

Le défi des biocarburants, l'exception brésilienne

Martine Droulers

► **To cite this version:**

Martine Droulers. Le défi des biocarburants, l'exception brésilienne. *L'Information géographique*, Armand Colin, 2009, 73 (1), pp.82-97. halshs-00406417v2

HAL Id: halshs-00406417

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00406417v2>

Submitted on 22 Jul 2009

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.

Le défi des biocarburants, l'exception brésilienne

Martine Droulers, CNRS-IHEAL¹

Résumé : Cet article aborde trois questions : comment se pose, dans un pays comme le Brésil, la question du développement de la filière agro-énergétique à partir de la canne à sucre ? Comment s'opère la progression spatiale et la concentration industrielle et régionale de cette agro-industrie dans un pays marqué par des structures de production très différenciées et inégales ? Enfin, comment le modèle productiviste qui relance les problèmes écologiques et technologiques répond, en partie, aux défis de la modernisation et du développement territorial ?

Les biocarburants représentent un double défi agricole et industriel de transformer la biomasse en énergie et, pour le Brésil si on se limite plus spécifiquement aux agrocarburants, de transformer la canne à sucre en éthanol et le soja en biodiesel. Malgré le consensus qui se dégage dans les médias et la communauté scientifique pour souligner combien les biocombustibles², qui diminuent les gaz à effet de serre, sont une solution pour un mode de transport écologiquement correct, une forte pression internationale s'élève contre les agrocarburants au motif qu'ils mobiliseraient trop de terres agricoles et provoqueraient un choc alimentaire. Le Brésil avec son immense disponibilité de terres échappe à cette critique³, cependant de nombreux points du développement de la filière demeurent en discussion.

Avec 16 milliards de litres d'éthanol produits en 2005 et 19 en 2007, le Brésil demeure le premier producteur d'un marché mondial qui devrait établir un record à 62 milliards de litres en 2008 et pourrait tripler durant les dix prochaines années entraînant une mobilisation agricole et industrielle de grande envergure. En effet, avec le développement du commerce international des agrocarburants, le Brésil se trouve au cœur de négociations commerciales conduites par les Etats-Unis, le Japon et l'Europe⁴. Le président Lula se présente, en toutes circonstances, comme le grand défenseur et ambassadeur des biocarburants.

L'enjeu du développement d'une filière agro-énergétique est multiple, économique, écologique, social et régional. L'approche géographique choisie ici

¹ Cet article reprend beaucoup d'éléments d'un texte publié en 2008 à La Documentation Française, Amérique latine « Brésil, l'enjeu des biocarburants ». Les données ont été cependant actualisées et davantage territorialisées.

² Les agrocombustibles représentent à peine 1% de la production mondiale des combustibles (FAO, 2006).

³ Sur les 850 millions d'hectares dont dispose le Brésil, à peine 370 sont dans des exploitations agricoles et 75 millions d'ha sont en cultures (recensement agricole de 2006). La canne à sucre, occupait alors une superficie de 5,6 millions d'hectares, en troisième position derrière le soja 22 millions d'ha et le maïs, 12 millions d'ha. A la campagne de 2008, les superficies plantées en canne à sucre seraient passées à de 8,6 millions d'ha.

⁴ Certains membres de la commission Européenne plaident, d'ailleurs, en faveur de l'importation massive d'éthanol en provenance du Brésil afin de répondre à l'objectif que s'est fixé l'Union Européenne de porter à 10% minimum la part des biocarburants dans le marché des carburants d'ici à 2020.

met en relation l'étude des circuits de la filière et leur territoires, ce qui implique de retenir un certain nombre de processus qui sous-tendent la croissance économique et se déroulent dans des territoires spécifiques, ici l'Etat de São Paulo et ses marges. La modernisation agricole brésilienne s'est longtemps caractérisée par une progression technologiquement innovante, mais socialement conservatrice, avec la persistance de relations de travail souvent archaïques. On émet cependant l'hypothèse que l'actuel développement de la filière sucre-alcool, outre son caractère innovateur sur le plan de l'écologie industrielle, pourrait cette fois jouer un rôle socialement intégrateur et poser les bases d'une possible « écologie sociale », c'est-à-dire fondée sur des conditions de travail et de vie décentes à tous les niveaux de la filière.

Le nouveau cycle d'expansion de la filière sucre-alcool

La filière sucre-alcool⁵, emblématique de ce Brésil rural aux fondements de la nation brésilienne, s'inscrit, comme beaucoup de secteurs d'activité au Brésil, dans la mondialisation et connaît à ce titre une importante révolution technologique. Le Brésil, devenu premier producteur mondial de sucre et d'alcool, modernise sa filière sucrière en parallèle avec la croissance d'une filière agro-énergétique pour répondre au défi de l'utilisation de combustibles moins polluants.

Le Brésil, vaste pays tropical caractérisé par une abondance d'eau et de soleil est donc en passe de présenter un modèle alternatif pour atteindre l'autonomie énergétique à partir de la biomasse. L'utilisation de l'alcool de canne comme carburant remonte dans ce pays aux années 1930, quand 5% d'éthanol entrait déjà dans le mélange avec l'essence. Des innovations technologiques ont conduit à ce que la transformation de ce produit traditionnel gagne en efficacité énergétique au moment où le recours plus systématique aux biocarburants désigne ces ressources bio-énergétiques comme une alternative plausible permettant de donner une plus grande autonomie aux utilisateurs pour adapter leur consommation aux fluctuations du marché. Il est notoire que l'alcool de canne à sucre se trouve être le biocombustible à plus haute productivité au monde et qui présente le meilleur bilan énergétique lors de sa transformation. Les recherches s'intensifient, de nouveaux procédés d'hydrolyse sont mis au point pour transformer les résidus agricoles ou forestiers en alcool⁶ et des aides fiscales interviennent en différents points de la filière (semences, eau, terres...)

On peut dire qu'une révolution technologique s'opère dans les « *canaviais* » (champs de canne), lieux symboliques de la culture coloniale ; même si des

⁵ On observe un glissement sémantique dans le vocabulaire au Brésil où le mot « alcool » prédominant dans les années 1980, est remplacé par « éthanol » dans les années 2000.

