



HAL
open science

Les rapports du GIEC et leur mise en politique : entre science et stratégie

Jean Claude Bergès, Hubert Cochet

► To cite this version:

Jean Claude Bergès, Hubert Cochet. Les rapports du GIEC et leur mise en politique : entre science et stratégie. Peyroux E.(Coord.); Raimond C. (Coord.); Viel V. (Coord.); Lavie E. (Coord.). Développement, changements globaux et dynamique des territoires. Théories, approches et perspectives de recherche, ISTE Editions, pp.267-286, 2022. halshs-03772207

HAL Id: halshs-03772207

<https://shs.hal.science/halshs-03772207>

Submitted on 25 Nov 2023

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.

Les rapports du GIEC et leur mise en politique : entre science et stratégie

13.1. Introduction

L'histoire et le mode de fonctionnement du GIEC* (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat), ainsi que l'utilisation qui est faite de ses résultats et publications *, constituent un objet d'étude singulier. Objet que nous aborderons en partant d'horizons disciplinaires très différents et donc de points de vue contrastés : celui des sciences de l'atmosphère d'une part, celui de l'économie du développement agricole d'autre part. Ce croisement d'approches, autour d'un objet commun, est le fruit de la rencontre - improbable - de deux chercheurs que l'appartenance à la même unité de recherche (Prodig) a rendu possible autour de la problématique environnement/développement.

Dans ce chapitre, nous tenterons de retracer cette histoire et son aboutissement dans les modalités de fonctionnement et de publications de ce collectif unique. Nous essayerons de mettre en évidence le décalage entre la richesse de la base de données rassemblée et synthétisée par les experts* du GIEC ainsi que leurs recommandations d'une part, et l'utilisation parfois un peu simpliste qui en est faite par certaines équipes scientifiques à des fins de promotion politique, d'autre part.

Après un rappel du contexte de la création du GIEC, en tant que fédérateur d'une large communauté scientifique impliquée dans l'étude du changement climatique, de son historicité et mode de fonctionnement, nous analyserons succinctement sa stratégie de publication et les différents types de documents produits. Le caractère nuancé des positions avancées par le GIEC, notamment dans le deuxième volume « Impacts, Adaptation et Vulnérabilité » du 5^e rapport sera ensuite souligné. Nous verrons alors comment ces positions nuancées diffèrent profondément de celles

2 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

soutenues par certains bailleurs de fonds* et organismes internationaux qui, assez paradoxalement, appuient leurs conclusions sur les résultats du GIEC. Un exemple de cette distorsion notable sera ensuite présenté en s'appuyant sur l'analyse d'un article, consacré à l'adaptation de l'agriculture tanzanienne au changement climatique.

13.2. Le contexte de la création du GIEC

Les questionnements sur une influence possible du dioxyde de carbone comme gaz à effet de serre* sont anciens. Ainsi la première conférence mondiale sur le climat (WMO 1979) qui s'est tenue à Genève en février 1979 évoquait l'hypothèse du changement climatique induit par le CO₂ parmi d'autres mécanismes de modification du climat induits par les activités humaines, comme l'agriculture intensive, les explosions nucléaires et la déforestation. La conférence recommandait de développer le système d'observation du climat et d'appuyer les actions de recherche dans ce domaine. Mais ce document ne formule pas de recommandation en termes de politiques publiques, les connaissances des processus physiques n'étant alors pas assez avancées. Dans la synthèse du document précité, Fedorov souligne le caractère encore conjectural des théories sur l'impact des gaz à effet de serre. Parmi les facteurs qui ont contribué à rendre cette thématique dominante figurent le succès de l'action d'interdiction des gaz chlorofluorocarbures (CFC ou Fréon) et une mutation des sciences de l'atmosphère.

13.2.1. Le protocole de Montréal et la prohibition des CFC

L'action internationale de contrôle de la production du CFC se caractérise aussi bien par sa précocité que son efficacité. En 1928, lorsque T. Midgley qui travaille alors pour la société Frigidaire dépose le brevet du CFC, son invention marque une avancée significative pour l'industrie américaine. Des dispositifs réfrigérants peuvent être produits à partir de gaz sans danger pour la santé humaine ni pouvoir détonant. Il est estimé que la seule firme Dupont de Nemours réalisait en 1980 un chiffre d'affaire de 600 millions de Dollars en commercialisant ce produit (Maxwell et Briscoe 1997). Réalisant des sondages atmosphériques en Antarctique, J. Lovelock découvrit en 1971 des teneurs en CFC anormalement élevées (Christie 2001) mais cette observation ne présentait pas de caractère alarmant compte tenu des connaissances de l'époque. Cependant, après que M. Molina et J. Rowland (1974) aient publié leur article sur le rôle du CFC stratosphérique dans un processus photochimique de destruction de l'ozone, les réactions dans les milieux économiques et politiques furent vives. En effet, en se référant à des données expérimentales et à une évaluation sommaire des quantités de CFC en haute atmosphère, les auteurs avaient mis en évidence les conséquences d'une réaction photochimique amenant à la disparition d'une couche

protégeant la planète de l'excès de radiation dans l'ultraviolet. Dans un premier temps, Dupont de Nemours réagit en mettant en cause ces conclusions. Cette controverse va inciter la NASA à développer le capteur TOMS (*Total Ozone Mapping Spectrometer*) pour mesurer l'ozone stratosphérique. Ce capteur sera passager du satellite Nimbus-7 lancé en 1978 et très rapidement les observations vont confirmer l'hypothèse de Molina et Rowland. Ces résultats vont susciter des réactions rapides et dès octobre 1978 les Etats-Unis interdisent l'usage du CFC comme propulseur d'aérosols. Parallèlement Dupont de Nemours, adaptant sa stratégie industrielle, dépose un brevet pour un substitut au CFC et appuie les actions visant à limiter l'usage de ce gaz. Cette conjoncture favorable permet de conclure rapidement des accords internationaux et un traité, le protocole de Montréal, est ratifié en 1987. Ce traité, qui interdit presque toute utilisation et production du CFC, constitue la première initiative internationale contraignante de protection de l'environnement (Levy 1997).

