), pp. 311-323
- Lebel, L.**, Anderies, J.M., Campbell, B., Folke, C., Hatfield-Dodds, S., Hughes, T.P. et Wilson, J., 2006, Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems, *Ecology and Society*, 11(1), 19 p.
[en ligne, <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art19/>.]
- Lebel, L.**, Po, G., Luers, AM, Manuel-Navarrete, D., et Huy Giap, D., 2009, Knowledge and innovation relationships in the shrimp industry in Thailand and Mexico, *PNAS*
- Leemans, R.**, et **Serneels, S.**, 2004, Understanding land-use change to reconstruct, describe or predict changes in land cover, *Geojournal*, 61, pp. 305-307
- Leloup, F.**, Moyart, L., Pecqueur, B., 2005, La gouvernance territoriale comme nouveau mode de coordination territoriale ?, *Géographie Economie Société*, 7, pp. 321-332
- Lem, A.**, et **Karunasagar, I.**, 2007, Trade and safety in aquaculture products, *Fao Newsletter*, 38, pp. 13-16
- Levy, P.**, 2009, Impacts des réglementations sanitaires européennes sur les producteurs de crevette *Penaeus monodon* du delta de Pampanga-Central Luzon-Philippines, Mémoire de fin d'études, ISTOM, 81 p.
- Lewis, D.**, 1997, Rethinking aquaculture for resource-poor farmers: perspectives from Bangladesh, *Food Policy*, 22, pp. 533-546
- Lin, N.**, 1995, Les ressources sociales: une théorie du capital social, *Revue Française de Sociologie*, 36, pp. 685-704

- Lin**, N., 2002, Social capital A theory of social structure and action, Cambridge University Press, 278 p.
- Linares-Palomino**, R., et **Ponce Alvarez**, S.I., 2005, Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera, Tumbes, Peru, *Forest Ecology and Management*, 209, pp. 261-272
- Linneweber**, V., 2002, Mangrove ecosystems Function and management, Springer, Berlin, 292 p.
- Liongson**, L.Q., non daté, Water resources management in the Philippines during El Niño episodes, document non publié, 12 p.
- Lipton**, M., 2001, Reviving global poverty reduction: what role for genetically modified plants?, *Journal of International Development*, 13, pp. 823-846
- Lopez**, M.V., et **Mendoza**, T.C., 2004, Management option for salt-affected rice-based farming systems during the El Nino and La Nina phenomena, *Journal of Sustainable Agriculture*, 23 (4), pp. 19-37
- Lopez**, M.V., **Mendoza**, T.C. et **Genio**, E.R., 2004, Farmers' adaptive strategies in rice-based farming systems in Masantol, Pampanga, Philippines, *Journal of sustainable agriculture*, 24(1), pp. 5-25
- Luttrell**, C., 2006, Adapting to aquaculture in Vietnam: securing livelihoods in a context of change in two coastal communities, in (eds) **Hoanh**, C.T., **Tuong**, T.P., **Gowing**, J.W. et **Hardy**, B., *Environment and livelihoods in tropical coastal zones*, CAB International, pp. 17-29
- Lynne**, G.D., et **Rola**, L.R., 1988, Improving attitude – behaviour prediction models with economic variables : farmer actions toward soil conservation, *Journal of Social Psychology*, 128, pp. 19-28

M

- Malecki**, E.J., 1997, Technology and economic development: the dynamics of local, regional and national competitiveness, 2nd edition, Longman Pub Group, London, 460 p.
- Marius**, C., 1985, Mangroves du Sénégal et de la Gambie Ecologie – Pédologie – Géochimie, Editions de l'ORSTOM, Collection travaux et documents n°193, Paris, 357 p.
- Masser**, M.P., 2000, Aquatic vegetation control, in (ed) **Stickney**, R.R., *Encyclopedia of aquaculture*, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 51-61
- Matthews**, R.B., **Gilbert**, N.G., **Roach**, A., **Polhill**, J.G., et **Gotts**, N.M., 2007, Agent-based land-use models: a review of applications, *Landscape Ecology*, 22 (10), pp. 1447-1459
- Mazoyer**, M., 1987, Dynamique des systèmes agraires, rapport de synthèse présenté au Comité des systèmes agraires, Paris, ministère de la Recherche et de la Technologie.
- Mazoyer**, M., et **Roudart**, L., 1997, Histoire des agricultures du monde, Du néolithique à la crise contemporaine, Editions du Seuil, Paris, 705 p.
- McCartney**, M.P., **Sullivan**, C., et **Acreman**, M.C., 2001, Ecosystem impacts of large dams, Background Paper n°2, IUCN/UNEP/WCD, 82 p.
- McCoy**, A.W., et **de Jesus**, Ed C., 2001, Philippine Social history : global trade and local transformations, The Ateneo de Manila, University Press, Manila, 492 p.
- McFeeters**, S.K., 1996, The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, *International Journal of Remote Sensing*, 17, pp. 1425-1432
- McGoodwin**, J.R., 1994, Crisis in the World's Fisheries: People, Problems, and Policies, Stanford University Press, 248 p.
- McLennan**, M.S. (2001), Changing human ecology on the central Luzon plain : Nueva Ecija, 1705-1939, in (eds) **McCoy**, A.W. et **De Jesus**, E.C., *Philippine Social History, Global trade and local transformations*, Ateneo de Manila University Press, Manille, pp. 57-90

- Miller**, K., 2005, Communications theories: perspectives, processes, 2nd Edition, McGraw-Hill, New-York, 352 p.
- Ministerio de Agricultura**, 2001, Plan Estrategico Agrario de Tumbes, Tumbes, 32 p.
- Moberg** F. et **Rönnbäck** P., 2003, Ecosystem Services in the Tropical Seascape: Ecosystem Interactions, Substituting Technologies, and Ecosystem Restoration, *Ocean and Coastal Management*, 46, pp. 27-46.
- Moine**, A., 2006, Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie, *L'espace Géographique*, 2006-2, pp. 115-132
- Morales**, E.J., 2007, Self-recruiting species in farmer managed aquatic systems: their importance to the livelihoods of the rural poor in Southeast Asia, Thèse de Doctorat, Aquaculture Systems Group, University of Stirling, 510 p.
- Morato**, T., **Watson**, R., **Pitcher**, T.J., et **Pauly**, D., 2006, Fishing down the deep, *Fish and fisheries*, 7, pp. 24-34
- Morel**, V., **Körfer**, A., et **Deboudt**, P., 2008, Réseaux et gestion intégrée des zones côtières : un regard de géographes, *Vertigo*, 8 (1) [URL : <http://vertigo.revues.org/index1922.html>.]
- Mumby**, P. et **Clark**, C., 2000, Radiometric correction of satellite and airborne images, in (ed) **Edwards**, A.J., Remote sensing handbook for tropical coastal management, Coastal Management Sourcebooks 3, UNESCO, Paris, pp. 109-120
- Muttitanon**, W. et **Tripathi**, N.K., 2005, Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data, *International Journal of Remote Sensing*, 26 (11), pp. 2311-2323

N

- Nagarajan**, G., **Quisumbing**, A., et **Otsuka**, K., 1991, Land pawning in the Philippines: an exploration into the consequences of land reform regulations, *The Developing Economies*, 29 (2), pp. 125-144
- Nagarajan**, R. et **Thiyagesan**, K., 2006, The effects of coastal shrimp farming on birds in Indian mangrove forest and tidal flats, *Acta Zoologica Sinica*, 52 (Supplement), pp. 541-548
- Narayan**, D., 2002, Bonds and bridges: social capital and poverty, in (eds) **Isham**, J., **Kelly**, T., et **Ramaswamy**, S., Social capital and economic development Well-being in developing countries, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 58-84
- Nath**, S.S., **Bolte**, J.P., **Ross**, L.G., et **Aguilar-Manjarrez**, J., 2000, Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture, *Aquacultural Engineering*, 23, pp. 233-278
- Naylor**, R.L., **Goldburg**, R.J., **Primavera**, J.H., **Kautsky**, N., **Beveridge**, M.C.M., **Clay**, J., **Folke**, C., **Lubchenco**, J., **Mooney**, H., et **Troell**, M., 2000, Effect of aquaculture on world fish supplies, *Nature*, 405, pp. 1017-1024
- Naylor**, R.L., **Hardy**, R.W., **Bureau**, D.P., **Chiu**, A., **Elliott**, M., **Farrell**, A.P., **Forster**, I., **Gatlin**, D.M., **Goldburg**, R.J., **Hua**, K., et **Nichols**, P.D., 2009, Feeding aquaculture in an era of finite resources, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106 (36), pp. 15103-15110
- Neiland**, A.E., **Soley**, N., **Varley**, J.B., et **Whitmarsh**, D.J., 2001, Shrimp aquaculture: economic perspectives for policy development, *Marine Policy*, 25 (4), pp. 265-279
- Newson**, L.A., 2009, Conquest and pestilence, In the early spanish Philippines, University of Hawai'i Press, 306 p.
- Nunn**, P.D., et **Kumar**, R., 2006, Coastal evolution in the Asia-Pacific region, in (ed) **Harvey**, N., Global change and integrated coastal management, Springer Netherlands, pp. 93-116
- Nursey-Bray**, M. et **Palmer**, R., 2007, Coastal zone, in (ed) **Robbins**, P., Encyclopedia of environment and Society, SAGE Publication, pp. 342-343

Nyberg-Sorensen, N., Van Hear, N., et Engberg-Pedersen, P., 2002, The migration-development nexus evidence and policy options, International Organisation for Migration, Migration research series, 8, 51 p.

O

Ocampo-Thomason, P., 2006, Mangroves, people and cockles: impacts of the shrimp-farming industry on mangrove communities in Esmeraldas province, Ecuador, in (eds) Hoanh, C.T., Tuong, T.P., Gowing, J.W. et Hardy, B., Environment and livelihoods in tropical coastal zones, CAB International, pp. 140-153

OCDE, 1998, L'investissement dans le capital humain Une comparaison internationale, Editions OCDE, 124 p.

