



AMÉLIORER LES CDN : POSSIBILITÉS DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE

KATHERINE ROSS, KRISTEN HITE, RICHARD WAITE, REBECCA CARTER, LAUREL PEGORSCH,
THOMAS DAMASSA, AND REBECCA GASPER

NOTE DE SYNTHÈSE

Points clés

- Les changements climatiques ont des incidences directes et indirectes sur la production alimentaire dans de nombreuses régions, notamment la perte de récoltes et la raréfaction des possibilités d'emploi. Ces impacts s'accroîtront probablement d'ici 2030 et au-delà, menaçant ainsi la sécurité alimentaire mondiale et les moyens de subsistance de centaines de millions de personnes.
- Il est temps de redoubler d'efforts pour repenser le secteur de l'agriculture, afin de soutenir les agriculteurs, d'éviter l'extensification de la production alimentaire, d'améliorer la productivité des exploitations agricoles, de renforcer la résilience et de réduire les émissions. Les objectifs de l'Accord de Paris ne pourront en effet pas être atteints sans une véritable transformation du secteur agricole. L'intégration de mesures agricoles plus ambitieuses, explicites et dirigées dans des contributions déterminées au niveau national (CDN) améliorées pourrait contribuer à la réalisation de cette transition nécessaire.
- La présente publication vise à aider les pays à envisager le processus d'amélioration de leur CDN au travers de l'introduction de mesures renforcées pour le secteur agricole. Ses auteurs insistent sur la nécessité d'adopter des approches adaptées aux circonstances uniques de chaque pays.
- Ils présentent une série de mesures possibles, pour autant que les bonnes conditions soient en place, s'agissant de l'adaptation aux changements climatiques et de l'atténuation de leurs effets dans le secteur agricole, et ils proposent des exemples de la manière d'intégrer ces mesures dans une CDN améliorée.

TABLE DES MATIÈRES

Note de synthèse	1
1. Introduction	4
2. L'agriculture et les CDN	6
3. Préparer le terrain : des conditions favorables.....	10
4. Des mesures pour réduire les émissions et renforcer la résilience dans le secteur agricole	17
5. Intégrer l'agriculture dans les CDN améliorées	29
6. Conclusion	31
Annexe 1 : Tour d'horizon du secteur agricole	32
Notes de fin et références	35

Ces documents de travail présentent des études préliminaires, des analyses, des enseignements et des recommandations. Ils visent à alimenter des discussions opportunes et à susciter des retours essentiels, ainsi qu'à influencer le débat en cours sur des questions émergentes. Ces documents de travail pourraient être publiés dans un autre format ultérieurement et leur contenu est susceptible d'être révisé.

Citation suggérée : Ross, K., K. Hite, R. Waite, R. Carter, L. Pegorsch, T. Damassa et R. Gasper. « Améliorer les CDN : possibilités dans le secteur de l'agriculture. » Document de travail. Washington DC : Institut des ressources mondiales. Disponible en ligne à l'adresse : www.wri.org/publication/enhancing-ndcs-agriculture.

Supported by:



**CLIMATE &
CLEAN AIR
COALITION**
TO REDUCE SHORT-LIVED
CLIMATE POLLUTANTS

Contexte

Les changements climatiques ont déjà des effets directs et indirects sur la production alimentaire.

Le réchauffement de 1 °C déjà enregistré est à l'origine de changements climatiques aux incidences déjà très négatives sur le rendement des récoltes, et on observe des migrations humaines associées aux effets climatiques sur l'agriculture (GIEC 2018). Ces impacts s'amplifieront probablement d'ici 2030 et au-delà.

Il est indispensable de renforcer la résilience et de réduire les émissions du secteur agricole dans le cadre de la réponse mondiale aux changements climatiques. L'adaptation aux changements climatiques constituera un volet nécessaire des efforts déployés pour éradiquer la pauvreté et la faim. Dans le même temps, l'atténuation au sein du secteur agricole représente une composante essentielle de toute initiative visant à limiter la hausse des températures mondiales et à éviter les incidences climatiques les plus graves.

Les CDN constituent un levier important pour encourager des pratiques agricoles productives, résilientes et inclusives, tout en limitant la hausse des températures mondiales à 1,5 °C. Les CDN peuvent en effet contribuer à accroître le soutien en faveur de l'adaptation, à renforcer la résilience des petits exploitants agricoles vulnérables, à réduire les émissions du secteur agricole, à créer des synergies entre les objectifs climatiques et d'autres objectifs de développement durable, et à attirer des investissements et des aides.

Bien que plus de 90 % des CDN actuelles mentionnent l'agriculture d'une façon ou d'une autre, le cycle d'actualisation des CDN prévu en 2020 offre l'occasion de pleinement saisir les possibilités offertes dans le secteur agricole. Il s'agit d'explicitier davantage les mesures et les investissements que prévoit chaque pays, ce qu'il faudra mettre en place pour concrétiser ces changements et, le cas échéant, de déterminer quel soutien s'avérera nécessaire.

À propos de la présente publication

Cette publication vise à promouvoir une intégration plus ambitieuse et dirigée de l'agriculture dans les CDN améliorées, en parcourant les conditions propices nécessaires, ainsi que les mesures pouvant contribuer aux impératifs d'adaptation et d'atténuation. Elle propose en outre aux pays des exemples de la manière

dont cette ambition peut être intégrée au mieux dans des CDN améliorées, en fonction de leurs circonstances nationales.

Cette publication est une contribution à l'Initiative pour l'agriculture de la Coalition pour le climat et la qualité de l'air (CCAC), dont l'objectif est de relever le niveau d'ambition de l'action pour le climat dans le secteur agricole, en vue de réduire les polluants climatiques de courte durée de vie (PCCV), dont le méthane, le carbone noir, les hydrofluorocarbones et l'ozone troposphérique. Il est particulièrement intéressant de se pencher sur les PCCV dans le secteur agricole, car ce dernier constitue l'une des plus grandes sources de PCCV, polluants qui ont également des effets négatifs sur la qualité de l'air et le rendement des récoltes.

La présente publication vient compléter des ressources élaborées par l'Institut des ressources mondiales, Oxfam, le Programme des Nations Unies pour le développement et d'autres partenaires, dont l'objectif est d'aider les gouvernements nationaux à élaborer des CDN améliorées en vue de leur présentation à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques d'ici 2020. Ces ressources incluent un guide général sur l'amélioration des CDN (voir Fransen et al. 2019), ainsi que des modules sectoriels offrant des précisions sur la manière d'améliorer des composantes sectorielles clés des CDN.

Préparer le terrain : des conditions favorables

Avant d'inclure des mesures agricoles renforcées dans une version améliorée de leur CDN, les décideurs politiques doivent préparer le terrain en améliorant les politiques et les mécanismes de financement en place, ainsi que leur système de gouvernance. Une telle approche permettra de veiller à ce que les CDN améliorées soient adaptées aux circonstances et aux besoins uniques des pays, et à ce qu'elles soient alignées sur un éventail plus large d'impératifs en matière de sécurité alimentaire, d'équité et de développement durable, de manière à maximiser les chances d'une mise en œuvre réussie. Il s'agit notamment de prendre les mesures suivantes :

- **Délimiter le contexte national :** étant donné que les conditions varient grandement d'une région, d'une économie et d'une société à l'autre, il vaut mieux éviter d'adopter une approche « universelle » et analyser minutieusement les caractéristiques principales

du secteur agricole d'un pays. Il s'agit notamment d'examiner les tendances relatives à la production et à la consommation nationales pour la culture et l'élevage, ainsi que les différents types de producteurs et leur taille.

- **Faire intervenir les parties prenantes dès le début pour renforcer la légitimité, la qualité et la pérennité de la CDN.** Les parties prenantes englobent non seulement les ministères compétents, mais aussi les agriculteurs, les populations autochtones et les collectivités locales aux échelons national, infranational et local, l'objectif étant de prendre en compte les différents points de vue, besoins et priorités. Les petits producteurs agricoles, en particulier les femmes et les organisations de femmes, devraient être explicitement associés au processus, une démarche qui exige une attention ciblée et soutenue de la part des décideurs politiques. De même, il importe d'impliquer les parties prenantes qui seront responsables de la mise en œuvre de l'action climatique dans le secteur agricole, afin de favoriser leur adhésion aux mesures.
- **Établir des politiques cohérentes.** Les pays peuvent examiner les progrès réalisés dans la mise en œuvre des objectifs et politiques existants, ainsi que leur cohérence avec d'autres plans pertinents, notamment les autres politiques climatiques.
- **Renforcer le processus de mesure, compte rendu et vérification (*measurement, reporting and verification* – MRV).** Un processus de MRV crédible dans le secteur agricole – englobant l'atténuation, l'adaptation et le soutien – est fondamental pour la conception d'une CDN améliorée. Le processus de MRV génère des informations et des données accessibles, compréhensibles, pertinentes et opportunes, qui peuvent éclairer la conception des nouvelles cibles et politiques climatiques. Il permet de mieux comprendre les mesures à prendre pour lutter contre les changements climatiques, en mettant en évidence ce qui fonctionne, ce qui ne fonctionne pas, et pourquoi. Le processus de MRV peut également constituer un outil de communication utile pour encourager une action contre les changements climatiques, tant au sein du gouvernement qu'auprès des parties prenantes externes.

- **Recenser les possibilités en matière de soutien.** De nombreux pays auront besoin de soutien pour mettre pleinement en œuvre les composantes agricoles de leur CDN. Ils devront avoir accès à des financements climatiques internationaux, mais aussi à des appuis au niveau national, tels que des services de vulgarisation améliorés pour les agriculteurs, et notamment l'utilisation plus généralisée de services numériques tels que les alertes rapides et les prévisions saisonnières. Il s'agira également de réorienter les appuis au secteur en faveur d'une amélioration de la résilience et de la réduction des émissions. Le processus d'amélioration des CDN offre aux pays l'occasion de définir leurs besoins et d'obtenir un soutien.
- **Veiller à une gouvernance équitable et inclusive.** Lorsque l'on promeut une action pour le climat dans le secteur agricole, il est important de déterminer au préalable si et comment les activités proposées profiteront ou nuiront à la population et à ses moyens de subsistance. La mise en place, avec discernement, de structures d'incitation et de flux de financement peut faciliter un partage équitable des bénéfices, tandis que des mesures de protection et des approches fondées sur les droits peuvent contribuer à limiter les préjudices.

Des mesures pour réduire les émissions et renforcer la résilience dans le secteur agricole

Cette publication présente un éventail de mesures dont il a été démontré qu'elles pouvaient techniquement aboutir à des réductions des émissions dans le secteur agricole et à une augmentation de la production alimentaire mondiale. Pour autant qu'elles soient mises en œuvre dans des conditions favorables comme expliqué ci-dessus, elles pourraient également contribuer à améliorer la résilience, la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance des agriculteurs. Une meilleure gestion des récoltes et de l'élevage, une gestion élargie des terres ainsi que la promotion d'une production et d'une consommation plus durables font partie de ces mesures. Les mesures présentées dans la présente publication ne sont pas exhaustives ; l'objectif est plutôt d'illustrer l'éventail des possibilités dans le secteur agricole. Il ne s'agit pas de mettre pleinement en œuvre l'ensemble des mesures dans tous les pays, car certaines solutions ne seront pas pertinentes ou réalisables à certains endroits ou dans certaines exploitations. Les décideurs politiques devront déterminer quelles sont les mesures pertinentes pour leur pays et décider s'il convient ou non de les inclure dans une CDN améliorée.

Contributions agricoles à inclure dans une CDN améliorée

De nombreuses options existent pour l'intégration de contributions agricoles dans une CDN. En fonction des circonstances nationales et de leurs priorités, certains pays peuvent choisir de renforcer la mise en œuvre des politiques et cibles climatiques existantes dans leur secteur agricole, d'ajouter des politiques et mesures spécifiques pour renforcer la résilience et améliorer l'adaptation, d'ajouter des politiques et mesures spécifiques pour réduire les émissions, d'intégrer une mesure propre au secteur agricole dans une cible de réduction des émissions, et/ou d'ajouter des informations pour améliorer la compréhension. La présente publication propose des exemples concrets des types de contributions agricoles pouvant être incluses dans une CDN améliorée.

1. INTRODUCTION

Les changements climatiques ont, dans de nombreuses régions du monde, des incidences directes et indirectes sur la production alimentaire, notamment la perte de récoltes et la raréfaction des possibilités d'emploi. Dans le cadre du réchauffement actuel de 1 °C, les changements climatiques ont déjà des conséquences très négatives sur le rendement des récoltes, et des migrations humaines associées aux impacts climatiques sur l'agriculture sont déjà observées (GIEC 2018). Ces impacts s'accroîtront probablement d'ici 2030 et au-delà, compromettant la sécurité alimentaire mondiale et les moyens de subsistance de centaines de millions de personnes. À travers le monde, environ 2,5 milliards de personnes dépendent de l'agriculture pour leur subsistance (FAO 2013).

L'adaptation aux changements climatiques, en particulier pour les petits producteurs, qui constituent la majeure partie des agriculteurs dans le monde, sera indispensable dans le cadre des efforts déployés pour éradiquer la pauvreté et la faim. Des chercheurs estiment qu'en l'absence de mesures d'adaptation, les changements climatiques pourraient affaiblir la croissance des rendements des récoltes de 5 à 30 % d'ici 2050 (Porter *et al.* 2014). Les 500 millions de petites exploitations de par le monde seraient les plus durement touchées (Lowder *et al.* 2016). En outre, les agriculteurs et les autres populations rurales représentent une part importante des 100 millions de personnes dans les pays en développement que les changements climatiques pourraient faire basculer sous le seuil de pauvreté d'ici 2030 (Hallegatte *et al.* 2016).

Dans le même temps, le secteur agricole est responsable de plus de 13 % des émissions mondiales (Climate Watch 2019a), et de près d'un quart des émissions mondiales si l'on tient compte du changement d'affectation des terres (GIEC 2019). L'atténuation s'avère dès lors une composante essentielle des efforts déployés à l'échelle mondiale pour limiter la hausse des températures à 1,5 °C et ainsi éviter les effets les plus graves des changements climatiques ; et le sera également indispensable pour mettre fin à la pauvreté et à la faim dans le monde.

Il ne sera en effet pas possible d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris sans aider les agriculteurs à s'adapter aux incidences climatiques et sans réduire dans le même temps les principales sources d'émissions liées à l'agriculture et au changement d'affectation des terres (GIEC 2019). Voir l'Annexe 1 pour de plus amples informations à ce sujet.

Il est temps de redoubler d'efforts pour transformer le secteur de l'agriculture, de façon à améliorer les moyens de subsistance, à renforcer la sécurité alimentaire, à éviter l'extensification de la production, à renforcer la résilience et à réduire de manière significative les émissions. Pour pouvoir réaliser ces changements nécessaires, il est important d'inclure de façon ambitieuse, explicite et dirigée¹ l'agriculture dans les contributions déterminées au niveau national (CDN) améliorées.

Il sera également indispensable de traiter (et non d'exacerber) les inégalités structurelles dans le secteur agricole – par exemple, en veillant à ce que les mesures prises ne profitent pas de manière disproportionnée aux acteurs dotés de grandes capacités ainsi que de ressources abondantes et dont l'empreinte en matière d'émissions est élevée, au détriment de ceux qui ont besoin d'une aide financière et d'une plus grande capacité d'adaptation pour parvenir à la sécurité alimentaire et à des moyens de subsistance durables (en particulier les petites exploitations tenues par des femmes, les jeunes et les populations vulnérables). Il importe en effet de déterminer quelles politiques et mesures pourront contribuer à la réalisation des objectifs d'adaptation et d'atténuation de l'Accord de Paris, tout en permettant aux petits exploitants – souvent marginalisés dans le secteur agricole – d'être protégés et de bénéficier de plus d'avantages, dans le droit fil des objectifs de l'Accord de Paris relatifs à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté. Les changements climatiques représentent un défi de taille pour les petits producteurs alimentaires qui voient leurs moyens de subsistance menacés. À l'échelle mondiale, environ 500 millions d'exploitations agricoles

sont installées sur deux hectares ou moins, et deux tiers des adultes actifs vivant dans la pauvreté tirent une partie de leurs revenus de l'agriculture (Bapna et al. 2019). Par conséquent, la présente publication met fortement l'accent sur la protection des moyens de subsistance des petits exploitants, bien que ses conclusions et recommandations puissent s'appliquer à toutes les exploitations indépendamment de leur taille, à tous les producteurs et à tous les gouvernements nationaux.

Même si plus de 90 % des CDN actuelles mentionnent déjà l'agriculture d'une manière ou d'une autre (dans les besoins de soutien, dans la cible à l'échelle de l'économie, ou dans les politiques et mesures spécifiques relatives à l'atténuation et/ou à l'adaptation dans le secteur agricole), le cycle d'actualisation des CDN prévu en 2020 offre l'occasion de pleinement saisir les possibilités offertes dans le secteur agricole, afin d'explicitier davantage les transformations qu'entendent réaliser les différents pays, ce qu'il faudra mettre en place pour y parvenir de manière équitable et, le cas échéant, de déterminer quel soutien sera nécessaire.