13.2.2. La rupture épistémologique des sciences de l'atmosphère

Au cours des années 1980, les sciences de l'atmosphère* ont connu une évolution si rapide qu'il n'est pas exagéré de parler de rupture épistémologique, les démarches d'investigation et critères d'évaluation devenant radicalement différents. Cette évolution suscite l'apparition de nouveaux acteurs et la réorganisation de ce domaine scientifique (Pagney 2012). Le principe de la prévision numérique du temps et ses équations de base ont été décrits très précocement par W. Bjerknes (1904) mais cette publication est restée sans suite immédiate faute de moyens de calcul et de mesure. Le même auteur formulera en 1917 la théorie des fronts qui, elle, pourra être utilisée dans un contexte opérationnel de prévision météorologique à travers des procédures basées sur des représentations graphiques et le savoir empirique du prévisionniste qui intervient lors de la spatialisation des observations ponctuelles et de la dynamique des structures générées. Ce n'est que 70 ans plus tard que la première théorie de Bjerknes pourra trouver un champ d'application. Cette évolution est permise par deux mutations techniques : l'accroissement des moyens de calcul et le développement d'un système d'observation spatial. Si les premiers ordinateurs sont apparus en 1945, leur capacité est restée longtemps très insuffisante pour la prévision numérique des états de l'atmosphère. En 1975, est créé l'ECMWF (*European Center for Medium range Weather Forecast*) fédérant les capacités des services météorologiques* européens. Pour sa part Météo-France intègre dans son système de prévision* les modèles numériques* à partir de 1985 après une dizaine d'années d'expérimentation* (Rousseau *et al.* 1995). Ces premières applications ouvrent la voie de la modélisation* des phénomènes atmosphériques et permettent de quantifier ce qui relevait de démarches conjecturales. Alors qu'auparavant les résultats se fondaient sur la cohérence de schémas de fonctionnement, la capacité effective à calculer des modèles

4 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

numériques amène une toute autre démarche. Un autre facteur qui contribue à cette mutation des années 1980 est l'apparition d'un dispositif d'observation spatial (Hamon, 1995). Alors que pour beaucoup de disciplines, la télédétection spatiale* s'inscrivait en continuité de la photographie aérienne, elle était radicalement nouvelle en météorologie* dans la mesure où l'altitude de vol des avions ne permettait pas d'appréhender les phénomènes à une échelle pertinente. Bien que dès 1960 des images de phénomènes atmosphériques aient pu être transmises, l'utilisation de ces données suppose une continuité des observations, une stabilité des capteurs et des capacités de transmissions qui n'ont été obtenues que très progressivement. En Europe le premier satellite géostationnaire capable d'offrir une couverture continue a été Météosat-2 lancé en 1981 et, sous l'égide de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), une coordination des satellites météorologiques à partir de 1975. Il est donc possible d'appréhender les phénomènes météorologiques dans leur continuité spatiale et temporelle. Ces innovations décisives ont modifié les sciences de l'atmosphère en profondeur. Wiscombe et Ramanathan (1985) ont évalué l'impact de ces innovations sur le dispositif de formation des universités américaines, insistant sur l'intégration des concepts de mécanique des fluides dans la formation des météorologues.

13.3. Le GIEC, son historicité et son fonctionnement

13.3.1. L'intervention de James Hansen

La création du GIEC a été facilitée par l'appui d'acteurs institutionnel. Elle est précédée par la création par l'OMM et l'UNEP d'un groupe de travail sur les gaz à effet de serre* en 1985. Mais l'événement marquant est l'audition de J. Hansen, alors membre d'un centre de recherche de la NASA, au Congrès des États-Unis où il présente des résultats publiés cette même année (Hansen *et al.* 1988). Cette publication présente un intérêt particulier par l'exposé d'une méthodologie qui sera, jusqu'à ce jour, maintenue dans les travaux sur le changement climatique. L'argumentation des auteurs s'organise de la manière suivante :

- Les observations de surface et en altitude mettent en évidence une augmentation globale des températures ;
- Une augmentation de la teneur en dioxyde de carbone est également observée;
- Un modèle numérique* simule les cent dernières années d'évolution du climat en introduisant divers scénarios d'émission des gaz à effet de serre ;

– Il est constaté que seul le modèle correspondant aux émissions observées permet de rendre compte du réchauffement ;

– En se fondant sur le même modèle une amplification du réchauffement est prévue si le taux d'émission se maintient.

Cette démarche peut paraître proche de celle décrite précédemment sur l'impact des émissions en CFC sur l'ozone stratosphérique mais les différences sont profondes. D'une part, les gaz à effet de serre* existant dans l'atmosphère hors toute intervention humaine, le fondement de cette hypothèse est quantitatif et suppose une capacité de modélisation des flux d'énergie à l'échelle de la planète. Réaliser une telle modélisation* impose de coordonner diverses disciplines des sciences traitant de l'enveloppe fluide de la terre (biosphère, atmosphère et hydrosphère). D'autre part, les sources d'émission étant diverses et multiformes, il est beaucoup plus complexe de concevoir des politiques de réduction ou de substitution. Les modélisations du climat jouent ici un rôle clé, le schéma de causalité en dépendant entièrement. Ainsi sans modèle numérique, il ne serait pas possible de déterminer si l'augmentation de la teneur en CO₂ est cause ou conséquence de celle des températures. En effet puisque la solubilité de ce gaz dans l'eau décroît avec la température (Wiebe et Gaddy, 1940), les mers froides ont des capacités d'absorption plus forte que les mers chaudes.

13.3.2. Termes de référence et organisation du GIEC

Une telle diversité de disciplines, dans la seule partie d'étude des bases physiques du réchauffement global, risquait d'amener une illisibilité des résultats obtenus, la communication scientifique s'effectuant le plus souvent dans un cadre disciplinaire. Pour permettre à l'action politique de se déployer face à l'urgence présumée de ces phénomènes environnementaux, la nécessité de créer un organisme spécialisé, le GIEC (ou IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), est apparue. Cette institution est un groupe intergouvernemental d'experts* où chacun des 195 états membres de l'OMM ou de l'ONU mandate un délégué. L'objectif de ce groupe d'experts est de réaliser des synthèses de résultats scientifiques. Il se situe dans une position complémentaire des programmes internationaux d'étude sur le climat comme le GEWEX (*Global Energy and Water cycle Experiment*) et ses termes de références excluent aussi bien de mener des actions de recherche propres que de contribuer à la collecte de données environnementales.

