

Chapitre 1

À l'échelle mondiale, un panorama global des systèmes agricoles et alimentaires dans un contexte de changement climatique

Vincent Blanford, Julien Demenois, Adèle Gaveau

Au fil des décennies, les sciences du climat ont fortement évolué et se sont fortement consolidées, notamment au travers des publications du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec, ou IPCC en anglais). Établi en 1988 sous l'égide de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), le Giec représente depuis le début des négociations climatiques la base scientifique et technique sur laquelle s'appuient les diplomates intégrés au sein de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC, ou UNFCCC en anglais). Par son cadrage scientifique et technique et par sa légitimation de certaines solutions évaluées au sein des rapports, le groupe d'experts influence de manière indirecte la sphère politique (De Pryck, 2022). Grâce à son statut particulier et à son fonctionnement hybride impliquant l'expertise de scientifiques volontaires issus du monde entier, le Giec s'est imposé au fil des années comme une organisation intergouvernementale crédible et légitime pour l'ensemble de ses 195 États membres. À ce jour, six rapports d'évaluation ont été produits, mentionnés au sein de ce chapitre par l'acronyme AR (Assessment Report) du premier rapport (AR1) au sixième (AR6), publiés respectivement en 1990, 1995, 2001, 2007, 2014 et 2023¹.

Ce chapitre présente l'évolution de la question du secteur des terres et la question agricole au sein des rapports du Giec. Sans détailler ce qui constitue le sujet de nombreux chapitres de l'ouvrage, il développe ensuite à un niveau très global les impacts physiques et agronomiques du changement climatique sur le secteur agricole à l'échelle mondiale et régionale. Enfin, il décrit les impacts des systèmes agricoles et alimentaires sur le changement climatique.

1. L'évolution de la question du secteur des terres et de la question agricole au sein des rapports du Giec

Depuis 1990, le Giec a publié deux rapports spéciaux au sujet du secteur des terres. Un premier rapport spécial sur l'utilisation des terres, des changements d'affectation des terres et de la foresterie a été commandé par l'organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA) de la CCNUCC et a été publié en 2000 (IPCC, 2000a et 2000b) après l'adoption des dispositions relatives à la séquestration

1. Tous les rapports sont consultables ici : <https://www.ipcc.ch/reports/>.

du carbone biotique au sein du protocole de Kyoto. À la suite de son adoption, de nombreux termes et dispositions relatives à ces nouveaux puits de carbone restaient à définir au sein du protocole, avec des interprétations diverses sur leur utilisation par les États membres, notamment dans le cadre du mécanisme de développement propre (MDP, ou Clean Development Mechanism en anglais) (Fogel, 2005). Avec un mandat différent par rapport au premier, un deuxième rapport spécial a ensuite été publié par le Giec en août 2019, axé plus largement sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre (GES) dans les écosystèmes terrestres (SRCCL, ou Special Report on Climate Change and Land). Ce rapport spécial marque un tournant au regard du traitement de la question agricole au sein des rapports. Il comporte en effet une focale davantage approfondie et systémique sur les options permettant de réduire les GES issus des systèmes agricoles, incluant des aspects variés tels que la dégradation et la désertification des sols, le lien avec la biodiversité, l'agroécologie, la *climate-smart agriculture* (voir chapitre 3) et les différents choix alimentaires (*dietary options*), dont la consommation de viande (voir chapitre 23). Ce rapport sur les terres s'inscrit aussi plus largement dans un contexte foisonnant de publications à la même période de rapports sur la question de l'usage des terres².

Contrairement aux rapports antérieurs, le SRCCL a été élaboré conjointement par les trois groupes de travail du Giec et pour la première fois dans l'histoire du Giec, par davantage d'auteurs issus du Sud global (53%) que du Nord global³. Alors que le résumé pour décideurs du premier rapport spécial sur les terres, publié en 2000, établissait un lien direct entre le contenu scientifique du rapport et certains articles du protocole de Kyoto, le lien avec les articles de l'accord de Paris n'est pas explicitement mentionné dans celui du rapport de 2019. Néanmoins, après avoir été présenté à la COP25 à Madrid en 2019, le SRCCL a servi de base à l'organisation en novembre et décembre 2020 d'un dialogue entre États membres centré sur la relation entre les terres et sur l'adaptation au changement climatique dans le cadre du SBSTA⁴.

Après la publication du rapport spécial de 2000, le terme UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) ou LULUCF en anglais (pour Land Use, Land Use Change and Forestry) a été introduit dans le vocabulaire du Giec et apparaît également au sein du 3^e rapport (AR3) en 2001 et du groupe de travail consacré à l'atténuation⁵. Plus tard, l'établissement des lignes directrices (*guidelines*) du Giec pour les inventaires de GES en 2006 propose le terme AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use) intégrant la variable agricole : cette notion prend alors

2. En parallèle du SRCCL ont en effet été publiés en 2017 la première édition du rapport sur les perspectives mondiales des terres (Global Land Outlook) de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULCD), l'évaluation thématique de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) portant sur la dégradation et la restauration des terres (Assessment Report on Land Degradation and Restoration) en mars 2018, ainsi que le rapport de l'IPBES portant sur l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques (Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services) en mai 2019.

3. <https://www.ipcc.ch/srccl/authors/>.

4. <https://unfccc.int/event/dialogue-on-the-relationship-between-land-and-climate-change-adaptation-related-matters>.

5. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIII_TAR_full_report.pdf.

peu à peu le dessus sur la catégorie de LULUCF⁶. AFOLU est ensuite intégré au sein du troisième groupe de travail sur l'atténuation dans le 5^e rapport du Giec (AR5) ainsi que dans le suivant (AR6)⁷. La notion de LULUCF ne disparaît néanmoins pas complètement, et se réfère désormais principalement à un type de GES : le « CO₂-LULUCF⁸ ».

Historiquement, tous les rapports du Giec (de AR1 à AR6) ont souligné l'importance du rôle joué par le secteur des terres dans l'atténuation et l'adaptation au changement climatique (figure 1.1). Contrairement à d'autres secteurs responsables d'émissions de GES à grande échelle, ce secteur a été identifié comme étant le seul pour lequel l'atténuation pouvait être possible à court terme, par exemple grâce au boisement et au reboisement ou à la gestion du carbone organique du sol. Les méthodes d'évaluation de l'atténuation ont néanmoins nettement évolué au fil des rapports et les scénarios de modélisation ont démontré à quel point le rôle potentiel du secteur était considérable dans la réduction des GES. Le 3^e rapport d'évaluation (AR3 en 2001) a innové méthodologiquement pour l'analyse du secteur des terres avec l'introduction de modèles d'évaluation intégrés *top-down*, ayant pour avantage de prendre en compte toutes les options d'atténuation de l'ensemble des secteurs. Ces approches sélectionnent les options d'atténuation les moins coûteuses, mais à partir d'un nombre d'options agricoles néanmoins limité, portant sur d'autres GES que le CO₂, comme le méthane.

Concernant le traitement plus précis de la question agricole par le Giec, à partir de la publication du premier rapport en 1990, l'analyse des impacts climatiques et de l'adaptation des secteurs agricole et alimentaire a grandement évolué. Au fil des rapports, le nombre d'études traitant des conséquences climatiques sur la production des principales cultures telles que le blé, le riz, le maïs et le soja a été grandement multiplié. Néanmoins, l'accent a été davantage porté sur les cultures plutôt que sur l'élevage, et majoritairement dans les zones tempérées des pays développés. De même, alors que les études quantitatives focalisées sur l'adaptation du secteur agricole ont été croissantes au fil des rapports, peu de données quantitatives sur les impacts et sur les modalités d'adaptation du domaine de l'élevage ont été produites. Les trois premiers rapports ne comportent par exemple aucune donnée quantitative sur ce sujet, et seulement dix-huit études sont comptabilisées dans les AR4 et AR5 (Porter *et al.*, 2019 et 2017; Rivera-Ferre *et al.*, 2016). Cela peut s'expliquer par le fait que les modèles de simulation n'étaient que peu ou pas mobilisés pour le secteur de l'élevage à cette période, avec des données plus partielles, notamment dans les pays du Sud. Concernant l'adaptation, en ce qui concerne la « capacité [des systèmes agricoles] à se soustraire d'un régime climatique inadapté⁹ », AR4 cadre l'adaptation du secteur sous des modalités autonomes et planifiées, et AR5, de manière « incrémentale, voire transformative » (Porter *et al.*, 2019).

Préalablement à la publication du 5^e rapport (AR5), le lien restait très partiel entre d'une part l'atténuation des émissions et d'autre part la production et la sécurité alimentaires. Or, à partir d'AR5, des suggestions concrètes en matière d'options politiques ont été proposées pour le secteur AFOLU, dépassant ainsi le paradigme

6. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_01_Ch1_Introduction.pdf

7. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf

8. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf

9. Dans le texte : « The ability of community constituents to migrate away from a unsuitable climate regime. » (AR1, p. 321.)

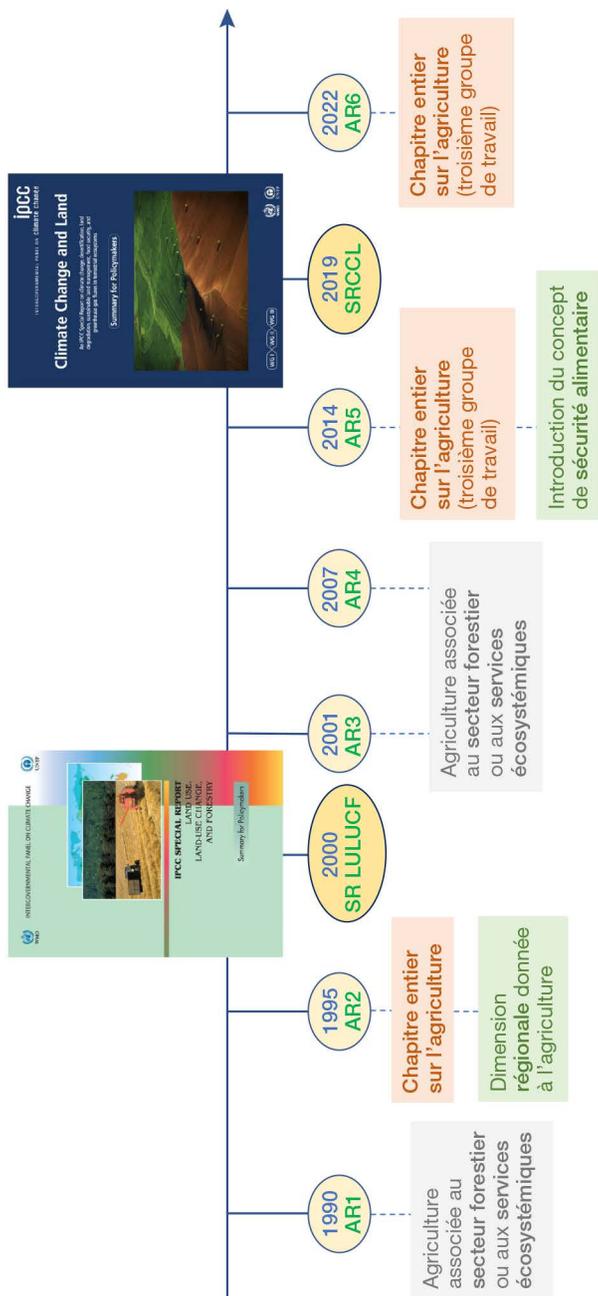


Figure 1.1. Évolution du traitement du secteur de l'agriculture au fil des rapports du Giec.