⁶ De l'hydrolyse à explosion de vapeur au milieu des années 1980, à l'hydrolyse acide puis à l'hydrolyse enzymatique (2006).

relations de travail encore archaïques y subsistent souvent (Fapesp, 2007). Le Brésil réussit en effet à faire coexister la modernité technique avec un coût du travail très bon marché, la réserve de main d'œuvre des nordestins, toujours facilement mobilisable, permet en effet le démarrage du processus de modernisation à grande échelle dans les régions les plus réactives, principalement São Paulo. Le problème récurrent d'un processus aussi rapide est celui de l'épuisement des sols, de la dégradation des milieux et la généralisation des mauvaises conditions de travail.

L'adoption de techniques plus performantes, de nouveaux procédés moins gaspilleurs, de regroupements changent la donne alors même que coexiste le moderne et l'archaïque. Des fusions-acquisitions d'usines-distilleries s'opèrent et des alliances stratégiques se nouent pour garantir l'accès au marché mondial. Le développement national doit-il se faire aux dépens du développement régional ? São Paulo à la tête de tous les grands cycles de l'économie brésilienne depuis un siècle, est encore une fois en point de mire.

La filière sucre-alcool fait de plus en plus souvent la une des journaux, son extraordinaire expansion qui concerne, en 2006, 72 000 producteurs de canne à sucre, offre 700 000 emplois directs et plus de 3 millions d'emplois indirects. Les enjeux sociaux, en terme d'emplois sont donc très importants, les enjeux économiques ne le sont pas moins avec un chiffre d'affaires qui s'élève à 41 milliards de *reais* et représente 3,6% du PIB brésilien (à peine inférieur à celui du café) et des ventes extérieures qui s'élèvent à 5,6 milliards de dollars pour l'Etat de São Paulo.

Dans un pays de la taille du Brésil qui a un potentiel agricole encore inexploité et plus de 100 millions d'ha non cadastrés, on ne peut pas dire que les cultures énergétiques entrent directement en concurrence avec les cultures vivrières. Pour l'Etat de São Paulo, il a été calculé que les champs de canne s'étendaient surtout aux dépens de pâturages peu productifs. Les seuls effets sont au niveau des prix et de l'impact de la progression de l'agrobusiness qui provoque de fortes tensions sur les marchés des produits agricoles. Il ne faut donc pas les sous-estimer : un effet d'augmentation en chaîne des prix des denrées agricoles toujours à craindre quand la production d'éthanol est subventionnée par le gouvernement, comme ce fut le cas pour le maïs aux Etats-Unis dont les prix ont connu une forte poussée lors du plan Ethanol⁷.

Des programmes de développement des biocarburants ont été au centre des politiques énergétiques brésiennes depuis le premier choc pétrolier de 1974, lorsque l'audacieux Proalcool, programme national de l'Alcool, entraîne la restructuration de la filière alcool-sucrière et l'engouement pour une innovation

⁷ La hausse des prix a ensuite été répercutée au Mexique, grand importateur du maïs américain, où l'augmentation du prix de la tortilla déclencha des émeutes en 2006.

nationale⁸. Le Proalcool, riche en trouvailles techniques⁹ et adaptations économiques, est celui, parmi les programmes comparables dans le monde, qui a connu le meilleur succès. Son démarrage est euphorique, la production de voitures tout alcool atteint en 1980, 254 000 véhicules (un tiers de la production du pays) ; cependant, l'euphorie est de courte durée, en 1981, 130 000 véhicules, trois fois moins que les prévisions, et l'année 1982 confirme la déroute. Les distillateurs, avec 4,4 milliards de litres en 1980 et 5,1 milliards de litres en 1981, disent avoir rempli leur contrat, la difficulté semble venir des constructeurs automobiles qui ont livré des moteurs à alcool pleins de défauts, trop lents au démarrage, vibrant et calant souvent (Coriat, 1982). A l'Etat qui subventionnait déjà le prix de l'alcool à 60% de celui de l'essence, les constructeurs demandent de subventionner la voiture elle-même. Le programme entre véritablement en crise à la fin des années 1980, lorsque les prix du pétrole se mettent à baisser durablement ; les aides gouvernementales se font alors plus rares et la place des biocarburants diminue inexorablement dans le bilan énergétique du Brésil.

Toutefois, la conjoncture change et à la fin des années 1990, une loi sur les biocombustibles leur redonne une place centrale dans la politique énergétique¹⁰. La firme Bosch met au point, dans sa filiale de Campinas, la technologie flex-fuel, couronnée en 2003 par la sortie des chaînes de montage de plusieurs constructeurs de la voiture au moteur flex-fuel, c'est-à-dire polycarburant fonctionnant indifféremment à l'essence, à l'alcool ou au mélange entre les deux carburants (avec le slogan « véhicule intelligent pour consommateur intelligent »). Pour les 20 millions d'automobiles qui circulent aujourd'hui au Brésil, la proportion des carburants consommés s'établit comme suit : 56% d'essence, 37%, d'alcool et 6% de gaz naturel véhiculaire (GNV).

Au début de 2007, plus de 80% des automobiles vendues au Brésil sont flex fuel, ce qui représente un total 2,6 millions de véhicules (avec une prévision de mise en circulation de 9 millions de véhicules flex fuel d'ici 2010). Le consommateur peut donc arbitrer entre les carburants selon leur disponibilité et leur prix, celui de l'alcool étant toujours un peu inférieur à celui de l'essence pour tenir compte de la moindre densité énergétique du produit entraînant une

⁸ Deux types d'éthanol sont en usage au Brésil, l'anhydride mélangé à 20% dans l'essence (obligatoire) et l'hydraté consommé directement par les moteurs à alcool. Dans le processus de fabrication de l'éthanol, des levures sont ajoutées au jus de la canne pour provoquer la fermentation d'un « vin », après cette opération la distillation sépare les deux types d'éthanol.

⁹ Le premier véhicule national à alcool sort de l'usine Fiat en 1979, il est surnommé « cachacinha » petite automobile mue à la cachaça, la fameuse eau-de-vie tirée de la canne à sucre. De 2200 véhicules en 1979, la production passa à 578 000 automobiles à alcool en 1985.