Le GIEC s'appuie sur un bureau, actuellement de 34 membres, qui joue le rôle de secrétariat exécutif. Ce bureau est élu en session plénière par l'ensemble des états participant pour la durée de l'élaboration d'un rapport d'évaluation (AR ou *Assessment Report*) qui est la principale publication du GIEC. Le bureau est composé

6 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

en respectant l'équilibre entre les différentes régions de l'OMM ainsi que le rapport hommes/femmes. Les membres du bureau restant attachés à leurs institutions d'origine, le GIEC comporte très peu de collaborateurs permanents et son budget annuel, de l'ordre de 5 M€ (IPCC 2019), ne couvre que des frais de coordination et de publication. À la suite de la création du GIEC, la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) a été adoptée lors du sommet de la terre de Rio en 1992 et contribue à traduire les travaux de synthèse du GIEC en politiques environnementales. Dans le cadre de cette convention, des conférences des parties (COP) sont organisées annuellement pour suivre et coordonner ces politiques.

13.3.3. Quelques événements marquants

Par ses termes de référence, le GIEC a une position intermédiaire entre l'univers de la science et celui de la politique ce qui explique que des débats, qui constituent le cœur de l'activité scientifique, puissent apparaître comme des controverses. L'affaire du Climagate, qui a jeté la suspicion sur le CRU (*Climate Research Unit – East Anglia University – Grande Bretagne*) - un centre de recherche fortement impliqué dans les activités du GIEC - est représentative de l'ambiguïté de cette position. Spécialisé en climatologie, ce centre de recherche fournissait des séries historiques d'enregistrements de paramètres météorologiques. Ce travail était important et sensible parce que, si le dispositif d'observation météorologique* est actuellement dense et cohérent, sa profondeur historique est faible au regard de la problématique du changement climatique, l'exploitation de données anciennes exigeant des procédures de contrôle et de correction. Or en 2009, à la suite d'une intrusion malveillante dans leur système informatique, les messages échangés avec d'autres chercheurs ont été interceptés et diffusés peu avant la COP de Copenhague. Certains de ces messages faisant référence à des procédures non systématiques de traitement de données ont affaibli la crédibilité des conclusions du GIEC dans la mesure où les données de base auraient été modifiées pour être conformes aux conclusions du rapport. Plusieurs commissions d'enquête ont été constituées pour évaluer l'intégrité scientifique du CRU. Dans son rapport (Russell *et al.* 2010), la commission désignée par l'Université présentera une analyse contrastée. D'une part, elle ne trouva pas de trace évidente de falsifications volontaires de données et elle souligna que les distorsions générées n'étaient pas de nature à modifier profondément les conclusions du quatrième rapport du GIEC. D'autre part, elle émit des réserves sur les pratiques scientifiques du CRU : défaut de rigueur dans les procédures de traitement, non adéquation aux principes *Open-Science* de communication des données et positions excessivement partisans. Malgré ces réserves, la commission estima que l'équipe du CRU n'avait en rien dérogé à l'éthique scientifique* mais que cela ne signifiait pas que leurs résultats n'étaient pas critiquables ni que leurs procédures ne devaient pas

être améliorées. Dans ce contexte la controverse est née d'un quiproquo sur la nature de l'expertise* et la neutralité du scientifique. Cette même controverse met en évidence la difficulté de la stratégie de communication GIEC.

L'ensemble de la communauté scientifique n'adhère d'ailleurs pas aux conclusions du GIEC. Ainsi, entre autres initiatives, un groupe défendant des positions opposées à celles du GIEC, le NIPCC (*Non-Intergovernmental Panel on Climate Change*) a été créé en 2003 (Plehwe 2014). Toutefois une des réussites du GIEC est d'avoir créé un espace de débats intégrant diverses préoccupations environnementales et actions publiques et lui avoir donné une place centrale dans les politiques de développement. Et, dans une certaine mesure, des controverses comme celle suscitée par le NIPCC contribuent à faire progresser les études sur le changement climatique et ses impacts.

Le prix Nobel décerné au GIEC en 2007 marque la reconnaissance internationale de cette institution. Dès lors, les politiques publiques s'appuient explicitement sur ses analyses et les conférences des parties sont des événements largement couverts par les media. La COP 24 organisée en 2018 à Katowice a regroupé plus de 20 000 participants. Cette expansion s'accompagne d'une interprétation extensive des termes de référence de l'institution. Ainsi, il est significatif que le GIEC se réfère au concept d'anthropocène* dans son rapport intermédiaire publié en 2018 (IPCC 2018). Ce concept très englobant, qui tend à désigner l'ensemble des actions anthropogénique sur l'environnement est explicitement discuté dans le document précité (p. 54). Dans les faits, il fédère les domaines d'intervention des trois conventions issues du sommet de la terre de Rio : CCNUCC, CDB (Convention sur la Diversité Biologique) et CNULD (Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification).

13.4. Les rapports du GIEC et leurs interprétations

13.4.1. La stratégie de publication du GIEC

Le GIEC assure deux types de publications : d'une part, des documents dont les principaux sont les rapports d'évaluation* (*Assessment Reports*) et, d'autre part, des bases de données fondant les conclusions de ces rapports. Parmi ces bases le CMIPx (*Coordinated Model Intercomparison Project phase x*) contient des résultats des modèles généraux de circulation atmosphérique. Ces modèles sont calculés à partir de différents scénarios d'émission de gaz à effet de serre*, les RCPy (*Representative Concentration Pathway*) où y désigne un niveau d'émissions. Le scénario le plus pessimiste, le RCP8.5 est couramment utilisé pour l'évaluation des impacts du changement climatique*.