La présente publication vise à aider les pays à améliorer leur CDN en leur proposant d'intégrer des solutions qui rendront leur secteur agricole plus durable, équitable et résilient, avec des émissions moindres. Elle s'adresse aux décideurs politiques nationaux chargés d'actualiser la CDN de leur pays, ainsi qu'aux responsables des politiques agricoles et à d'autres parties prenantes qui cherchent à tirer parti de leur CDN pour améliorer les politiques et les pratiques agricoles et aider les populations qui dépendent de l'agriculture pour leur subsistance – en particulier les populations vulnérables et les femmes – non seulement à survivre, mais aussi à prospérer.

La publication se décompose comme suit : la section 2 explique pourquoi il peut être intéressant pour un pays d'inclure des mesures agricoles améliorées dans une nouvelle CDN ou une CDN actualisée. La section 3 examine les principaux aspects et les mesures fondamentales du cadre qui s'avérera probablement nécessaire pour promouvoir l'action climatique dans le secteur agricole dans le contexte de l'amélioration des CDN. La section 4 dresse une liste indicative de mesures agricoles visant à réduire les émissions et/ou à promouvoir la résilience. La section 5 fait le lien avec les idées présentées dans les quatre premières sections et propose des exemples concrets quant à la manière de faire figurer l'agriculture dans une CDN améliorée. La section 6 renferme les conclusions.

Encadré 1 | À propos des CDN et de l'amélioration des CDN

En amont de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) de 2015 (COP 21), les Parties ont communiqué des CDN « prévues » présentant la contribution de leur pays à la lutte contre les changements climatiques. Ces CDN ont été qualifiées de « prévues », car les objectifs et les modalités précises de l'Accord de Paris n'avaient pas encore été agréés. Maintenant que l'Accord de Paris est en vigueur, les CDN ne sont plus « prévues » ; elles incarnent les cibles, les politiques, les actions et les mesures que les Parties ont décidé de mettre en oeuvre à l'échelle nationale.

Le terme « amélioration des CDN » exprime l'idée d'une progression des CDN inhérente à l'Accord de Paris, un processus qui débute par l'invitation à communiquer de nouvelles CDN ou des CDN actualisées en 2020 (Fransen et al. 2017). Les CDN peuvent faire l'objet d'améliorations sur différents axes, dont le niveau d'ambition en matière d'atténuation, la mise en oeuvre, l'adaptation et la communication transparente. Idéalement, le processus d'amélioration des CDN devrait permettre d'aligner plus étroitement les CDN sur les objectifs de l'Accord de Paris, de maximiser les retombées positives des CDN sur le développement et la résilience, d'intégrer des occasions pertinentes de renforcer la mise en oeuvre, et d'améliorer la transparence.

Termes liés à l'amélioration des CDN :

- **Nouvelle CDN ou CDN actualisée** : tirés de la décision de la Conférence des Parties adoptée en même temps que l'Accord de Paris (1/CP.21), ces termes sont utilisés dans la demande qui est faite aux Parties dans la décision de la COP concernant les CDN en 2020. Une nouvelle CDN fait suite à la CDN initiale lorsque cette dernière comporte un calendrier jusqu'à 2025. Une CDN actualisée est une CDN communiquée par une Partie dont la CDN initiale comporte un calendrier jusqu'à 2030.
- **CDN améliorée** : dans la présente publication, une nouvelle CDN ou une CDN actualisée qui améliore la CDN initiale dans les domaines de l'atténuation (niveau d'ambition et/ou mise en oeuvre), de l'adaptation et/ou de la communication.

Cette publication est consacrée aux possibilités d'amélioration des CDN dans le secteur agricole..

Source: Fransen et al. 2019.

Les mesures présentées dans cette publication ne sont pas exhaustives ; l'objectif est plutôt d'illustrer l'éventail des éléments à prendre en compte pour améliorer la contribution agricole de la CDN d'un pays. Il ne s'agit pas de mettre pleinement en oeuvre l'ensemble des mesures dans tous les pays, car certaines solutions ne seront pas pertinentes ou réalisables à certains endroits ou dans certaines exploitations. Les décideurs politiques devront déterminer les mesures pertinentes pour leur

pays et décider s'il convient de les inclure dans une CDN améliorée. En outre, bien que les options examinées ici doivent être envisagées par les gouvernements nationaux, elles ne seront pas suffisantes pour réaliser la transformation d'envergure qui s'impose dans le secteur agricole. Il convient d'évaluer et d'améliorer également des éléments qui ne seront pas traités ici, dont les politiques commerciales, le transport et le traitement des denrées alimentaires, les droits des travailleurs du secteur alimentaire, ainsi que d'autres aspects du système alimentaire. La présente publication ne couvre pas les produits de la mer et la pisciculture².

Cette publication est une contribution à l'Initiative pour l'agriculture de la Coalition pour le climat et la qualité de l'air (CCAC), dont l'objectif est de relever le niveau d'ambition de l'action pour le climat dans le secteur agricole, en vue de réduire les polluants climatiques de courte durée de vie (PCCV), dont le méthane, le carbone noir, les hydrofluorocarbones et l'ozone troposphérique (notamment au travers de CDN améliorées). Elle couvre tous les gaz à effet de serre (GES) et polluants liés à l'agriculture, et met en évidence d'autres avantages découlant de l'atténuation des PCCV pour le développement, tels que l'amélioration de la qualité de l'air, qui permet d'améliorer la santé humaine et le rendement des récoltes. Le secteur agricole constitue l'une des principales sources de PCCV.

Cette publication vient compléter d'autres ressources conçues pour aider les gouvernements nationaux à élaborer des CDN améliorées à soumettre à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) d'ici 2020. Ces ressources incluent un guide général sur l'amélioration des CDN (Fransen *et al.* 2019), ainsi que des modules sectoriels offrant des précisions sur la manière d'améliorer des composantes sectorielles clés des CDN. Le module sur les possibilités d'amélioration des CDN pour les forêts et l'utilisation des terres (Sato *et al.* 2019) est pertinent pour le secteur agricole au vu des liens étroits qui unissent l'agriculture, les forêts et l'utilisation des terres. Le module relatif au renforcement des engagements en faveur de la réduction des PCCV dans les CDN améliorées (Ross *et al.* 2018) est aussi pertinent. La CCAC a également publié des conseils sur le lien qui peut être établi entre la qualité de l'air et le climat dans les CDN améliorées (Malley *et al.* 2019).

2. L'AGRICULTURE ET LES CDN

La présente section explique l'importance d'aborder l'agriculture dans les CDN et elle revient sur son traitement dans les CDN initiales.

Plaidoyer pour l'intégration de l'agriculture dans les CDN

L'intégration de l'agriculture dans les CDN offre de multiples avantages. Elle permet notamment de renforcer le soutien en faveur de l'adaptation, d'apporter un appui aux petites exploitations et aux agriculteurs vulnérables, de réduire les émissions du secteur, de faire coïncider les objectifs climatiques avec d'autres objectifs de développement durable, d'attirer des investissements et d'obtenir du soutien.

Renforcer le soutien en faveur de l'adaptation

La hausse des températures, le caractère de plus en plus variable des précipitations, la fréquence accrue des sécheresses et des événements météorologiques extrêmes, les feux de forêt et d'autres aspects des changements climatiques affectent et continueront d'affecter la vie et les moyens de subsistance des agriculteurs, ainsi que l'endroit où sont produites les denrées alimentaires dans le monde et la manière dont elles sont produites. Il est possible de mieux assurer l'association et la participation de tous les membres de la société aux mesures qui visent à répondre à ces effets de plus en plus marqués, lorsque ces mesures sont planifiées bien avant que les agriculteurs ne se retrouvent en situation de crise. Même si l'adaptation dans le secteur agricole fait l'objet d'une attention significative dans les CDN initiales (FAO 2016a), l'amélioration des CDN offre aux gouvernements nationaux l'occasion de réfléchir à la nécessité de planifier des changements de plus grande envergure à plus long terme tout en appuyant des changements à court terme, et de communiquer leur intention de procéder de la sorte. Il sera indispensable d'accroître considérablement l'appui apporté à l'ensemble du secteur agricole pour améliorer la résilience, assurer la survie et protéger les moyens de subsistance des agriculteurs et de leur communauté.

Soutenir les petits agriculteurs et les petites exploitations vulnérables

À travers le monde, environ 2,5 milliards de personnes, dont la plupart ne disposent que d'un ou deux hectares de terres agricoles, dépendent de l'agriculture pour leur subsistance (FAO 2013). L'agriculture joue un rôle central dans la subsistance de nombreux petits agriculteurs et de leur communauté. Au-delà des aspects financiers, elle a aussi une grande importance sociale et recèle un

Encadré 2 | L'agriculture et les polluants climatiques de courte durée de vie

Le secteur agricole est l'un des principaux émetteurs de polluants climatiques de courte durée de vie (PCCV), dont font partie le méthane, le carbone noir et les précurseurs d'ozone troposphérique, qui se forme dans l'atmosphère. Dans l'agriculture, le méthane provient principalement de la fermentation entérique et de la production de riz ; il s'agit également d'un précurseur majeur d'ozone troposphérique. Du carbone noir est rejeté lors de processus de combustion incomplets tels que le brûlage agricole à ciel ouvert.

Les PCCV ont un puissant impact sur les températures mondiales et le système climatique, en particulier à court terme. Par exemple, le méthane présente un bien plus grand potentiel de réchauffement de la planète que le dioxyde de carbone (CO₂) – un potentiel 86 fois plus important sur 20 ans – et le carbone noir peut accroître le réchauffement atmosphérique et la vitesse de fonte lorsqu'il se dépose sur la glace et la neige. La limitation du réchauffement à 1,5 °C, sans dépassement ou avec un dépassement minime, exigera une réduction considérable des émissions de méthane et de carbone noir – soit une réduction de 35 % ou plus d'ici 2050 par rapport aux niveaux de 2010 (GIEC 2018).

Les PCCV ont également un impact négatif sur la production alimentaire. L'ozone troposphérique est nocif pour les végétaux, car il met à mal leur métabolisme cellulaire, ce qui nuit à la photosynthèse et à l'assimilation du carbone au niveau des feuilles, ainsi qu'à l'acquisition d'eau et de nutriments de l'ensemble de la canopée, et, à terme, à la croissance et au rendement des récoltes (Embersson et al. 2018). Les dégâts causés aux cultures pourraient être 20 % plus importants dans les régions agricoles d'ici 2050 en raison de concentrations élevées d'ozone (GIEC 2019). Le carbone noir perturbe la photosynthèse et l'assimilation du carbone au niveau des feuilles. En l'absence de mesures ambitieuses pour lutter contre les PCCV, on estime que 52 millions de tonnes métriques de cultures de base pourraient être perdues chaque année (OMM et PNUE 2011). En effet, les gains pour la santé et l'agriculture qui découleraient d'une réduction des émissions de PCCV font partie des nombreuses raisons pour lesquelles la prise de mesures d'atténuation pour ces polluants peut être étroitement alignée sur la réalisation des Objectifs de développement durable pour 2030 (Haines et al. 2017) et les efforts déployés pour réduire la pauvreté (Hottle et Damassa 2018).

patrimoine culturel, en particulier pour les populations autochtones et les communautés pastorales (Fraser 2009). L'amélioration des CDN offre aux gouvernements nationaux l'occasion de mettre davantage l'accent sur les droits et les besoins des petits agriculteurs et des petites exploitations particulièrement vulnérables, ainsi que de lancer des processus de planification et de mise en œuvre inclusifs, transparents et participatifs.

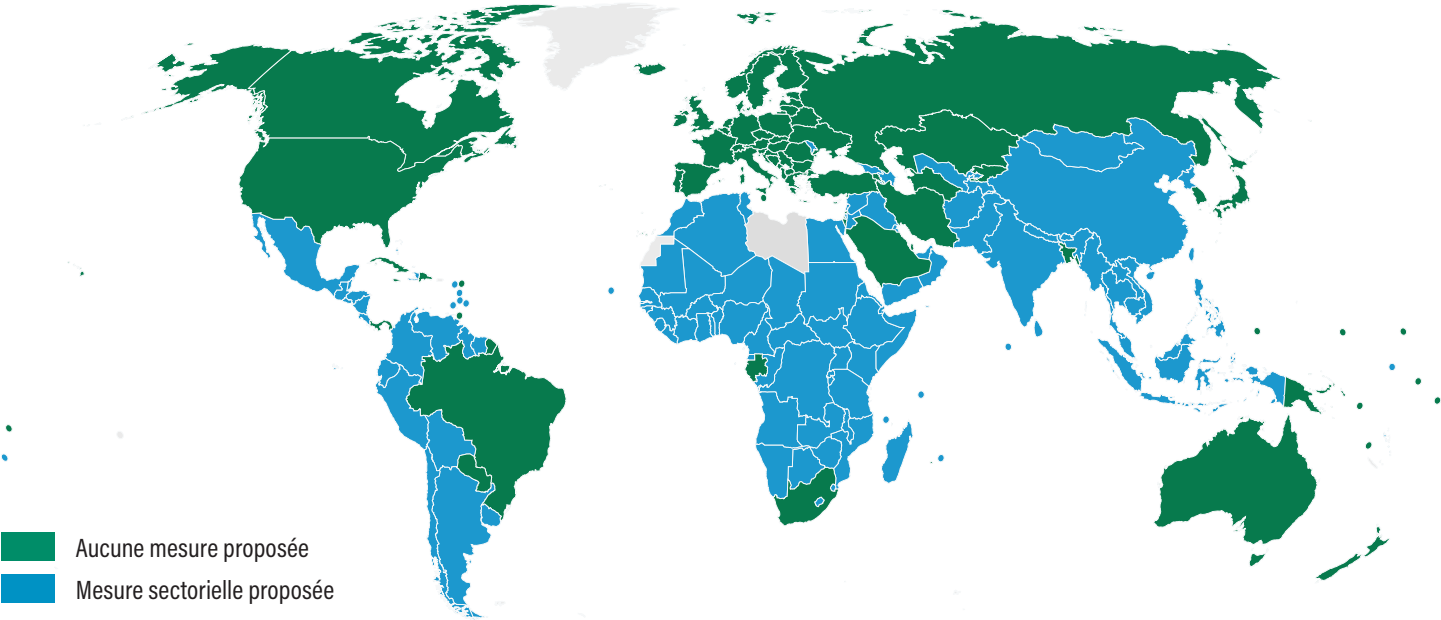
Réduire les émissions du secteur agricole

Les émissions de GES directement générées par la production agricole représentaient 13 % des émissions mondiales totales en 2016 (Climate Watch 2019a), et près d'un quart des émissions mondiales si l'on tient compte également du changement d'affectation des terres (GIEC 2019). Les émissions du secteur agricole continuent d'augmenter, en raison principalement de la demande mondiale croissante de denrées alimentaires à forte intensité de ressources, telles que la viande et les produits laitiers, à mesure que les revenus augmentent, et de l'utilisation accrue d'engrais inorganiques, en particulier dans les pays à revenu intermédiaire et plus élevé (Searchinger *et al.* 2019). Le secteur agricole est également responsable de 40 % des émissions mondiales de carbone noir, qui proviennent principalement du brûlage à ciel ouvert de déchets agricoles (CCAC 2019). Le secteur agricole est en effet l'une des principales sources de PCCV, lesquels ont un impact considérable sur les températures et le système climatique de la planète, ainsi que des effets négatifs sur la production alimentaire (voir l'Encadré 2). Heureusement, comme le démontre la présente publication, la réduction des émissions dans le secteur agricole offre de nombreuses possibilités concrètes de générer des retombées positives en matière d'adaptation et de développement durable. L'intégration du secteur agricole dans leur CDN améliorée offre aux pays l'occasion de présenter des mesures qui permettront de réduire de manière significative les émissions, en plus de favoriser l'adaptation et de mobiliser des aides supplémentaires.