d'analyse issue de la « production agricole » vers une analyse des « systèmes alimentaires ». En 2019, le SRCCL a abordé pour la première fois au sein du même rapport un large éventail de questions liées au secteur des terres, mettant l'action sur les options de réponses intégrées pour faire face au changement climatique, en tenant compte des synergies et des *trade-offs*. Dans le 6^e rapport (AR6), le chapitre 11 du troisième groupe de travail souligne aussi l'intersectorialité inhérente au secteur des terres, et indique que ce secteur maintient des liens importants avec d'autres tels que la consommation humaine et le bien-être de la société, la bioénergie, le bâtiment, les transports ou l'industrie, l'atténuation de ces secteurs pouvant ainsi être fortement dépendante de la contribution du secteur AFOLU.

2. Les effets du changement climatique sur le secteur des terres

Le secteur des terres — déjà très fortement impacté par le changement climatique — subit également des pressions importantes du fait d'une expansion sans précédent des activités humaines qui affectent directement plus de 70 % de la surface libre de glace (IPCC, 2019). Le changement climatique peut exacerber les processus de dégradation des terres (tels que la déforestation, les pratiques agricoles non durables, la surexploitation des ressources naturelles, l'urbanisation) par l'augmentation de l'intensité des précipitations, des inondations, de la fréquence et de la gravité des sécheresses, des stress thermiques, des périodes de sécheresse, du vent, de l'élévation du niveau de la mer, et du dégel du pergélisol. Face aux aléas climatiques extrêmes et à une pression anthropique qui n'a jamais été aussi forte, le secteur des terres n'a ainsi jamais été confronté à un tel éventail de risques depuis la révolution néolithique avec l'invention de l'agriculture. Le Giec estime qu'environ un quart de la surface terrestre libre de glace subit une dégradation induite par les activités humaines. Le fonctionnement du secteur des terres est, certes, par nature régi par le climat et ses variations, et l'agriculture est une des activités humaines les plus dépendantes de ces processus, en particulier sous les latitudes tropicales caractérisées par une importante variabilité climatique intra et interannuelle. Toutefois, l'ampleur des changements en cours est d'une tout autre nature. Il apparaît désormais de plus en plus difficile de limiter l'augmentation des températures à 2 °C d'ici 2100 ; les scénarios envisagés par le Giec au-delà de cette limite entraîneront des modifications majeures du secteur des terres, et en particulier des impacts négatifs sur la productivité agricole et sur la sécurité alimentaire mondiale (figures 1.2a et 1.2b). Selon ces scénarios, le Giec prévoit que 8 % à 30 % des terres agricoles actuelles deviendront climatiquement inadaptées d'ici 2100. La FAO, quant à elle, alerte sur le fait que, sans une adaptation efficace, les rendements des grandes cultures pourraient perdre en moyenne 2 % par décennie, alors que la production devra, elle, augmenter de 14 % tous les dix ans pour répondre à la demande mondiale.

Au-delà de ce constat global très préoccupant, le changement climatique affecte les agricultures du monde de manière très diverse et inégale dans leur intensité. En général, le changement climatique induit des impacts négatifs sur le secteur des terres ; cependant, dans certaines régions aux latitudes moyennes et élevées, on constate certains effets bénéfiques de l'allongement de la saison de croissance et de la fertilisation par le CO₂. Ils entraînent une augmentation de la productivité des écosystèmes de ces zones géographiques (verdissement de la végétation dans certaines régions d'Asie, d'Europe, d'Amérique du Sud, du centre de l'Amérique du Nord et du sud-ouest de l'Australie)

(IPCC, 2019). Les rendements de certaines cultures propres à ces latitudes (par exemple le maïs, le blé et la betterave sucrière) ont augmenté ces dernières décennies ; on constate cependant leur stagnation, voire leur diminution, avec les sécheresses estivales récurrentes. Dans ces régions, l'augmentation en fréquence et en intensité des événements extrêmes (sécheresses ou pluies intenses, fortes températures estivales) induit des impacts négatifs de plus en plus critiques pour le secteur agricole et pour les ressources en eau. Les observations par satellite montrent un brunissement de la végétation au cours des trois dernières décennies dans le nord de l'Eurasie et dans certaines parties de l'Amérique du Nord et de l'Asie centrale (IPCC, 2019). Mais le contexte économique en général plutôt favorable des États de ces régions, leurs structures de production et des politiques publiques relativement actives autorisent souvent des ajustements plus aisés.