Olsen, S., Tobey, J., et Kerr, M., 1997, A common framework for learning from ICM experience, Ocean and Coastal Management, 37 (2), pp. 155-174

Ostrom, E., 2009, A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems, Science, 325, pp. 419-422

Ouma, Y.O. et **Tateishi**, R., 2006, A water index for rapid mapping of shoreline changes of five East African Rift Valley lakes : an empirical analysis using Landsat TM and ETM+ data, International Journal of Remote Sensing, 27 (15), pp. 3153-3181

P

Pacheco, A., Carrasco, A.R., Vila-Concejo, A., Ferreira, O., Dias, J.A., 2007, A coastal management program for channels located in backbarrier systems, Ocean and coastal management, 50, pp. 119-143

Paez-Osuna, F., Gracia, A., Flores-Verdugo, F., Lyle-Fritch, L.P., Alonso-Rodriguez, R., Roque, A. et Ruiz-Fernandez, A.C., 2003, Shrimp aquaculture development and the environment in the gulf of California ecoregion, Marine Pollution Bulletin, 46, pp. 806-815

Parker, D.C., et Berger, T., 2002, Synthesis and discussion, in (eds) Parker, D.C., Berger, T., et Manson, S.M., Agent-based models of land-use and land-cover change, Report and review of an international workshop October 4-7 2001, California USA, pp. 79-88

Parker, D.C., Manson, S.M., Janssen, M.A., Hoffmann, M.J., et Deadman, P., 2003, Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change: a review, Annals of the association of American geographers, 93 (2), pp. 314-337

Parker, S.-J., 2008, Extensive shrimp farming provides an important livelihood for poor rural communities in the Philippines: The mangangapa and degaton system described, MSc Dissertation, unpublished, Institute of Stirling, Stirling, 40 p.

Patterson, C.O., 2000, Algae: toxic algae and algal toxins, in (ed) Stickney, R.R., Encyclopedia of aquaculture, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 17-23

Pavlov, I.P., 1927, Conditioning reflexes, Oxford University Press, New York

PCAMRD, 1996, The crab industry in the Philippines, PCAMRD Currents, 1 (3), 24 p.

Pecqueur, B., 2006, Le tournant territorial de l'économie globale, Espaces et sociétés, 2/3, pp. 124-125

Peguy, C.-P., 2001, Espace, Temps, Complexité. Vers une métagéographie, Belin, Paris, 283 p.

Pérez, O.M., Telfer, T.C., et Ross, L.G., 2007, Use of GIS-based models for integrating and developing marine fish cages within the tourism industry in Tenerife (Canary Islands), Coastal Management, 31, pp. 355-366

Pyhälä, M., et **Noblecilla**, H.P., 2000, Informe ornitológico de una visita a la Zona Reservada de Tumbes, ZRT, Tumbes, 9 p.

- Pham**, T.T.H., Bonn, F., et Dubois, J.-M., 2007, Démarche méthodologique pour la détection des changements d'un milieu morcelé en utilisant des images à moyenne résolution spatiale : application à une région littorale du Vietnam, *Revue Télédétection*, 7 (1-2-3-4), pp. 303-323
- Polhill**, J.G., Sutherland, L.-A., et Gotts, N.M., 2010, Using qualitative evidence to enhance an agent-based modeling system for studying land use change, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 13 (2), 10 p.
- Prasad**, N.V., et **Kumar**, K.S., 2009, Biotechnology applications for sustainable aquaculture, in (eds) Mishra, C.S.K., et Champagne, P., *Biotechnology applications*, I.K. International, New Delhi, pp. 320-332
- Pray**, C.E., et **Naseem**, A., 2007, Supplying crop biotechnology to the poor : opportunities and constraints, *Journal of development studies*, 43 (1), pp. 192-217
- Primavera**, J.H., 1995, Mangroves and brackish water pond culture in the Philippines, *Hydrobiologia*, 295, pp. 303-309
- Primavera**, J.H., 1998, Mangroves as nurseries: shrimp populations in mangrove and non-mangrove habitats, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46, pp. 457-464
- Primavera**, J.H., 2005, Mangroves, fishponds, and the quest for sustainability, *Science*, 310, pp. 57-59
- Primavera**, J.H., 2006, Overcoming the impacts of aquaculture in the coastal zone, *Ocean and Coastal Management*, 49, pp. 531-545
- Putnam**, R.D., 1993, *Making Democracy Work Civic traditions in modern Italy*, Princeton University Press, 258 p.

R

- Radcliffe**, S., 1992, Mountains, maidens and migration: gender and mobility in Peru, in (eds) Chant, S., *Gender and migration in developing countries*, Belhaven Press, London, pp. 30-48
- Ramachandran**, A., Enserink, B., et Balchand, A.N., 2005, Coastal regulation zone rules in coastal panchayats (villages) of Kerala, India vis-à-vis socio-economic impacts from the recently introduced peoples' participatory program for local self-governance and sustainable development, *Ocean and Coastal Management*, 48, pp. 632-653
- Ramasubramanian**, R., Gnanappazham, L., Ravishankar, T., et Navamuniyammal, M., 2006, Mangroves of Godavari – analysis through remote sensing approach, *Wetlands Ecology and Management*, 14, pp. 29-37
- Raikes**, P., Jensen, M.F., et Ponte, S., 2000, Global commodity chain analysis and the French filière approach : comparison and critique, *Economy and society*, 29 (3), pp. 390-417
- Rajitha**, K., Mukherjee, C.K., et Chandran, R.V., 2006, Applications of remote sensing and GIS for sustainable management of shrimp culture in India, *Aquacultural Engineering*,
- Rasowo**, J., 1992, Mariculture development in Kenya: alternatives to siting ponds in the mangrove ecosystem, *Hydrobiologia*, 247, pp. 209-214
- ResilienceAlliance** [en ligne, <http://www.resalliance.org>]
- Rey-Valette**, H., Carbonnel, P., Roussel, S., et Richard, A., 2006, L'apport de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) à la gestion de l'érosion côtière : intérêt et exemple en Méditerranée française, *Vertigo*, 7 (3)
[en ligne, <http://vertigo.revues.org/index2529.html>]
- Richetin**, J., Sengupta, A., Perugini, M., Adjali, I., Hurling, R., Greetham, D., et Spence, M., 2010, A micro-level simulation for the prediction of intention and behavior, *Cognitive Systems Research*, 11, pp. 181-193
- Richmond**, B., 1991, Systems thinking Four key questions, *High Performance Systems*, 9 p.
- Rindfuss**, R.R., Turner II, B.L., Entwisle, B., et Walsh, S.J., 2004, Land cover / use and population, in (eds) Gutman, G., Janetos, A.C., Justice, C.O., Moran, E.F., Mustard, J.F.,

- Rindfuss, R.R., Skole, D., Turner II, B.L., Cochrane, M.A., Land change science, Kluwer Academic Publishers, pp. 351-366
- Rindfuss**, R.R., Entwisle, B., Walsh, S.J., An, L., Badenoch, N., Brown, D.G., Deadman, P., Evans, T.P., Fox, J., Geoghegan, J., Gutmann, M., Kelly, M., Linderman, M., Liu, J., Malanson, G.P., Mena, C.F., Messina, J.P., Moran, E.F., Parker, D.C., Parton, W., Prasartkul, P., Robinson, D.T., Sawangdee, Y., Vanwey, L.K., et Verburg, P.H., 2008, Land use change : complexity and comparisons, *Journal of land Use Science*, 3 (1), pp. 1-10
- Rivas Plata**, J.V., 1984, Breve historia de la acuicultura y su organizacion en el Peru, in (ed.)Fernando-Criado, M.P., *Informes Nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en America Latina*, FAO, Informe de Pesca N°294 suplemento, 138 p.
[en ligne, <http://www.fao.org/docrep/005/ad020s/ad020s00.htm>]
- Robbins**, P., 2007, *Encyclopedia of environment and society*, SAGE Publications, 2105 p.
- Robinson**, D.T., Brown, D.G., Parker, D.C., Schreinemachers, P., Janssen, M.A., Huigen, M., Wittmer, H., Gotts, N., Promburom, P., Irwin, E., Berger, T., Gatzweiler, F., Barnaud, C., 2007, Comparison of empirical methods for building agent-based models in land use science, *Journal of land use science*, 2 (1), pp. 31-55
- Robertson**, M., 2007, Wetlands, in (ed) Robbins, P., *Encyclopedia of environment and society*, SAGE Publications, pp. 1945-1947
- Rodbell**, D.T., Seltzer, G.O., Anderson, D.M., Abbot, M.B., Enfield, D.B., et Newman, J.H., 1999, An ~ 15000-year record of El Niño-driven alluviation in southwestern Ecuador, *Science*, 283 (5401), pp. 516-520
- Rodolfo**, K.S., et **Siringan**, F.P., 2006, Global sea-level rise is recognised, but flooding from anthropogenic land subsidence is ignored around northern Manila Bay, Philippines, *Disasters*, 30 (1), pp. 118-139
- Rönnbäck**, P., Troell, M., Kautsky, N. et Primavera, J.H., 1999, Distribution pattern of shrimps and fish among Avicennia and Rhizophora microhabitats in the Pagbilao mangroves, Philippines, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48, pp. 223-234
- Rönnbäck**, P., et **Primavera**, J.H., 2000, Illuminating the need for ecological knowledge in economic valuation of mangroves under different management regimes – a critique, *Ecological Economics*, 35, pp. 135-141
- Rönnbäck**, P., Bryceson, I. et Kautsky, N., 2002, Coastal aquaculture development in east Africa and the western Indian ocean : prospects and problems for food security and local economies, *Ambio*, 31 (7-8), pp. 537-542
- Ruelland**, D., 2008, Long-term monitoring of land cover changes based on Landsat imagery to improve hydrological modelling in West Africa, *International Journal of Remote Sensing*, 29 (12), pp. 3533-3551
- Ruiz-Luna**, A. et **Berlanga-Robles**, C.A., 1999, Modifications in coverage patterns and land use around the Huizache-Caimanero lagoon system, Sinaloa, Mexico: a multi-temporal analysis using Landsat images, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49, pp. 37-44
- Ruiz-Luna**, A., et **Berlanga-Robles**, C.A., 2003, Land use, land cover changes and coastal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico, *Landscape Ecology*, 18, pp. 159-171

S

- Salam**, M.A., Ross, L.G., et Beveridge, C.M.M., 2003, A comparison of development opportunities for crab and shrimp aquaculture in southwestern Bangladesh, using GIS modelling, *aquaculture*, 220, pp. 477-494
- Salita**, D.C., 1958, Land use in the province of Pampanga, Thesis, University of the Philippines, 147 p.