Faire coïncider les objectifs climatiques et d'autres objectifs de développement durable

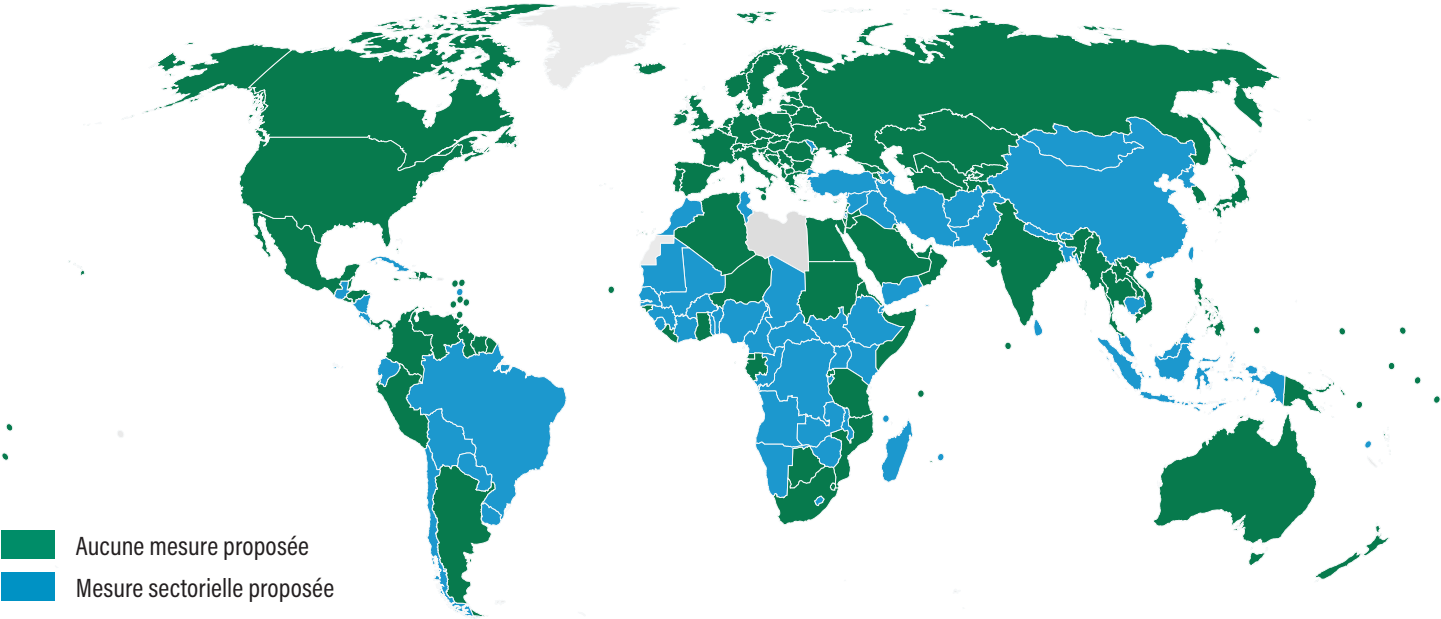
Faire progresser l'action pour le climat dans le secteur agricole – et ensuite refléter cette action dans une CDN améliorée – peut permettre d'aligner les objectifs climatiques sur d'autres Objectifs de développement durable (ODD), tels que l'éradication de la faim, la promotion de moyens de subsistance durables et la réduction de la pauvreté, ce qui contribue à rapprocher la problématique des changements climatiques des préoccupations locales et de la rendre plus concrète

Figure 1 | **Pays proposant des politiques et des mesures d'adaptation propres à l'agriculture dans leur première CDN**



Source: Climate Watch 2019b.

Figure 2 | **Pays proposant des politiques et des mesures d'atténuation propres à l'agriculture dans leur première CDN**



Source: Climate Watch 2019b.

pour les responsables politiques, les agriculteurs et les citoyens. Au lieu de se concentrer sur « ce qu'il faut abandonner/supprimer/payer », le débat devrait porter sur des considérations sociales, économiques et environnementales plus générales, telles que :

- Comment améliorer la vie des agriculteurs ?
- Comment améliorer la sécurité alimentaire et éradiquer la faim dans le contexte des changements climatiques ?
- Comment améliorer de manière durable la production et la productivité agricoles ?
- Comment veiller à ce que les systèmes alimentaires soient suffisamment résilients face aux effets des changements climatiques, et ce même si ces effets s'intensifient ?
- Quelles mesures peuvent être prises pour progresser dans la réalisation de l'ensemble des objectifs susmentionnés ?

Attirer des investissements et obtenir du soutien

De nombreux pays ont indiqué avoir besoin d'un soutien international pour la mise en œuvre de leur CDN. L'intégration de mesures et de cibles propres au secteur agricole dans les CDN améliorées enverra un signal clair aux investisseurs et aux institutions internationales, ce qui permettra de plus facilement attirer des investissements privés ou obtenir des aides internationales à l'appui d'approches plus durables et résilientes aux changements climatiques dans le secteur, ainsi que de prendre particulièrement en considération les petits agriculteurs.

L'agriculture dans les CDN initiales

Dans leur première CDN, la plupart des pays ont qualifié l'agriculture de secteur d'action clé, tant pour l'atténuation que pour l'adaptation, et ils ont souvent évoqué des synergies et des avantages croisés entre ces deux composantes. La présente section offre un aperçu de la manière dont l'agriculture a été traitée dans les CDN initiales. Pour des informations détaillées à ce sujet, voir FAO (2016a, 2016b).

Adaptation

Les CDN de 131 pays (sur 189 au total) comprenaient des politiques et des mesures sur l'adaptation dans le secteur agricole (Figure 1), dont la plupart portaient sur les cultures et le bétail, et notamment sur la gestion de l'eau et l'irrigation. Un grand nombre de CDN accordaient également la priorité à la gestion des risques de catastrophe (FAO 2016a).

Atténuation

Dans le premier cycle de CDN, 128 pays ont inclus l'agriculture dans une cible d'émissions de GES à l'échelle de l'économie dans leur CDN. En outre, 59 pays y ont inclus des politiques et des mesures d'atténuation dans le secteur agricole spécifiquement axées sur la gestion des terres cultivées, du bétail et des pâturages (Figure 2) (FAO 2016a).

Perspectives d'avenir

Bien que de nombreux pays aient intégré le secteur agricole dans leur CDN, certaines lacunes subsistent :

- Les mesures d'atténuation dans le secteur ciblent généralement les exploitations agricoles. L'accent est rarement mis sur la réduction des émissions dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, alors qu'elle constitue une importante source d'émissions à l'échelle mondiale. Par exemple, aucun pays ne mentionne la nécessité absolue d'adopter des régimes alimentaires plus sains et plus durables, et très peu de pays ont défini des politiques ou des mesures pour remédier aux pertes de nourriture et au gaspillage alimentaire (Climate Watch 2019b).
- Rares sont les pays qui ont prévu des cibles sectorielles quantifiées pour l'agriculture (FAO 2016a), alors qu'une telle approche peut aider à mettre en place une action véritablement ciblée.
- Les CDN ne mentionnent généralement pas explicitement les soutiens financiers prévus pour la mise en œuvre des activités dans le secteur agricole (et en particulier les ressources dévolues aux agricultrices de petites exploitations et à leur communauté).
- Les synergies potentielles entre l'adaptation et l'atténuation dans le secteur agricole ne sont pas toujours expressément décrites. Par exemple, les pays mentionnent souvent la gestion des terres cultivées et des nutriments, la restauration des terres, la gestion des forêts (y compris des mangroves), ainsi que la protection et la préservation des écosystèmes, autant d'activités qui offrent des possibilités de générer simultanément des avantages en matière d'atténuation et d'adaptation, sans toutefois reconnaître explicitement ces synergies dans leur CDN (FAO 2016b).
- Les CDN ne précisent généralement pas suffisamment la manière dont les cibles seront atteintes.

- Elles ne détaillent souvent pas assez les conditions propices qui devront être mises en place pour promouvoir une action pour le climat dans le secteur agricole (voir la Section 3).

Le cycle d'actualisation des CDN prévu en 2020 offre l'occasion de pleinement saisir les possibilités offertes dans le secteur agricole. Comme expliqué dans les sections suivantes, il s'agit d'explicitier davantage les améliorations que chaque pays entend concrétiser, les éléments à mettre en place pour y parvenir et, pour les pays en développement – où vivent la majorité des petits agriculteurs –, le soutien qui sera nécessaire.

3. PREPARER LE TERRAIN : DES CONDITIONS FAVORABLES

L'élaboration de CDN améliorées offre aux gouvernements l'occasion d'examiner, de prendre en considération et/ou de réformer les politiques en place de manière à encourager des pratiques agricoles productives, résilientes et inclusives. La prise en compte des éléments abordés dans cette section, entre autres, peut permettre de veiller à ce que l'action pour le climat dans le secteur agricole soit adaptée aux circonstances et aux besoins uniques des pays, et à ce qu'elle soit alignée sur un éventail plus large d'impératifs en matière de sécurité alimentaire, d'équité et de développement durable, de manière à maximiser les chances d'une mise en œuvre réussie. En effet, bon nombre de ces éléments peuvent même aboutir à des réductions des émissions et/ou à un renforcement de la résilience, et ils peuvent être inclus dans une CDN améliorée pour mieux appuyer la mise en œuvre (des informations plus détaillées à ce sujet sont fournies dans la Section 5). Il s'agit notamment de la délimitation du contexte national, de l'alignement des plans, de la participation des parties prenantes, de la coordination intragouvernementale, de l'amélioration du processus de mesure, de compte rendu et de vérification, de la modélisation et de l'analyse, du recensement des possibilités en matière de soutien, et de la mise en place d'une gouvernance équitable et inclusive. La présente section est en partie inspirée de Fransen *et al.* (2019) et détaille certains concepts particulièrement pertinents pour le secteur agricole.

Délimiter le contexte national

Étant donné que les conditions varient grandement d'une région, d'une économie et d'une société à l'autre, il convient d'éviter les approches « universelles » dans

les CDN améliorées et d'analyser minutieusement les caractéristiques principales du secteur agricole de chaque pays. À titre d'exemple, les éléments suivants peuvent constituer des informations de base :

- *Les tendances de production et de consommation des cultures, notamment les cultures de produits de base, pertinentes pour une économie, ainsi que leurs contributions aux changements climatiques et les effets que pourraient avoir sur elles les changements climatiques.* Par exemple, alors que de nombreuses cultures sont pratiquées à des fins de subsistance et pour assurer la sécurité alimentaire locale, certaines cultures commerciales – notamment le soja et l'huile de palme – et la viande bovine dominent les échanges commerciaux transfrontaliers et sont associées à un volume considérable d'émissions de GES causées par la conversion des terres (Searchinger *et al.* 2019 ; Pendrill *et al.* 2019 ; Meyfroidt *et al.* 2014)³. En outre, bien que les incidences du climat sur le rendement des cultures varient d'une région à l'autre, on s'attend à ce qu'elles soient généralement négatives dans la plupart des régions après 2030 (en particulier dans les tropiques), alors que le rendement des cultures de blé, de maïs et de riz pourrait baisser de 10 à 25 % pour chaque degré d'augmentation de la température moyenne à la surface du globe (Deutsch *et al.* 2018)⁴.
- *Les tendances de production et de consommation de produits animaux et leur pertinence environnementale, économique et culturelle dans le secteur agricole.* Selon les prévisions actuelles, la demande mondiale de lait et de viande issus de ruminants (vaches, moutons et chèvres) devrait enregistrer une hausse encore plus marquée que la demande de cultures dans les décennies à venir (Searchinger *et al.* 2019). La gestion de l'élevage est toutefois très différente d'un pays à l'autre. Par exemple, les pays plus riches disposent généralement de grandes exploitations d'élevage intensif générant plus d'émissions par hectares, mais affichant également de relativement bonnes performances en matière d'émissions de GES par unité de viande et de lait produite (Herrero *et al.* 2013 ; Vermeulen et Wollenberg 2017). Dans le même temps, environ 1 milliard de personnes dépendent de l'élevage pour leur alimentation et les revenus de leur famille et, pour environ 100 millions de personnes vivant en zone aride, les animaux de pâturage constituent la seule source de revenus possible (FAO 2013).

■ *Tendances et changements potentiels dans la structure de l'agriculture, notamment dans le rôle des grandes entreprises multinationales et des petits producteurs.* Ces dernières décennies, de grands détaillants et négociants ont peu à peu renforcé leur emprise sur les maillons de la chaîne de valeur, souvent au détriment des petits agriculteurs (Willoughby et Gore 2018). Or, à travers le monde, 2,5 milliards de personnes, dont des agriculteurs, des éleveurs, des habitants des forêts et des pêcheurs, sont tributaires de l'agriculture pour leur subsistance et disposent généralement d'une exploitation d'un ou deux hectares seulement. La plupart de ces travailleurs agricoles vivent en Asie et en Afrique subsaharienne, où l'agriculture représente plus de 50 % des emplois dans la plupart des pays (Banque mondiale 2019). Mais ces régions s'industrialisent et s'urbanisent, ce qui pourrait avoir des répercussions sur la structure de la production et de la consommation alimentaires, parfois au profit des consommateurs urbains, au travers de prix moins élevés pour les denrées, d'une meilleure qualité des produits et d'un meilleur approvisionnement (Reardon *et al.* 2014).

■ *Le changement d'affectation des terres et le contexte juridique.* Pour délimiter le contexte, il convient également de déterminer qui vit sur les terres agricoles, qui en dépend, qui les possède et qui les gère dans le pays, et quelle proportion de ces terres est gérée par des populations traditionnelles ou autochtones, par de petites ou de grandes exploitations agricoles ou par l'État, ainsi que la superficie de terres faisant l'objet de litiges fonciers. Les mesures nationales liées à l'agriculture impliquent généralement des décisions quant à l'affectation des terres prises par un éventail d'acteurs à travers différents écosystèmes, tels que les bassins hydrographiques, les forêts ou les terres agricoles. Il est plus facile d'élaborer et de mettre en œuvre des mesures plus efficaces lorsque les droits fonciers ne sont, dans l'ensemble, pas contestés et que le taux de changement d'affectation des terres (par exemple, la conversion de forêts en terres agricoles) est relativement bas.

Le processus de délimitation du contexte nécessite de pleinement comprendre le secteur agricole national et de conceptualiser l'approche qu'auront les décideurs politiques de la CDN, c'est-à-dire de déterminer comment le contexte actuel influera sur le type d'action future.

Établir des politiques cohérentes

Lors de la conception d'engagements renforcés pour le secteur agricole, il est utile d'examiner les progrès réalisés dans la mise en œuvre des cibles et plans existants. Les nouveaux engagements peuvent être éclairés par des expériences passées, des difficultés rencontrées et des enseignements tirés. Il est également intéressant de passer en revue les éventuels changements survenus dans le contexte national, les priorités politiques, les priorités de développement et les efforts déployés pour atteindre les ODD (y compris les progrès réalisés en faveur des cibles sectorielles pertinentes des ODD). Les pays pourraient également revoir leurs plans nationaux d'adaptation (PNA), leurs programmes d'action nationaux pour l'adaptation (PANA), leurs mesures d'atténuation appropriées au niveau national (MAAN), leurs solutions pour lutter contre la désertification et leurs cibles en matière de biodiversité, que ceux-ci existent déjà ou soient planifiés, afin de recenser de nouvelles possibilités et de mettre au jour des synergies pour l'adoption de stratégies climatiques dans le domaine agricole en tandem avec d'autres priorités nationales. Il importe également de mettre en évidence les liens qui unissent les politiques climatiques et agricoles nationales et infranationales, notamment les « stratégies à long terme de développement à faible émission de GES à l'horizon 2050 », que de nombreux pays préparent en réponse à une invitation lancée dans le cadre de l'Accord de Paris.

Associer les parties prenantes : établir une plateforme réunissant de multiples parties prenantes pour la planification et la mise en œuvre

Faire intervenir les parties prenantes peut grandement renforcer la légitimité, améliorer la qualité et accroître la durabilité des CDN (Fransen *et al.* 2019). Il s'agit de mettre en place une planification participative en y associant des représentants des agriculteurs choisis par leurs pairs, des coopératives, des populations autochtones et des populations locales. Améliorer la planification en y associant les parties prenantes aux niveaux national, infranational et local permet aux gouvernements d'élaborer des CDN qui tiennent mieux compte des différents points de vue, besoins et priorités. Étant donné que de très nombreux agriculteurs sont déjà confrontés aux effets des changements climatiques, ce large éventail de parties prenantes a besoin d'informations et a des connaissances à partager sur les mesures efficaces

d'adaptation et d'atténuation. Les petits producteurs agricoles, en particulier les femmes et les organisations de femmes, méritent d'être associés au processus et de faire l'objet d'une attention particulière de la part des décideurs politiques. De même, il importe que les parties prenantes qui seront chargées de la mise en œuvre des mesures prévues dans la CDN soient associées au processus dès le début, afin de garantir leur adhésion et de maximiser les chances d'une mise en œuvre réussie. En fonction des liens qui unissent l'agriculture et les forêts dans le pays, il peut s'avérer intéressant de s'appuyer sur les plateformes de REDD+ qui regroupent de multiples parties prenantes.

Coordination intragouvernementale

L'élaboration d'une CDN améliorée offre l'occasion de tirer des enseignements des expériences passées en faisant intervenir l'ensemble des ministères compétents (p. ex. les ministères responsables de l'agriculture, de l'eau, des transports, des finances, du commerce et de l'énergie). Bien souvent, les CDN initiales ont été élaborées en vase clos par les services chargés des changements climatiques au sein des ministères de l'environnement. Une meilleure coopération peut favoriser l'adhésion politique aux CDN améliorées et contribuer à une mise en œuvre plus efficace. En outre, l'alignement des CDN améliorées sur d'autres plans dans les domaines du climat, de l'agriculture et du développement économique peut permettre d'accroître l'appui apporté au-delà de ce qui serait possible si ces plans étaient adoptés indépendamment les uns des autres.