¹⁰ Le bilan énergétique du Brésil, déjà original dans le panorama mondial, avec 45% de ressources renouvelables (15% hydroélectricité, 14% canne à sucre, 13% bois, 3% éolienne et solaire) contre 14% dans le monde.

consommation sensiblement supérieure. Depuis 2007, le programme éthanol s'étend aux autobus urbains.

Comme le fait remarquer Bernard Bret¹¹, l'éthanol est aujourd'hui rentable au Brésil ; sa rentabilité résulte des progrès techniques réalisés à toutes les étapes de la filière, que ce soit le rendement de la canne à sucre, sa teneur en sucre, la motorisation de la récolte, le traitement de la canne, la conception de distilleries de grandes dimensions autorisant des économies d'échelle. En 30 ans, de 1975 à 2005, le prix de revient de l'alcool-carburant est ainsi passé de l'indice 100 à l'indice 40, pour s'établir à 0,15 euro le litre¹². Il faut dire que la canne à sucre a une efficacité énergétique remarquable, que l'éthanol est un excellent combustible, même s'il demeure coûteux de le substituer complètement à l'essence¹³. C'est pourquoi l'alcool produit aux Etats-Unis à partir du maïs est moins compétitif (0,37 euro le litre), et l'alcool produit en Europe à partir de plusieurs céréales encore moins (de 0,50 à 0,60 euro le litre, en 2005).

Les nouvelles régions de l'éthanol

Le Nordeste, jadis premier producteur ne représente plus, avec 60 millions de tonnes, que 15% de la production nationale de sucre et 12% de celle d'alcool. Seuls quelques groupes industriels d'importance nationale, s'y maintiennent, principalement dans l'Alagoas. Il y a trente ans, le Nordeste, où se localisait le tiers des superficies plantées en canne à sucre, semblait avoir réagi positivement au Proalcool, modernisant la filière et s'équipant de nouvelles distilleries (Droulers, 1984). Malgré tout, inexorablement, l'Etat de São Paulo, plus réactif aux cycles économiques, accentue son avance, de 38% du total national de canne plantée en 1980, il passe à 60% en 2005. La région se couvre de champs de canne à sucre sur 4 millions d'hectares, avec un rendement moyen supérieur aux autres régions (80 tonnes à l'ha), une production totale plus de trois fois supérieure à celle du Nordeste. Que peut-on avancer pour expliquer l'écart qui se creuse entre le Nordeste et le Sudeste ? Invoquera-t-on les difficultés que le relief présente à la mécanisation ? le manque d'investissement ? le retard technologique ? le caractère archaïque des relations sociales ? Un ensemble de raisons qui souligne que le Nordeste n'a pas été en mesure de tirer profit du renouveau du cycle sucre-alcool, et que bon nombre de ses travailleurs

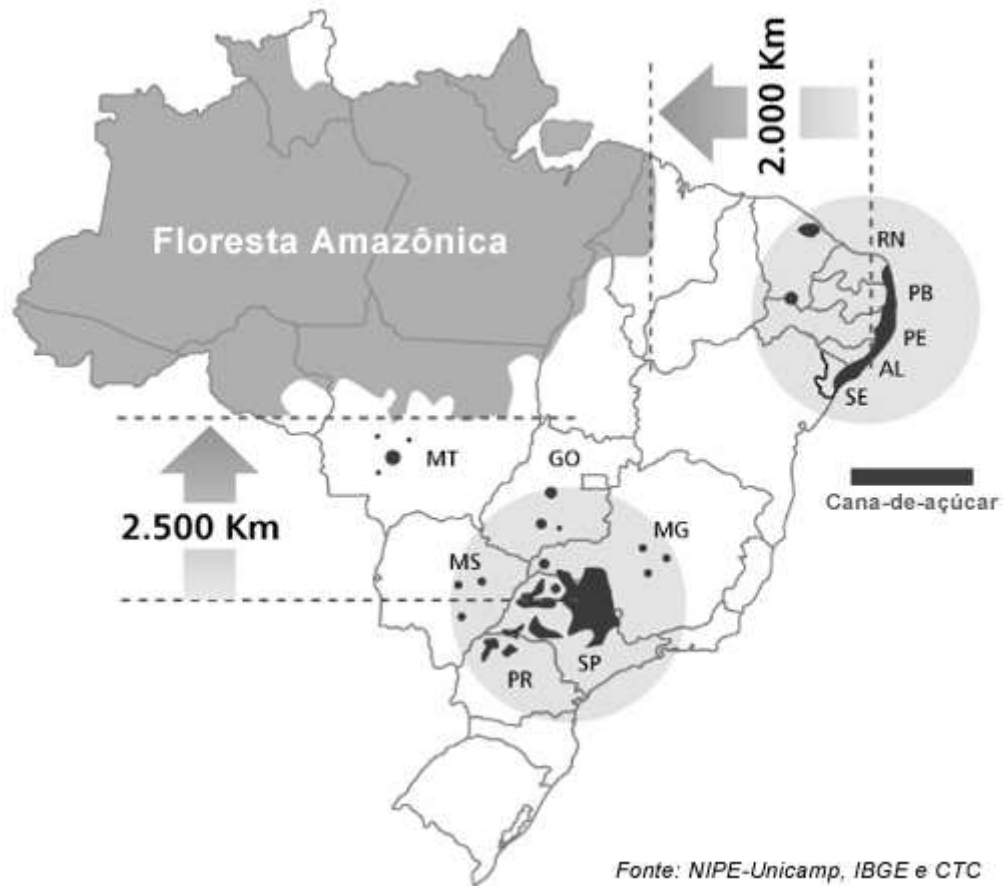
¹¹ Bernard Bret, *Le programme Proalcool au Brésil*, conférence prononcée à Saint-Dié-des-Vosges, Festival de la géographie, 3/10/2007

¹² A la fin des années 1970, une tonne de canne fournissait 90 kg de sucre ou 60 litres d'alcool, trente ans plus tard, une tonne de canne produit 120 t de sucre ou 90 litres d'alcool.