- Samarakoon, J.**, 2004, Issues of livelihood, sustainable development and governance: bay of Bengal, *Ambio*, 33 (1-2), pp. 34-44
- Sarkar, S.K.**, et Bhattacharya, A.K., 2003, Conservation of biodiversity of the coastal resources of sundarbans, Northeast India: an integrated approach through environmental education, *Marine Pollution Bulletin*, 47, pp. 260-264
- Schreinemachers, P.**, et Berger, T., 2006, Land use decisions in developing countries and their representation in multi-agent systems, *Journal of Land Use Science*, 1 (1), pp. 29-44
- Scoones, I.**, 1998, Sustainable rural *livelihoods* : a framework for analysis, Institute of Development Studies, Working paper 72, 22 p.
- Scott, W.H.**, 1994, Barangay Sixteenth-Century Philippine culture and society, Ateneo de Manila University Press, 288 p.
- Scouvert, M.**, et **Lambin, E.F.**, 2006, Approche systémique des causes de la déforestation en Amazonie brésilienne : syndromes, synergies et rétroactions, *L'espace Géographique*, 3, pp. 241-254
- Sen, A.**, 2003, Un nouveau modèle économique, Développement Justice Liberté, Odile Jacob, Paris, 479 p.
- Serra, J.**, 1982, Image analysis and mathematical morphology, volume 1, Academic Press, 610 p.
- Shalaby, A.**, et **Tateishi, R.**, 2007, Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt, *Applied Geography*, 27 (1), pp. 28-41
- Shimoda, T.**, Fujioka, Y., Srithong, C. et Aryuthaka, C., 2005, Phosphorus budget in shrimp aquaculture pond with mangrove enclosure and aquaculture performance, *Fisheries Science*, 71, pp. 1249-1255
- Shpigel, M.**, et **Neori, A.**, 2007, Microalgae, macroalgae, and bivalves as biofilters in land-based mariculture in Israel, Ecological and genetic implications of aquaculture activities, *Reviews: Method and technologies in fish biology and fisheries*, 6 (4), pp. 433-446
- Simms, A.**, 2002, GIS and aquaculture: assessment of soft shell clam sites, *Journal of coastal conservation*, 8, pp. 35-47
- Simon, H.A.**, 1955, A behavioral model of rational choice, *The Quarterly journal of Economics*, 69 (1), pp. 99-118
- Simsik, M.J.**, 2007, Political ecology, in (ed) Robbins, P., *Encyclopedia of environment and society*, SAGE Publications, pp. 1383-1387
- Singh, A.**, 1989, Digital change detection techniques using remotely-sensed data, *International Journal of remote sensing*, 10 (6), pp. 989-1003
- Skladany, M.**, et **Harris, C.**, 1995, On global pond: international development and commodity chains in the shrimp industry, in (ed) McMichael, P., *Food and agrarian orders in the world-economy*, Praeger, Westport, pp. 169-191
- Skourtos, M.S.**, Kontogianni, A.D., Georgiou, S., et Turner, R.K., 2005, Valuing coastal ecosystem, in (Eds) Vermaat, J.E., et al., *Managing European Coasts: Past, Present and Future*, Springer, Berlin, pp. 119-136
- Smith, P.**, 2007, Antimicrobial use in shrimp farming in Ecuador and emerging multi-resistance during the cholera epidemic of 1991 : a re-examination of the data, *Aquaculture*, 271, pp. 1-7
- Smith, I.R.**, et **Panayotou, T.**, 1984, Territorial use rights and economic efficiency : the case of the philippine fishing concessions, *FAO Fishery technical Paper* 245, 17 p.
- Sociétés de gens de lettre**, 1783, *Histoire universelle, depuis le commencement du monde jusqu'à présent*, Chez Moutard, Paris, 567 p.

- Soria**, J.L.A., Siringan, F.P., et Rodolfo, K., 2005, Compaction rates and paleo-sea levels along the delta complex north of Manila Bay, Luzon Island, Philippine, *Science Diliman*, 17(2), pp. 39-45
- Southgate**, D., 1992, Shrimp mariculture development in Ecuador: some resource policy issues, USAID, EPAT/MUCIA program, Working Paper n°5, 15 p.
- Stanley**, D. L., 2003, The economic impact of mariculture on a small regional economy, *World Development*, 31(1), pp. 191-210
- Stickney**, R.R., 2000, *Encyclopedia of aquaculture*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1063 p.
- Stickney**, R.R., 2007, Addressing problems associated with aquaculture and aquaculture effluents in the USA: a historical essay, in (ed.) Bert, T.M., *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*, pp. 355-359
- Stimson**, R.J., 2006, Decision support tools to inform regional economic development analysis and strategy, in (ed.) Stimson, R.J., *Regional Economic Development*, Springer, pp. 349-383
- Stonich**, S.C., 1995, The environmental quality and social justice implications of shrimp mariculture development in Honduras, *Human Ecology*, 23 (2), pp. 143-168
- Story**, M. et **Congalton**, R.G., 1986, Accuracy assessment: a user's perspective, *Photogrammetric Engineering and remote sensing*, 52 (3), pp. 397-399
- Subasinghe**, R.P., et **Phillips**, M.J., 2007, Aquaculture certification: a challenge for the small farmer, *FAO Aquaculture Newsletter*, 38, pp. 34-38
- Szuster**, B., Steckler, C., et Kullavanijaya, B., 2008, Detecting and managing coastal fisheries and aquaculture gear using satellite radar imagery, *Coastal Management*, 36, pp. 318-329
-

T

- Talbot**, A.-C., 2008, Contrat lié et intégration verticale: deux mécanismes alternatifs de gestion de la rareté, Le cas de l'élevage de crevettes dans la région du delta de Pampanga (Philippines), Mémoire de fin d'études, Master Professionnel Analyse Economique, Cerdi, non publié, 54 p.
- Tantingco**, R., 2004, Eight unique Kapampangan folk festivals, *Singsing*, 3 (2), pp. 14-42
- Tantingco**, R. et Mallari, J.P., 2004, How the volcano reclaimed Pampanga from the sea, *Singsing*, 3(2), pp. 46-49
- Tarras-Wahlberg**, N.H., Flachier, A., Lane, S.N., et Sangfors, O., 2001, Environmental impacts and metal exposure of aquatic ecosystems in rivers contaminated by small scale gold mining: the Puyango River basin, southern Ecuador, *The Science of the Total Environment*, 278, pp. 239-261
- Terchunian**, A., Klemas, V., et Asegovia, M., 1986, Mangrove mapping in Ecuador : the impact of shrimp pond construction, *Environmental Management*, 10, pp. 345-350
- Thomas**, Y.-F., Ménanteau, L. et Garcia-Valencia, C., 2005, Analisis del uso del suelo por acuicultura en el delta en el canal del dique entre 1986 y 2003 (caribe colombiano), *Boletín Científico CIOH*, 23, pp. 103-114
- Thornton**, C., Shanahan, M. et Williams, J., 2003, From wetlands to wastelands: impact of shrimp farming, *SWS Bulletin (March)*, pp. 48-53
- Thorpe**, A., Aguilar Ibarra, A., et Reid, C., 2000, The New Economic Model and Marine Fisheries Development in Latin America, *World Development*, 28 (9), pp. 1689-1702
- Thu**, P.M., et **Populus**, J., 2007, Status and changes of mangrove forest in Mekong Delta : case study in Tra Vinh, Vietnam, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71, pp. 98-109
- Tickner**, J. et **Gouveia-Vigeant**, T., 2005, The 1991 Cholera epidemic in Peru : not a case of precaution gone awry, *Risk Analysis*, 25 (3), pp. 495-502

- Tiebout**, C., 1956, A Pure Theory of Local Expenditures, *Journal of Political Economy*, 64 (5), pp. 416 – 424
- Tobey**, J., Clay, J. et Vergne, P., 1998, The economic, environmental and social impacts of shrimp farming in Latin America, Coastal Management Report n°2202, USAID, Coastal Resource Center, University of Rhode Island, 62 p.
- Tong**, P.H.S., Auda, Y., Populus, J., Aizpuru, M., Al Habshi, A. et Blasco, F., 2004, Assessment from space of mangroves evolution in the Mekong delta, in relation to extensive shrimp farming, *International Journal of Remote Sensing*, 25 (21), pp. 4795-4812
- Torrens**, P.M., 2010, Agent-based models and the spatial sciences, *Geography Compass*, 4/5, pp. 428-448
- Travaglia**, C., Profeti, G., Aguilar-Manjarrez, J., et Lopez, N.A., 2004, Mapping coastal aquaculture fisheries structures by satellite imaging radar: a case study on the Lingayen Gulf, the Philippines, Technical Paper n°459, FAO, Rome, 45 p.
- Treece**, G.D., 2000, Site selection, in (ed) Stickney, R.R., *Encyclopedia of aquaculture*, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 869-879
- Twilley**, R., 1989, Impacts of shrimp mariculture practices on the ecology of coastal ecosystems in Ecuador, in (eds) Olsen, S., et Arriaga, L., *A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador*, Narragansett, Rhode Island, Coastal Resources Center, University of Rhode Island, pp. 92-120
- Twilley**, R.R., Gottfried, R.R., Rivera-Monroy, V.H., Zhang, W., Montañó Armijos, M. et Boderó, A., 1998, An approach and preliminary model of integrating ecological and economic constraints of environmental quality in the Guayas river estuary, Ecuador, *Environnement Science & Policy*, 1, pp. 271-288

V

- Valbuena**, D., Verburg, P.H., et Bregt, A.K., 2008, A method to define a typology for agent-based analysis in regional land-use research, *Agriculture, Ecosystems, and Environnement*, 128, pp. 27-36
- Valbuena**, D., Verburg, P.H., Veldkamp, A., Bregt, A.K., et Ligtenberg, A., 2010a, Effects of farmer's decisions on the landscape structure of a Dutch rural region: an agent-based approach, *Landscape and Urban Planning*, 97, pp. 98-110
- Valbuena**, D., Verburg, P.H., Bregt, A.K., et Ligtenberg, A., 2010b, An agent-based approach to model land-use change at a regional scale, *Landscape Ecology*, 25, pp. 185-199
- Valdellon**, T.C., et **Lizarondo**, M.S., 1985, An insights into the marketing operations of prawn and shrimp exporters in the Philippines, *Agricultural Marketing Report*, Bureau of Agricultural Economics, Quezon City, vol 7, n°14, 37 p.
- Valieva**, I., Bowen, J.L. et York, J.K., 2001, Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments, *Bioscience*, 51 (10), pp. 807-815
- Vallega**, A., 1999, *Fundamentals of integrated coastal management*, The GeoJournal Library, Kluwer Academic Publishers
- Vandergeest**, P., Flaherty, M., and Miller, P. (1999), A Political Ecology of Shrimp Aquaculture in Thailand, *Rural Sociology*, 64, pp. 573-596.
- Vandergeest**, P., 2007, Certification and Communities: Alternatives for Regulating the Environmental and Social Impacts of Shrimp Farming, *World Development*, 35 (7), pp. 1152-1171
- Vayda**, A.P., et **Walters**, B.B., 1999, Against political ecology, *Human Ecology*, 27 (1), pp. 167-179
- Veldkamp**, A., et **Lambin**, E.F., 2001, Predicting land-use change, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85, pp. 1-6