Les CDN sont beaucoup plus efficaces lorsqu'elles sont étroitement alignées sur les buts et objectifs définis dans les plans relatifs à l'économie et au développement, tels que les ODD, les plans nationaux d'adaptation et les plans d'action nationaux pour le climat, voire lorsqu'elles sont combinées à ces plans. Si elles ne sont pas intégrées à ces plans, les CDN et les institutions qui les élaborent peuvent se retrouver en concurrence avec d'autres initiatives dirigées par d'autres ministères pour les ressources et l'influence, ce qui complique considérablement la mise en œuvre. Une solide collaboration et coordination au sein du gouvernement, ainsi qu'aux niveaux national et local, pendant le processus de rédaction des CDN peut contribuer à une plus grande efficacité et faciliter la mise en œuvre. Le manque de ressources et de capacités dans de nombreux pays en développement montre combien il importe de veiller à un meilleur alignement des plans et de mettre au jour les synergies possibles pour éviter les doubles emplois et réduire les coûts.

Renforcer le processus de mesure, compte rendu et vérification

Un processus de mesure, compte rendu et vérification (MRV) crédible dans le secteur agricole (englobant l'atténuation, l'adaptation et le soutien) est fondamental pour la conception d'une CDN améliorée. Le processus de MRV génère des informations et des données accessibles, compréhensibles, pertinentes et opportunes, éclairant ainsi la conception des nouvelles cibles et politiques climatiques. Il permet de mieux comprendre les mesures à prendre pour lutter contre les changements climatiques, en mettant en évidence ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas, ainsi que les raisons de ces réussites et échecs. Il peut également constituer un outil de communication utile pour encourager une action contre les changements climatiques, tant avec d'autres entités gouvernementales (autres que le ministère de l'environnement) qu'avec des parties prenantes externes.

Le processus de MRV est encore en gestation dans de nombreux secteurs, mais le secteur agricole est en proie à des difficultés plus profondes. Les pays de toutes les régions du monde mentionnent régulièrement des problèmes liés à la collecte des données sur les activités agricoles, ce qui limite leur capacité de réaliser un véritable travail d'inventaire (Salvatore 2018). De nombreux pays en développement évoquent également le manque de données pour évaluer les facteurs d'émissions pour les activités d'atténuation dans le secteur agricole. À titre d'exemple, en raison de la complexité de nombreux paysages agricoles sur le plan écologique, social et économique, il est souvent difficile de déterminer la bonne référence et l'atténuation des GES au fil du temps (Salvatore 2018). En effet, dans leur première CDN, de nombreux pays ont demandé à pouvoir bénéficier d'une formation sur la manière de calculer les émissions et les absorptions de GES du secteur agricole, tandis que d'autres ont insisté sur la nécessité de recevoir un appui pour la mise en place de meilleures pratiques de MRV (FAO 2016b). De nombreux pays en développement préfèrent également accorder la priorité à des mesures d'adaptation qu'il n'est parfois pas possible de quantifier numériquement.

Même si l'amélioration des systèmes de MRV prendra du temps et exigera de déployer d'importantes capacités, les décideurs politiques ne devraient pas laisser ces difficultés les décourager et saper les efforts qu'ils déploient en faveur d'une action climatique renforcée dans le secteur agricole. Bien souvent, les données d'inventaire de

haut niveau sont, en effet, suffisantes pour recenser les principales sources d'émissions dans le secteur agricole et pour mettre au point des mesures ciblant ces émissions. Dans bon nombre d'autres cas, les pays peuvent renforcer leurs actions dans le secteur agricole au moyen de contributions non quantifiables (voir la Section 5).

Modélisation et analyse

Les nouvelles cibles et mesures d'atténuation et d'adaptation dans le secteur agricole devraient idéalement être éclairées par un solide processus de modélisation et d'analyse. Au travers de ces exercices, les pays peuvent mettre en évidence des mesures avantageuses sur le plan de l'économie et des coûts présentant un fort potentiel d'atténuation et/ou de réduction des effets des changements climatiques et des points de vulnérabilité face à ces changements climatiques. Plusieurs outils permettent de réaliser de telles analyses. Par exemple, le Global Livestock Environmental Assessment Model de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) peut permettre de mettre en évidence les incidences de l'élevage sur l'environnement, l'objectif étant de contribuer à l'élaboration d'approches plus durables (tant en matière d'atténuation que d'adaptation). En appliquant une approche qualitative aux résultats de la modélisation, il est possible de déterminer les effets de ces mesures sur les agriculteurs et les moyens de subsistance. Si une telle modélisation est effectuée, les résultats et hypothèses de haut niveau peuvent être inclus dans la CDN améliorée pour faciliter la clarté, la transparence et la compréhension quant à la manière dont les objectifs et mesures d'atténuation dans le secteur agricole ont été élaborés.

Recenser les possibilités en matière de soutien

Un soutien international et national est nécessaire.

Soutien international

Selon l'analyse réalisée en 2016 par la FAO sur les contributions nationales dans le secteur agricole, l'ensemble des pays les moins avancés et la vaste majorité des autres pays ont besoin d'une aide internationale pour mettre en œuvre leur contribution (FAO 2016a). Ce soutien international peut être multilatéral ou bilatéral. Le Fonds vert pour le climat, le Fonds d'adaptation, le Programme d'adaptation de l'agriculture paysanne (au sein du Fonds international de développement agricole

[FIDA]), l'Asia Pacific Climate Finance Fund (au sein de la Banque asiatique de développement [ADB]) et le Fonds biocarbone de la Banque mondiale sont autant d'exemples de fonds publics multilatéraux pour le financement de l'action climatique dans le secteur agricole.

Les institutions de financement public multilatérales ainsi que bon nombre des agences bilatérales calquent généralement leurs priorités sur celles d'un éventail de pays et de contributeurs et elles observent certaines politiques et procédures afin d'éviter (ou du moins de réduire) les préjudices sociaux, environnementaux et économiques, qui peuvent être particulièrement importants dans les secteurs liés aux terres. Bien que la présente publication ne recense pas toutes les politiques pertinentes pour la transformation du secteur agricole, nombre de ses recommandations reflètent des éléments clés des politiques des institutions financières internationales concernant les changements climatiques et l'agriculture. Les mécanismes de financement privés basés sur le marché (ou non) peuvent s'avérer plus risqués, mais ils peuvent aussi offrir de nouvelles perspectives aux agriculteurs. Bien que ces aspects méritent d'être examinés bien plus en profondeur que dans la présente publication, de manière générale, il sera sans doute plus facile pour les pays d'accéder à un soutien international s'ils ont déjà mis en place des systèmes de garanties telles que celles de REDD+ (voir la section sur la protection sociale ci-dessous).

La mise en place de fonds de transition est une nouvelle solution permettant aux pays d'aider de petits producteurs à mieux gérer les risques climatiques. Les pays pourraient envisager d'inclure une telle approche dans leur CDN. Ces flux de financement se distinguent des financements habituels de l'adaptation, en ce sens qu'ils sont réservés aux situations dans lesquelles des agriculteurs sont confrontés à de telles pressions climatiques qu'ils doivent opérer une transition vers d'autres systèmes de production, en passant à d'autres cultures ou espèces animales pour l'élevage, ou tout simplement renoncer à l'agriculture. Les gouvernements pourraient apporter un appui direct à ces agriculteurs, affecter des fonds spécifiques à la planification et à la mise en œuvre de telles transitions, ou apporter une aide au travers de la mise en place de nouveaux réseaux de commercialisation pour d'autres produits (Bapna *et al.* 2019).

Soutien national

Le soutien national peut recouvrir des services de vulgarisation agricole améliorés, des subventions et des réformes du marché, ainsi que des encouragements financiers pour un partage équitable des bénéfices et des risques.

SERVICES DE VULGARISATION AGRICOLE AMÉLIORÉS

La vulgarisation agricole (l'information des agriculteurs) joue un rôle primordial dans l'amélioration de la productivité agricole, de la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance des populations rurales, ainsi que dans la promotion d'une agriculture contribuant à une croissance économique qui bénéficie aux pauvres (IFPRI 2019). La vulgarisation – en particulier lorsqu'elle est conduite par des agriculteurs et qu'elle intègre la dimension de genre – peut s'avérer un appui essentiel pour les producteurs ruraux face aux nouveaux défis rencontrés par le secteur agricole, notamment l'adaptation aux changements climatiques. Le recours accru aux technologies de communication numériques pour véhiculer des informations essentielles sur le climat et des prévisions saisonnières peut aider les agriculteurs à s'adapter à l'évolution des conditions météorologiques saisonnières au travers d'une meilleure planification des plantations et des récoltes. Il est tout aussi indispensable de renforcer le soutien à l'éducation par les pairs et d'améliorer les données et analyses pour parfaire la surveillance des maladies et pouvoir lancer l'alerte rapidement en cas d'invasion de parasites (Bapna *et al.* 2019).

La FAO propose quatre éléments clés pour la vulgarisation agricole : les connaissances et les compétences, les conseils et informations techniques, les organisations d'agriculteurs, et la motivation et la confiance en soi (FAO 2019). Dans le contexte des changements climatiques, la vulgarisation agricole est particulièrement intéressante en ce sens qu'elle permet aux agriculteurs de prendre des décisions éclairées, de mieux gérer les risques, de tirer avantage des conditions climatiques favorables et de s'adapter aux changements (CCAFS 2019). Il importe également d'améliorer la vulgarisation alors que les agriculteurs cherchent à maîtriser les risques en diversifiant leurs revenus (Bapna *et al.* 2019). La vulgarisation peut consister à apprendre à produire de nouvelles variétés et à élever de nouvelles espèces plus résilientes, mais exigeant des techniques de culture ou d'élevage, des processus de traitement ou des canaux de commercialisation différents (Carter *et al.* 2018).

SUBVENTIONS ET RÉFORMES DU MARCHÉ

Les politiques gouvernementales prévoient déjà d'importants soutiens financiers pour le secteur agricole. Selon des estimations de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), les 51 pays affichant la plus forte production agricole (à l'exclusion des pays d'Asie du Sud, non couverts par les données de l'OCDE) ont alloué près de 600 milliards USD d'aides agricoles en 2015 (Searchinger *et al.* 2019). La réorientation des aides agricoles offre un immense potentiel d'amélioration de la résilience agricole et de réduction des émissions du secteur. Il peut s'agir de réorienter les subventions qui encouragent actuellement les agriculteurs à produire des denrées dans certains lieux ou selon certaines techniques qui aggravent les dégâts environnementaux et compromettent une production durable, propice à l'atténuation des changements climatiques et résiliente au climat à long terme (Bapna *et al.* 2019). Cette approche peut s'avérer complexe sur le plan politique, car même si la réorientation de ces subventions peut se révéler bénéfique pour le secteur dans son ensemble, les agriculteurs qui perdront des subventions directes ou des protections du marché risquent de s'opposer à de telles réformes. La présente publication n'examine pas en détail les réformes du marché et les subventions agricoles, mais Searchinger *et al.* (2019) recommandent que les personnes et les fonctionnaires qui se soucient le plus des changements climatiques, de la biodiversité et de la pauvreté dans le monde portent une attention accrue aux programmes agricoles. La structuration des programmes d'aide agricole peut constituer un enjeu de taille pour ces acteurs, bien que le lien ne soit souvent pas assez reconnu (Searchinger *et al.* 2019).

PARTAGE ÉQUITABLE DES BÉNÉFICES ET DES RISQUES

Les encouragements financiers peuvent inclure un accès direct à des emprunts ou à d'autres produits financiers, à des mécanismes de partage des risques, à des paiements fondés sur la production et les résultats, et à des mesures d'investissement privé (Streck 2012). Au vu de la diversité des intérêts, des approches et des capacités dans les secteurs agricoles nationaux, des plateformes réunissant de multiples parties prenantes peuvent s'avérer particulièrement utiles pour structurer les financements et les autres types de soutien en faveur de résultats équitables et inclusifs. Par exemple, la participation directe au processus décisionnel peut aider les petits agriculteurs à mettre en évidence et à

surmonter les obstacles à une action renforcée pour le climat dans le secteur agricole (Ruben et al. 2019). Des services de vulgarisation, un appui technologique et des incitations financières directes peuvent aider à surmonter ces obstacles, en particulier lorsqu'ils sont combinés à un soutien technique et à un renforcement des capacités s'inscrivant dans la durée. De même, il est important de tenir compte des échelles et des capacités de production différentes lors de la mise en œuvre de mesures pour réduire les risques : de nombreux petits agriculteurs n'ont pas suffisamment de moyens pour participer pleinement aux régimes d'assurance conventionnels ; des filets de sécurité sociale et des approches de microfinancement intégrées pourraient donc utilement venir compléter les mesures nationales d'appui à l'adaptation, pour autant que les avantages l'emportent sur les coûts. L'assurance récolte contre les aléas climatiques qui dédommage les agriculteurs selon des indices de gravité pour les sinistres et les dégâts causés, plutôt que de demander aux agriculteurs de soumettre des demandes d'indemnisation et d'attendre un dédommagement, est une solution qui gagne du terrain et pourrait s'avérer plus efficace pour stabiliser les revenus des agriculteurs (Bapna et al. 2019).

Veiller à une gouvernance équitable et inclusive

Les CDN sont l'occasion pour les pays de mettre en évidence l'importance qu'ils attachent à l'égalité et à l'inclusivité dans le secteur agricole. Comme pour d'autres contributions touchant aux terres, il convient de déterminer dans quelle mesure les activités proposées dans le cadre des mesures climatiques agricoles de base profitent ou portent préjudice à la population, en particulier les petits agriculteurs et leur communauté, et spécifiquement les femmes, les jeunes, les populations autochtones et les personnes vulnérables. La conception minutieuse de structures d'incitation et de flux de financement, entre autres composantes d'un environnement propice à une bonne gouvernance nationale, peut faciliter un partage équitable des bénéfices, tandis que des mesures de protection et des approches fondées sur les droits peuvent contribuer à limiter les préjudices.

L'égalité des sexes, la protection des droits fonciers et le respect de la protection sociale et des droits des petits agriculteurs sont trois aspects susceptibles d'accroître les possibilités offertes aux populations agricoles ainsi que de réduire les risques auxquels ils font face et leur vulnérabilité.

Égalité des sexes

Les agricultrices jouent un rôle central dans la production et la sécurité alimentaires. En moyenne, elles représentent 43 % des travailleurs agricoles des petites exploitations et des fermes familiales, et ce pourcentage est encore plus élevé dans de nombreux pays en développement (FAO 2016c). En outre, l'agriculture pourrait constituer le principal moyen de subsistance de 79 % de ces femmes (CSA 2016). Pourtant, dans de nombreuses collectivités, ce sont des normes patriarcales et des facteurs historiques et culturels qui dictent les rôles et les domaines de travail des hommes et des femmes. En conséquence, en moyenne, les agricultrices possèdent moins de droits sur les terres et les ressources (ONU Femmes 2019) et elles ont moins accès aux informations importantes, au processus décisionnel, aux possibilités de générer des revenus et aux processus de décision politique que les hommes. Dans ces collectivités, les femmes disposent aussi généralement de moins d'actifs financiers et matériels. De ce fait, il leur est plus difficile de se relever après le passage d'une tempête ou une sécheresse, elles peuvent éprouver des difficultés à se déplacer et ne pas avoir la possibilité de participer au processus décisionnel public et privé. Dans l'ensemble, en raison de niveaux d'éducation moins élevés, du manque de possibilités de se former et d'un accès moindre aux services de vulgarisation par rapport aux hommes, les femmes demeurent désavantagées dans le secteur agricole.

L'autre face de la médaille est qu'il existe de nombreuses interventions agricoles sans effet nuisible sur le climat susceptibles d'améliorer considérablement les conditions économiques, environnementales et sanitaires pour les femmes. Par exemple, selon des estimations récentes, si les femmes souhaitant augmenter le rendement de leurs cultures bénéficiaient d'un soutien adéquat, notamment de l'accès à des services de vulgarisation, à des financements et aux marchés, elles pourraient faire grimper le rendement agricole de 20 à 30 % et réduire la sous-alimentation de 17 % (FAO 2011a).