8 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

Les principaux rapports du GIEC ont une organisation qui reflète celle de l'institution. Le bureau est désigné pour la durée d'élaboration d'un rapport d'évaluation et coordonne le travail de rédaction de ce rapport. Il comprend des sous-groupes spécialisés sur les trois volumes constituant les rapports d'évaluation : bases physiques, impacts et politiques d'atténuation* ainsi qu'un groupe de travail sur les gaz à effet de serre. Cette organisation arborescente est reproduite pour l'organisation de chaque volume. L'organisation des volumes est déterminée par le bureau et validée par l'assemblée plénière du GIEC ; des coordinateurs et des auteurs principaux sont choisis pour chaque chapitre par les membres du bureau en charge du volume. Ceux-ci sont responsables du chapitre et peuvent, s'ils le souhaitent, faire appel à des auteurs contributeurs. Ces documents sont validés par un processus contrôlé par des experts* relecteurs, également désignés par le bureau. Le processus de relecture est ouvert à l'ensemble de la communauté scientifique par une simple inscription sur le site Web. Les remarques formulées contribuent à améliorer la précision factuelle des rapports mais la prise en compte effective des retours de cette communauté dépend de ces relecteurs. Chaque volume est accompagné de deux textes de synthèse : un résumé technique reprenant les points significatifs et un résumé politique encore plus compact. Ce résumé politique (*Summary for Policy Maker*) est soumis à un processus de révision particulier relevant directement de l'assemblée plénière du GIEC. Par ce processus complexe, le GIEC n'obtient pas un consensus, évidemment impossible, de l'ensemble de la communauté scientifique, mais garantit une consultation aussi large que possible de l'ensemble des intervenants tout en maintenant sa ligne éditoriale. Du fait des contraintes de publication, ce mode de rédaction est néanmoins de nature à introduire des discordances entre les différents niveaux de rédaction, du texte de base au résumé le plus synthétique, les parties détaillées du document présentant une vision plus nuancée des phénomènes que les différents niveaux de résumés. Ce décalage est constitutif de la mission du GIEC dont le mandat est de proposer des recommandations explicites aux décideurs politiques. L'objectivité de la démarche réside, non dans une absence de parti-pris, mais dans l'explicitation des sources sur lesquelles se fondent ses conclusions. Une même remarque peut être faite sur les confusions d'intérêt. À la suite de la réunion plénière de Kampala (2011), il a été décidé que les principaux intervenants dans la rédaction du rapport devaient renseigner un questionnaire précisant leur degré d'implication personnelle. Il ne s'agit pas d'exclure tout participant ayant de potentiels conflits d'intérêt associés aux thématiques du GIEC, ce qui s'opposerait à la nomination de tout expert, mais de préciser la nature ces intérêts.

13.4.2. Les positions nuancées du GIEC

Les rapports d'évaluation du GIEC (supra) sont caractérisés par une approche souvent prudente et nuancée. C'est ainsi que dans leur cinquième rapport, publié en 2014, et notamment dans le chapitre 7 *Food Security and Food Production Systems*, du volume « Impacts, Adaptation et Vulnérabilité » (Porter *et al.* 2014), les experts du groupe de travail 2 mettent en exergue la complexité des processus* en jeu. Les rédacteurs insistent à juste titre sur la capacité d'adaptation* des agriculteurs, notamment dans les pays en développement* et leur expérience passée en matière de prise en compte des changements climatiques dans leurs pratiques culturelles*. Ils notent les multiples ajustements opérés par les agriculteurs pour s'adapter aux changements climatiques et leur impact sur la réduction de la vulnérabilité*. En s'appuyant sur une revue de la littérature scientifique, ils donnent de multiples exemples de ces pratiques adaptatives* : modifications des dates de semis, changement de variétés, développement de nouvelles cultures, ajustement dans l'organisation du travail*, etc. (Porter *et al.* 2014, p. 514-515), exemples largement illustrés par ailleurs dans d'autres chapitres de ce rapport².

Ils insistent par ailleurs sur la nécessaire prise en compte des savoirs locaux* dans la recherche de solutions adaptatives, notamment dans les régions où les agriculteurs n'ont qu'un accès difficile et incertain aux informations de nature scientifique*. Ils écrivent par exemple, dans le chapitre 22 consacré à l'Afrique : « La littérature récente a confirmé le rôle positif des savoirs locaux dans le renforcement de la résilience* et de la capacité d'adaptation*, ainsi que dans la mise au point de réponses à la variabilité et aux changements climatiques en Afrique. Le récent rapport spécial du GIEC sur les événements météorologiques extrêmes* (IPCC 2012) confirme ce point de vue, met en évidence les preuves de cette efficacité et souligne le consensus établi sur l'impact

2 Ils qualifient l'ensemble de ces pratiques de « Autonomous adaptations » (ou incremental adaptations) en les définissant comme suit : « Autonomous adaptations are incremental changes in the existing system including through the ongoing implementation of extant knowledge and technology in response to the changes in climate experienced. They include coping responses and are reactive in nature » (Porter *et al.* 2014, p. 513). Ces pratiques s'opposent aux « Planned adaptations », adaptations planifiées* à plus large échelle, en général par des acteurs extérieurs au monde rural (pouvoirs, publics, projets, entrepreneurs agricoles) et susceptibles de provoquer, dit-on, un véritable changement de système dans le sens d'une plus grande adaptation.

10 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

positif de l'intégration des connaissances autochtones et scientifiques pour l'adaptation » (Niang et al. 2014, p. 1232, traduction des auteurs)³.

D'autre part, l'imbrication entre adaptation* aux changements climatiques et adaptation aux autres changements auxquels les agriculteurs doivent faire face est soulignée à maintes reprises (IPCC 2012, p. 519) ; l'impact du changement climatique sur la sécurité alimentaire* étant alors relativisé au regard des autres changements globaux* : « Il est probable que les évolutions socioéconomiques et technologiques, y compris institutionnelles et politiques, seront relativement plus déterminantes sur la sécurité alimentaire au cours des prochaines décennies que le changement climatique » (IPCC 2012, p. 513, traduction des auteurs)⁴.

Enfin, les experts soulignent la dimension socioéconomique de la vulnérabilité* et le nécessaire dépassement d'approches purement technologiques de l'adaptation* au profit d'approches en termes de renforcement de la résilience*. Ils écrivent, dans le chapitre 22 consacré à l'Afrique, et en s'appuyant sur une large littérature scientifique : « Compte tenu des dimensions socioéconomiques de la vulnérabilité (...), l'accent mis précédemment sur les solutions technologiques (...) évolue désormais vers une vision plus large visant à renforcer la résilience, par le biais d'approches sociales, institutionnelles, politiques, cognitive et informationnelles (...), et vers une gamme variée d'options d'adaptation adaptées aux multiples risques* et vulnérabilité auxquels sont confrontées de nombreuses personnes en Afrique » (Niang *et al.* 2014, p. 1226, traduction des auteurs)⁵.