¹³ En 1980, le coût d'une tonne d'éthanol s'établissait aux environs de 700 US\$ tandis que l'essence était vendue sur le marché international à 400 US\$, prix doublé à l'intérieur du Brésil. L'éthanol étant toujours vendu 25% moins cher que l'essence pour compenser un pouvoir calorifique inférieur. En 2000, le prix de l'éthanol payé aux producteurs était inférieur à 200 US\$ la tonne et l'essence sur le marché international était à 150 US\$.

demeurent dans l'obligation d'aller s'employer, aujourd'hui comme hier, dans le sud-est du pays.

Carte 1 – Concentration de la production de canne à sucre



C'est donc bien à São Paulo que les progrès de la canne à sucre pour l'alcool sont les plus marquants, et notamment le long de l'axe qui joint Piracicaba à Ribeirão Preto, où s'observe aussi une concentration de centres de recherche¹⁴. Cette poussée de la canne à sucre se poursuit vers le Minas Gerais, le Goiás et le Mato Grosso du Sud. Parallèlement, la concentration géographique s'accroît ; sur les 200 municípes de l'Etat de São Paulo qui produisent de la canne à sucre, les 10 premiers d'entre eux (Sertãozinho, Morro Agudo ...), où la canne couvre entre 60 et 75% du territoire, fournissent 30% de la production pauliste. Les techniques les plus modernes sont mises en œuvre ; un programme dénommé CANASAT assure le suivi des cultures par satellite, il démontre qu'entre 2003 et 2005, l'expansion de la canne, qui s'est faite sur un million d'hectares, s'étend

¹⁴ Parmi ceux-ci le Centre Interdisciplinaire Energétique de l'Université de Campinas, le centre d'Etudes Avancées en Economie Appliquée de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Piracicaba, le Centre de Technologie Sucrière.

aux dépens d'aires de pâturages, de prairies dégradées, en général sur des terres exploitées par des agriculteurs qui ne sont pas en condition de se moderniser, ni d'obtenir des contrats de fourniture de canne auprès des distilleries. Les plus à même de réagir aux contraintes des industries sont les unités productives capitalisées, de grande taille qui parviennent à baisser leur prix de revient et à répondre rapidement aux demandes du marché. Ce processus entraîne une véritable recomposition territoriale selon laquelle le développement de la filière, qui permet une plus forte valeur ajoutée à l'hectare et donc une plus grande circulation de richesse sur un territoire, ouvre à son tour des possibilités d'intégration et de distribution pour ceux que le système moderne expulse. La distribution peut être directe par les revenus du travail dans les nouvelles entreprises et indirecte par les transferts sociaux.

Les augmentations de surface les plus considérables ont lieu dans les régions occidentales de l'Etat de São Paulo (São José do Rio Preto, Araçatuba, Presidente Prudente) où est prévue l'installation de plus de 50 nouvelles usines. Le front des cannaies avance inexorablement, les boutures de canne sont plantées de façon mécanisée dans un rayon de 10 km de la nouvelle usine 24 mois avant sa mise en opération. Les arbres isolés et les chemins vicinaux sont supprimés, un paysage de monoculture se forme.

Tableau 1 – Production de canne, sucre et alcool selon les données du Ministère de l'Agriculture, 2007

	Brésil	São Paulo	SPaulo/Brésil	Exportations	
Canne à sucre (million de tonnes)	401	257	64%		milliards US\$
Alcool (milliards litres)	19,9	10,6	63%	3	1,5
Sucre (million de tonnes)	28,9	19,6	68%	19	7

Source : Ministère de l'Agriculture, Elevage et Approvisionnement MAPA - 2007

La concentration foncière, perceptible dès le Proalcool (Droulers, 1984), joue à plusieurs échelles : les usines distilleries ont tendance à s'assurer un patrimoine foncier, l'idéal étant de parvenir au tiers de leurs besoins. On compte plus de 200 distilleries dans l'Etat de São Paulo. Une distillerie-type produit 240 000 litres/jour (contre 120 000l/jour du temps du Proalcool), ce qui correspond à une surface d'environ 30.000 ha de canne dans un rayon maximum de 30 kilomètres. La récolte est étalée sur 165 journées, avec 300 employés permanents et 1000 saisonniers. Les fournisseurs de canne ont tendance à se regrouper pour mieux répondre aux exigences industrielles. Au total, il existe dans l'Etat de São Paulo, 22 associations de planteurs regroupant 12 270 associés¹⁵. Enfin, les plus petits planteurs, moins de 10 ha, qui éprouvent des difficultés à rester dans le marché des grandes usines, auraient besoin de contrats adaptés à leur situation. La taille

¹⁵ Les trois principales associations de producteurs de l'Etat de São Paulo sont l'ORPLANA – *Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro Sul do Brasil* de Piracicaba qui compte 4254 associés, la COPERCANA *Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo* de Sertãozinho qui compte 1750 associés et l'AFCRC – *Associação dos Fornecedoros de Cana da Região de Catanduva* avec 456 associés.

du pays et ses réserves d'espaces constituent à la fois une force, par la disponibilité de terres pour la culture, mais aussi une faiblesse, par les distances à vaincre pour livrer le produit aux lieux de consommation, mais plus encore, aux lieux de transformation.

Des phénomènes de concentration se manifestent à plusieurs échelles ; les entreprises agricoles se mettent au diapason des traitements industriels et resserrent leurs liens économiques avec les usines. Une situation d'oligopole s'installe, dominée par cinq grands groupes. Actuellement les trois quart de la canne sont traitées par des entreprises associées qui s'occupent de logistique de production, de transport, de destination des résidus. Dans toute la filière, les acquisitions et fusions se multiplient. Le plus grand groupe, COSAN, constitué en quelques années, comptait en 2007, 17 usines capables de traiter 40 millions de tonnes de canne ; il affiche 37 000 emplois et est devenu le 3ème plus grand producteur du monde de sucre et 2ème exportateur mondial d'alcool. Il pèse sur la logistique régionale, participant à l'investissement du terminal portuaire d'exportation d'alcool de Santos. La COPERSUCAR – *Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo* innove de son côté en adoptant un nouveau procédé, mis au point par l'entreprise Dedini, d'hydrolyse rapide de la bagasse de canne qui rendra possible le doublement de la production d'alcool. Outre ces grands groupes de production, des associations d'usines voient le jour, la plus importante étant l'ÚNICA – *União da Indústria de Cana-de-açúcar*, association professionnelle bien représentée dans la région de Ribeirão Preto et Piracicaba. De son côté, le gouvernement de São Paulo a créé, en 2007, une *Comissão Paulista de Bioenergia* pour soutenir le développement de l'énergie propre et renouvelable, notamment pour les transports publics et le gouvernement fédéral a édité des *Diretrizes de Política de Agroenergia* pour orienter le développement de la filière et sélectionner des actions stratégiques.