Il est possible, au moyen d'efforts et d'investissements coordonnés, de réduire l'écart et de lever les obstacles auxquels les femmes sont confrontées afin d'ouvrir le champ des possibilités pour les femmes dans l'agriculture, et ce, tout en offrant des avantages sociaux, environnementaux et économiques significatifs et en ouvrant des trajectoires vers la réalisation d'objectifs de développement essentiels, dont l'amélioration de la nutrition et de la santé des populations. Mettre en évidence les effets différents des activités proposées sur les

agriculteurs et les agricultrices à petite et grande échelle, éviter d'exacerber les inégalités fondées sur les règles foncières et successorales existantes et sur les droits des coopératives (HCDH et ONU Femmes 2013), clarifier la manière dont les dimensions de genre influent sur les incitations financières, et renforcer les droits fonciers et successoraux des femmes (Willoughby et Gore 2018) sont autant de mesures intégrant la dimension de genre. Les gouvernements nationaux peuvent soutenir les petites agricultrices en leur allouant directement des ressources, plutôt qu'au travers d'une approche s'appuyant sur l'effet de ruissellement et fondée sur des dépenses agricoles et une programmation de l'adaptation au climat traditionnelles. Des budgets propres à l'un ou l'autre sexe dans la planification nationale et un suivi des dépenses ventilé par sexe peuvent aider les pays à améliorer leur planification dans le domaine agricole et des changements climatiques, faciliter la mise en œuvre et accroître les chances de succès. Par exemple, une analyse d'Oxfam sur les investissements réalisés par les gouvernements et des donateurs en Éthiopie, au Ghana, au Pakistan, aux Philippines et dans plusieurs autres pays a révélé que la promotion de la participation des agricultrices aux décisions sur les budgets locaux et l'alignement des financements sur des objectifs de développement tels que la lutte contre la pauvreté étaient essentiels pour des résultats positifs à long terme. Dans le même temps, le manque de données climatiques ventilées par genre a rendu difficile le suivi des impacts qu'ont eus les dépenses consacrées au climat sur les deux sexes (Pearl-Martinez 2017).

Droits fonciers

Les agriculteurs investissent généralement moins dans des améliorations pour leurs terres s'ils n'ont pas la garantie d'être titulaires des droits qui leur permettront de bénéficier de ces améliorations. Près de deux tiers des terres agricoles mondiales sont gérés par 1 % des propriétaires fonciers (FAO 2014). La taille moyenne des exploitations agricoles constituées en société dépasse 50 hectares, un chiffre grandement influencé par les tendances au remembrement dans les pays plus riches ces dernières décennies (Lowder *et al.* 2016 ; Willoughby et Gore 2018). La taille moyenne des exploitations et la part des terres agricoles contrôlées par de grandes exploitations sont plus importantes dans les pays enregistrant des revenus moyens plus élevés (Lowder *et al.* 2014). Les produits de base en particulier sont associés à un schéma d'« accaparement des terres », selon lequel des titulaires de droits de longue date sont

dépossédés de ces droits par des individus plus riches ou de grandes entreprises qui convertissent les terres aux fins d'une production agricole intensive de produits de base (Borras Jr *et al.* 2011). Il peut dès lors être important de déterminer quelles politiques et mesures pourraient contribuer à résoudre les problèmes liés aux droits fonciers et à protéger les petits agriculteurs. Certaines de ces politiques consistent à apporter un soutien ciblé aux petits agriculteurs et à éviter les mesures menant à une réinstallation sans consentement et dédommagement. Des réformes agraires supplémentaires pourraient aider à décomposer les grands patrimoines fonciers en vue d'une redistribution ou à limiter le remembrement des terres par de grands acteurs. Des cadres nationaux alignés sur les obligations internationales, le contexte culturel et des approches fondées sur les droits – en particulier pour les collectivités établies titulaires de droits coutumiers et dont la subsistance des membres dépend de l'agriculture – peuvent grandement contribuer à la réduction des conflits, tout en accroissant la probabilité d'aboutir à des résultats pérennes en matière de développement durable (RRI 2017).

Protection sociale et droits des petits agriculteurs et de leur communauté

La vaste majorité des agriculteurs dans le monde travaillent dans de petites exploitations, et pourtant, ils ne détiennent qu'une part de marché infime dans les chaînes de valeur mondiales, et ce, quels que soient les produits ou les régions concernés⁵. La répartition inégale des pouvoirs sur le marché (allant d'un accès limité aux services financiers jusqu'au choix limité d'acheteurs) est source de difficultés pour les petits producteurs dans les chaînes de valeur nationales et (de surcroît) mondiales (Willoughby et Gore 2018). Pour soutenir les petits agriculteurs, il convient non seulement d'investir dans l'atténuation et l'adaptation, mais aussi de pallier des risques systémiques tels que l'absence de sécurité foncière et les structures des chaînes de valeur. Pour réduire les risques et augmenter la probabilité que les mesures prises soient plus bénéfiques que préjudiciables, la CCNUCC, l'Assemblée générale des Nations Unies, des organisations internationales comme le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et des institutions financières comme le Fonds vert pour le climat et les banques multilatérales de développement ont adopté différentes politiques et procédures visant à protéger les droits et les intérêts des populations autochtones et locales, des femmes et des personnes s'identifiant comme de petits agriculteurs. Outre les politiques de protection et les mécanismes de plainte propres à certaines institutions, les

obligations internationales en matière de respect des droits de l'homme et des instruments tels que les déclarations de l'ONU sur les populations autochtones et les droits des paysans offrent des cadres importants pour la mise en œuvre de mesures nationales. Les pays engagés dans des activités REDD+ pourraient s'appuyer sur les systèmes de garantie prévus dans ce cadre pour contribuer à rationaliser la mise en œuvre des protections.

4. DES MESURES POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS ET RENFORCER LA RÉSILIENCE DANS LE SECTEUR AGRICOLE

This section presents a selection of actions to reduce La présente section présente une série de mesures visant à réduire les émissions dans le secteur agricole, lesquelles, pour autant qu'elles soient mises en œuvre dans un environnement caractérisé par des politiques adéquates (voir la Section 3), pourraient également contribuer à renforcer la résilience, à intensifier l'adaptation et à améliorer la situation des agriculteurs. Si les mesures ci-dessous excluent les mesures de base recensées dans la section 3, des retombées négatives ne sont pas à exclure (p. ex. sur le plan social, environnemental et des inégalités).

Étant donné que les CDN contiennent généralement des contributions distinctes pour l'atténuation et l'adaptation, des icônes ont été ajoutées dans le texte sous chaque mesure, afin d'indiquer si la mesure en question peut présenter des avantages croisés en matière d'atténuation et d'adaptation, ou uniquement des avantages en matière d'atténuation.

Les mesures ci-dessous sont largement tirées du « *World Resources Report: Creating a Sustainable Food Future* » (Rapport mondial sur les ressources : bâtir un avenir alimentaire durable)⁶. Ce rapport, d'une portée mondiale, détaille des possibilités techniques et des politiques pour des scénarios économiquement intéressants visant à atteindre les objectifs relatifs à l'alimentation, à l'utilisation des terres et aux émissions de GES d'ici 2050.

La présente publication porte sur le secteur agricole et les pratiques de production agricole, mais des problématiques plus vastes du système alimentaire, telles que la réduction des pertes de nourriture et du gaspillage alimentaire et l'adoption de régimes alimentaires plus sains et plus durables, y sont également traitées. Les avantages en matière d'adaptation sont mentionnés pour les mesures

concernées, lesquelles sont principalement tirées des travaux menés par l'Institut des ressources mondiales sur l'adaptation transformatrice⁷, ainsi que du rapport phare de la Commission mondiale sur l'adaptation (*Global Commission on Adaptation*), intitulé « *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience* » (Bapna *et al.* 2019). Sachant que les mesures d'adaptation dans l'agriculture constituent une priorité pour de nombreux pays dans l'élaboration de leur CDN améliorée, mais qu'elles ne sont pas l'objet principal de cette section, les auteurs préconisent de mener des discussions pour déterminer la meilleure manière de traiter l'adaptation dans les CDN, parallèlement aux conclusions du rapport *Adapt Now* récemment publié, en vue de continuer à recenser des mesures d'adaptation essentielles et ciblées pour l'amélioration des CDN.

Les mesures présentées ici ne sont pas exhaustives ; l'objectif est plutôt d'illustrer les possibilités dans le secteur agricole. Il ne s'agit pas de mettre pleinement en œuvre l'ensemble des mesures dans tous les pays, étant donné que certaines actions ne seront pas pertinentes ou réalisables à certains endroits. Nous ne précisons pas quelles mesures sont mieux adaptées à certains types de producteurs agricoles ou certaines tailles d'exploitation. Les responsables politiques devront consulter les parties prenantes pour déterminer quelles sont les mesures pertinentes pour leur pays et décider s'il convient ou non de les inclure dans une CDN améliorée.

Enfin, certains producteurs agricoles disposent peut-être déjà des ressources suffisantes et sont peut-être déjà décidés à prendre des mesures pour réaliser des bénéfices économiques et améliorer leur productivité. Il est possible que de grandes exploitations ou des exploitations industrielles disposent de plus de ressources et de capacités pour conduire les efforts déployés en faveur de l'atténuation et de l'adaptation. Dans les autres cas, les agriculteurs auront besoin d'un soutien. Il convient d'accorder une attention particulière aux agriculteurs les plus pauvres et les plus vulnérables, afin de veiller à ce que les mesures prises n'exacerbent pas les inégalités ou la faim et à ce qu'elles encouragent la résilience. En effet, pour soutenir ces agriculteurs, il ne suffit parfois pas d'investir dans des projets d'atténuation et d'adaptation ; il s'agit aussi de lever les obstacles systémiques pour permettre aux agriculteurs de mettre en place des pratiques agricoles durables (voir la Section 3).

Accroître la productivité

Atténuation Adaptation

Pour répondre à une demande alimentaire croissante dans un environnement soumis à des contraintes climatiques, une intensification durable est nécessaire pour accroître les rendements et améliorer la sécurité alimentaire. Les agriculteurs peuvent en effet améliorer le rendement de leurs récoltes et de leurs activités d'élevage en adoptant de meilleures pratiques de gestion (Bapna *et al.* 2019). Des solutions prometteuses voient notamment le jour pour accroître la productivité des pâturages et de l'élevage, dont certaines peuvent convenir aux petits agriculteurs et éleveurs, pour autant que leurs droits soient reconnus et que les interventions visent à les soutenir. Par exemple, une meilleure productivité donne souvent lieu à une augmentation des revenus, ce qui peut permettre aux populations rurales de mieux résister aux chocs climatiques et d'améliorer leur résilience, en complément des mesures d'adaptation mises en place par les gouvernements.

L'amélioration de la productivité des récoltes et de l'élevage dans le contexte des changements climatiques exige en outre d'accorder une plus grande attention et d'affecter plus de fonds à des initiatives de recherche et développement axées sur la demande. Même si cette approche nécessitera souvent l'adhésion des agriculteurs et de leur communauté, ainsi que l'appui d'agences de développement et du secteur privé, les pays peuvent indiquer qu'il s'agit là d'une priorité en l'intégrant dans leur CDN. Il peut par ailleurs être utile d'investir dans l'amélioration des technologies numériques, de meilleures prévisions météorologiques et des systèmes permettant de lancer rapidement l'alerte en cas d'invasion de parasites ou d'épidémie pour pallier les pertes de productivité et améliorer la résilience (Bapna *et al.* 2019).

Pâturages

La productivité des pâturages plus humides peut être augmentée au moyen d'une meilleure fertilisation et d'un pâturage tournant. L'amélioration des pratiques d'alimentation des animaux pendant les saisons sèches et la dernière étape de production peut également accroître la quantité de viande et de lait produite par hectare. En Afrique et en Asie, les systèmes consistant à couper et à transporter le fourrage quotidiennement pour nourrir leurs animaux sont monnaie courante. Lorsque de tels systèmes sont utilisés, il est possible de faire pousser des graminées fourragères et des plantes d'abroustissement améliorées,

dont les feuilles présentent un taux élevé de protéines, pour accroître la productivité. En Colombie, des systèmes sylvopastoraux intensifs (à plus haut rendement) intégrant des arbustes, des arbres (voir le chapitre sur l'agroforesterie plus bas dans cette section) et de l'herbe permettent de démultiplier la production de lait ou de viande par hectare par rapport à des systèmes extensifs (à rendement plus faible), tout en offrant une meilleure résistance face à la sécheresse (Murgueitio *et al.* 2011).

Des espèces fourragères améliorées peuvent s'avérer avantageuses sur le plan économique et écologique, tout en offrant une protection contre les phénomènes climatiques extrêmes de plus en plus fréquents. À titre d'exemple, des fourrages diversifiés et améliorés peuvent mieux contribuer aux services écosystémiques, tels que la capacité du sol à retenir l'eau et donc à lutter contre les sécheresses (Dinesh *et al.* 2017). Les espèces de fourrage riches en micronutriments peuvent aider le bétail à maintenir un bon équilibre entre les différents nutriments et à éviter les effets du stress thermique, qui peuvent pousser les animaux à manger moins et entraîner des pertes de minéraux par la transpiration (Renaudeau *et al.* 2012).

Élevage

Outre une alimentation de meilleure qualité (voir ci-dessus), l'amélioration de la santé animale et l'élevage sélectif peuvent contribuer à accroître la productivité des ruminants, et donc les revenus et la résilience des éleveurs. Ces dernières décennies, les programmes d'élevage sélectif mettent l'accent sur l'augmentation de la production de viande ou de lait par animal, et ces avancées ont également permis d'accroître l'efficacité de la conversion alimentaire. Les systèmes d'élevage de ruminants présentent un fort potentiel d'amélioration, en particulier dans les tropiques. Parmi les systèmes de production de viande de bœuf à travers le monde, les émissions de GES actuelles (principalement du méthane) par gramme de protéine produit peuvent connaître une variation d'un facteur de 30 en raison de la différence de qualité de l'alimentation, tandis que l'utilisation des terres par gramme de protéine peut varier selon un facteur de 100 (Herrero *et al.* 2013). Un élevage plus productif permettra d'alléger les pressions en faveur de l'extension des terres pour l'alimentation animale et le fourrage et pourra bénéficier aux petits exploitants au travers de pressions moindres sur la terre et d'une meilleure qualité (et donc un prix plus élevé) pour la viande. L'élevage est à l'origine d'une grande consommation d'eau (Mekonnen et

Hoekstra 2012) ; en réduisant cette consommation grâce à des pratiques plus efficaces, des ressources en eau limitées pourraient être libérées pour d'autres utilisations.

Avoir recours à la zootechnie pour rendre les animaux plus résistants au climat peut également jouer un rôle essentiel dans l'adaptation de l'agriculture, mais ces techniques nécessitent l'utilisation de nouvelles technologies, des mesures de sauvegarde de l'intégrité culturelle et l'extension des infrastructures. Le croisement de races spécialisées sur le plan génétique avec des races adaptées aux conditions climatiques locales peut permettre d'accroître la productivité, mais souvent au risque de remplacer des caractéristiques adaptées à l'environnement local. Pour faire face aux effets des changements climatiques, des races locales peuvent être sélectionnées pour accroître la productivité, tout en tenant compte des conditions climatiques à long terme des environnements particuliers (Salman *et al.* 2019).

Des mesures telles que la protection des droits des éleveurs sur les pâturages et une assistance pour l'ajustement des taux de décharge du pâturage et de repeuplement face aux variations du climat, ainsi que la recherche de sources de revenus supplémentaires pourraient davantage contribuer à l'adaptation aux changements climatiques des quelque 268 millions d'éleveurs (selon les estimations de la FAO) confrontés à des taux élevés d'insécurité alimentaire et pour lesquels l'intensification des effets des changements climatiques mettra encore plus sous tension des écosystèmes déjà précaires (Bapna *et al.* 2019). En outre, les gouvernements devraient veiller à ce que leurs mesures d'atténuation destinées à l'élevage n'imposent pas de charges supplémentaires aux éleveurs. Des mesures de planification et de mise en œuvre participatives ainsi qu'un appui et des mesures incitatives appropriés contribuent à réduire les risques et à améliorer la situation des éleveurs et des autres parties prenantes qui ont besoin de l'élevage pour assurer leur subsistance et leur sécurité alimentaire, ainsi que pour leur culture.

Sélection végétale

On attribue généralement à la sélection végétale améliorée la moitié de l'ensemble des gains de rendement réalisés jusqu'à présent, même si elle a parfois nécessité l'utilisation d'intrants tels que des engrais de synthèse (Fischer *et al.* 2014). La sélection peut accroître le rendement potentiel des cultures dans des conditions

idéales et aider les agriculteurs à obtenir de meilleurs rendements en leur permettant de mieux gérer les contraintes environnementales, et notamment les changements climatiques.

Une sélection visant spécifiquement à relever les défis climatiques (p. ex. hausse des températures, variabilité du régime pluviométrique) pourrait améliorer la résilience des cultures en réduisant les pertes au cours des années difficiles sur le plan climatique, ce qui permettrait aux agriculteurs d'accroître ou du moins de stabiliser leurs rendements. Thornton *et al.* (2007) estiment que le changement de variétés agricoles pourrait constituer une option adéquate sans effet nuisible sur le climat pour plus de 60 millions d'habitants d'Afrique subsaharienne. Des financements réguliers au profit de recherches participatives conduites par des agriculteurs visant à améliorer la productivité de cultures orphelines moins étudiées telles que le sorgho, le manioc et les légumineuses sont particulièrement importants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et le renforcement de la résilience dans les pays en développement (Bapna *et al.* 2019).