Le deuxième volume du 5ème rapport du GIEC invite donc les décideurs à une approche qui ne se limite pas à l'énoncé de recommandations « techniques » mais

3 “Recent literature has confirmed the positive role of local and traditional knowledge in building resilience and adaptive capacity, and shaping responses to climatic variability and change in Africa (...). The recent report on extreme events and disasters (IPCC 2012) supports this view, finding robust evidence and high agreement of the positive impacts of integrating indigenous and scientific knowledge for adaptation” (Niang et al. 2014, p. 1232).

4 “It is likely that socioeconomic and technological trends, including changes in institutions and policies, will remain a relatively stronger driver of food security over the next few decades than climate change” (op. cit., p. 513).

5 “In recognition of the socioeconomic dimensions of vulnerability (...), the previous focus on technological solutions (...) is now evolving toward a broader view that highlights the importance of building resilience, through social, institutional, policy, knowledge, and informational approaches (...), as well as on linking the diverse range of adaptation options to the multiple livelihood-vulnerability risks faced by many people in Africa (op cit, 2014, p. 1226)”.

intègre les aspects socio-économiques, politiques, tout en insistant sur la nécessité de valoriser les « savoirs indigènes* », et de s'efforcer de renforcer la résilience des groupes les plus vulnérables.

13.4.3. Des modèles de prévision basés sur une lecture très sélective de des travaux du GIEC

Pourtant, force est de constater que les directives formulées par les bailleurs de fonds*, les institutions internationales* et les gouvernements* s'éloignent parfois beaucoup des analyses nuancées du GIEC. Loin de s'appuyer sur le remarquable corpus de sciences sociales* mobilisées dans le volume 2 du cinquième rapport du GIEC, elles prennent plutôt appui sur des travaux de modélisations* s'appuyant davantage, voire exclusivement, sur les résultats présentés dans le volume 1 consacré aux « Bases physiques » (IPCC 2013).

En effet, les travaux de ce premier groupe de travail fournissent une base de données* qui tombe à pic pour de nombreux travaux scientifiques débordant pourtant de très loin les disciplines et cadres d'analyse propres à ce premier volume. En combinant les scénarios d'évolution des concentrations de gaz à effet de serre pour le XXI^e siècle (RCP : RCP 2.6, RCP 4.5, etc.) et différents scénarios socio-économiques ou « profils communs d'évolution socioéconomique » (SSP)⁶, il est en effet possible, du point de vue formel, de construire des scénarios* d'effet du changement climatique sur les rendements, les surfaces cultivées, les productions, les prix ou la pauvreté... ce que se gardent bien de faire les experts du GIEC.

C'est ainsi que les modèles proposés par les travaux du groupe de travail 1 du GIEC sont largement utilisés dans les travaux réalisés par une institution comme l'IFPRI (*International Food Policy Research Institute* / Institut International de Recherche sur les Politiques Agricoles), notamment dans son modèle IMPACT (*International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade*). Ce modèle, dans sa troisième version (Version 3) présentée en 2015 par S. Robinson *et al.* (2015) est décrit comme « un système de modélisation* intégré qui relie les

6 Les profils communs d'évolution socioéconomique (SSP 1 à 5) décrivent différentes hypothèses plausibles d'évolution future de la société et des écosystèmes au cours du XXI^e siècle. Ils sont utilisés parallèlement aux RCP pour analyser la rétroaction entre le changement climatique et certains facteurs comme l'accroissement de la population mondiale, le développement économique et le progrès technologique. Ils se fondent sur des scénarios décrivant des évolutions possibles qui posent différents problèmes en matière d'adaptation et d'atténuation.

12 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

informations des modèles climatiques (*Earth System Models*), des modèles de simulation des cultures (par exemple, le DSSAT, *Decision Support System for Agrotechnology*) et des modèles de l'eau à un modèle multimarché à équilibre partiel axé sur le secteur agricole (Robinson *et al.* 2015, p. 8, traduction des auteurs)⁷. Il a pour objectif de « fournir aux chercheurs et aux décideurs un outil flexible pour évaluer et comparer les effets potentiels des changements dans les systèmes biophysiques, les tendances socioéconomiques, les technologies et les politiques » (*ibid*)⁸ ; et plus particulièrement de promouvoir le transfert de technologies en agriculture* comme cela est explicitement annoncé : « simuler les effets de l'adoption à grande échelle de technologies agricoles compatibles avec une intensification durable (...) (par exemple) l'adoption d'une gestion intégrée de la fertilité des sols sans labour, l'adoption de variétés résistantes à la sécheresse et à la chaleur, et plusieurs technologies d'irrigation améliorées... » (*ibid*, p. 8, traduction des auteurs)⁹.

13.5. L'exemple de la politique d'adaptation de l'agriculture tanzanienne au changement climatique

L'un de ces modèles fut présenté dans un article publié en 2011 dans *Global Environmental Change* par une équipe réunissant des chercheurs de la Banque Mondiale et de plusieurs universités américaines et canadiennes (Ahmed *et al.* 2011)¹⁰. Cet article nous semble fournir un exemple particulièrement éclairant d'une forme

7 “an integrated modeling system that links information from climate models (Earth System Models), crop simulation models (for example, Decision Support System for Agrotechnology Transfer), and water models linked to a core global, partial equilibrium, multimarket model focused on the agriculture sector”. Pour la version 3 du modèle IMPACT, les données climatiques sont issues du 5^e rapport du GIEC (AR5).

8 “to provide researchers and policymakers with a flexible tool to assess and compare the potential effects of changes in biophysical systems, socioeconomic trends, technologies, and policies”.

9 “to simulate the effects of large-scale adoption of agricultural technologies consistent with sustainable intensification. (...) the adoption of no-till, integrated soil fertility management; drought- and heat-tolerant crop varieties; and several improved irrigation technologies”.

10 Un autre exemple de ce type de modélisation, publié par l'IFPRI est donné par Jalloh *et al.*, 2013, pour le cas de l'Afrique de l'Ouest. Voir aussi la revue de littérature a-critique proposée par Rhodes *et al.* (2014) et dans laquelle sont citées de nombreuses études de cette nature. Voir aussi les autres ref proposes par Leichenko and Silva, (2014).

d'instrumentalisation du rapport du GIEC (volume 1 « bases physiques ») à des fins de promotion de transfert technologique en agriculture.