- Veldkamp**, A., et **Verburg**, P.H., 2004, Modelling land use change and environmental impact, *Journal of environmental management*, 72 (1-2), pp. 1-3
- Verburg**, P.H., Schot, P., Dijst, M., et Veldkamp, A., 2004, Land use change modelling : current practice and research priorities, *Geojournal*, 61 (4), pp. 309-324
- Villaluz**, D.K., 1953, *Fish Farming in the Philippines*, Bookman, Manille
- Voisinet**, J., 2005, Histoire d'une idée - De l'écologie au développement durable, in (eds) Gauchon, P. et Telenne, C., *Géopolitique du développement durable*, PUF, Paris, pp. 7-22.
- van Oort**, P.A.J., 2007, Interpreting the change detection error matrix, *Remote sensing of environment*, 108, pp. 1-8
-

W

- Walker**, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G. S., Janssen, M., Lebel, L., Norberg, J., Peterson, G. D., et Pritchard, R., 2002, Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach, *Conservation Ecology*, 6(1), 14 p.
[en ligne, <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14/>]
- Walker**, B., et **Salt**, D., 2006, *Resilience thinking Sustaining ecosystems and people in a changing world*, Island Press, 174 p.
- Walker**, B. H., Anderies, J. M., Kinzig, A. P. et Ryan., P., 2006, Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: introduction to the special issue, *Ecology and Society*, 11(1), 12 p.
[en ligne, <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art12/>]
- Walters**, B.B., Rönnbäck, P., Kovacs, J.M., Crona, B., Hussain, S.A., Badola, R., Primavera, J.H., Barbier, E. et Dahdouh-Guebas, F., 2008, Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review, *Aquatic Botany*, 89, pp. 220-236
- Wauters**, E., Bielders, C., Poesen, J., Govers, G., et Mathijs, E., 2010, adoption of soil conservation practices in Belgium: an examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain, *Land Use Policy*, 27 (1), pp. 86-94
- Weidner**, D. et **Rosenberry**, B., 1992, World shrimp farming, in (ed) Wyban, J., *Proceedings of the special session on shrimp farming*, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiane, pp. 1-21
- White**, M.J., Moreno, L., et Guo, S., 1995, The interrelation of fertility and geographic mobility in Peru: a hazards model analysis, *International Migration Review*, 29 (2), pp. 492-514
- Whitmarsh**, D., et **Palmieri**, M.G., 2008, Aquaculture in the coastal zone: pressures, interactions and externalities, in (eds) Holmer, M., Black, K., Duarte, C.M., Marba, N. et Karakassis, I., *Aquaculture in the ecosystem*, Springer, Berlin, pp. 251-270
- Wurfel**, D., 1958, Philippine agrarian reform under Magsaysay, *Far Eastern Survey*, 27 (1), pp. 7-15
-

X

- Xiang**, J.-H., 2007, Mariculture-related environmental concerns in the people's republic of China, in (ed.) Bert, T.M., *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*, Springer, pp. 219-228
-

Y

- Yan**, J., Wang, R., et Wang, M., 1998, The fundamental principles and ecotechniques of wastewater aquaculture, *Ecological Engineering*, 10, pp. 191-208

LISTE DES FIGURES

Figure Introduction 1 Taux de croissance annuelle de la production aquacole globale (FAO)	9
Figure 1 - 1 Representation D'un Etang Amenage, Sur Un Bas-Relief D'une Tombe Thebaine (2000 Av J.-C.)	13
Figure 1 - 2 - Production Aquacole Mondiale Par Continent (Fao Fishstatsplus)	16
Figure 1 - 3 - Production Aquacole En Fonction Du Type D'eau (Fao Fishstatsplus)	17
Figure 1 - 4 - Évolution Des Productions Aquacoles Nationales Entre 1950 Et 2005 (Fao Fishstatsplus)	18
Figure 1 - 5 - Production Crevetticole Mondiale (Fao Fishstatsplus)	19
Figure 1 - 6 - Types D'aquaculture Pratiques Dans La Zone Intertropicale (Fao Fishstatsplus)	20
Figure 1 - 7 - Évolution Des Productions Crevetticoles Nationales Entre 1950 Et 2005 (Fao Fishstatplus)	21
Figure 1 - 8 - Relations Generales Entre Les Impacts Produits Par L'aquaculture	23
Figure 1 - 9 - Évolution Des Quantites Pechees (Fao Fishstatsplus)	24
Figure 1 - 10 - Évolution Des Productions Aquacoles Et Des Superficies De Mangrove Deboisees Entre 1980 Et 2005 (Fao)	27
Figure 1 - 11 - Superficies De Mangrove En 2005 En Asie (Fao)	27
Figure 1 - 12 – Les Deux Dimensions Des Solutions A Apporter	35
Figure Introduction Perou - 1 - Carte De Localisation Du Territoire De Tumbes	42
Figure Introduction Perou - 2 - Ecart-Types Des Temperatures Et Des Precipitations Moyennes Annuelles	44
Figure Introduction Perou - 3 - Diagramme Des Debits Moyens Annuels Du Fleuve Tumbes A La Station El Tigre Entre 1963 Et 2006 (Source : Ministerio De Agricultura)	46
Figure Introduction Perou - 4 Diagramme Du Debit Moyen Annuel Du Fleuve Tumbes A La Station El Tigre Entre 1963 Et 2006 (Source : Ministerio De Agricultura)	46
Figure Introduction Perou - 5 - Calendrier Agricole	51
Figure 2 - 1 - Localisation des sites photographiés	60
Figure 2 - 2 – Photographies de la zone d'étude	61
Figure 2 - 3 - Photographies de la zone d'étude (suite)	62
Figure 2 - 4 - Regroupement des éléments du paysage (cases grises) dans l'établissement de la nomenclature (cases jaunes)	65
Figure 2 - 5 - Méthode de correspondances entre les critères d'interprétation et les classes et sous-classes de la nomenclature	67
Figure 2 - 6 - Organigramme des étapes pour la correction géométrique	71
Figure 2 - 7 - Organigramme des traitements effectués sur les images multispectrales	72
Figure 2 - 8 - Préparation et géoréférencement des photographies aériennes	73
Figure 2 - 9 - Localisation des zones tests (image Spot 5 de 2007)	74
Figure 2 - 10 - Méthodes de détection des étangs aquacoles sur les images multispectrale	76
Figure 2 - 11 - Organigramme des étapes de construction de la base de données vérité terrain	78
Figure 2 - 12 - Méthode de nettoyage des images binaires produites à partir des images multispectrales	79
Figure 2 - 13 - Méthode de construction de la base de données vérité terrain	80
Figure 2 - 14 - Méthode d'intégration des données 'traitements' dans la base de données	82
Figure 2 - 15 - Les différents types de contours	83

Figure 2 - 16 - La fonction d'intensité au voisinage d'un contour en marche et ses dérivées première et seconde	84
Figure 2 - 17 - Chaîne de traitement par morphologie mathématique	84
Figure 2 - 18 - Composition en fausses couleurs de l'image TM de 1991 (RVB: TM5-TM4-TM3)	85
Figure 2 - 19 - Organigramme de la méthode de cartographie de l'occupation du sol	86
Figure 2 - 20 - Image en niveaux de gris de la première composante principale (ACP 1)	87
Figure 2 - 21 - Image en niveaux de gris de la seconde composante principale (ACP 2)	88
Figure 2 - 22 - Image en niveaux de gris de la troisième composante principale (ACP 3)	88
Figure 2 - 23 - Image classée issue de la première classification non-supervisée par Nuées Dynamiques	89
Figure 2 - 24 - Courbes radiométriques des classes issues de la classification non-supervisée	90
Figure 2 - 25 - Courbes radiométriques montrant une tendance similaire à la signature spectrale de l'eau	90
Figure 2 - 26 - Courbes radiométriques montrant une tendance similaire à la signature spectrale des formations végétales	91
Figure 2 - 27 - Courbes radiométriques montrant une tendance similaire à la signature spectrale des sols	91
Figure 2 - 28 - Courbes radiométriques des classes de végétation présentant un fort pic dans le proche infrarouge	92
Figure 2 - 29 - Courbes radiométriques des classes de végétation présentant un pic dans le proche infrarouge peu marqué	93
Figure 2 - 30 - Courbes radiométriques des classes de sols nus	93
Figure 2 - 31 - Cartes d'occupations du sol et carte des changements entre 1977 et 1991	96
Figure 2 - 32 - Cartes des occupations du sol stables et carte des changements entre 1977 et 1991	98
Figure 2 - 33 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (Landsat TM 1991)	99
Figure 2 - 34 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (ETM de 2000)	100
Figure 2 - 35 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (SPOT 5 2003)	101
Figure 2 - 36 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (SPOT 5 fusionnée de 2003)	102
Figure 2 - 37 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (SPOT 5 de 2004)	103
Figure 2 - 38 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (SPOT 5 fusionnée de 2004)	104
Figure 2 - 39 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (SPOT 5 de 2007)	105
Figure 2 - 40 - Planche cartographique des étangs suivant les 4 méthodes de détection (SPOT 5 fusionnée 2007)	106
Figure 2 - 41 - Pourcentage du nombre d'étangs détectés par les quatre méthodes	107
Figure 2 - 42 - Écart relatif entre superficie détectée et superficie test	108
Figure 2 - 43 - Chaîne de traitement et images en sorties pour la détection des étangs sur les images GoogleEarthtm	111
Figure 2 - 44 - Cartographie des étangs en 1991 et 2000	113
Figure 2 - 45 - Cartographie des étangs en 2003, 2004 et 2007	114