L'accélération des cycles de culture pourrait également permettre de mieux faire face aux effets de plus en plus intenses des changements climatiques et de répondre plus rapidement à de nouveaux problèmes localisés, tels que l'évolution de la prévalence des maladies et des problèmes de nuisibles, ou la variabilité accrue des températures et du régime pluviométrique à certaines périodes du cycle de production.

Il importe de noter que la sélection des cultures fait l'objet de contestations, notamment pour des raisons de justice sociale, de souveraineté alimentaire et de propriété des ressources génétiques ; cette pratique menace également les droits des agriculteurs de récupérer et de réutiliser les semences (souveraineté des semences) et fait parfois appel à des solutions technologiques globales de modification génétique, entre autres (Lammerts van Bueren *et al.* 2018). La sélection végétale améliorée nécessite également d'effectuer des investissements initiaux (p. ex. pour acheter des semences, des engrais et des pesticides), ainsi que de posséder des connaissances en agronomie et de l'expérience dans l'utilisation de ces intrants agricoles (Thornton et Herrero 2014), ce qui peut limiter l'accès des petits exploitants à ces méthodes. Il est dès lors essentiel que des solutions fondées sur les semences et d'autres solutions de sélection soient mises au point en tandem avec les agriculteurs et leur communauté et que

des semences améliorées soient disponibles pour les populations pauvres et répondent aux besoins locaux pour ce qui est des marchés, des préférences de goût et de la demande de main-d'œuvre (Ashley *et al.* à paraître).

De solides protections de la propriété intellectuelle peuvent aider les populations locales à tirer parti de la commercialisation de cultures traditionnelles ou « orphelines ». Le renforcement des capacités et des investissements au niveau de la collectivité, ainsi que des entités nationales et mondiales de sélection des semences, peuvent permettre d'accélérer la vitesse à laquelle de nouvelles variétés peuvent être adaptées aux conditions locales (Ashley *et al.* à paraître). Il s'agit là d'un aspect important, car des effets des changements climatiques fortement localisés qui évoluent rapidement, tels que la vitesse du vent ou les périodes de précipitations et leur intensité, ainsi que les invasions de parasites et les épidémies, viennent s'ajouter à des particularités régionales pour le type de sol, l'inclinaison des sols et d'autres facteurs, ce qui nuit à la productivité des nouvelles variétés de semences plus génériques. En fonction du contexte, il peut également s'avérer important de mettre au point plus rapidement des variétés améliorées avec les agriculteurs, d'aplanir les obstacles à la vente de semences améliorées, et d'améliorer l'accès au marché (Bapna *et al.* 2019). L'amélioration de la distribution des semences améliorées et la protection de la diversité génétique des cultures constituent d'autres aspects essentiels de l'amélioration de la sélection végétale (Bapna *et al.* 2019).

Améliorer la gestion des sols et de l'eau

Atténuation

Adaptation

Selon la FAO, un quart des terres cultivées de la planète présentent des sols dégradés (FAO 2011b). Ce sont surtout les zones arides, qui recouvrent environ 43 % du continent africain et où la faible fertilité des sols – à l'origine de maigres rendements des récoltes – menace la sécurité alimentaire, qui sont concernées par le problème de la dégradation (FAO 2011b). Par ailleurs, en raison d'une faible teneur en matière organique, ces sols sont moins à même de retenir l'eau et les cultures réagissent moins aux engrais. Dans ces régions, la combinaison de techniques de gestion des sols et de l'eau – notamment l'agroforesterie, la récupération de l'eau, l'utilisation de microdoses d'engrais, les méthodes agricoles sans brûlage et d'autres approches agroécologiques non abordées en détail ici – offre des possibilités supplémentaires d'accroître le rendement des récoltes (FAO 2018).

Agroforesterie

L'agroforesterie, qui consiste à intégrer des arbres et arbustes dans les exploitations agricoles, peut véritablement contribuer au renforcement de la résilience, tout en augmentant le rendement des récoltes. Elle offre l'occasion d'améliorer la diversification économique et écologique des systèmes d'exploitation agricole grâce aux produits dérivés des arbres (p. ex. fruits, noix, bois de chauffage), ce qui peut également contribuer à améliorer la nutrition des habitants, leur sécurité alimentaire et leurs revenus. Les arbres peuvent également offrir de l'ombre aux cultures et au bétail, et leurs racines peuvent retenir l'eau dans le sol et prévenir l'érosion. L'agroforesterie peut aussi permettre une intensification durable au travers de retombées positives sur la fertilité des sols, la santé des sols et l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau, et d'effets microclimatiques (Dinesh *et al.* 2017).

Les arbres peuvent également atténuer les chocs climatiques et économiques. Dans certains cas, l'intégration d'arbres peut faire baisser la température ambiante d'environ 2 °C, ce qui permet de limiter les effets des vagues de chaleur sur les cultures et de poursuivre des cultures telles que le café dans les régions enregistrant une hausse des températures. L'utilisation d'arbres à légumineuses, tels que des acacias, pour fixer l'azote dans le sol peut améliorer les rendements avec, à la clé, des effets négatifs moindres que ceux liés à l'utilisation d'engrais minéraux inorganiques. L'ombrage a des effets positifs sur le bétail et améliore l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau en réduisant l'évaporation de l'humidité du sol (Salman *et al.* 2019). Les racines des arbres peuvent mobiliser de l'eau et des nutriments à partir de plus grands volumes de sol, et dans le même temps, les arbres renforcent l'infiltration et la rétention d'eau, ce qui est avantageux lors des périodes plus sèches. En cas de précipitations extrêmes, le taux d'évapotranspiration plus élevé des arbres contribue à l'aération des sols (Verchot *et al.* 2007). Au niveau des paysages et à l'échelle mondiale, l'agroforesterie a des effets positifs sur la conservation de la biodiversité et la gestion des bassins versants (Lasco *et al.* 2014) en offrant, par exemple, un habitat aux pollinisateurs. L'agroforesterie peut convenir à des environnements marginaux tels que les sols salins (Dagar et Minhas 2016) et permettre de remettre en état des terres dégradées (Saqip *et al.* 2019). En outre, les arbres plantés dans des exploitations agricoles peuvent être vendus en temps de crise (Lasco *et al.* 2014), ce qui favorise une plus grande sécurité économique.

Enfin, l'agroforesterie est très prometteuse tant pour l'atténuation des changements climatiques que pour la lutte contre la pauvreté. Le GIEC (2018) a cité 18 pays dans lesquels des agriculteurs ont intégré des arbres sur leurs terres cultivées, notamment dans le cadre de la restauration de plus de 5 millions d'hectares de terres par la régénération naturelle assistée rien qu'au Sahel (GIEC 2018). Il serait possible, en levant certains des principaux obstacles à l'agroforesterie, de déployer à bien plus grande échelle ces mesures favorables aux pauvres, notamment au travers d'une meilleure reconnaissance des droits fonciers des populations, en donnant davantage la parole aux agricultrices, en consolidant les chaînes de valeur de l'agroforesterie, et en promouvant la planification adaptative et le renforcement des capacités entre pairs.

Gestion de l'eau

Plusieurs options sont possibles pour la gestion de l'eau dans les exploitations agricoles, de l'agriculture totalement pluviale à une production entièrement irriguée (Molden 2007). Le stockage de l'eau dans le sol (p. ex. récupération de l'eau, cultures « couvre-sol » ou paillage), le recours à l'irrigation pour compléter les systèmes de production pluviaux afin d'accroître le rendement des cultures (pour certaines parties des champs ou en supplément) et des systèmes totalement irrigués (où l'eau additionnelle permet de multiples utilisations, dont l'ajout de l'aquaculture et de l'élevage à la production végétale) font partie de l'éventail de pratiques disponibles dans les exploitations agricoles (Molden 2007).

Bien qu'il soit d'une importance capitale d'accroître le recours à l'irrigation dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques, il est tout aussi urgent, voire plus urgent encore, de moderniser les pratiques agricoles pluviales. Des systèmes de production pluviaux sont utilisés pour plus de 70 % des terres cultivées dans le monde, ils représentent 55 % de la valeur brute des denrées alimentaires (Molden 2007) et ils sont particulièrement importants pour les agriculteurs les plus pauvres et les plus vulnérables. Alors que les prélèvements d'eau pour l'irrigation mettent déjà sous pression de nombreux bassins fluviaux (Molle *et al.* 2007) et réservoirs aquifères, d'aucuns arguent que la situation laisse peu de place à la poursuite du développement de l'irrigation à grande échelle (Rockström *et al.* 2010).

Le captage des eaux de pluie – qui englobe un éventail de pratiques de gestion de l'eau simples et peu coûteuses pour capter et collecter les eaux de pluie – est particulièrement prometteur (Mekdaschi et Liniger 2013 ; Critchley et Gowing 2012). Ces pratiques incluent les trous de

Encadré 3 | Adaptation fondée sur les écosystèmes

L'intégration de mesures d'adaptation fondées sur les écosystèmes dans les CDN peut s'avérer un moyen efficace d'aider les populations à s'adapter aux effets négatifs des changements climatiques. La Convention sur la diversité biologique définit l'adaptation fondée sur les écosystèmes comme « l'utilisation de la biodiversité et des services écosystémiques dans le cadre d'une stratégie globale d'adaptation » (Convention sur la diversité biologique 2018). Ce type de mesures d'adaptation dépend de la préservation des services écosystémiques, qui représentent les avantages que les populations tirent des écosystèmes (MEA 2005).

Il s'agit notamment des services suivants :

- des services d'approvisionnement, notamment en nourriture, eau, bois, fibres et ressources génétiques ;
- des services de régulation, notamment de la modification du climat, de l'écoulement de l'eau, de la prévalence des maladies et de la qualité de l'eau ;
- des services culturels, comme les loisirs, le plaisir esthétique et l'épanouissement spirituel ; et
- des services de soutien, tels que la formation des sols, la pollinisation et le renouvellement des nutriments (MEA 2005).

plantation (zaï), les demi-lunes (ouvrages en terre en forme de digues semi-circulaires), ainsi que les cordons pierreux, les cordons de terre ou les fossés de contour. Des études ont montré qu'il était possible d'accroître le rendement des récoltes de 500 à 1000 kilogrammes par hectare grâce au captage des eaux de pluie, en fonction d'autres facteurs tels que la gestion de la fertilité des sols (Hassane *et al.* 2000 ; Sawadogo 2013 ; Mazvimavi *et al.* 2008). Ces pratiques aident également les agriculteurs à renforcer leur résilience face aux variations des niveaux de précipitations.

Fertilisation localisée

La fertilisation localisée (ou microdosage), qui consiste à appliquer une petite quantité (p. ex. un bouchon) d'engrais sur les cultures lorsqu'il pleut ou pendant les semis, peut être utilisée en complément des pratiques décrites plus haut. Ainsi, les agriculteurs peuvent s'assurer que les engrais coûteux soient utilisés de la manière la plus ciblée possible, tout en minimisant le gaspillage (en supposant que les intrants soient abordables). Par exemple, de petits agriculteurs au Mali, au Burkina Faso et au Niger ont utilisé la fertilisation localisée pour accroître leur récolte de sorgho et de millet de 44 à 120 %, ce qui leur a également permis d'accroître les revenus de leur ménage (Aune et Bationo 2008 ; Vanlauwe *et al.* 2010).

Les techniques de gestion des sols et de l'eau sont complémentaires. L'agroforesterie accroît la quantité d'azote et de matière organique dans le sol, tout en y retenant l'eau.

Séquestration du carbone dans le sol

Bien que beaucoup d'espoir ait été placé dans la séquestration du carbone dans les sols agricoles, selon de récents travaux de recherche, ce processus serait finalement plus complexe que prévu (Powlson *et al.* 2016 ; Powlson *et al.* 2014 ; van Groenigen *et al.* 2017). D'après de récentes études qui ont mesuré la quantité de carbone présente profondément dans le sol, la culture sans travail du sol ne réduirait que légèrement les pertes en carbone des sols, voire pas du tout. Si un amendement des sols (p. ex. paillis, résidus de récolte, fumier) provient d'en dehors de l'exploitation agricole, il peut ajouter du carbone au sol de cette exploitation, mais ce carbone ne sera alors pas utilisé ailleurs (p. ex. alimentation des animaux), et devra donc être remplacé, ce qui annule l'avantage lié au carbone. En outre, l'accumulation de carbone dans les sols exige de grandes quantités d'azote pour permettre aux micro-organismes de convertir les matières organiques en décomposition en carbone organique du sol. Or, en Afrique, l'azote disponible ne suffit déjà pas pour répondre aux besoins des cultures, et le manque d'azote limite probablement l'accumulation de carbone dans le sol ailleurs (Kirkby *et al.* 2014). Dans le même temps, l'utilisation répandue du brûlage dans certains systèmes agricoles, parfois jusqu'à deux ou trois fois par an, réduit considérablement la quantité d'humus et résulte en une perte nette de carbone. Par exemple, en Inde, le sol des terres généralement brûlées deux fois par an, après la récolte du riz et du blé, est pratiquement dépourvu de carbone et d'azote (Bhuvaneshwari *et al.* 2019). Ces sols appauvris pourraient séquestrer davantage de carbone si de meilleures pratiques de gestion des terres, excluant l'utilisation du feu, étaient utilisées. La meilleure stratégie consiste à miser sur des mesures dites « sans regret », telles que celles citées ailleurs dans cette section, dont l'objectif est de stabiliser et d'accumuler le carbone dans les sols, tout en offrant d'autres avantages :

- Éviter la conversion des forêts et d'autres écosystèmes riches en carbone
- Accroître la productivité des récoltes et des pâturages, ce qui permet d'ajouter du carbone dans les sols par les racines et la litière

- Avoir recours à l'agroforesterie, ce qui permet d'accumuler du carbone au-dessus du sol
- Éliminer ou réduire l'utilisation du feu, sauf lorsque cela est inévitable, notamment pour lutter contre des champignons ou d'autres parasites
- Continuer de prendre des initiatives ciblées pour séquestrer le carbone dans le sol, malgré les difficultés abordées plus haut, dans les régions où la sécurité alimentaire dépend d'une plus grande fertilité des sols.

Réduire la fermentation entérique

Atténuation

Le bétail ruminant est responsable d'environ la moitié des émissions mondiales liées à la production agricole. Le « méthane entérique », émis par les ruminants lors de la digestion de l'herbe et des autres végétaux qu'ils ingèrent, représente la majeure partie de ces émissions. L'accroissement de la productivité des ruminants, un point abordé précédemment, peut permettre de réduire les émissions de méthane par animal, dans la mesure où l'amélioration de la productivité s'accompagne d'une augmentation de la production de lait et de viande par unité de fourrage. D'autres stratégies visant à réduire les émissions de méthane entérique consistent à modifier le microbiote de l'estomac des ruminants, à les vacciner, à sélectionner les animaux qui génèrent moins d'émissions, et à incorporer certains aliments, médicaments ou compléments dans le régime alimentaire des animaux. L'impact de ces méthodes sur les agriculteurs dépendra de l'approche choisie.

Aucun avantage direct en matière d'adaptation n'est associé à la réduction de la fermentation entérique par l'utilisation de compléments alimentaires. Cette solution peut toutefois offrir des avantages en matière d'adaptation si l'amélioration de l'alimentation des animaux aboutissant à une réduction des émissions de méthane produit également des animaux résilients à un éventail de pressions climatiques. Pour ce qui est de l'atténuation, cette option vaut la peine d'être envisagée, étant donné que la fermentation entérique contribue énormément aux émissions de l'agriculture, et en particulier aux émissions de méthane.

Améliorer la gestion du fumier

Atténuation Adaptation

En améliorant la gestion du fumier, il est possible de résoudre tout un éventail de problèmes de pollution environnementale, de santé humaine et de nuisances, tout en réduisant les émissions de GES. Le fumier géré (lorsque les animaux sont élevés dans des espaces délimités au sein de plus vastes installations) génère des émissions de méthane et d'oxyde nitreux. Les systèmes « secs » – qui consistent à sécher le fumier avant de le stocker – peuvent permettre de réduire les émissions (GIEC 2006). La séparation des liquides des solides dans les systèmes « humides » peut elle aussi entraîner une réduction des émissions. Les technologies de séparation vont de simples systèmes de gravité à des traitements chimiques sophistiqués. Elles permettent également de réduire les frais de transport et d'améliorer les propriétés d'engrais du fumier. Des digesteurs captent les émissions de méthane du fumier pour produire de l'énergie. Il peut s'agir de grandes machines de haute technologie qui produisent de l'électricité à l'échelle voulue ou d'installations domestiques plus simples. Les digesteurs peuvent aider à réduire les émissions du fumier géré dans des systèmes « humides », et il convient alors de prendre des mesures pour limiter les fuites de méthane. Des subventions peuvent faciliter l'accès aux biodigesteurs à plus petite échelle pour la production d'énergie ou de chaleur au sein de petites exploitations agricoles. L'amélioration de l'efficacité des aliments (abordée plus haut) peut également donner lieu à de modestes réductions des émissions d'oxyde nitreux⁸.