13.5.1. De la prévision des rendements à la promotion du modèle de la Révolution Verte

L'objectif annoncé de l'article est d'examiner, pour le cas de la Tanzanie*, le lien entre changement climatique, évolution du rendement* du maïs et pauvreté*, par une approche quantitative* et modélisatrice, en s'appuyant à la fois sur les tendances passées et les tendances à venir, sur un pas de temps 1971-2031, soit 60 années. Pour ce faire, les auteurs de l'article en question mettent en évidence :

– Des moyennes mensuelles de températures et de précipitations pour la période de croissance du maïs, à savoir de janvier à juin, en s'appuyant sur les données issues du CMIP3 (Meehl *et al.* 2005), et en considérant le scénario SRES A2 d'émissions (Ahmed *et al.* 2011, p. 48). Pour extraire ces deux paramètres, les auteurs considèrent, outre la moyenne des 22 modèles constituant le CMIP3, trois modèles considérés comme représentant des extrêmes en termes de variabilité*. Au-delà des difficultés générées par la dispersion des estimations entre les modèles*, l'utilisation de produits élaborés dans une perspective planétaire pour une analyse de phénomènes régionaux nécessite une procédure de réduction d'échelle. En effet dans le CMIP3, les modèles produits par le CCCMA (*Canadian Center for Climate Modelling and Analysis*), le GFLD (*Geophysical Fluid Dynamics Laboratory*) et le GISS (*Goddard Institute for Space Studies*) ont des résolutions spatiales très grossières (respectivement de 3°75', 1°25' et 2° en longitude). Aussi, après avoir procédé à une interpolation pour se ramener à une grille plus fine, les données ont été simplement moyennées sur la Tanzanie.

– Un lien, via des modèles de régression linéaire multiple, entre changement climatique et rendement du maïs basé sur l'exploitation des statistiques nationales de production, pour les 17 régions du pays, données disponibles pour la période 1992-2005 : « les coefficients de corrélation entre température et rendement sont négatifs, tandis qu'ils sont positifs pour les précipitations. (...) Une augmentation des précipitations moyennes pendant la saison de culture de 1 mm/mois suffit pour augmenter les rendements de maïs et de riz de 5 kilogrammes par hectare » (op cit, p. 49)¹¹.

11 the temperature coefficients are negative, while the coefficients for precipitation are positive. (...) An increase in average growing season precipitation by 1 mm/month is enough

14 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

– Pour faire le lien entre l'évolution des rendements du maïs et l'évolution des prix, les auteurs se réfèrent à un modèle* d'équilibre général. Ils s'en tiennent donc à l'hypothèse bien connue d'une concurrence "libre et parfaite", bien qu'ils reconnaissent le manque de fondements scientifique de cette hypothèse concernant la Tanzanie¹². Ils écrivent même, à propos du marché* des facteurs : « Nous postulons une combinaison constante de terres, de main-d'œuvre et de capital reflétant la croyance que cette combinaison – terre, capital et travail – ne soit pas affectée par le changement climatique » (op cit, p. 50, traduction des auteurs)¹³ « un « marché fermé des facteurs de production (...) dans lequel les terres, les capitaux et les ressources naturelles sont immobiles d'un secteur à l'autre »¹⁴ ne prenant pas en compte les migrations fréquentes entre secteurs d'activité (rural/urbain) ou la pluriactivité* des ménages ruraux.

– Enfin pour en déduire les conséquences possibles en matière de pauvreté*, ils décident d'attribuer l'évolution de la pauvreté à celle des rendements de l'agriculture pluviale, excluant explicitement les autres causes possibles d'accroissement de la pauvreté¹⁵. Il est par ailleurs entendu, sans le moindre questionnement à ce sujet, que seul le libre marché (les régimes commerciaux ouverts) a le potentiel de réduire la volatilité des prix intérieurs (op cit p. 54)¹⁶.

to increase maize and rice yields by 0.005 tonnes per hectare. Par ailleurs, les auteurs n'hésitent pas à écrire: "The estimated statistical model, by being based on ex-post data, has the added advantage of endogenizing some adaptive farmer behavior. (...). The historical yields thus reflect some adaptability, as do the estimated parameters in the statistical model" (op cit, p. 49).

12 « Since a review of the literature does not offer strong evidence on the nature of competition in the Tanzanian food sector, we opt for the empirically robust assumptions of constant returns to scale and perfect competition here as well. Clearly, this assumption could be altered as more evidence becomes available on the nature of market structures in the food sector" (op cit, p. 50) adaptability, as do the estimated parameters in the statistical model" (op cit, p. 49).

13 "We assume a constant aggregate level of land, labor, and capital employment reflecting the belief that the aggregate supply of factors is unaffected by climate change" (op cit, p. 50).

14 "a short run factor market closure in which land, capital, and natural resources are immobile across sectors" (op cit, p 51).

15 « We resolve this complication ... allowing us to attribute poverty changes solely to climate-based agricultural productivity changes, and not any other event that may cause vulnerability"(op cit, p. 51).

16 "open trade regimes have the potential to reduce domestic price volatility" (op cit, p. 54).

Ainsi, en s'appuyant sur les différents modèles climatiques disponibles, sur des statistiques nationales de production et sur le modèle économique d'équilibre général, les auteurs tentent de démontrer (1) que c'est le changement climatique qui, à travers la baisse des rendements des céréales, explique la pauvreté ; et (2) que seules les politiques visant à accroître les rendements du maïs — au travers notamment de paquets techniques type Révolution verte (incluant semences à haut potentiel de rendement, fertilisation minérales, pesticides) — et dans un contexte de libre concurrence, sont susceptibles de permettre une vertueuse « adaptation » au changement climatique

13.5.2. Loin des recommandations du GIEC

Le fait que l'élaboration et la vulgarisation de ces techniques de modélisation par des chercheurs de la Banque Mondiale et d'une institution internationale (l'IFPRI) rattachée aux centres internationaux de recherche agronomique¹⁷ ayant promu la Révolution verte, débouchent sur les recommandations techniques issues de ces mêmes institutions n'est bien sûr pas le fait du hasard, comme l'a souligné Lise Cornilleau (2016) : « développé en 1995, il [le modèle IMPACT mis au point par l'IFPRI] a d'abord servi à évaluer différents scénarios* technologiques en interne au CGIAR (*Consultative Group on International Agricultural Research*), avant de se rendre incontournable dans les expertises* internationales formées sur le modèle du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) » (Cornilleau, 2016 : 174).