Figure 3 - 1 Modele Des Interrelations Entre Le Paysage Et Les Systemes Sociaux Et Biophysiques	115
Figure 3 - 2 - Cycle Adaptif De Holling	117
Figure 3 - 3 - Exemples De Chaines Causales	118
Figure 3 - 4 – Cartes Diachroniques Entre 1962 Et 1977	122
Figure 3 - 5 – Cartes Diachroniques Entre 1977 Et 1991	123
Figure 3 - 6 - Cartes Diachroniques Entre 1991 Et 2000	124
Figure 3 - 7 – Cartes Diachroniques Entre 2000 Et 2003	125
Figure 3 - 8 - Cartes Diachroniques Entre 2003 Et 2007	126
Figure 3 - 9 - Cartes Diachroniques Entre 1962 Et 2007	127
Figure 3 - 10 - Principales Etapes De L'analyse	128
Figure 3 - 11 - Representation Sous Formes De Vecteurs Des Changements Paysagers Sur Des Pas De Temps Inferieurs A 15 Ans (X : Annees, Y : Superficies ; Numero Du Vecteur: N° Changement Du Tableau 3 1)	130
Figure 3 - 12 - Representation Sous Formes De Vecteurs Des Changements Paysagers Sur Un Long Pas De Temps (1962 - 2007) (X : Annees, Y : Superficies ; Numero Du Vecteur: N° Changement Du Tableau 3 1)	130
Figure 3 - 13 - Periodisation Des Principaux Changements D'occupation Du Sol Sous L'influence Du Developpement Aquacole	131
Figure 3 - 14 - Production Aquacole A Tumbes Entre 1980 Et 2006 (Barres Verticales) Et Nombre D'exploitations (Ligne)	132
Figure 3 - 15 - Datation Des Elements Qui Ont Initie Le Developpement Aquacole	133
Figure 3 - 16 - Ensemble Des Facteurs De Changements Qui Ont Promu Le Demarrage De L'activite	134
Figure 3 - 17 - Chaine Causale Du Developpement Aquacole	134
Figure 3 - 18 - Chaine De Causalite De La Presence De Post-Larves P. Vannamei	135
Figure 3 - 19 - Évolution De La Superficie De La Mangrove	138
Figure 3 - 20 - Évolution De L'occupation Du Sol Entre 1982 Et 1992 De La Zone Tampon (Abscisses : Superficies En 1982 ; Ordonnees : Superficies En 1992)	139
Figure 3 - 21 - Évolution De L'occupation Du Sol Dans Le Sanctuaire Entre 1982 Et 1992 (Abscisses : Superficies En 1982 ; Ordonnees : Superficies En 1992)	139
Figure 3 - 22 – Recul De La Mangrove Au Profit De L'aquaculture Entre 1962 Et 2007	140
Figure 3 - 23 - États De Surface Occupes Ulterieurement Par L'aquaculture	141
Figure 3 - 24 - Dynamique Du Trait De Cote Durant 5 Perodes Intervalles De Temps Situes Entre 1962 Et 2007	143
Figure 4 - 1 - Ensemble Des Etapes De Conditionnement A La Suite De La Recolte Effectuees Dans Les Usines De Conditionnement	149
Figure 4 - 2 - Le Reseau De Territoires Du Secteur Aquacole	157
Figure 4 - 3 - Relations Entre L'etat-Nation Et Le Territoire	158
Figure 4 - 4 - Cadre Legal Legislatif Affectant Directement Et Indirectement L'aquaculture	158
Figure 4 - 5 - Chaine Non-Exhaustive Du Produit Crevette Depuis L'extraction Jusqu'a La Vente	163
Figure 4 - 6 - Intrants/Extrants Et Territoires	164
Figure 4 - 7 - Diversite Des Territoires Impliques Dans La Partie Production	164
Figure 4 - 8 - Destinations Des Exportations De Crevettes D'elevage Peruviennes (Moyennes Sur La Periode 1994-2000) (Source : Ministerio De La Produccion)	165
Figure 4 - 9 - Origine Geographique Des Ouvriers Enquetes	168
Figure 4 - 10 - Modele Du Processus De Territorialisation	175

Figure 4 - 11 - Emploi Feminin Et Emploi Total Dans Les Usines De Conditionnement De Tumbes	179
Figure 4 - 12 - Evolution Des Emplois Aquacole A Temps Plein	180
Figure 4 - 13 - Schematisation Du Territoire Et Des Dynamiques Territoriales	185
Figure 4 - 14 - Évolution Schematique Du Systeme Aquacole	186
Figure Introduction Philippines 1 - Localisation De La Zone D'etude	192
Figure Introduction Philippines 2 - Carte De Texture Des Formations Superficielles	194
Figure Introduction Philippines 3 - Diagrammes Pluviometriques	196
Figure Introduction Philippines 4 - Carte Hypsometrique De La Zone D'etude	198
Figure 5 - 1 - Localisation De La Zone D'etude Et Identification Des Differents Niveaux D'analyse	203
Figure 5 - 2 - Photographies Des Principaux Elements Du Paysag	205
Figure 5 - 3 - Correspondance Entre Les Longueurs D'onde Et Les Elements De La Nomenclature	207
Figure 5 - 4 - Methode De Detection Des Etangs Du Delta De La Pampanga	209
Figure 5- 5 - Methode De La Realisation Des Cartes Diachroniques Des Etangs Aquacoles Dans Le Delta De La Pampanga	211
Figure 5 - 6 - Carte De Frequence De La Presence Des Etangs Aquacoles	212
Figure 5 - 7 - Methode De Realisation De La Carte D'occupation Du Sol De L'image Mss De 1976	213
Figure 5 - 8 - Cartes D'occupation Du Sol De La Municipalite De Guagua	214
Figure 5 - 9 - Evolution Des Surfaces Aquacoles Entre 1965 Et 2008	215
Figure 5 - 10 - Superficie De La Zone Aquacole Selon La Distance Au Trait De Cote	216
Figure 5 - 11 - Surfaces Aquacoles Par Municipalite	217
Figure 5 - 12 - Evolutions Moyennes Annuelles Des Surfaces Aquacoles Par Municipalite	218
Figure 5 - 13 - Evolutions Normalisees Des Surfaces Aquacoles Pour Chaque Entite	219
Figure 5 - 14 - Cartographie Des Evolutions Spatiales Aquacoles Normalisees	220
Figure 5 - 15 - Cartes D'occupation Du Sol Regionales	223
Figure 5 - 16- Carte Schematique Des Principaux Agrosystemes (Realisee D'apres Les Cartes D'occupation Du Sol)	224
Figure 5 - 17 - Localisation Des Deux Profils Diachroniques	225
Figure 5 - 18 - Profil Agro-Ecologique A Travers Le Delta De La Pampanga, Oriente Nord-Sud	226
Figure 5 - 19 - Profil Agro-Ecologique A Travers Le Delta De La Pampanga, Oriente Ouest-Est	227
Figure 6 -1 - Structure Sociale Prehispanique	231
Figure 6 - 2 - Carte D'occupation Du Sol Avant L'arrivee Des Espagnols (Conception : Mialhe F.)	234
Figure 6 - 3 - Evolution Schematique De La Structure Sociale Durant La Premiere Phase De La Colonisation Espagnole.	237
Figure 6 -4 - Carte D'occupation Du Sol Avant 1820 (Conception : Mialhe F.)	241
Figure 6 - 5 - Carte D'occupation Du Sol Apres 1820 (Conception : Mialhe F.)	242
Figure 6 - 6 - Carte D'occupation Du Sol Durant La Colonisation Americaine (Conception : Mialhe F.)	245
Figure 6 - 7 - Carte Des Changements D'occupation Du Sol Entre Les Annees 1950/60 Et 1976.	246
Figure 6 - 8 - Schema Du Premier Moyen Suppose De Creation Des Etangs Aquacoles Dans Le Delta (Bleu : Eau, Noir : Terre, Rouge : Barrages Artificiels En Travers Des Chenaux)	247
Figure 6 - 9 - Schema D'un Systeme Aqua-Sylvicole, Associant La Culture Du Nipa Et L'aquaculture Pratiquee Durant La Premiere Moitie Du 20eme Siecle.	248

Figure 6 - 10 - Modelisation Du Processus D'extension Agricole Provoquant, En Particulier, Un Defrichement.	250
Figure 6 - 11 - Diagramme De La Population De Pampanga Entre 1591 Et 2007.	251
Figure 6 - 12 - Evolution De L'exploitation Et Des Exploitants Des Ressources Du Delta.	252
Figure 6 - 13 - Valeurs Des Productions De Differents Secteurs D'activites Economiques A Pampanga A La Fin Du 19eme Siecle.	254
Figure 6 - 14 - Evolution De La Population D'angeles	260
Figure 6 - 15 - Evolution Des Taux De Croissance Demographique De Pampanga.	260
Figure 6 -16 - Evolution De La Population De Metro Manila.	261
Figure 6 - 17 –Evolution Des Occupations Du Sol Entre 1976 Et 2001	263
Figure 6 - 18 - Occupations Du Sol De 1976 Converties Par La Suite En Etangs Aquacoles	264
Figure 6 - 19 - Occupations Du Sol Representees Sur La Carte Topographique Des Annees 1960 Converties En Etangs Aquacoles A Des Dates Ulterieures.	266
Figure 6 - 20 - Identification Des Causes Responsables De L'augmentation Globale De La Salinite.	267
Figure 6 - 21 - Localisation Des Principaux Barrages De La Plaine Centrale De Luzon.	270
Figure 6 - 22 - Vanne De Sulipan (Macabebe).	272
Figure 6 - 23 - Schema De Fonctionnement De La Subsidence Sous Contrainte Anthropique.	272
Figure 6 - 24 - Consequence De La Subsidence Sur Le Bati. On Constate L'enfoncement De La Maison Par La Hauteur De La Taille De La Porte Et La Hauteur De La Fenetre Par Rapport Au Sol (Sapang Kawayan, Masantol).	274
Figure 6 - 25 - Inondations Dans Le Centre De Guagua Lors Des Grandes Marees, Qui En Certains Endroits (Marche) Atteignent Plusieurs Dizaines De Centimetres	274
Figure 6 - 26 - Rapport Entre Les Transformations Des Systemes Agraires Et L'exploitation Des Eaux Souterraines.	277
Figure 6 - 27 - Principaux Facteurs Explicatifs De La Surexploitation Des Aquiferes.	277
Figure 6 - 28 - Extension Spatiale De La Crue Du 8 Decembre 2004	280
Figure 6 - 29 - Amenagements En Vue De Reduire Les Risques D'inondations	282
Figure 6 - 30 - Graphique De Synthese Sur Le Processus De Salinisation A L'œuvre Dans Le Delta De La Pampanga.	284
Figure 6 - 31 - Carte Des Changements D'occupation Du Sol Entre Mai Et Novembre 2001. Mise En Evidence De La Rotation Riz-Aquaculture.	289
Figure 6 - 32 - Localisation Et Dates D'apparition Des Etangs Aquacoles D'eau Douce.	291
Figure 6 - 33 - Carte Des Occupations Du Sol De 1989 Recouvertes Par Les Lahars Du Pinatubo De 1991.	293
Figure 7 - 1 - Modelisation Du Systeme Aquacole (Sc : Systemes De Cultures, Sp : Systemes De Production)	295
Figure 7 - 2 - Relation Entre La Superficie De La Zone Aquacole Et L'altitude.	296
Figure 7 - 3 - Zones Recouvertes Par Des Etangs Aquacoles En 2008 : Representation En Fonction De L'appartenance Aux Classes D'altitude	297
Figure 7 - 4 - Carte Des Sols Occupes Par L'aquaculture En 2008	299
Figure 7 - 5 - Planche Representant Les Etangs Aquacoles A Differentes Epoques Selon La Distance Qui Les Separe De La Baie De Manille.	300
Figure 7 - 6 - Recolte D'un Etang, Une Equipe Tirant Le Gayad Et Une Seconde Utilisant Un Equipement De Peche Electrique	306
Figure 7 - 7 - Couts De Preparation Des Etangs Et De La Superficie Des Exploitations	307
Figure 7 - 8 - Part Relative Des Especes Elevees Dans Le Cout Total De La Mise En Charge	308