Améliorer la fertilité des sols

Atténuation Adaptation

L'amélioration de la fertilité des sols (ainsi que de la rétention d'eau) au moyen de solutions naturelles, telles qu'une meilleure gestion du fumier, le compostage, les approches sans brûlage (y compris l'agriculture sans travail du sol), et d'autres méthodes peuvent améliorer les récoltes et donc la résilience des agriculteurs. La gravité croissante des tempêtes et des sécheresses, responsable du renforcement de l'érosion, compromet grandement la fertilité des sols ; il est donc plus important que jamais de prendre des mesures pour améliorer la fertilité des sols et, par là même, la résilience.

L'utilisation d'engrais de synthèse peut également accroître les récoltes et contribuer à améliorer la résilience des agriculteurs. Toutefois, l'application d'engrais de synthèse sur les cultures et les pâturages a été en grande partie responsable d'environ 13 % des émissions générées par la production agricole en 2011 (FAO 2019), même si le fumier et d'autres sources peuvent aussi contribuer aux émissions dans une moindre mesure. Plus de 90 % des émissions dues à la fertilisation des sols résultent de la production, du transport et de l'application de l'azote.

L'accroissement de la production alimentaire entraîne une hausse de la demande d'engrais et donc une augmentation des émissions et de la pollution. L'ampleur de cette augmentation dépend de l'efficacité avec laquelle les nutriments sont absorbés par les cultures. La marge d'amélioration est grande : à l'heure actuelle, dans le monde, les cultures absorbent moins de la moitié de l'azote appliqué dans les champs (Zhang *et al.* 2015 ; Lassaletta *et al.* 2014). L'azote non absorbé ruisselle dans les champs et pollue les eaux, ou il s'échappe dans l'air et le pollue, notamment par l'émission d'oxyde nitreux, un GES puissant. Les taux d'application d'engrais azoté par hectare et le pourcentage d'azote absorbé par les cultures (ce que l'on appelle l'« efficacité de l'utilisation de l'azote ») varient grandement d'un pays et d'une exploitation à l'autre. À une extrémité du spectre, les agriculteurs de la plupart des pays d'Afrique subsaharienne utilisent peu d'engrais, et l'engrais qu'ils utilisent est bien absorbé par les cultures, tandis qu'à l'autre extrémité, les agriculteurs chinois et indiens utilisent de grandes quantités d'engrais, avec un faible taux d'absorption (Zhang *et al.* 2015).

Les agriculteurs peuvent accroître l'efficacité de l'utilisation de l'azote et utiliser moins d'engrais de manière générale en appliquant les engrais fréquemment et dans des dosages parfaitement définis tout au long de la saison de croissance. Une gestion aussi intensive se révèle toutefois généralement trop coûteuse et irréalisable. Des innovations sont donc indispensables, et il faudra sensibiliser les agriculteurs à la nécessité de recourir à des pratiques plus durables. Les inhibiteurs de nitrification et autres engrais « à l'efficacité améliorée » peuvent contribuer à une utilisation plus efficace de l'azote, à la réduction des émissions d'oxyde nitreux et à l'accroissement des récoltes. L'inhibition biologique de la nitrification constitue une autre solution prometteuse pour les cultures et l'herbe des prairies.

Améliorer la gestion du riz

Atténuation Adaptation

Le riz constitue une culture de base pour environ la moitié de la population mondiale (FAOSTAT s. d.). Or, les changements climatiques menacent de plus en plus l'approvisionnement en riz de ces populations. Le riz est en majeure partie produit dans des champs inondés (rizières) ; l'inondation empêche l'oxygène de pénétrer dans le sol, ce qui permet aux archées (*Archaea*), des organismes unicellulaires qui produisent du méthane, de proliférer.

Il existe des solutions pour améliorer la gestion du riz, lesquelles peuvent présenter des avantages tant pour l'adaptation et que pour l'atténuation. Les avantages en matière d'adaptation incluent les économies d'eau et l'utilisation la plus efficace possible des rares ressources en eau ; par exemple, la pratique consistant à humidifier et à assécher les sols en alternance pourrait permettre d'économiser jusqu'à 30 % d'eau, et donc de prémunir les populations contre les sécheresses et les années plus sèches (Richards et Sander 2014). Des études portant sur un système d'intensification de la culture du riz font état d'une amélioration de la productivité de l'eau, de l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau, et de la résistance aux sécheresses et aux tempêtes ainsi qu'aux températures plus froides (Uphoff et Thankur 2019). En outre, la réduction des émissions de méthane peut profiter à la production, car ce gaz est un précurseur de l'ozone troposphérique, qui réduit les récoltes de riz (Carter *et al.* 2017). Le passage à des variétés de riz résistantes aux inondations en Inde a permis d'accroître les récoltes de 45 % pour des variétés populaires pendant les périodes d'inondation (dix jours de submersion ; Dar *et al.* 2013). Au Bangladesh, les exploitations agricoles qui ont décidé de miser sur des variétés de riz résistantes aux inondations ont vu leurs recettes grimper et leurs dépenses de consommation diminuer considérablement par rapport aux autres exploitations (Bairagi *et al.* 2018). Toujours selon cette étude, l'échelle à laquelle ces variétés de riz résistantes aux inondations ont été adoptées n'est pas encore optimale, principalement en raison d'un accès insuffisant à l'information.

Les études disponibles font état d'un haut potentiel technique pour l'atténuation des émissions de la culture du riz et la plupart des solutions d'atténuation offrent également des possibilités de réaliser des gains économiques au travers de meilleures récoltes et d'une

réduction de la consommation d'eau. Pour autant que les conditions nécessaires soient réunies (Section 3), quatre sous-options principales s'offrent aux agriculteurs :

- *Accélérer la croissance des récoltes de riz.* Les émissions de méthane sont étroitement liées à la superficie recouverte par des rizières. L'accélération de la croissance des rendements peut donc permettre de maintenir ou de réduire la superficie totale des rizières et, partant, de réduire les émissions.
- *Enlever la paille de riz.* L'ajout de paille de riz fraîche dans les rizières accroît la production de méthane. La paille peut être utilisée à d'autres fins productives, telles que la production de bioénergie.
- *Réduire les périodes d'inondation.* La réduction ou l'interruption des périodes d'inondation permet de ralentir la croissance des bactéries qui produisent du méthane. Les agriculteurs peuvent également décider de planter leur riz d'abord sur des terres sèches plutôt que sur des terres inondées. La réduction des périodes d'inondation peut permettre de diminuer les émissions de méthane de 90 % (Joshi *et al.* 2013). En Chine et au Japon, les agriculteurs enlèvent l'eau des rizières au moins une fois par saison, car cette pratique augmente les récoltes (Itoh *et al.* 2011) ; cet accroissement des récoltes n'a toutefois pas été observé aux États-Unis.
- *Sélectionner un riz émettant peu de méthane.* Certaines variétés émettent moins de méthane que d'autres, et certains chercheurs ont mené des expériences prometteuses en ce sens (Su *et al.* 2015), mais les caractéristiques inhibitrices des émissions de méthane ne sont pas présentes dans les variétés les plus couramment commercialisées (Jiang *et al.* 2017).

Ces possibilités en particulier peuvent également profiter aux petits cultivateurs de riz, mais il est important de mettre en place des mesures d'incitation : les petits agriculteurs ont besoin d'un appui pour s'adapter et de filets de sécurité sociale accessibles et non discriminatoires envers les femmes et les populations marginalisées. Il importe également de veiller à ce que les mesures incitatives favorisant l'atténuation soient bénéfiques et non préjudiciables pour les petits producteurs. Si les principales sources d'émissions sont largement réparties entre de nombreux petits producteurs, il est essentiel de recenser les appuis et autres mesures incitatives qui contribuent à la subsistance des petits agriculteurs, afin de déployer à plus grande échelle les efforts d'atténuation.

Soutenir l'efficacité énergétique dans l'agriculture et un meilleur accès à des sources d'énergie non fossiles.

Atténuation Adaptation

Les émissions liées aux combustibles fossiles représentent plus de 20 % des émissions mondiales générées par la production agricole. Comme dans d'autres secteurs, l'amélioration de l'efficacité énergétique et l'utilisation d'énergie renouvelable peuvent faire baisser les émissions agricoles liées à la consommation d'énergie. Quelques études ont mis au jour la possibilité de gagner en efficacité, dont une étude menée en Inde sur l'utilisation de pompes à eau non conventionnelles (Saini 2013) et une autre en Afrique, qui a examiné différentes méthodes pour faire sécher le manioc (CGIAR 2016). L'énergie solaire et éolienne peut être utilisée pour produire de la chaleur et de l'électricité. La diminution de la consommation de carburant diesel sera plus difficile et pourrait nécessiter une transition vers les piles à combustible à hydrogène. Des subventions pourraient aider les petits agriculteurs à adopter ces technologies. L'hydrogène obtenu par des procédés renouvelables pourrait également entraîner une diminution des émissions générées par la production d'engrais de synthèse actuellement très énergivore.

Encadré 4 | Les cibles relatives au carbone noir et les CDN

Les pays peuvent définir des cibles de réduction du carbone noir dans leur CDN, mais ces cibles devraient être traitées et comptabilisées séparément des émissions de GES, étant donné que le carbone noir n'est pas un polluant couvert par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Comme mentionné plus haut, les incertitudes relatives à la manière de comptabiliser le carbone noir et à ses effets sur le réchauffement demeurent élevées – le dioxyde de carbone et le carbone noir affectent le climat de différentes manières et ont des durées de vie très différentes ; les scientifiques doivent encore parvenir à un consensus sur les indicateurs adéquats pour pouvoir assimiler ces deux éléments. Il convient de le préciser explicitement dans la CDN. Dès lors, les cibles de carbone noir devraient être exprimées en unités de masse et non en unités d'équivalent dioxyde de carbone (CO₂eq).

Source: Ross et al. 2018.

Lier les gains de productivité à la protection des écosystèmes naturels pour éviter la déforestation

Atténuation Adaptation

Bien que les gains de productivité soient essentiels à une intensification durable et à la sécurité alimentaire, et qu'ils amenuisent la nécessité de recourir à l'expansion des terres agricoles, ils peuvent également accroître la rentabilité, ce qui peut encourager la conversion de nouveaux paysages naturels. Pour que les agriculteurs et le reste du monde bénéficient de ces gains de productivité et que les forêts et les autres écosystèmes naturels puissent être protégés, les initiatives visant à accroître la productivité doivent être explicitement liées à des efforts voués à protéger les écosystèmes. Heureusement, des garanties REDD+ existent déjà dans ce domaine. Elles peuvent être complétées dans les CDN par un appui à une adaptation fondée sur les écosystèmes (Encadré 3) et par la reconnaissance de la nécessité de préserver la santé des écosystèmes afin qu'ils puissent offrir tout l'éventail des services écosystémiques, tels que la nourriture et les fibres, des habitats pour les pollinisateurs, la régulation du climat et des bassins versants, et des avantages culturels et sociaux. Lorsque les droits fonciers des agriculteurs sont clairement établis, les gouvernements peuvent soutenir des améliorations agricoles sur des terres cultivables existantes pour renforcer l'adhésion de la société à l'application des règles en matière de protection des écosystèmes. Les gouvernements peuvent également désigner des zones naturelles et conclure des accords de gestion conjointe avec des peuples autochtones et des populations locales pour lutter contre la déforestation (Stevens *et al.* 2014 ; Gibbs *et al.* 2016 ; Jackson 2015).

Reboiser les terres agricoles abandonnées, non productives et libérées – y compris les tourbières

Atténuation Adaptation

Lorsque des terres ne sont plus affectées à l'agriculture, il est courant que les écosystèmes naturels se régénèrent, et les gouvernements peuvent favoriser ce processus de régénération en encourageant la plantation d'arbres. Il est plus intéressant de rétablir des forêts diversifiées – plus grande biodiversité, services écosystémiques, avantages climatiques – que de planter des forêts composées d'une

seule essence. Le reboisement de terres dégradées peut contribuer à diminuer le risque d'érosion et de glissement de terrain. En l'absence d'un quelconque reboisement, ce risque pourrait s'accroître dans le contexte des variations climatiques, en raison d'averses plus intenses, souvent suivies de sécheresses plus longues et plus sévères. Le reboisement peut également contribuer à la régulation et à la préservation des réserves d'eau en réduisant l'évapotranspiration et l'assèchement des paysages. Comme l'indique le rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres émergées (GIEC 2109), le reboisement ne doit pas entrer en concurrence avec la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance. Dans le même temps, le reboisement devrait généralement se limiter aux terres dont le rendement est faible et qui affichent un faible potentiel en matière d'amélioration de l'agriculture. Il convient en outre de déterminer si une terre est véritablement « abandonnée » ou « libérée » de l'agriculture de manière à ne pas compromettre la sécurité alimentaire ou les droits fonciers sur les ressources des populations rurales pauvres et autochtones.

Les 26 millions d'hectares de tourbières asséchées – une superficie relativement modeste pourtant responsable d'environ 2 % des émissions annuelles mondiales de GES – constituent une priorité absolue en matière de restauration (Biancalani et Avagyan 2014). Bon nombre de ces tourbières asséchées sont faiblement exploitées sur le plan agricole ou sont uniquement utilisées comme pâturages. Le blocage des fossés et des canaux de drainage peut permettre de « réhumidifier » les tourbières et généralement d'éliminer les émissions. Au-delà de la restauration, la conservation des tourbières restantes devrait figurer en tête des priorités. De manière plus générale, pour limiter le réchauffement à moins de 1,5 %, au moins 585 millions d'hectares de terres devront être reboisés d'ici 2050 (Searchinger *et al.* 2019).

Réduire les pertes de nourriture et les déchets

Atténuation

Adaptation

Environ un tiers de la nourriture produite chaque année est perdue ou gaspillée entre la ferme et l'assiette (FAO 2015). Les pertes et le gaspillage de denrées alimentaires engendrent près de 1 000 milliards USD de pertes économiques à travers la planète (FAO 2015). Ce phénomène peut contribuer à l'insécurité alimentaire, il entraîne un gaspillage de terres agricoles et de ressources en eau, et il est responsable d'environ un quart des émissions de GES du secteur agricole (FAO 2015).

Plusieurs stratégies peuvent être adoptées pour réduire les pertes qui surviennent après les récoltes et accroître les revenus et la résilience des agriculteurs (FAO 2016c). Ces stratégies incluent notamment l'utilisation de meilleurs équipements et techniques de récolte et de stockage des denrées, des chaînes du froid économes en énergie et le recours accru à l'agro-industrie. Des solutions simples sur le plan technique, telles que l'utilisation de réfrigérants par évaporation et de sacs de stockage en plastique bon marché peuvent s'avérer utiles dans les régions où les agriculteurs n'ont pas accès à l'électricité ou les moyens d'investir dans la réfrigération. L'amélioration des infrastructures (p. ex. rues, électricité) et un accès plus aisé aux marchés peuvent également permettre de réduire les pertes et de faciliter l'accès aux solutions existantes pour les petites exploitations et les exploitations reculées. Dans les pays développés, la diminution des déchets alimentaires exige plutôt de petits « coups de pouce » – par exemple, la simplification des étiquettes indiquant la date de péremption des produits ou la réduction de la taille des portions – pour encourager les consommateurs à modifier leurs habitudes. Les gouvernements peuvent également encourager les détaillants à faire don des invendus alimentaires à des associations. En combinant ces stratégies, le Royaume-Uni est parvenu à réduire les déchets alimentaires de ses ménages de 21 % entre 2007 et 2012 (Lipinski *et al.* 2013).

Adopter des régimes alimentaires plus sains et plus durables

Atténuation

À mesure que les revenus des ménages dépassent les seuils de pauvreté et que les populations se déplacent dans les villes, les régimes alimentaires ont tendance à se diversifier et à inclure de plus grandes quantités de sucre, de graisse, de céréales raffinées et d'aliments d'origine animale. Même si, dans un premier temps, cette évolution du régime alimentaire peut se révéler bénéfique, du moins en partie, l'évolution ultérieure vers une mauvaise alimentation est à l'origine de problèmes de surpoids et d'obésité chez plus de 2 milliards de personnes, ainsi que d'une hausse de l'incidence des maladies non transmissibles liées au régime alimentaire (Willett *et al.* 2019). Une consommation raisonnable de viande et de produits laitiers peut apporter des micronutriments essentiels, mais si les régimes convergent de manière généralisée vers une plus grande consommation de viande dans les pays riches, il sera plus difficile de nourrir une population en pleine croissance tout en réduisant les émissions de GES.