Du fait d'une plus grande dépendance aux ressources naturelles, d'une vulnérabilité plus élevée (populations plus importantes dans un contexte socio-économique de pauvreté, et souvent d'instabilité politique), les effets majeurs attendus du changement climatique sont globalement plus conséquents dans les pays des zones intertropicales et méditerranéennes. Les petites exploitations familiales (voir chapitre 5) typiques de ces contextes ont parfois peu accès aux technologies, aux services et aux intrants innovants, ce qui limite leur capacité d'adaptation. Dans un rapport sur l'impact des catastrophes et des crises sur l'agriculture entre 2006 et 2016, la FAO souligne que l'agriculture des Suds (cultures, élevage, pêche, aquaculture et sylviculture) est concernée par 25 % de tous les dommages et pertes causés par des catastrophes liées au climat (inondations, sécheresses, tempêtes tropicales), ce chiffre montant à 83 % pour la sécheresse. Les cultures sont le sous-secteur le plus touché, constituant 50 % de l'ensemble de ces atteintes (pertes de récoltes dues à des événements soudains ou à une évolution lente qui réduisent les rendements). L'élevage des pays du Sud subit 36 % de ces impacts, essentiellement en raison de l'affaiblissement de l'état corporel des animaux et de la réduction de leur productivité, notamment dans les systèmes pastoraux en Afrique (voir chapitres 10 et 16). On constate également des répercussions significatives sur la santé animale, du fait de la modification des habitats, de la propagation des maladies, du stress thermique et de l'altération des cycles alimentaires. Ces risques concernent également la faune sauvage.

Cependant, au sein de cet ensemble géographique tropical et méditerranéen, on observe des variations importantes en raison de l'étendue de ces régions, du mode d'occupation des terres et de leur grande diversité socio-économique et bioclimatique. Néanmoins, le changement climatique les affecte de façon significative et les scénarios d'évolution du Giec prédisent une intensification de ces impacts pour des augmentations de la température mondiale de plus de 1,5 °C. (IPCC, 2022). Dans de nombreuses régions des basses latitudes, les rendements de certaines cultures (par exemple le maïs et le blé) ont déjà diminué. Les régions étroitement dépendantes de l'agriculture pluviale sont particulièrement exposées aux aléas climatiques. En Afrique subsaharienne, elles représentent près de 93 % des terres cultivées. Pour certaines régions aux scénarios particulièrement pessimistes comme la zone soudano-sahélienne, les températures annuelles devraient augmenter d'environ 3 °C d'ici 2050 par rapport à la période 1980-2009, avec un impact critique sur le rendement des cultures.

Enfin, l'élévation du niveau de la mer, si elle n'est pas souvent évoquée dans ce sens, est pourtant un élément non négligeable vis-à-vis du secteur des terres, en provoquant l'intrusion d'eau salée dans les zones côtières, ce qui augmente la salinité des sols et réduit leur valorisation par l'agriculture.

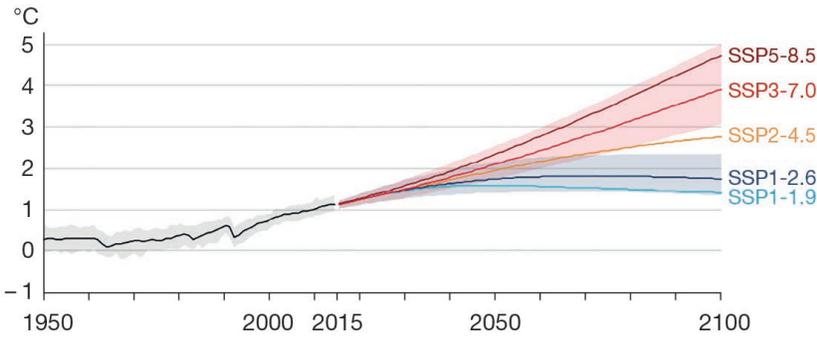


Figure 1.2a. Les cinq scénarios principaux du Giec (AR6). Source : IPCC (2021).

Dans le 6^e rapport du Giec, les scénarios dits SSP* (*shared socio-economic pathways*) viennent remplacer les scénarios dits RCP (*representative concentration pathways*). Les nouveaux scénarios SSP illustrent différents développements socio-économiques en lien avec les différentes trajectoires des concentrations de GES dans l'atmosphère. Ces nouveaux scénarios peuvent être utilisés en complément des RCP précédemment définis dans le 5^e rapport du Giec. Le Giec insiste sur le fait que les impacts sur nos sociétés ne seront pas les mêmes en fonction des niveaux de réchauffement global.

* Les différents scénarios dits SSP. SSP1 : la voie durable et «verte», biens communs préservés, bien-être humain plutôt que croissance économique, inégalités de revenus réduites, minimisation de l'utilisation des ressources matérielles et de l'énergie; SSP2 : la voie «médiane», les revenus dans les différents pays divergent, maintien de la coopération entre États, croissance démographique mondiale modérée et stabilisée après 2025, dégradation modérée des systèmes environnementaux; SSP3 : les rivalités régionales, regain de nationalisme et de conflits régionaux, les politiques se concentrent sur les questions de sécurité, les investissements dans l'éducation et le développement technologique diminuent, les inégalités augmentent, dommages environnementaux considérables dans certaines régions; SSP4 : l'inégalité, le fossé se creuse entre sociétés développées et celles avec de faibles revenus et un faible niveau d'éducation, problèmes environnementaux résolus dans certaines régions, mais pas dans d'autres; SSP5 : développement à partir de combustibles fossiles, marchés mondiaux intégrés, avec innovations et progrès technologiques, développement social et économique à forte intensité énergétique dans le monde entier, les problèmes environnementaux locaux tels que la pollution atmosphérique sont abordés avec succès.

Ce constat de la forte diversité des impacts du changement climatique dans le secteur des terres a des implications fondamentales sur le niveau d'échelle pertinent auquel doivent être prises les décisions et doivent être formulées les politiques publiques. L'atlas de cet ouvrage (voir chapitre 4) décrit en détail les impacts par grande région. Au-delà de cette vision biogéographique, dans le cadre de l'approche globale de ce chapitre, les paragraphes suivants dressent un état des lieux synthétique des principaux secteurs emblématiques fortement affectés par le changement climatique.