Figure 7 - 9. Diagramme Des Coûts Des Consommations Intermediaires Diverses Des Exploitations En Zone D'eau Saumatre.	309
Figure 7 - 10 - Coût Total Des Consommations Intermediaires Des Exploitations En Zone D'eau Saumatre.	309
Figure 7 - 11 - Part Des Principaux Coûts Des Consommations Intermediaires.	310
Figure 7 - 12 - Volumes De Crevettes	310
Figure 7 -13 - Part De Chacune Des Espèces Elevées Dans Le Produit Brut.	311
Figure 7 - 14- Diagramme Des Ci, Pb Et Vab Des Exploitations En Zone Saumatre	311
Figure 7 - 15 - Calendrier Des Activités Culturelles	313
Figure 7 - 16 - Calendrier Du Travail Aquacole Dans Le Delta De La Pampanga.	314
Figure 7 - 17 - Diagramme Des Contraintes Pesant Sur Les Systèmes D'élevage (N=40).	315
Figure 7 - 18 - Principales Contraintes Qui Pesent Sur La Production Aquacole En Zone D'eau Saumatre.	315
Figure 7 - 19- Résumé Des Principaux Risques Associés Aux Inondations.	316
Figure 7 - 20 - Coupes Transversales D'un Cours D'eau Et D'un Étang.	316
Figure 7 - 21 - Localisation Des Plantes Aquatiques Couvrant Totalemment Les Plans D'eau (26 Novembre 2001) [Méthode : Classification Supervisée Par Maximum De Vraisemblance Sur Landsat Etm+].	318
Figure 7 - 22 - Diagramme Des Sources De Connaissances En Matière D'aquaculture Dans La Zone D'eau Saumatre (N=41)	319
Figure 7 - 23 - Représentations Graphiques Des Fermes Du Barangay De Mabuanbuan (Sasmoan) Selon Plusieurs Niveaux D'agregation	322
Figure 7 - 24 - Représentations Graphiques Des Fermes Du Barangay De Malusac (Sasmoan) Selon Plusieurs Niveaux D'agregation.	322
Figure 7 - 25- Représentation Schématique D'une Partie De La Filière Aquacole En Eau Saumatre.	332
Figure 7 - 26 - Principaux Modes De Fonctionnement De La Classe Des Fermiers.	334
Figure 7 - 27 - Schéma Général D'accession A La Fonction De Bantay.	337
Figure 7 - 28 - Maison D'un Bantay.	337
Figure 7 - 29 - Manunulib Au Moment De La Relevée Du Chalut.	338
Figure 7 - 30 - Système Formel Et Système Informel (Liaisons Rouges).	348
Figure 7 - 31 - Diagramme Des Réponses Quant Aux Autorisations De Glaner Par Les Exploitants.	350
Figure 7 - 32 - Evolution Schématique Du Statut Des Mangangapas Caractérisé Par Un Glissement Vers Le Glanage.	353
Figure 7 - 33 - Diagramme Relationnel Des Écloseries	353
Figure 7 - 34 – Modèle Conceptuel Du Système Aquacole	354
Figure 7 - 35 - Diagramme Relationnel Des Propriétaires	355
Figure 7 - 36 - Diagramme Relationnel Des Consignations	355
Figure 7 - 37 - Diagramme Relationnel Des Bantays	356
Figure 7 - 38 - Diagramme Relationnel Des Mangangapas	356
Figure 7 - 39 - Diagramme Relationnel Des Degaton	356
Figure 8 - 1 - États Et Transitions Des Livelihoods	359
Figure 8 - 2 - Différences De Capacité (A: Ce Qui Est Désiré, B: Ce Qui Est Possible)	361
Figure 8 - 3 - Le Cadre Opérationnel Des Livelihoods (Modifié D'après Chambers Et Conway, 1991)	362
Figure 8 - 4 – Les Cinq Formes De Ressources	362
Figure 8 - 5 – Exemple De Ressources Accessibles A A Du Fait De L'acointance Avec B (A-B : Individus, Cn : Individus Appartenant Au Réseau Social De B, Dn : Individus Appartenant Au Réseau Social De C1)	364

Figure 8 - 6 - Ressources Sujettes A Un Acces/Controle De La Part Des Individus (Les Traits Tiretes Representent La Variation Possible Du Niveau D'accès Et De Controle)	366
Figure 8 - 7 - Impacts Des Strategies Sur Les Ressources Propres (Les Codes Couleurs Sont Repris De La Figure 8 3)	367
Figure 8 - 8 - Diffusion Des Impacts Des Strategies/Actions Sur Les Ressources D'autrui (Les Codes Couleurs Sont Repris De La Figure 8 3)	367
Figure 8 - 9 - Exemple De Strategie Collective Qui Vise Dans Un Premier Temps Le Benefice D'autrui	368
Figure 8 - 10 - Trame Generale De L'utilisation Chronologique Des Methodes D'enquete	370
Figure 8 - 11 - Ressources Mobilisees Pour L'obtention Du Capital Naturel Chez Les Proprietaires Et Ressources Rendues Accessibles En Consequence. (Cn : Capital Naturel, Cs : Capital Social, Cf : Capital Financier, Cp : Capital Physique, Et Ch : Capital Humain)	373
Figure 8 - 12 - Ressources Mobilisees Pour L'obtention Du Capital Physique Chez Les Proprietaires Et Ressources Rendues Accessibles En Consequence	374
Figure 8 - 13 - Ressources Mobilisees Pour L'obtention Du Capital Humain Chez Les Proprietaires Et Ressources Accessibles En Consequence	375
Figure 8 - 14 - Ressources Mobilisees Pour L'obtention De Capital Social Chez Les Proprietaires Et Ressources Rendues Accessibles En Consequence	375
Figure 8 - 15 - Localisation Des Maisons De Bantays Le Long Des Cours D'eau (Vert) Et Presence D'une Villa De Proprietaire (Cyan) Dans Une Zone Aquacole De Grandes Exploitations Pres De La Baie De Manille	381
Figure 8 - 16 - Relation Entre Le Degaton Et Les Reseaux Haut Et Bas	383
Figure 8 - 17 - Facteurs Explicatifs Du Glanage (Vert-Bleu) Et Facteurs Explicatifs Des Problemes Actuels (Rouge)	385
Figure 8 - 18 - Systeme Des Ressources Naturelles (Rn) Du Point De Vue Des Mangangapas	386
Figure 8 - 19 – Reponses A La Question : Travaillez-Vous Dans Les Milieux Suivants? (1: Jamais, 2: Rarement, 3: Souvent, 4 : Toujours)(N=10)	387
Figure 8 - 20 - Espèces Les Plus Fréquemment Attrapées Dans La Mer (Disponibilité Évaluée Entre 1 Et 5) (N= 11)	387
Figure 8 - 21 - Espèces Les Plus Fréquemment Attrapées Dans Les Cours D'eau (Disponibilité Évaluée Entre 1 Et 5) (N= 11)	387
Figure 8 - 22 -Espèces Les Plus Désirées (Notation De 1 A 5) (N=11)	388
Figure 8 - 23 – Individus Recevant Des Dons En Nature De La Part Des Mangangapas	388
Figure 8 - 24 - Part Des Mangangapas Qui Exercent Leur Activité Seuls (N=11)	389
Figure 8 - 25 – Pourcentage Des Mangangapas Travaillant Dans Un Seul Barangay	389
Figure 8 - 26 – Pourcentage Des Individus Non-Originares Du Barangay Dans Lequel Ils Vivent	391
Figure 8 - 27 - Age Moyen De Chaque Catégorie	391
Figure 8 - 28 - Taille Moyenne Des Foyers (Bleu) Et Nombre Moyens D'enfants Des Couples (Rouge)	392
Figure 8 - 29 - Niveau D'éducation Du Chef De Famille (Bleu) Et Des Autres Membres Du Foyer (Rouge) (1 : Elementary, 2 : High School, 3 : College, 4 : University)	392
Figure 8 - 30 - Moyenne De L'indice D'ancrage Familial (Membres De La Famille Vivant Dans Le Barangay, 1 : [0-5], 2 : [5-10], 3 : [10-20], 4 : [20-50], 5 : [+ 50])	393
Figure 8 - 31 - Utilisation Du Bois Pour Les Besoins Domestiques	393
Figure 8 - 32 – Possession D'animaux D'élevage	394
Figure 8 - 33 - Comparaison Des Deux Types D'habitat : Dense (Haut) A L'intérieur Du Delta A Bancal Pugad (Sasmoan) Et Plus Lâche Sur Les Marges Du Delta (Bas) A Balantacan (Lubao).	394