Les groupes étrangers investissent, à l'image du premier groupe sucrier français Tereos¹⁶. Coopérative pionnière dans ses prises de participation au Brésil dès l'an 2000 et qui possède aujourd'hui 100% du sucre Guarani, 47% de la franco-brésilienne du sucre et 6% de la Cosan. Louis Dreyfus Commodities Bioenergia possède 8 unités de production et une capacité de traiter 11 millions de tonnes de canne par an. Le milliardaire George Soros a investi dans une usine du Minas Gerais et se lance dans la construction d'une autre au Mato Grosso du Sud. Cargill et Global Foods prennent également des parts dans des grandes distilleries.

¹⁶ « En six ans, la discrète coopérative française Tereos (14 000 adhérents) est devenue un des leaders mondiaux du sucre » et cinquième producteur mondial d'éthanol. Le Monde, 28/12/2006

Si les procédés de fabrication progressent, les études génétiques font de même. Dans le cadre du projet Genoma Cana, 200 gènes producteurs de saccharose ont été identifiés et sont utilisés pour produire des plantes transgéniques plus riches en sucre, mais aussi plus résistantes aux maladies et aux insectes. De nouvelles variétés¹⁷, comme la RB925211, présentent une maturation précoce, une haute teneur en saccharose, une bonne productivité, tout en s'avérant résistantes aux principales maladies de la canne¹⁸. Des avancées sont également observées en technologie de l'information afin de travailler le plus efficacement possible, éliminer les goulots d'étranglement, améliorer la logistique et la gestion du personnel.

De nouvelles organisations territoriales, pôles technologiques ou systèmes productifs locaux se mettent en place. Ainsi à 200 km de São Paulo, dans la région de la vallée du fleuve Piracicaba, l'APLA, *Arranjo Produtivo Local do Alcool da Região de Piracicaba* qui regroupe 70 industries, 10 usines/distilleries, 6 institutions de recherche et d'autres organismes liés au secteur, a pour mission d'incorporer plus de valeur ajoutée à la filière de l'agroénergie et de contribuer au développement durable de la région. Ou encore le pôle technologique de l'éthanol à Sertãozinho, (350 kilomètres au nord de São Paulo et 25 de Ribeirão Preto), ville qui compte 100 000 habitants et 200 PME fabriquant les machines et les équipements de pointe des distilleries. Ces PME sont issues de l'entreprise Zanini, pionnière du premier cycle du ProAlcool, innovatrice dans le traitement de l'éthanol, mais qui, n'ayant pu survivre au déclin du programme, s'est éteinte au début des années 1990. Ses anciens employés, forts de leur savoir-faire, ont réussi à remonter de nouvelles entreprises qui accompagnent l'actuel boom de l'éthanol, fournissant aussi bien des équipements pour le contrôle électronique des processus industriels, que des turbines, des chaudières de cogénération et les outils de montage. Les entrepreneurs sont à la recherche de nouvelles technologies pour baisser les coûts. La ville de Sertãozinho étend sa renommée en organisant deux grandes foires annuelles de l'industrie alcool-sucrière qui accueillent des dizaines de milliers de visiteurs. Beaucoup de fabricants, à la suite de l'entreprise Dedini, entrent dans le champ de l'écologie industrielle proposant un enchaînement de nouveaux processus à l'usine de plus en plus performants, utilisant moins d'énergie, par le traitement à sec de la canne, et moins d'eau, ce qui rend une vinasse mieux déshydratée. Ce produit mélangé aux cendres de la bagasse brûlée dans les fours, donne naissance à un engrais, le « biofom », qui retourne aux champs de canne.

¹⁷ Ces variétés sont mises au point au sein d'un réseau de recherche composé de sept Universités Fédérales.

¹⁸ Les niveaux de productivité s'élèvent à 7000 litres d'éthanol par ha. La canne exige beaucoup moins d'engrais que le maïs, respectivement 10, 6 et 4 fois moins de nitrogène, phosphate et potassium.