La structure et l'état des sols dépendent du climat et le climat dépend des échanges entre le sol et l'atmosphère. Ces interactions sont aujourd'hui fortement modifiées par le changement climatique, à l'heure où la dégradation des sols menace plus de 40% des terres émergées. Suivant la région considérée, le changement climatique pourrait accélérer ce processus de dégradation des sols et compromettre leur capacité à rendre des services écosystémiques. Les événements météorologiques extrêmes tels que les tempêtes et les précipitations torrentielles peuvent par exemple entraîner une érosion accélérée des sols, provoquant une perte directe de masse de terre ou celle des nutriments essentiels à la fertilité des sols, la diminution de la qualité de l'eau et la destruction des habitats naturels. Les excès de précipitations sont aussi à l'origine d'inondations, de glissements de terrain touchant un

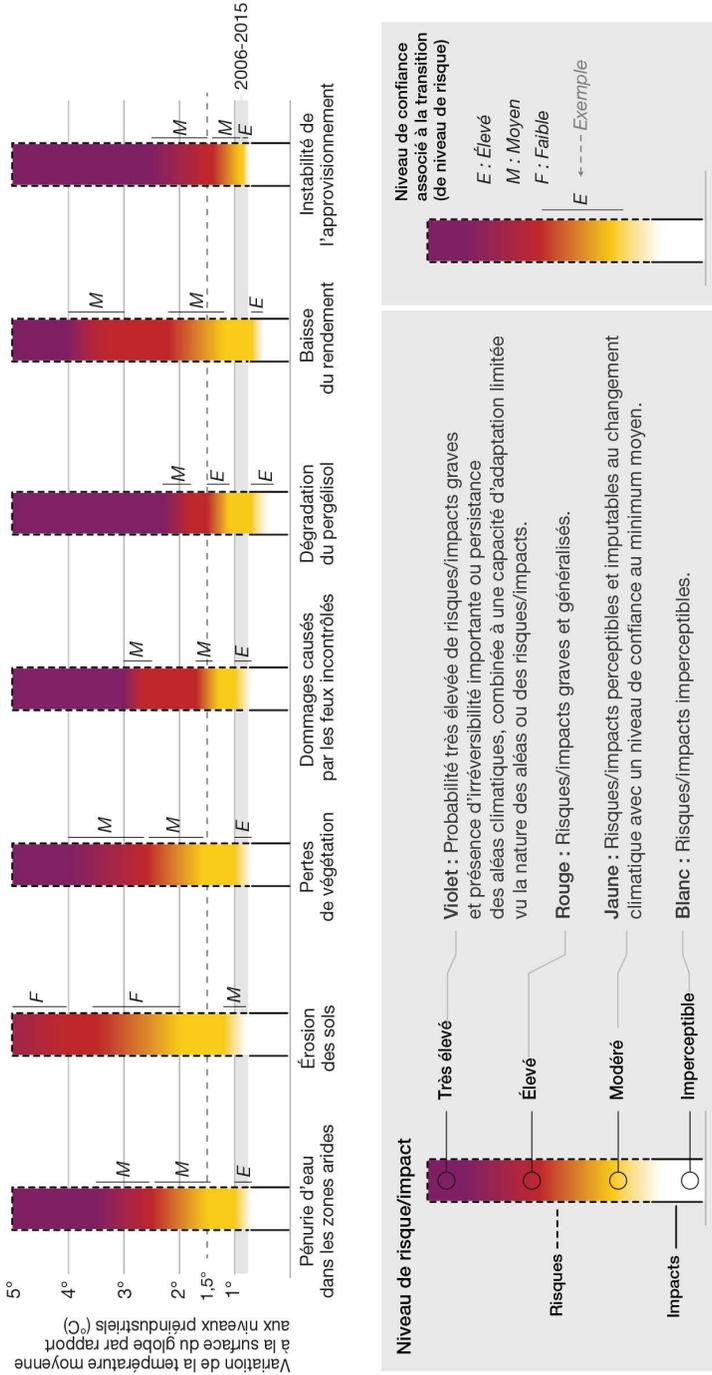


Figure 1.2b. Risques posés par les effets du changement climatique sur les processus terrestres pour les populations humaines et les écosystèmes. Source : IPCC (2019).

L'élévation de la température moyenne à la surface du globe par rapport aux niveaux préindustriels affecte les processus liés à la désertification (pénurie d'eau), à la dégradation des terres (érosion des sols, recul de la végétation, feux incontrôlés, dégel du pergélisol) et à la sécurité alimentaire (variation du rendement des cultures, instabilité de l'approvisionnement alimentaire). Il en découle des risques pour les systèmes alimentaires, les moyens de subsistance, l'infrastructure, la valeur des terres et la santé des populations humaines et des écosystèmes. La modification d'un processus (incendies ou pénurie d'eau, par exemple) peut donner lieu à des risques combinés. Les risques sont propres à l'emplacement et diffèrent selon la région.

secteur des terres aux infrastructures souvent déjà fragiles dans les Suds. La santé des sols incluant leur biodiversité subit également les modifications des conditions environnementales telles que la température, l'humidité et les précipitations. Ces changements peuvent affecter la distribution des organismes du sol, ce qui peut conduire à une réduction de la diversité biologique des sols. Ils perturbent les cycles biogéochimiques¹⁰ des sols tels que le cycle de l'azote, du carbone et du phosphore, qui sont essentiels au fonctionnement des écosystèmes (voir chapitre 17) et à la fertilité des sols des zones de culture, d'élevage d'herbivores et des forêts. Cette dégradation des sols peut aller jusqu'à la désertification. Selon le Giec, un tiers des terres émergées pourrait être concerné d'ici 2050 par ces processus, et ce, même avec un réchauffement contenu à 2 °C.