Figure 8 - 34 - Principaux Mois De Depenses (Y : Nombre De Citations)	396
Figure 8 - 35 - Depenses Domestiques Mensuelles En Php	396
Figure 8 - 36 - Depenses Des Proprietaires	397
Figure 8 - 37 – Depenses Des Fermiers	398
Figure 8 - 38 – Depenses Des Degatons	398
Figure 8 - 39 – Depenses Des Bantays	398
Figure 8 - 40 - Depenses Des Mangangapas	398
Figure 8 - 41 - Legende (La Premiere Classe -Riz- Debut Au Centre En Haut	398
Figure 8 - 42 - Coupes Budgetaires En Cas De Crise (Y = Nombre De Citations)	399
Figure 8 - 43 - Auto-Evaluation Sur Une Echelle De 0 A 10 De Sa Propre Situation Economique (Bleu) Et De La Qualite De L'environnement (Rouge)	400
Figure 8 - 44 - Facteurs De Transition	402
Figure 8 - 45 - Lien Entre Changement Social Et Changement Paysager	402
Figure 8 - 46 - Principales Perturbations Ayant Affecte Les Livelihoods	403
Figure 8 - 47 - Processus Lineaire Et Cyclique Des Conversions	404
Figure 8 - 48 - Extensions Pavillonnaires Au Detriment De L'aquaculture (San Sebastian Et Hagonoy)	405
Figure 8 - 49 - Parcours De Vie De Plusieurs Acteurs	407
Figure 8 - 50 - Parcours De Vie De Plusieurs Acteurs (Suite)	408
Figure 8 - 51 - Barques En Fibre De Verre	409
Figure 8 - 52 – Exemple De Differences De Capital Naturel. Gauche : Relocalisations En Arriere De La Digue Du Pddp ; Droite : Habitations, Souvent Informelles, Le Long Des Cours D'eau	409
Figure 8 - 53 - Produits Du Pinatubo Devenus Ressources (Haut: Depots De Lahars Comblant Des Canaux ; Bas: Etang Condamne Car Comble Par Des Depots De Lahars A Present En Cours De Dragage)	410
Figure 8 - 54 - Diagramme De Venn Des Principaux Reseaux Sociaux Du Delta (Rouge : Individu X)	414
Figure 8 - 55 - Vues Par Satellite De Sapang Kawayan (Masantol) (Source: Googleearth)	416
Figure 8 - 56 - Relations Entre Livelihoods, Pratiques Et Paysage	421
Figure 9 - 1 - Un Systeme Multi-Agent (Ferber 1995)	423
Figure 9 - 2 - Modele Conceptuel Du Comportement Des Consumats (Jager Et Al. 2000)	432
Figure 9 - 3 - Modele De Decision Des Agents-Exploitants Agricoles (Valbuena Et Al. 2010)	432
Figure 9 - 4 - Diagramme De Classe De Chanos	434
Figure 9 - 5 - Occupation Du Sol En Debut De Simulation (Vert: Riz, Marron Fonce: Marais, Marron Clair: Nipa, Rouge: Mangrove)	438
Figure 9 - 6 - Exploitations Agricoles En Debut De Simulation (Chaque Agregat Correspond A Une Exploitation)	438
Figure 9 - 7 - Droite De Regression Lineaire Sur L'intervalle De Salinite [0 ; 10] (Abscisse) Du Revenu Journalier Agricole (Ordonnee)	439
Figure 9 - 8 - Droite De Regression Lineaire Sur L'intervalle]10 ; 35] Du Revenu Journalier Agricole	440
Figure 9 - 9 - Courbe De Regression Du Revenu Aquacole Journalier	440
Figure 9 - 10 - Principe General De Diffusion De La Salinite En Saison Seche (Ou Alt Est L'altitude, Patch La Cellule A Laquelle S'applique La Fonction, Voisin La Cellule Voisine De La Cellule Patch, Os Est L'occupation Du Sol, X Est La Difference D'altitude Entre Deux Patches Voisins, Voir § 9.2.2.3.1)	441
Figure 9 - 11 - Representation Des Cours D'eau En Fonction De La Salinite, En Saison Seche Et En Saison Des Pluies	442

Figure 9 - 12 - Diagramme D'activite Des Investisseurs	443
Figure 9 - 13 - Modele De L'action Raisonnee	446
Figure 9 - 14 - Procedure De La Comparaison Sociale	447
Figure 9 - 15 - Representation Schematique Des Trois Scenarii	449
Figure 9 - 16 - Évolution Des Prix De Gros Des Especies Elevees (Bureau Of Agricultural Statistics)	450
Figure 9 - 17 - Evenements Replaces Sur L'echelle De Temps	452
Figure 9 - 18 - Evolution De La Salinite Au Cours Du Temps Dans Le Scenario 2	454
Figure 9 - 19 - Evolution De La Salinite Des Cours D'eau Au Cours Du Scenario 3	456
Figure 9 - 20 - Occupations Du Sol Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1a, 2a Et 3a	464
Figure 9 - 21 – Satisfaction Des Exploitants Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1a, 2a Et 3a	465
Figure 9 - 22 - Benefices Journaliers Des Exploitants Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1a, 2a Et 3a	466
Figure 9 - 23 - Occupations Du Sol Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1b, 2b Et 3b	472
Figure 9 - 24 - Benefices Journaliers Des Exploitants Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1b, 2b Et 3b	473
Figure 9 - 25 - Premiere Periode Ou Les Strategies Fluctuent Fortement	475
Figure 9 - 26 - Seconde Periode Ou Les Strategies Fluctuent Fortement	476
Figure 9 - 27 - Premiere Periode D'intenses Changements (3c)	477
Figure 9 - 28 - Seconde Periode D'intenses Changements (C)	478
Figure 9 - 29 – Occupations Du Sol Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1c, 2c Et 3c	482
Figure 9 - 30 - Benefices Journaliers Des Exploitants Entre 1980 Et 2000 Des Scenarii 1c, 2c Et 3c	483
Figure 9 - 31 - Coefficients Kappa Des Paysages Produits Par Les Simulations	485
Figure 9 - 32 - Occupations Du Sol En 1989 Apres Classification Sur Image Satellite (Gauche), Dans Le Scenario 2a (Centre) Et Dans Le Scenario 3a (Droite)	486

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1- 1 Impacts De L'aquaculture Durant La Phase D'installation	25
Tableau 1- 2 - Principaux Impacts Ecologiques De L'aquaculture	30
Tableau 1 -3 – Principaux Impacts Sociaux De L'aquaculture	32
Tableau 1 -4 - Deux Approches Differentes Des Causes Et Des Solutions A Apporter Aux Problemes De La Crevetticulture (Bene 2005)	34
Tableau introduction Pérou 1 – Superficies rizicoles	51
Tableau introduction Pérou 2 – Productions rizicoles	51
Tableau 2- 1 - Matériel Utilisé	59
Tableau 2- 2 - Écart Quadratique Moyen Des Corrections Géométriques	71
Tableau 2- 3 - Résultats Statistiques De L'acp Effectuée Sur L'image Multispectrale	75
Tableau 2 -4 - Paramètres Morphologiques Employés	77
Tableau 2 -5 - Exemple De Calculs Des Ecart Moyens Relatifs Pour Chacune Des Méthodes De Détection	83
Tableau 2 -6 - Valeur Propre Des Néo-Canaux Issus De L'acp Sur L'image Landsat TM De 1991	87
Tableau 2- 7 - Matrice De Confusion Pour L'image Landsat TM De 1991	94
Tableau 2 -8 -Valeurs D'omissions Et De Commissions Pour L'image Landsat TM De 1991	95
Tableau 2- 9 - Changements Sélectionnés Et Hypothèse Sur L'origine Du Changement	97
Tableau 2 -10 - Superficies Eliminées Lors Du Filtrage Et De La Sélection (*1 : Non-Supervisée, 2 : Supervisée, 3 : NDWI, 4 : Seuillage Canal Simple)	109
Tableau 2- 11 – Données Synthétiques Sur Le Filtrage Et La Sélection	109
Tableau 2- 12- Ecart De Superficies Enregistrés Entre Les Images Traités Par Aphelion Et La Réalité Terrain	110
Tableau 2 -13 - Différences Entre Superficies Détectées Et Superficies Estimées	112
Tableau 3- 1 - Principaux Changements Quantitatifs Et Qualitatifs Identifiés Sur Les Cartes Diachroniques	129
Tableau 4 -1 – Informations Sur Les Ouvriers Aquacoles En Fonction Des Exploitations Echantillonnées (*Se : Semi-Extensif, Si : Semi-Intensif, I : Intensif)	171
Tableau 4- 2 - Avantages Et Desavantages De L'emigration	177
Tableau 4 -3 - Production Et Nombre D'emplois Dans Une Usine De Tumbes (*260 Jours De Travail Annuels)	178
Tableau 5- 1 - Images Utilisées Dans L'etude Du Territoire Philippin	202
Tableau 5 -2- Resultats Des Corrections Geometriques Effectuees Sur Les Images Multispectrales	207
Tableau 5- 3 – Valeurs Ayant Servis A La Normalisation Des Données Pour La Période 1976-1989	218
Tableau 5 -4 - Synthèse Des Interpretations De La Figure 4	221
Tableau 5 -5 - Interpretations Du Premier Profil	228
Tableau 5 -6 - Interpretation Du Second Profil	228
Tableau 5- 7 - Principaux Changements D'occupation Du Sol, Sur Les Plans Quantitatif Et Qualitatif	230
Tableau 7 -1 - Principales Informations Du Questionnaire Agronomique	306
Tableau 7- 2 - Données Statistiques Relatives Aux Principales Espèces Elevées Dans La Zone D'eau Saumâtre	307
Tableau 7- 3 – Type D'aliment Et Pourcentage D'utilisateurs	308
Tableau 7- 4 - Nombre D'homme-Jours Pour Les Différentes Opérations D'élevage	309
Tableau 7- 5 - Calcul Du Nombre Moyen D'hj	309
Tableau 7 -6 - Exploitations Aquacoles De La Municipalité De Sasmoan	309