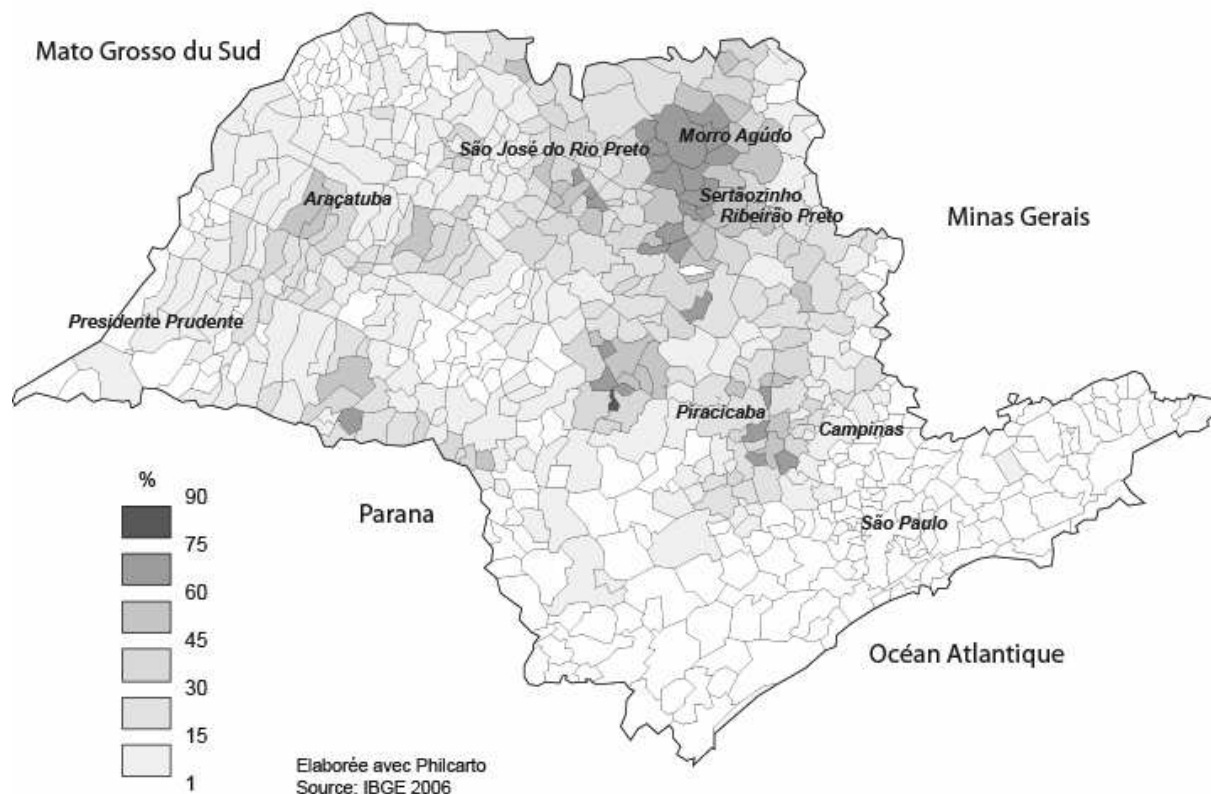
Les performances de la filière s'améliorent donc avec une production de plus en plus concentrée géographiquement et techniquement dans l'Etat de São Paulo¹⁹ où, durant la campagne 2006/2007, près de 15% de la canne broyée l'a été dans les six plus grandes usines dont voici quelques caractéristiques.

Tableau 2 - Les plus grandes usines paulistes du secteur sucre-alcool et leur production

Usines	Municipes			Production par usines			
	Nom	Canne plantée		Canne broyée milliers t	Sucre millier t	Alcool millier m3	Puissance MW
	Ha	%					
Da Barra	Barra Bonita	10 102	72	6 815	489	289	15,8
S. Martinho	Pradopolis	10 650	62	6 762	361	286	19,0
Santa Elisa	Sertãozinho	29 078	72	5 166	317	222	62,0
Vale Rosario	Morro Agudo	105 529	77	5 717	386	233	13,0
Colorado	Guaira	41 734	33	4 551	345	197	58,4
Da Pedra	Serrana	8 092	63	3 878	187	209	40,0

Source : Única - União da Industria de cana-de-açúcar, récolte 2007/2008

Etat de São Paulo surfaces cultivées en canne à sucre



Chaîne de valeur et durabilité

Avec une telle expansion territoriale et une telle croissance de la production, les problèmes environnementaux se sont aggravés, cependant dans le même temps, les éléments d'un nouveau protocole environnemental se mettent en place. La chaîne de valeur de la filière sucre-alcool s'établissait en 2006 comme suit : 6,5

¹⁹ Ce serait l'équivalent de l'Iowa aux USA qui regroupe 40% de la capacité de production de l'éthanol de maïs.

millions d'hectares de canne en production, 72 000 producteurs, 410 millions de tonnes récoltées, 330 usines-distilleries de canne, 19 milliards de litres d'éthanol, 26 millions de tonnes de sucre, de la bagasse produisant de l'électricité et faisant obtenir des crédits de carbone. Un bon nombre d'améliorations devraient intervenir au niveau des distilleries, réputées plus polluantes que les usines à sucre, car elles laissent d'importantes quantités de résidus, imposent de grands équipements de stockage, de transport, des myriades de camions, de nouvelles canalisations.... A cette liste des problèmes environnementaux s'ajoutent encore les dangers de la monoculture qui appauvrit les sols et multiplie les risques de propagation des maladies des plantes alors même que la mécanisation et l'usage des herbicides amplifient les atteintes au milieu. Sont remis aussi en cause le brûlis des cannaies avant récolte, la mauvaise gestion des résidus, notamment la vinasse, mais aussi l'utilisation peu précautionneuse de l'eau²⁰, l'inexistence des réserves forestières, la disparition des forêts-galeries. Tous ces phénomènes qui amplifient les pollutions de l'air et des eaux, provoquent l'érosion des versants, augmentent le taux de charge des rivières, poussent à la recherche de solutions pour rendre ce secteur en expansion plus durable.

De plus, les effluents liquides constituent un problème récurrent de toutes les usines à sucre. En effet, le traitement d'une tonne de canne exige 0,85 m³ d'eau²¹, eau ensuite rejetée dans la nature, assez chaude et chargée de divers composants chimiques. De plus, lors du processus de distillation classique, chaque litre d'alcool produit laisse comme résidu onze à douze litres de vinasse (*vinhaça, vinhoto ou garapão*). Ce résidu corrosif présente une température élevée et un pH acide, cependant sa richesse en potasse et autres composants organiques le rend utilisable comme fertilisant, il peut être aspergé pour irriguer et nourrir les champs de canne. Depuis 1980, il est interdit de le déverser dans les cours d'eau, mais il reste que les milliards de litres de ce résidu polluant à répandus sur les champs de canne, auront vraisemblablement des conséquences sur la saturation des sols et la pollution des nappes souterraines. La recherche et les investissements sur de nouveaux procédés industriels permettant des opérations de recyclage plus propres se poursuivent.

Le sous-produit bagasse (canne écrasée), qui sert depuis toujours de combustible dans les chaudières, assure l'autonomie énergétique des usines et prend une nouvelle valeur avec le développement du secteur de la co-génération électrique. En effet, grâce à une plus grande efficacité des chaudières qui brûlent bagasse et paille, les usines obtiennent des excédents d'énergie qu'elles revendent au

²⁰ A partir de 2007, une loi impose l'achat de l'eau au prix de R\$0,02 par m³ consommé. La consommation se réduit à 1,83 m³/t en 2007, contre 5 quinze ans plus tôt.