Au cours de la période 1961-2013, la proportion moyenne de zones arides et subarides touchées par la sécheresse a augmenté d'un peu plus de 1 % par an (IPCC, 2021). Cette augmentation dramatique (30% au total!) affecte de plus en plus les populations, avec en 2015, près de 500 millions de personnes touchées par ces conséquences, particulièrement en Asie du Sud et de l'Est, et dans les zones périphériques du Sahara. Généralement, ces territoires aux ressources naturelles limitées (eau, terres arables) sont le lieu d'activités d'élevage transhumant qui permettent seules de les valoriser. Ils sont en effet la preuve d'une remarquable adaptation et d'une flexibilité qui permet d'amortir les effets de la variabilité climatique (voir chapitres 12 et 16). Cette résilience climatique est fragilisée par les politiques de sédentarisation et par la réduction et la fragmentation des zones pastorales traditionnelles dans les interfaces avec les zones plus agricoles, dont l'extension est elle-même corrélée à la réduction des rendements agricoles due au changement climatique. En Afrique, ces régions sont parfois dramatiquement affectées par des conflits pour le contrôle de ces ressources, propices à la montée du terrorisme et de l'extrémisme.

Parmi les modifications des grands cycles biogéochimiques mondiaux, celles du cycle de l'eau sont certainement les plus perceptibles en raison de leurs effets directs sur les ressources en eau (approvisionnement des nappes, des cours d'eau, sécheresse, évapotranspiration). Ces effets peuvent être accentués par les activités humaines telles que la déforestation qui peut affecter le ruissellement et l'infiltration de l'eau dans le sol, modifiant la disponibilité de l'eau dans les écosystèmes terrestres et aquatiques. On constate déjà dans de nombreuses régions que la surexploitation des ressources en eau liée au changement climatique accroît la vulnérabilité de ces territoires à la sécheresse. Cela entraîne souvent la mise en œuvre de pratiques agricoles non durables telles qu'une irrigation inefficace ou excessive. Cette maladaptation contribue alors elle-même à une diminution de la disponibilité de l'eau dans les zones arides et semi-arides. Ces modifications importantes des ressources en eau peuvent également contribuer à l'érosion des sols, à leur salinisation et à la désertification (voir chapitres 7 et 17).

Quant aux écosystèmes particulièrement dépendants du cycle de l'eau, les forêts sont parmi ceux les plus perturbés à des degrés divers par le changement climatique.

10. Cycle biogéochimique : processus de transport et de transformation cyclique (recyclage) d'un élément ou composé chimique entre les grands réservoirs que sont la géosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère, dans lesquels se retrouve la biosphère. Le préfixe *bio* fait référence aux organismes et aux mécanismes biologiques du cycle, tandis que le terme *géo* désigne l'environnement, c'est-à-dire l'atmosphère, la lithosphère et l'hydrosphère. Les cycles les plus importants sont le cycle de l'azote, du carbone, de l'eau et de l'hydrogène.

Même si le rythme de déforestation tend globalement à diminuer, le changement climatique constitue une nouvelle menace pour leur fonctionnement et leur pérennité (augmentation des températures et modification des régimes de précipitations (voir chapitre 9). Combinées au risque accru d'incendies et à la déforestation, ces perturbations ont des conséquences importantes sur la capacité des forêts à fournir des services écosystémiques tels que la régulation du climat, les régimes régionaux des pluies et la protection des sols. En 2019, c'est près d'un million d'hectares de forêt amazonienne qui a brûlé (voir chapitre 4). Les forêts tropicales représentent plus de 50 % de la surface des forêts et du puits de carbone forestier mondial. Parmi celles-ci, les trois grands bassins forestiers tropicaux — Amazonie, Congo et Bornéo-Mékong-Asie du Sud-Est — jouent un rôle majeur dans la régulation du climat et abritent par ailleurs une faune et une flore exceptionnelle.

Le changement climatique peut influencer la propagation et les impacts des ravageurs, des vecteurs de maladie pour les plantes et pour les animaux, et des espèces invasives, en modifiant les conditions environnementales, en favorisant l'expansion de leur aire de répartition, en modifiant les habitats naturels, et en intensifiant les effets des invasions (IPCC, 2019).

3. L'impact des systèmes agricoles et alimentaires sur le changement climatique

Les systèmes alimentaires sont l'un des principaux moteurs des impacts humains sur l'environnement, et spécialement sur les émissions de GES et sur le changement climatique. Ils ont contribué au franchissement de plusieurs des « limites planétaires » qui définissent un espace de fonctionnement sûr pour l'humanité sur un système terrestre stable, en particulier celles concernant le changement climatique (Springmann *et al.*, 2018). Les systèmes alimentaires sont ainsi à l'origine d'environ un tiers des émissions mondiales de GES, en incluant la déforestation¹¹ ainsi que les chaînes d'approvisionnements en amont et en aval de plus en plus émettrices (IPCC, 2022). Selon le dernier rapport du Giec sur les terres (IPCC, 2019), le secteur AFOLU (agriculture, foresterie et autres utilisations des terres) est à l'origine de, respectivement, 13 %, 44 % et 81 % des émissions anthropiques de CO₂, CH₄ et N₂O, soit 23 % (12 ± 2,9 Gt eqCO₂/an) du total net des émissions anthropiques de GES. Celles-ci se répartissent principalement entre les émissions directes de GES imputables à la production agricole (12 %) et à la déforestation (9 %). Les émissions de méthane (CH₄) (voir chapitre 24) et de protoxyde d'azote (N₂O) augmentent constamment depuis 1990 (figure 1.3).