Tableau 7 -7 - Superficies Cumulees Des Fermes Par Famille Dans La Municipalite De Sasmoan (Btg1 : Batang I, Btgii : Batang 2, Mbb : Mabuanbuan, Sa : San Antonio, Sni : San Nicolas 1, Snii : San Nicolas 2, Sp : San Pascual, Sbtn : Sebitanan, Sm : Santa Monico, Et St : Santo Tomas)	309
Tableau 7 -8 - Typologie Des Exploitations Aquacoles En Zone D'eau Saumatre	309
Tableau 7- 9 - Tableau De Synthese Pour Le Calcul Du Revenu Agricole D'une Exploitation De 1 Ha En Zone D'eau Saumatre	309
Tableau 8- 1 - Activites Pratiquees Dans Le Delta A Partir Des Ressources Locales, Certaines Ayant Periclites	372
Tableau 8 -2 - Aleas Des Systemes De Production Aquacole	376
Tableau 8 -3 - Degats Occasionnes Par Les Aleas	376
Tableau 8 -4 – Tableau Synthetique De Donnees Relatives Aux Reformes Agraires	379
Tableau 8- 5 - Exemple Des Especes Livrees Le Plus Regulierement Et Volume Maximal Journalier	384
Tableau 8-6 - Le Capital Physique Dans Le Milieu Rural	395
Tableau 8 -7 - Representations Sociales Mesurees Grace A L'echelle De Likert (Jaune : Valeur Moyenne Significative D'un Avis Marque : >4 Ou <2) (*Local Government Unit)	400
Tableau 8 -8 – Perturbations Et Adaptations Des Systemes De Cultures Aquacoles	405
Tableau 9- 1 - Comparaison Des Agents Heuristiques Et Optimisants	431
Tableau 9 -2 - Les Sept Eléments Du Protocole ODD, Groupés En Trois Blocs: Overview, Design Concepts, Et Details (Grimm Et Al. 2006)	433
Tableau 9 -3- Processus Sociaux Et Environnementaux Du Modèle	435
Tableau 9 -4 - Principaux Concepts Du Modèles	436
Tableau 9- 5 - Relation Entre Capital Social Et Réseau	437
Tableau 9 -6- Nature Et Sources Des Données Utilisées En Entrée	437
Tableau 9 -7 – Processus Décisionnels Choisis Par Les Agents En Fonction De Leur Satisfaction Et Leur Incertitude	445
Tableau 9- 8 - Procédure Récurrente De La Circulation Des Eaux De Surface	447
Tableau 9 -9 - Types D'agents Et Caractéristiques	448
Tableau 9 -10 - Objectifs Des Différents Types D'agents	448
Tableau 9- 11 - Différences Entre Les Scénarii	450
Tableau 9 -12 - Indicateurs Quantitatifs De Suivi Du Modèle Chanos	452
Tableau 9 -13 - Différences Entre Les Scénarii 1A Et 2A	457
Tableau 9 -15 - Différences Entre Les Scénarii 2A Et 3A	459
Tableau 9 -14 - Indicateurs Pour L'agent A	463
Tableau 9 -16 - Différences Entre Les Scénarii 1B Et 2B	467
Tableau 9 -17 - Différences Entre Les Scénarii 2B Et 3B	467
Tableau 9 -18 - Indicateurs Pour L'agent B	471
Tableau 9 -19 - Différences Entre Les Scénarii 1C Et 2C	474
Tableau 9 -20 – Possibilités De Passage D'une Stratégie A L'autre (*Compte Tenu Des Conditions De Passage, Certains Passages Ont Une Probabilité D'apparition Plus Forte)	475
Tableau 9 -21 - Différences Entre Les Scénarii 2C Et 3C	477
Tableau 9 -22- Indicateurs Pour L'agent C	479
Tableau 9 -23 - Résultats De La Comparaison Entre Les Cartes Produites Lors Des Simulations Et Les Cartes De Référence	479
Tableau Conclusion 1 Comparaison des différentes adaptations mises en place dans les deux systèmes	494
Tableau Conclusion 2 Elements favorisant l'émergence de la résilience au niveau des systèmes aquacoles et des territoires	498

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	9
CHAPITRE 1 ÉTAT DE L'AQUACULTURE	3
1.1 Les facteurs du développement de l'aquaculture	13
1.1.1 La phase historique	13
1.1.2 La phase contemporaine	16
1.2 Les impacts de l'aquaculture	23
1.2.1 Les impacts négatifs en phase d'installation	25
1.2.2 En phase de production	28
1.3 Quel avenir ?	33
1.3.1 Les enjeux	33
1.3.2 Les constats et la nature des solutions	34
1.3.3 L'aquaculture durable	35
1.3.4 La durabilité pour les territoires littoraux	38
Conclusion	40
PARTIE 1 LE TERRITOIRE DE TUMBES	41
CARACTERISTIQUES GENERALES DU TERRITOIRE PERUVIEN	42
CHAPITRE 2 CARTOGRAPHIE DES ETANGS AQUACOLES ET DES CHANGEMENTS PAYSAGERS PAR TELEDETECTION	53
2.1 Utilisation de la télédétection et de la géomatique dans le domaine de l'aquaculture	53
2.1.1 L'analyse	53
2.1.2 L'aide à la décision	54
2.1.3 La gestion	55
2.2 Objectifs, nomenclature et choix des images	56
2.2.1 Objectifs	56
2.2.2 Le choix des images	57
2.2.3 Nomenclature des paysages	59
2.3 Méthodes	70
2.3.1 Les prétraitements	70
2.3.2 L'inventaire des étangs aquacoles	72
2.3.3 Les cartes d'occupation du sol	85
2.3.4 La diachronie	95
2.4 Résultats préliminaires : les méthodes de détection des étangs	97
2.4.1 Approche cartographique	97
2.4.2 Le nombre d'étangs détectés	107
2.4.3 Écart relatif entre superficie détectée et superficie test	108
2.4.4 Impacts du filtrage sous Aphelion™ et de la sélection des étangs	108
2.4.5 La détection sur les images GoogleEarth™	110
2.4.6 Cartographie des étangs	112

Conclusion	112
CHAPITRE 3 LES CHANGEMENTS D'OCCUPATION DU SOL DU TERRITOIRE DE TUMBES	115
3.1 L'étude des changements d'occupation du sol	115
3.1.1 Les changements d'occupations du sol	115
3.1.2 Le changement dans les systèmes complexes	116
3.2 Identification des changements : étude de la cinématique	118
3.2.1 Période 1962-1977 (Figure 3-4)	119
3.2.2 Période 1977-1991 (Figure 3-5)	119
3.2.3 La période 1991-2000 (Figure 3-6)	119
3.2.4 La période 2000-2003 (Figure 3-7)	120
3.2.5 Les périodes 2003-2007 et 2004-2007 (Figure 3-8)	120
3.2.6 Période 1962-2007 (Figure 3-9)	120
3.3 Explication des changements : étude de la dynamique	128
3.3.1 Analyse globale	128
3.3.2 Le développement de l'aquaculture	131
3.3.3 Changements de la couverture naturelle	138
3.3.4 Le trait de côte et le système fluvial	141
Conclusion	142
CHAPITRE 4 INTERACTIONS ENTRE AQUACULTURE ET TERRITOIRES	145
4.1 Le système aquacole	145
4.1.1 Les systèmes de cultures	145
4.1.2 Les facteurs de production	149
4.2 Le rôle et l'impact des territoires sur le processus de développement de l'activité	152
4.2.1 Le territoire	152
4.2.2 Les ressources territoriales	152
4.2.3 Le territoire de Tumbes et l'aquaculture	154
4.3 Les impacts socio-économiques du développement aquacole	161
4.3.1 Le niveau global	161
4.3.2 Le niveau national	166
4.3.3 Le niveau local	172
4.3.4 Une évaluation globale	186
Conclusion	189
PARTIE 2 LE TERRITOIRE DU DELTA DE LA PAMPANGA	191
LE TERRITOIRE DU DELTA DE LA PAMPANGA, UNE INTRODUCTION SUR LE CADRE BIO-PHYSIQUE	192
CHAPITRE 5 METHODE ET RESULTATS PRELIMINAIRES DES ANALYSES PAR TELEDETECTION DU TERRITOIRE PHILIPPIN	201
5.1 Matériel et méthode	201
	534

5.1.2 Le choix des images	201
5.1.3 Nomenclature	202
5.2 Méthodes de traitement	207
5.2.1 Prétraitements	207
5.2.2 Inventaire des étangs aquacoles	208
5.2.3 Diachronie des étangs aquacoles	208
5.2.4 La cartographie de l'occupation du sol	210
5.3 Résultats	215
5.3.1 Les étangs aquacoles	215
5.3.2 L'occupation du sol	222
Conclusion	230
CHAPITRE 6 ÉTUDE DES CHANGEMENTS : RECONSTRUCTION PAYSAGERE ET IDENTIFICATION DES CHAINES DE CAUSALITE	231
6.1 La période historique ancienne	231
6.1.1 La période préhispanique	231
6.1.2 La période hispanique	235
6.1.3 La période américaine	243
6.2 Les changements contemporains	244
6.2.1 Le développement de l'aquaculture jusqu'aux années 1970	244
6.2.2 Changements depuis les années 1970	265
Conclusion	294
CHAPITRE 7 LE SYSTEME AQUACOLE	295
7.1 L'espace et les étangs	295
7.1.1 La topographie	296
7.1.2 Les sols	296
7.1.3 La distance à la mer	298
7.2 Les systèmes de cultures	298
7.2.1 Les espèces élevées	301
7.2.2 L'itinéraire technique cultural	301
7.2.3 Evaluation économique des systèmes de cultures	305
7.2.4 Les calendriers	311
7.2.5 Les contraintes de production	315
7.3 Les systèmes de production	319
7.3.1 Les facteurs de production	319
7.3.2 Typologie des exploitations	326
7.3.3 L'évaluation des performances des exploitations	328
7.4 La filière	332
7.4.1 Les écloseries	332
7.4.2 Les propriétaires	333
7.4.3 Les fermiers	334
7.4.4 Les gardiens ou <i>bantay</i>	336
7.4.5 Les <i>arawan</i>	337
7.4.6 Manunulib/Mananambak	338
7.4.7 Les intermédiaires	339

7.4.8 Les <i>consignacions</i>	340
7.5 Le système social	347
7.5.1 L'existence d'un système informel	347
7.5.2 Les interrelations dans le système social	353
Conclusion	357
CHAPITRE 8 VULNERABILITE ET DURABILITE DES <i>LIVELIHOODS</i>	359
8.1 Le cadre des <i>livelihoods</i>	359
8.1.1 Définition	359
8.1.2 Le cadre d'analyse	361
8.2 Méthode	369
8.2.1 Catégorisation des acteurs dans le delta de la Pampanga	369
8.2.2 Méthodes d'enquête	369
8.3 Étude des <i>livelihoods</i>	371
8.3.1 Les <i>livelihoods</i> passés	371
8.3.2 Les <i>livelihoods</i> actuels	372
8.4 Analyse comparative	390
8.4.1 Profil et origine géographique des <i>mangangapas</i>	390
8.4.2 Le capital naturel	393
8.4.3 Le capital physique	395
8.4.4 Les dépenses	395
8.4.5 Les représentations	399
8.5 Adaptation et résilience	401
8.5.1 Perturbations et vulnérabilités	402
8.5.2 Les adaptations	403
8.6 Développement et <i>livelihoods</i>	417
8.6.1 La durabilité des <i>livelihoods</i>	418
8.6.2 Impact du développement aquacole	418
8.6.3 Les améliorations du niveau de vie	419
Conclusion	419
CHAPITRE 9 SIMULATION AGENT ET CHANGEMENT D'OCCUPATION DU SOL DANS LE DELTA DE LA PAMPANGA	423
9.1 Les systèmes multi-agents (SMA)	423
9.1.1 Une introduction aux SMA	423
9.1.2 Les SMA appliqués aux changements d'occupation du sol	427
9.2 CHANOS - <i>CHANGement d'Occupation du Sol-</i>, un modèle multi-agents sur les changements paysagers du delta de la Pampanga	433
9.2.1 Les formalismes utilisés	433
9.2.2 Présentation de CHANOS	434
9.2.3 Méthode	447
9.2.4 Résultats	452
Conclusion	487

SYNTHESE ET CONCLUSION GENERALE	489
BIBLIOGRAPHIE	499
LISTE DES FIGURES	522
LISTE DES TABLEAUX	531