²¹ La principale nappe aquifère de São Paulo, celle de Bauru a été largement utilisée ; les usines cherchent maintenant à atteindre l'immense nappe aquifère Guarani située entre 700 et 1600 m de profondeur et dont l'eau est assez chargée en sodium.

système électrique public. Le secteur de la bioélectricité se révèle prometteur, on prévoit même qu'il atteindra 8% du bilan énergétique en 2012, à condition qu'un certain nombre d'obstacles soit levé, que des normes de connexion soient établies, que les autorisations environnementales soient plus agiles (Jank, 2007). Avec les gains de productivité s'opèrent des gains environnementaux qui concernent aussi bien la partie industrielle que la partie agricole où les vinasses et tourteaux des filtres servent de fertilisants, où la pratique de la couverture de paille évite les herbicides, où les pesticides sont remplacés par des contrôles biologiques. De plus, à leur arrivée à l'usine, les cannes sont lavées à sec, afin de réduire les consommations d'eau.

A tous les niveaux, des systèmes de normes se mettent en place et la législation environnementale devient plus précise, même si elle reste assez souvent perçue comme trop bureaucratique. A São Paulo, le Secrétariat à l'environnement délègue à un Département d'Evaluation des impacts environnementaux, le soin de contrôler et d'octroyer les autorisations environnementales préalables à tout nouveau projet ou agrandissement d'unité productive. Mais, avec un secteur agroindustriel qui croît au rythme de 6% par an, les dispositions administratives peinent à être effectives. Par ailleurs, beaucoup d'usines optent pour l'implantation d'un Système de Gestion Environnemental basé sur la série des normes ISO 14.000.

Cependant, une enquête menée auprès d'une trentaine d'usines de l'Etat de São Paulo lors de la campagne 2006 démontre que le secteur continue à utiliser d'énormes quantités d'eau, que sont gardées en fonctionnement des chaudières technologiquement obsolètes ne permettant pas de profiter du potentiel de cogestion électrique, qu'il consomme encore beaucoup de produits chimiques agressifs pour le milieu naturel (soude caustique, lubrifiants et graisses non biodégradables, diesel) et continue à brûler l'essentiel des cannes dans les champs (Esalq, 2007). A la suite de cette enquête, des calculs de coûts environnementaux arrivent à la conclusion que chaque usine devrait investir 3 reais par tonne de canne traitée pour se mettre en adéquation avec les normes et corriger son passif environnemental.

De l'écologie industrielle à l'écologie sociale

A la flexibilité industrielle s'ajoute celle du travail dans les plantations de canne. Activité saisonnière, la coupe, travail éprouvant, fait largement appel à des travailleurs journaliers qui se déplacent d'une zone de production à l'autre²². Le nombre des coupeurs de canne qui migrent vers l'Etat de São Paulo à l'époque

²² L'essentiel de la récolte s'effectue entre avril et novembre (pour les trois quarts l'activité est manuelle), tandis que le semis s'effectue entre août et octobre pour la canne d'un an et entre octobre et avril pour la variété de canne d'un an et demi (soit trois récoltes en deux ans). Les champs de canne doivent être rénovés, c'est-à-dire replantés, après quatre ou cinq récoltes.

de la récolte est estimé à 100 000, ces fameux « *boias frias* » (gamelles froides) qui mangent dans les champs et travaillent 10 à 12h par jour. La plupart d'entre eux vient du Nordeste. Malgré d'incontestables progrès des conditions de travail dans la canne à sucre, avec la quasi disparition du travail infantile, la baisse du travail non déclaré, de réels augmentations de salaires, des possibilités de meilleure scolarité pour les enfants des journaliers, les atteintes au droit du travail sont encore très nombreuses, les tribunaux régionaux du travail relèvent des milliers d'infractions et infligent des amendes. Mais pour les travailleurs qui viennent des zones périphériques, l'aubaine d'un emploi trois fois mieux rémunéré que dans leur région d'origine, reste attractive, malgré le caractère saisonnier de l'activité. La presse locale et militante continue à dénoncer les conditions peu claires de recrutement, la précarité des transports, l'insalubrité des logements collectifs et la pression pour obtenir toujours plus de rendements. Un travailleur considéré comme efficient coupe 12 tonnes par jour, c'est déjà deux tonnes de plus qu'il y a 20 ans et reçoit 2,5 *reais* par tonne, ce qui fait un revenu à peine supérieur au SMIC. La mécanisation devrait à terme éliminer ces conditions de travail difficiles, en attendant, elle laisse encore la possibilité à quelques dizaines de milliers de jeunes, sans qualification, d'avoir un petit salaire.

Néanmoins, dans le centre-sud, la récolte mécanisée de la canne progresse inexorablement. En 2006, on comptait au Brésil, 1300 moissonneuses (chacune effectuant le travail de 400 coupeurs de canne) et 70% d'entre elles opéraient dans le seul Etat de São Paulo, ce qui représente la possibilité de traiter le tiers de la canne plantée. Les associations de défense des travailleurs sont hésitantes face à la mécanisation qui supprime des postes de travail, certes jugés pénibles, mais qui risque d'augmenter la pauvreté, le chômage, le mouvement des sans-terres. Ne faudrait-il pas alors utiliser les moyens de la responsabilité sociale des entreprises ? ou encore favoriser les groupements d'employeurs ?

Car, si la mécanisation permet d'éviter les problèmes de main d'œuvre, elle est aussi encouragée parce qu'elle permet d'arrêter la pratique habituelle de mettre le feu aux cannaies. De tous les impacts environnementaux de l'agro-industrie de la canne, l'usage du feu, pour se débarrasser de la paille et faciliter le travail de coupe, est l'un des plus contesté. En effet, avec les progrès de l'urbanisation et l'équipement croissant du territoire, cette pratique ancestrale d'un monde rural peu dense n'est plus de mise. Une loi de 2002 de l'Etat de São Paulo prévoit l'interdiction totale des feux de canne pour 2020 ; c'est ainsi que la mécanisation devrait se poursuivre rapidement, si ce n'est la difficulté à trouver de la main d'œuvre qualifiée pour l'entretien de ces moissonneuses. Pour essayer de répondre à cette question de la ressource humaine, des entreprises se spécialisent dans le recrutement et la gestion de la main d'œuvre de la filière.