Si les émissions associées aux activités de pré et de postproduction (2,4 à 4,8 Gt eqCO₂/an) dans le système alimentaire mondial sont incluses, ces estimations sont comprises entre 11 et 19 Gt eqCO₂/an, soit 20 % à 37 % du total net des émissions anthropiques de GES. Cette répartition reste à nuancer en fonction du niveau de développement des pays. La production agricole est de loin la principale source d'émissions anthropiques dans les pays LI (*low income*) et LMI (*low to moderate income*), tandis que les étapes de postproduction émettent autant de GES que les étapes de production dans les pays HI (*high income*) (Vermeulen *et al.*, 2012).

11. D'après la dernière évaluation des ressources forestières mondiales de la FAO, l'agriculture est responsable de près de 90 % de la déforestation dans le monde.

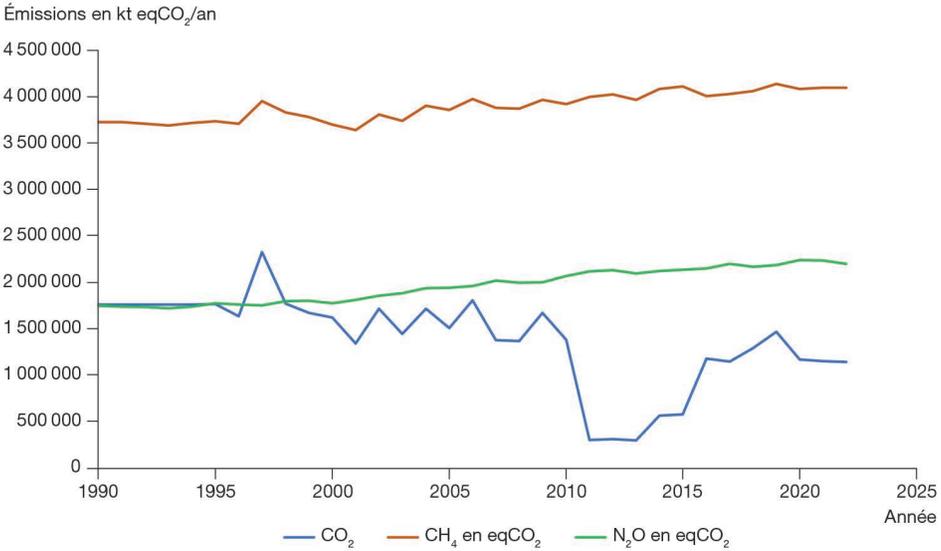


Figure 1.3. Évolution des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O du secteur AFOLU entre 1990 et 2022 exprimées en kt eqCO₂/an. Source : données FAOSTAT.

Bien que l'on dispose de peu d'informations, on estime qu'un tiers de la nourriture produite dans le monde pour la consommation humaine est perdue ou gaspillée entre les étapes de la production et de la consommation (Gustavsson *et al.*, 2011; HLPE, 2014). Concernant les pertes et les gaspillages alimentaires (FLW pour *food loss and waste*, incluant la récolte, le stockage, le transport et la transformation), l'empreinte carbone globale tous pays confondus est estimée à 3,3 Gt eqCO₂, ce qui représente une part énorme des émissions mondiales de GES (8% à 10%). Il s'avère difficile de différencier les pays au-delà d'une tendance. Sans qu'il soit possible d'être très précis, les pertes apparaissent plus importantes dans les LMI. Dans ces pays, les pertes et les gaspillages seraient avant tout dus à des contraintes infrastructurelles, financières et techniques (Gustavsson *et al.*, 2011). *A contrario*, dans les pays HI, le gaspillage serait lié à la surproduction et à la surconsommation.

Actuellement, plus de 50% des terres émergées sont consacrées à la production d'aliments (IPCC, 2019). Les changements d'usage des terres et l'intensification rapide de ces usages ont permis d'accroître très significativement la production de nourriture, de fourrage et de fibres (+ 240% pour les céréales entre 1961 et 2017, par exemple). Ici aussi, ces évolutions sont à nuancer selon les secteurs, les zones géographiques ou les niveaux de développement. Si l'on considère la question de la déforestation, qui est l'objet de débats politiques et médiatiques depuis le xx^e siècle, elle concerne essentiellement les pays LI et LMI, où le lien entre les systèmes alimentaires et la déforestation est déterminant. Des études (Feintrenie *et al.*, 2019) montrent que la déforestation en zone tropicale a augmenté entre 2000 et 2012, principalement en raison de l'augmentation des populations urbaines et de l'expansion de l'agriculture d'exportation. L'agriculture commerciale s'avère donc le principal vecteur de déforestation (68% en Amérique latine, 35% en Afrique et en Asie), suivi par l'agriculture de subsistance (27% et 40% de la déforestation sur chaque continent (Hosonuma *et al.*, 2012).

Un autre secteur fait l'objet de controverses : il s'agit de l'élevage, qui se caractérise par une véritable révolution durant les quatre dernières décennies, du fait de la forte demande en produits animaux liée aux évolutions démographiques, à la croissance économique et à l'urbanisation (voir chapitres 4 et 16). Ces changements majeurs ont eu un impact important sur l'augmentation des émissions de GES de ce secteur qui génère, selon les dernières estimations de la FAO (FAO, 2023), 12 % des émissions anthropiques mondiales de GES (6,2 Gt eqCO₂/an). Plus de 70 % de ces émissions sont dus aux ruminants (en raison des émissions de méthane) (voir chapitre 24), mais les systèmes d'élevage à l'herbe ne seraient responsables « que » de 20 % des émissions totales de l'élevage (Gerber *et al.*, 2013), tout en présentant un important potentiel d'atténuation par le stockage de carbone dans le sol.