Cette attraction pour des modèles simples, standards et applicables quelles qu'en soient les conditions semble irrésistible. Les simplifications* imposées par la modélisation mathématique* - on ne travaille qu'avec une seule culture, conduite en culture pure, souvent dans des conditions « moyennes » et en y appliquant un paquet technique « standard » - et le fait que plus le modèle a la prétention d'être général et plus il se doit de reposer sur des hypothèses de plus en plus simples, voire simplistes, n'ébranlent pas les décideurs*. On peut lire par exemple, dans le rapport 2016 de la FAO, largement consacré à l'adaptation*, que selon les simulations fondées sur le modèle IMPACT de l'IFPRI, « le nombre de personnes qui risquent de souffrir de sous-alimentation dans les pays en développement serait réduit en 2050 de 12 % (soit près de 124 millions de personnes) si l'on utilisait largement des variétés de cultures utilisant efficacement l'azote, de 9 % (soit 91 millions de personnes) si le zéro labour (le fait de semer directement sans avoir préalablement labourer la terre) était plus

17 Regroupés au sein du CGIAR.

16 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

largement adopté, et de 8 % (soit 80 millions de personnes) si l'on adoptait des variétés de cultures résistantes à la chaleur ou l'agriculture de précision » (FAO 2016, pp. 62-64).

Les recommandations faites par l'organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO), mais aussi celles formulées par la GACSA (*Global Alliance for Climate-Smart Agriculture*), lancée en septembre 2014 lors du sommet mondial pour le climat), celles de l'Initiative AAA (*Adaptation de l'Agriculture Africaine aux changements climatiques*, initiative lancée dans la perspective de la COP 22 de juillet 2016 ; AAA, 2016)¹⁸ révèlent une vision partagée de l'adaptation* : une approche essentiellement techniciste* et qui s'inscrit dans le prolongement de la Révolution verte. Rien d'étonnant, donc, à ce que les différents documents de politique agricole (en matière d'adaptation) rédigés par les Etats soient de la même veine, qu'il s'agisse des PANA (Programmes d'Action National pour l'Adaptation, rédigés en 2006-2007), des PNA (Plans Nationaux d'Adaptation, rédigés à partir de 2010) ou des CPDN « contributions volontaires » des États rédigées en lien avec la COP 21 (Contribution Prévue Déterminée au niveau National, CPDN-INDC).

Ainsi, ces travaux de modélisation qui, en s'appuyant sur les travaux du groupe de travail 1 du GIEC (vol 1 : Bases physiques), explorent le lien entre changement climatique*, évolution des rendements* et pauvreté*, sont en partie à l'origine des prescriptions non contextualisées qui aboutissent à des paquets techniques standards aux effets dévastateurs. Les spécificités locales de chaque agrosystème* ne sont pas prises en compte, encore moins les inégalités* d'accès des agriculteurs et des éleveurs aux ressources, aux moyens de production, et au marché. Les savoir-faire locaux* et l'expérience passée des agriculteurs sont oubliés. Le fossé qui sépare ces prescriptions unilatérales des recommandations beaucoup plus nuancées – et diverses – du groupe d'experts du GIEC ayant rédigé le volume (n°2) consacré à l'adaptation apparaît alors considérable, en décalage avec les principes et modalités qui avaient présidé à l'émergence du GIEC.

13.6. Conclusion

L'émergence du GIEC apparaît comme un processus historique unique de rassemblement et de mise à disposition de très nombreux travaux scientifiques de

18 Et qui comprend notamment l'initiative pour la fertilité des sols (BM/FAO), la Green Révolution in Africa (AGRA), la Bill Melinda Gates Fondation, l'Africa Fertilizer and Agro-Business Partnership (industrie des engrais), etc.

disciplines variées et portant sur des domaines divers. Les principaux produits de cette considérable somme traduisent cette diversité : le volume 1 des rapports successifs du GIEC traite des « Bases physiques » du problème avec des approches fondées notamment sur les sciences de l'atmosphère ; tandis que les volumes 2 abordent les questions relatives aux « Impacts, Adaptation et Vulnérabilité » en faisant appel aux sciences sociales ; les volumes 3 abordant, avec aussi une diversité d'approches et de disciplines, la question de l'atténuation*. Mais aussi riches, diversifiés et nuancés qu'ils soient, ces travaux ne sont pas toujours mobilisés par la communauté scientifique elle-même - sans parler des décideurs auxquels s'adressent les résumés opérationnels - avec le même doigté et la même prudence. Nous avons montré un exemple traitant de la question de la lutte contre la pauvreté et de la nécessaire adaptation des agriculteurs tanzaniens au changement climatique où, loin de s'appuyer sur des démarches inspirées de celle mise en avant dans le volume 2 du 5^e rapport du GIEC consacré à cette question, les chercheurs n'ont appuyé leur modélisation que sur les « bases physiques » présentées dans le volume 1 et les hypothèses de la théorie économique néoclassique. Le résultat en est, sans surprise, la promotion de politiques visant à accroître les rendements du maïs — au travers notamment de paquets techniques type Révolution verte — dans un contexte de libre concurrence ; une conclusion aux antipodes de celles, plurielles, prônées par de nombreux experts ayant participé à la rédaction du vol 2 du 5^e rapport du GIEC ou de celles avancées par d'autres communautés de chercheurs engagés sur ces questions (Cochet et al.2018). Réfléchir aux modalités de mise en œuvre de véritables politiques d'adaptation au changement climatique dans un contexte de fort accroissement démographique, de raréfaction de certaines ressources, d'accroissement marqué des inégalités, et en tenant compte de la nécessaire baisse de la contribution de l'agriculture au changement climatique (atténuation) conduit à repenser en totalité les politiques de développement Agricole et à tourner la page d'un développement de l'agriculture basé sur un petit nombre de paquets techniques ou de « techniques d'adaptation » conçues en haut lieu et inadaptées à la diversité des écosystèmes et des conditions dans lesquelles travaillent les agriculteurs (idem).