Dans ce contexte où le Brésil joue à fond la carte des biocarburants, outre le programme éthanol, un programme biodiesel émerge, appuyé d'un côté sur les petits producteurs et fortement soutenu par le président Lula, d'un autre sur des usines pilotes de la Petrobras²³. La consommation de diesel qui atteint 36 millions de m³ par an est destinée à 80% aux transports (autobus et camions). Les essais pour obtenir du biodiesel de soja, de ricin (*mamona*), de babaçu ou d'huile de palme (*dendê*) sont avancés, mais les coûts de la transformation semblent encore trop élevés. Ces trois derniers produits pourraient cependant servir à relancer les petits producteurs du Sertão et nord moyen, les deux régions les plus pauvres du Brésil qui constituent une priorité de développement pour le président Lula. Un programme de mini distilleries dans la région de Floriano au Piauí, impliquant 4000 agriculteurs familiaux cultivant chacun quelques ha de ricin, en cours d'expérimentation, a été largement médiatisé ; cependant, en 2008, les résultats s'avèrent assez décevants, à cause de procédés de transformation mal maîtrisés. L'utilisation du biodiesel pourrait néanmoins commencer dans ces régions du Nord où le coût du diesel conventionnel est plus élevé. Une obligation de 2% de biodiesel dans le diesel est entrée en vigueur, au niveau national, en 2008. Un autre domaine de débouché pour les huiles est celui de la biochimie à partir du développement des biotechnologies, le vivant devenant « un nouveau carburant de l'industrie » selon un article du journal Le Monde du 10/09/2002.

Même si les rendements s'améliorent (100t/ha), on sait qu'avec les biocombustibles, le risque agricole entre dans la matrice énergétique entraînant d'autres types d'incertitudes, qu'il s'agisse des baisses de production possibles (maladies, manque ou excès de pluies), ou de la décision de l'agriculteur de faire de l'énergie plutôt que de l'alimentaire, en cas de concurrence entre ces deux usages. Cependant, le Brésil présente bien des perspectives prometteuses dans le secteur des biocarburants, parce qu'il dispose de réserves de sol cultivable et d'une maîtrise trentenaire de la technologie de la filière. La compétitivité du territoire pauliste, capable de placer durablement ses biocarburants sur les marchés de consommation intérieure et sur le marché mondial, est un atout supplémentaire. Une nouvelle régionalisation agricole se dessine avec la consolidation d'un centre-sud composé des Etats de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, où sont produits 82% de la canne à sucre brésilienne (UNICA, 2004) et où se trouvent les régions les plus réactives aux sirènes du marché, qu'on peut dénommer, selon l'expression

²³ Trois d'entre elles sont entrées en fonctionnement en 2008 Candeias (Bahia), Quixada (Ceara) et Montes Claros (Minas Gerais), chacune avec une capacité de 57 millions de litres de biodiesel par an pouvant traiter toutes sorte d'huile végétales et animales.

consacrée, les régions de la filière sucre-éthanol « qui gagnent » (Benko et Lipietz, 1992).

Le développement de la filière ne contribue définitivement pas, jusqu'à présent, à rééquilibrer les économies régionales, à inclure durablement les petits producteurs, ni à résoudre tous les défis environnementaux qui lui sont posés. Tout en s'affirmant incontestablement comme un modèle alternatif, le nouveau cycle d'expansion de la filière sucre-alcool ne réduit qu'à la marge les inégalités sociales, incarnant cette « modernisation conservatrice » dont le Brésil a, de l'une comme de l'autre, le secret.

Cependant, le Brésil pourrait introduire le processus d'un éthanol « socialement correct » qui maintiendrait des emplois décents²⁴. Il s'agirait de segmenter le marché et créer une marque qui intégrerait le « socialement correct » sur un produit, celui-ci pourrait alors être vendu quelques centimes plus cher que l'éthanol produit pour le marché mondial, démontrant ainsi que la filière de la canne pourrait être, non seulement un secteur d'innovation technologique, mais aussi un secteur d'innovation sociale intégrateur.

Bibliographie

- BENKO Georges et LIPIETZ Alain (1992) Les régions qui gagnent. Districts et réseaux, les nouveaux paradigmes de la géographie économique, Paris, PUF, 424 p.
- BERTRAND Jean Pierre, MELLO Neli Aparecida de, THERY Hervé, 2007, « La politique brésilienne en matière de carburants d'origine végétale : le pari sur l'éthanol » *Demeter 2008 économie et stratégies agricoles*, Club Demeter, pp. 163-186.
- BRET Bernard, 2007, *Le programme Proalcool au Brésil*, conférence Saint-Dié, Festival de la géographie
- CORIAT Benjamin, 1982, *Alcool. Enquête au Brésil sur un programme agro-énergétique de substitution au pétrole*. Paris, Christian Bourgois, 128 p.
- CHALMIN Philippe, 2006 et 2008, CYCLOPE, Les marchés mondiaux. Articles Sucre, bioéthanol, oléoprotéagineux.
- DROULERS Martine, 1984, « Brésil : agro-énergie et disparités régionales », in La Documentation Française, *Problèmes d'Amérique Latine*, n°71, 125-142.
- DROULERS Martine, 2008, « Brésil, l'enjeu des biocarburants » in Amérique Latine 2008 La Documentation française, pp 159-169.
- FAPESP, revue PESQUISA, n°122, avril 2006, *Revolução no canavial*, 62-70.
- FERREIRA de Andrade José Mário et DINIZ Katia Maria, 2007, *Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar: Subsídios para a Gestão*, Esalq, Piracicaba.
- MAPA / Embrapa. «Plano Nacional de Agroenergia 2006 – 2011». Brasília, 2005.
- Mission Economique, ambassade de France, 1/2008, fiche de synthèse «La filière des biocarburants au Brésil», 4 pages.
- OCDE *Biofuels: is the cure worse than the disease?* Par Richard Doornbosch and Ronald Steenblik, Paris, 11-12 September 2007.

²⁴ Le gouvernement fédéral vient de créer un label «combustible social» pour le biodiesel. Il s'agit d'un ensemble de mesures visant à stimuler l'inclusion sociale des agriculteurs familiaux (Site biodiesel).