Si des modifications techniques et comportementales soutenues par des politiques publiques peuvent contribuer à limiter les émissions de GES issues des systèmes agricoles et alimentaires, des changements plus systémiques s'imposent pour s'adapter au changement climatique sans compromettre son atténuation. Les modèles agricoles dominants doivent évoluer (réduction des intrants chimiques, réassociation des productions animales et végétales, modifications des pratiques agricoles vers l'agro-écologie, etc.) et nos systèmes alimentaires nécessitent d'être adaptés (changement de régimes et habitudes alimentaires, réduction des pertes, etc.) et reterritorialisés. Il convient également de rappeler que 31 % des émissions anthropiques de GES sont absorbées par les terres émergées dans la végétation et les sols, et constituent de fait un puits de carbone plus important que les océans¹². De fait, le secteur AFOLU dispose d'un potentiel important de séquestration du carbone, que ce soit à travers les sols (voir chapitre 17) ou les forêts (voir chapitre 9). De plus, tout changement de surface, qu'il résulte de l'usage des terres ou du changement climatique, affecte le climat à l'échelle régionale par le biais d'effets biophysiques tels que l'albédo ou l'évapotranspiration. Ainsi, dans les régions boréales, là où la limite forestière migrera vers le nord et/ou la saison de croissance s'allongera, le réchauffement hivernal sera accru en raison de la diminution de la couverture de neige et de l'albédo, tandis que le réchauffement sera réduit pendant la saison de croissance en raison de l'augmentation de l'évapotranspiration (IPCC, 2019). Ces interactions entre le cycle du carbone, le changement de surface et les effets biophysiques rendent particulièrement complexe l'évaluation des impacts du secteur des terres sur le changement climatique.

Au-delà d'une comptabilité carbone simplifiée, il est indispensable d'intégrer dans l'évaluation du secteur agricole et alimentaire sa contribution à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire. L'agriculture est en effet le premier employeur du monde : 40 % des emplois mondiaux et 60 % en Afrique. L'insécurité alimentaire touche 30 % des agriculteurs des pays du Sud selon la FAO et contribue également aux déplacements de populations et à la multiplication des conflits. En 2050, il est prévu que la majorité des pays africains seront sous l'influence de climats actuellement encore inconnus sur plus de la moitié des terres cultivables.

12. Global Carbon Budget 2023 : <https://globalcarbonbudget.org/carbonbudget2023/>.

4. Références bibliographiques

De Pryck K., 2022. *GIEC : la voix du climat*. Presses de Sciences Po, 240 p.

FAO, 2023. Pathways towards lower emissions – A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9029en>

Feintrenie L., Betbeder J., Piketty M.-G., Gazull L., 2019. Deforestation for food production. In: Dury S., Bendjebbar P., Hainzelin E., Giordano T., Bricas N. (eds), *Food Systems at risk: new trends and challenges*, FAO/Cirad/European Commission, p. 43-46. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00080>

Fogel C., 2005. Biotic Carbon Sequestration and the Kyoto Protocol: The Construction of Global Knowledge by the Intergovernmental Panel on Climate Change. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 5(2), 191-210. <https://doi.org/10.1007/s10784-005-1749-7>

Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., et al., 2013. *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*, FAO, 139 p.

Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U., van Otterdijk R., Meybeck A., 2011. *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention*. FAO, 37 p.

HLPE, 2014. *Food losses and waste in the context of sustainable food systems*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, 9 p.

Hosonuma N., Herold M., Sy V.D., Fries R.S., Brockhaus M., Verchot L., et al., 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7: 044009.

IPCC, 2019. Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land*. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>

IPCC, 2000a. Land Use, Land Use Change and Forestry. A Special Report. <https://www.ipcc.ch/report/land-use-land-use-change-and-forestry/>

IPCC, 2000b. Summary for Policymakers. In: *Land Use, Land Use Change and Forestry. A Special Report of IPCC*. Cambridge University Press, 30 p.

IPCC, 2021. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

IPCC, 2022. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/summary-for-policymakers/>

Le Mouél C., De Lattre-Gasquet M., Mora O., eds, 2018. *Land Use and Food Security in 2050: a Narrow Road, Agrimonde-Terra*. Versailles, éditions Quæ.

Porter J.R., Howden M., Smith P., 2017. Considering agriculture in IPCC assessments. *Nature Climate Change*, 7(10), 680-683. <https://doi.org/10.1038/nclimate3404>

Porter J.R., Challinor A.J., Henriksen C.B., Howden S.M., Martre P., Smith P., 2019. Invited review: Intergovernmental Panel on Climate Change, agriculture, and food – A case of shifting cultivation and history. *Global Change Biology*, 25(8), 2518-2529. <https://doi.org/10.1111/gcb.14700>

Rivera-Ferre M.G., López-i-Gelats F., Howden M., Smith P., Morton J.F., Herrero M., 2016. Re-framing the climate change debate in the livestock sector: Mitigation and adaptation options. Mitigation and adaptation options in the livestock sector. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(6), 869-892. <https://doi.org/10.1002/wcc.421>

Springmann M., Clark M., Mason-D'Croz D., Wiebe K., Bodirsky B.L., Lassaletta L., et al., 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562: 519-525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>

Vermeulen S.J., Campbell B.M., Ingram J.S.I., 2012. Climate change and food systems. *Annu. Rev. Environ. Resourc.*, 37:195-222.