Bibliographie

- AAA (Adaptation de l'Agriculture Africaine), (2016). Initiative pour l'adaptation de l'agriculture africaine (AAA) aux changements climatiques : Faire face aux défis du changement climatique et de l'insécurité alimentaire, *livre blanc*. 24 p.
- Ahmed, S.A., Noah, S., Diffenbaugh, N.S., Thomas, W., Hertel, T.W., David, B., Lobell, D.B., Ramankutty, N., Rios, A.R., Rowhani, P. (2011). Climate volatility and poverty vulnerability in Tanzania. *Global environmental change*, 21, 46-55.

18 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

- Bjerknes, W. (1904). Das Problem der Wettervorhersage , betrachtet vom Standpunkt der Mechanik und der Physik. *Traduction française parue dans La météorologie*, mars 1995, 9, 57-62.
- Christie, M. (2001). The ozone layer, a philosophy of science perspective. *Cambridge University Press*, 217 p.
- Cochet, H., Ducourtieux O., Garambois N. (2018). «Quelles politiques pour l'adaptation? Leçons du passé et possibilités à venir ». dans Hubert Cochet, Olivier Ducourtieux et Nadège Garambois, 2018: Systèmes agraires et changement climatique au sud. Les chemins de l'adaptation, *QUAE*, 233-263.
- Cornilleau, L. (2016). La modélisation économique mondiale, une technologie de gouvernement à distance ? Généalogie, circulations et traductions d'un modèle de la sécurité alimentaire globale de l'IFPRI, Dossier « Mesurer et standardiser : les technologies politiques du gouvernement de l'Afrique », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 10(2), 171-196. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2016-2-page-171.htm>
- FAO, 2016. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire. *Rome : FAO*, 191 p.
- Hamon, J., (1995). Trente années de météorologie spatiale. *La Météorologie*, 8, 101-106.
- Hansen, J., Fung, I., Lacis, A., Rind, D., Lebedeff, S., Russell, G., Stone, P. (1988). Global climate changes as forecast by Goddard Institute for Space Studies three-dimensional model. *Journal of Geophysical Research – Atmosphere*, 93(D8), 9341-9364.
- IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. *Cambridge University Press*, Cambridge (UK) et New York (USA).
- IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. *Cambridge University Press*, Cambridge (UK) et New York (USA), 1535 pp.

- IPCC (2018). Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R.Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield(eds.)] *Cambridge University Press*, Cambridge (UK) et New York (USA).
- IPCC (2019). IPCC trust fund program and budget. IPCC-LII/Doc. 2 (20.XII.2019)
- Jalloh, A., Nelson, G.C., Thomas, T.S, Zougmore, R., Roy-Macauley, H. (2013). West African Agriculture and Climate Change. *Washington DC : IFPRI*.
- Leichenko, R., Silva, J.A. (2014). Climate Change and Poverty: Vulnerability, Impacts, and Alleviation Strategies. *WIREs Clim Change* , 5:539–556. doi: 10.1002/wcc.287) (p. 544). [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wcc.287>
- Levy, D. (1997). Business and environmental treaties : Ozone depletion and climate change. *California Management review*, 39(3), 54-71.
- Maxwell, J., Briscoe, F. (1997). There's money in the air : the CFC ban and DuPont's regulatory strategy. *Business Strategy and the Environment*, 6(5), 276-286.
- Meehl, G.A., Covey, C., McAvaney, B., Latif, M.M., Souffer, R.J. (2005). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86, 89-93.
- Molina, M., Rowland, F. (1974). Stratospheric sink for chlorofluoromethane, chlorine atom catalysed destruction of ozone. *Nature*, 249, 810-812.
- Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham J., Urquhart, P. (2014). Africa. Dans: IPCC, 2014. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: regional aspects. Contribution of Working group II to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, 1 199-1 265.
- Pagney, P., (2012). La climatologie française, la modélisation des climats et le réchauffement climatique : la climatologie en question. *Echogeo*, 22, 1-22. [En ligne]. Disponible à l'adresse : <https://journals.openedition.org/echogeo/13273>
- Plehwe, D. (2014). Think tank network and the knowledge-interest nexus : the case of climate change. *Critical policy studies*, 8(1), 101-115.
- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M., Lobell, D.B., Travasso, M.I. (2014). Food security and food production systems dans *IPCC, 2014. Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working group II to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 485-533.

20 Développement, changements globaux et dynamique des territoires

- Rhodes, E.R., Jalloh, A., Diouf, A. (2014). Revue de la recherche et des politiques en matière d'adaptation au changement climatique dans le secteur de l'agriculture en Afrique de l'Ouest. *IDRC/CRDI, Future Agricultures*, Document de travail 090, 56 p.
- Rousseau, D., Pham, H. I., Juvanon, R. (1995). Vingt-cinq ans de prévisions numériques à échelles fines (1968-1993); de l'adaptation dynamique à maille fine au modèle Périodot. *La météorologie*, 8, 129-134.
- Robinson, S., Mason-D'Croz, D., Islam, S., Sulser, T.B., Robertson, R., Zhu, T., Gueneau A., Pitois G., Rosegrant M. (2015). The International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT). *Model Description for Version 3, IFPRI Discussion Paper 01483*, Washington, DC, USA (Novembre 2015).
- Russell, M., Boulton, G., Clarke, P., Eyton, D., Norton, J. (2010). The independent climate change E-mail review. University of East Anglia, <http://www.cce-review.org/> [Consulté le 10 avril 2021]
- Wiscombe W. J. & Ramanathan V., 1985: The role of radiation and other re nascent subfields in atmospheric sciences. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 66(10), 1278-1287.
- Wiebe, R., Gaddy, L. (1940). The solubility of carbon dioxide in water at various temperatures from 12 to 40° and at pressures to 500 atmospheres. Dans *Contribution from the Bureau of Agricultural Chemistry and Engineering*, US Department of Agriculture, Washington DC, 815-817.
- Wiscombe, W.J., Ramanathan, V. (1985). The role of radiation and other re nascent subfields in atmospheric sciences. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 66(10), 1278-1287.
- WMO (1979). Declaration of the World Climate Conference. Archivé sur <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000037648> [Consulté le 10 avril 2021]