La consommation d'aliments d'origine animale devrait augmenter de 70 % entre 2010 et 2050, avec une hausse de près de 90 % de la consommation de viande de ruminants (bœuf, mouton et chèvre). Or, les aliments d'origine animale – et la viande de ruminants en particulier – exigent plus de ressources que les aliments d'origine végétale. Le bœuf, par exemple, nécessite 20 fois plus de terres et émet 20 fois plus de GES par gramme de protéine que des légumes secs tels que les haricots ou les lentilles (Searchinger *et al.* 2019). Dans les pays à revenu élevé, le passage de régimes à forte teneur en viande à une alimentation d'origine végétale – composée d'un ensemble nutritif de grains complets, de fruits, de légumes, d'oléagineux et de légumineuses, tout en limitant les céréales et les sucres raffinés – peut s'avérer bénéfique tant pour la santé humaine que pour le climat (Willett *et al.* 2019).

Aux États-Unis et en Europe, la consommation de bœuf par habitant a été réduite de plus d'un tiers depuis les années 1970 tandis que la consommation de volaille a augmenté, ce qui montre bien qu'il est possible de faire évoluer les préférences alimentaires à l'échelle d'une population (FAOSTAT s. d.). De telles évolutions peuvent être encouragées au moyen d'investissements dans la fabrication de substituts de viande (p. ex. substituts de viande d'origine végétale, produits dont une partie de la composition est remplacée par des aliments d'origine végétale), d'une meilleure commercialisation des aliments végétariens et des plats riches en composants végétaux, ainsi que de politiques gouvernementales en faveur d'une évolution des pratiques d'approvisionnement alimentaire, de recommandations alimentaires nationales tenant compte à la fois des aspects nutritionnels et de la durabilité environnementale, de réglementations influençant les modes de consommation (p. ex. la manière dont les aliments peuvent être commercialisés ou exposés), et de modifications apportées aux subventions et aux taxes alimentaires (Ranganathan *et al.* 2016). Alors qu'aucune CDN actuelle ne mentionne l'importance d'encourager l'adoption de régimes alimentaires plus sains et plus durables, cette mesure mérite qu'on lui accorde de l'attention au vu de son grand potentiel d'atténuation.

Éviter que la bioénergie n'entre en concurrence avec les cultures vivrières

Atténuation Adaptation

Selon certaines études, les cultures de biocarburants peuvent permettre de créer des emplois agricoles, ainsi que d'augmenter et diversifier les revenus des

agriculteurs. Il est toutefois difficile de déterminer si ces moyens de subsistance viendraient s'ajouter aux emplois conventionnels dans les cultures vivrières ou les remplacer, et d'en déterminer les effets sur les petits agriculteurs⁹.

Plus fondamentalement, la bioénergie « moderne » est en majeure partie produite à partir de matières premières cultivées sur des terres réservées à cet effet, ce qui entraîne une concurrence accrue pour des terres dont la superficie n'est pas illimitée. Le rapport spécial du GIEC sur les terres émergées révèle que, de manière générale, le développement de la bioénergie tend à compromettre les efforts déployés en faveur de l'adaptation en raison de la concurrence qu'il engendre pour les terres et les ressources en eau (GIEC 2019). Si la concurrence pour les terres s'accroît, les populations ne disposant pas de droits fonciers bien établis et se trouvant dans l'insécurité alimentaire pourraient voir leurs terres et leurs moyens de subsistance menacés – et il sera également plus difficile de nourrir une population en pleine croissance sans déboiser davantage.

Les arguments selon lesquels la bioénergie moderne entraîne une diminution des émissions reposent sur l'hypothèse que la bioénergie est par essence « neutre en carbone » – et ils ne tiennent pas compte du carbone émis par la combustion des végétaux, au motif que de nouveaux végétaux seront cultivés par la suite et qu'ils absorberont du carbone.

Lorsque des terres sont affectées à la production de bioénergie, elles ne peuvent plus être utilisées à d'autres fins, notamment pour l'alimentation humaine, l'alimentation animale et la production de bois – ou pour le stockage du carbone. Une quantité limitée de bioénergie sobre en carbone peut être tirée de matières premières ne provenant pas de terres uniquement consacrées à la bioénergie, telles que des déchets et des résidus. Or, les arguments selon lesquels la bioénergie recèle un fort potentiel de réduction des émissions – notamment avec des solutions telles que la « bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone » (BECCS) – font fi des droits fonciers préexistants et des autres utilisations des terres (p. ex. production alimentaire et stockage du carbone), ce qui revient à supposer que les terres consacrées à la bioénergie puissent continuer de répondre simultanément à ces autres besoins (Searchinger *et al.* 2017).

La suppression progressive des subventions et des obligations actuellement d'application pour les terres agricoles uniquement consacrées à la production de bioénergie peut contribuer à résoudre ce problème, en parallèle à la correction des systèmes de comptabilisation erronés qui traitent la bioénergie comme étant par

Encadré A-1 | Risques des changements climatiques et incidences prévues

Risques des changements climatiques pour l'agriculture

- Hausse de la température de l'air et de l'eau
- Fréquence et gravité accrues des vagues de chaleur, des sécheresses, des incendies et des inondations
- Diminution des réserves d'eau douce
- Salinisation des sols et de l'eau
- Accroissement de l'ozone troposphérique

Incidences prévues sur les cultures

- Réduction importante de la production mondiale de blé, de riz, de maïs et de soja pour chaque degré Celsius de hausse des températures et augmentation de la concentration d'ozone troposphérique
- Incidences variables selon les régions, avec généralement des effets négatifs dans les pays en développement et dans les régions où la sécurité alimentaire constitue déjà un défi
- Incidence accrue des parasites et des maladies

Incidences prévues sur les animaux d'élevage

- Changements physiologiques, dont des problèmes liés au stress thermique et une fréquence respiratoire élevée
- Effets négatifs sur la reproduction et l'alimentation
- Modification de la qualité et de la quantité des aliments destinés aux animaux d'élevage
- Incidence accrue des parasites et des maladies

Source: FAO 2016c; IPCC 2018.

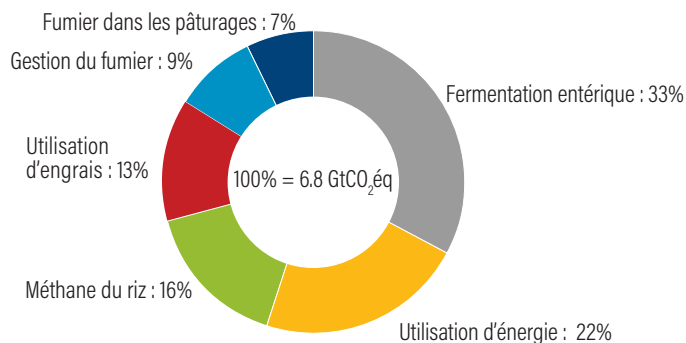
définition « neutre en carbone ». Bien entendu, l'abandon de la production de bioénergie ne devrait pas entraver la sortie des combustibles fossiles.

Limiter le recours au brûlage

Atténuation Adaptation

Dans l'agriculture, le brûlage de la biomasse consiste à brûler des résidus des cultures, des pâturages et des résidus forestiers pour se débarrasser de végétaux indésirables ou pour rediriger des animaux vers d'autres pâturages à des fins de défrichement. Le brûlage à l'air libre émet à la fois des GES et des polluants atmosphériques, qui ont un impact considérable sur les régions concernées. Par exemple, en Afrique, le brûlage intentionnel de savane est responsable de 25 % de l'ensemble des émissions agricoles (Tubiello *et al.* 2013).

Figure A-1 | Émissions de la production agricole en 2010



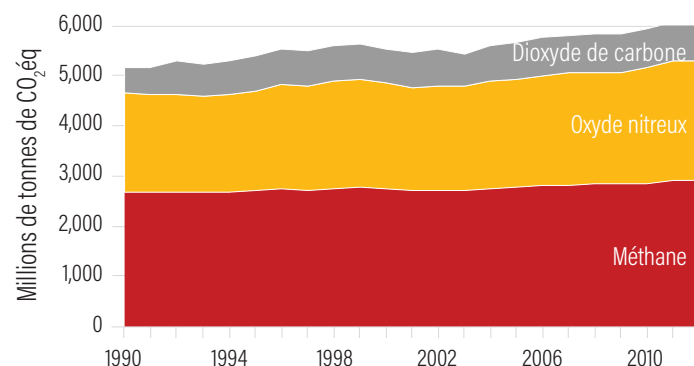
Source: Searchinger *et al.* 2019.

En Asie du Sud-Est, le brûlage de tourbières tropicales asséchées, souvent dans le cadre de la culture de palmiers à huile, peut causer d'importants pics d'émissions certaines années, avec des effets observés à l'échelle régionale, voire mondiale (Hayasaka *et al.* 2014). En Inde, le brûlage de résidus agricoles dans les États du nord-ouest a un impact sur la qualité de l'air à Delhi et dans les régions avoisinantes, mais aussi dans les États du centre et du sud du pays et dans la partie est de la plaine indo-gangétique (Rana *et al.* 2018).

Le défrichement associé au brûlage à l'air libre visant à convertir de façon permanente des forêts en terres agricoles réduit également la quantité de puits de carbone existants. Le brûlage à l'air libre représente la plus grande source de carbone noir et contribue à la pollution par les particules fines (PM_{2,5}). Comme expliqué dans l'Annexe 1, les émissions de PM_{2,5} sont à l'origine de maladies des voies respiratoires et de décès prématurés, et elles ont un effet sur le rendement des récoltes car elles limitent la photosynthèse.

Pour certains agriculteurs, il peut toutefois s'avérer plus simple et moins coûteux de brûler les résidus et les herbes, même s'il ne s'agit pas d'une bonne stratégie à long terme. Certains agriculteurs ne disposent pas de l'équipement, de la main-d'œuvre ou des ressources nécessaires pour labourer les résidus dans le sol, faire pousser des cultures de couverture, enfouir les résidus dans leurs champs ou adopter d'autres pratiques plus intéressantes que le brûlage pour la fertilité et la conservation des sols à long terme. Les agriculteurs n'ont parfois pas d'assez de main-d'œuvre pour couper les arbustes et arracher les herbes à la main. Néanmoins, dans certaines régions, même les grandes exploitations agricoles brûlent les résidus.

Figure A-2 | Émissions de la production agricole, par gaz



Remarque : les données incluent les émissions énergétiques et non énergétiques de la production agricole.

Source : données tirées de FAOSTAT s.d.

Cette pratique reste répandue en ex-Union soviétique, où les agriculteurs affirment qu'en raison d'un acier de piètre qualité, ils ont peur de casser leur équipement en labourant les résidus (Bellona et Yabloko 2010). Le brûlage des champs permet d'économiser immédiatement de la main-d'œuvre et du matériel, et la baisse de rendement des récoltes n'est pas ressentie, en particulier dans les régions où l'utilisation excessive d'engrais (souvent subventionnée) permet de compenser cette perte de fertilité.

Le mythe selon lequel le brûlage « enrichit » le sol a la vie dure. Or, même à court terme, le brûlage endommage la structure des sols et l'humus, et sur le long terme, il se solde par l'érosion et la destruction des sols. Les incidences à long terme du brûlage de la biomasse incluent des modifications de la végétation, l'eutrophisation des cours d'eau locaux en raison de l'érosion des sols et du ruissellement des engrais, et parfois même la désertification, ce qui vient renforcer la vulnérabilité face aux événements climatiques extrêmes (ICCI 2019). Dès lors, même si le brûlage peut s'avérer avantageux à court terme pour certains agriculteurs, sur le long terme, cette pratique nuit au rendement des récoltes et renforce l'insécurité alimentaire. Des services de vulgarisation consistant à informer les agriculteurs des effets réels du brûlage et de l'existence d'autres méthodes, ainsi que des mesures visant à soutenir l'achat d'équipement pour des techniques sans brûlage dans le cadre du cycle normal de remplacement du matériel sont autant de moyens de rompre ce schéma bien plus efficacement que de vaines « interdictions ». Les agriculteurs peuvent également utiliser leurs résidus à d'autres fins intéressantes sur le plan économique, notamment comme source

d'énergie lorsqu'ils sont transformés en pellets, comme biocarburant, ou pour d'autres marchés émergents en sus de leur utilisation traditionnelle comme aliment ou litière pour les animaux d'élevage.

5. INTÉGRER L'AGRICULTURE DANS LES CDN AMÉLIORÉES

La présente section propose des solutions concrètes pour l'intégration de l'agriculture dans une CDN améliorée.

Il existe à cet égard de nombreuses options, qui ne s'excluent pas mutuellement. En fonction des circonstances nationales et de leurs priorités, certains pays peuvent choisir de renforcer la mise en œuvre des politiques et cibles climatiques agricoles existantes (y compris les besoins en matière de soutien), d'ajouter des politiques et mesures spécifiques pour renforcer la résilience et améliorer l'adaptation, d'ajouter des politiques et mesures spécifiques pour réduire les émissions, d'intégrer une mesure propre au secteur agricole dans une cible de réduction des émissions, ou d'ajouter des informations pour améliorer la compréhension.

Les exemples fournis dans la présente section sont fournis en guise d'illustration et ne sont pas exhaustifs ; ils se fondent sur le contenu des sections 3 et 4. Certaines solutions ne seront pas pertinentes ou réalisables partout. Les décideurs politiques devront déterminer quelles mesures et quelles approches sont pertinentes dans leur secteur agricole.

Renforcer la mise en œuvre

Tous les pays ont l'occasion d'inclure de nouvelles actions ou mesures dans leur CDN pour renforcer la mise en œuvre. Ils peuvent par exemple y faire figurer des dispositifs renforcés en matière de gouvernance, des processus plus inclusifs, ou des mécanismes visant à mobiliser des fonds pour la mise en œuvre de la CDN. L'intégration de certaines mesures et actions pourrait également contribuer à un meilleur alignement sur les objectifs de développement durable du pays dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Fransen et al. 2017).

La section 3 décrit l'importance que revêt la mise en place des politiques nécessaires pour encourager l'adoption de pratiques agricoles productives, résilientes et inclusives. Un tel cadre peut aider à améliorer la mise en œuvre des

politiques et cibles climatiques agricoles existantes et ouvrir la voie à une action renforcée. Inspirée du contenu de la section 3, la liste suivante reprend des exemples d'actions pouvant être incluses dans une CDN améliorée pour renforcer la mise en œuvre des mesures d'adaptation ou d'atténuation :

- Aligner les cibles, les politiques et les mesures climatiques pour l'agriculture sur les PNA, les PANA, les ODD ou les cibles en matière de biodiversité
- Renforcer les systèmes de suivi, compte rendu et vérification pour améliorer les inventaires, les évaluations du potentiel d'atténuation, les évaluations des risques climatiques ou l'accès au financement
- Améliorer la vulgarisation agricole
- Réorienter les aides agricoles de manière à soutenir une production alimentaire durable, résiliente au changement climatique et contribuant à l'atténuation
- Soutenir l'égalité et l'inclusivité
- Définir des mesures fondées sur les droits et tenant compte des questions de genre, notamment en évaluant les effets différents qu'ont les mesures prises dans le secteur agricole sur les agriculteurs et les agricultrices
- Affecter des ressources directement aux petites exploitations gérées par des femmes
- Définir des politiques et des mesures permettant de clarifier de manière équitable les droits fonciers et de protéger les petits agriculteurs
- Trouver des financements pour soutenir des actions ainsi que des mesures de protection pour limiter les impacts négatifs
- Définir et/ou accorder la priorité à des mesures qui contribuent à l'obtention de résultats en matière d'atténuation et d'adaptation
- Décrire les besoins en matière de soutien
- Décrire les retombées positives des mesures d'atténuation et/ou d'adaptation

Ajouter des politiques et des mesures spécifiques

Inclure des politiques et des mesures climatiques prioritaires dans une CDN améliorée peut également s'avérer utile pour décrire plus en détail les moyens qui permettront d'atteindre les objectifs climatiques et de mobiliser des soutiens en faveur de ces activités.

Des politiques et des mesures spécifiques pour renforcer la résilience et améliorer l'adaptation

Inspirée du contenu des sections 3 et 4, la liste suivante reprend des exemples de politiques et de mesures pouvant être incluses dans une CDN améliorée pour renforcer la résilience et améliorer l'adaptation :

- Promouvoir la diversification en faveur de types de cultures et d'animaux d'élevage plus résilients au changement climatique
- Avoir davantage recours à des technologies de communication numérique, notamment pour les informations météorologiques essentielles et les prévisions saisonnières
- Renforcer le soutien en faveur de l'éducation par les pairs et de meilleures données et analyses pour améliorer la surveillance des maladies et pouvoir lancer l'alerte rapidement en cas d'invasion de parasites
- Consolider les filets de sécurité sociale pour offrir une protection en cas de besoin
- Rendre les assurances récolte contre les aléas climatiques et autres plus accessibles pour les petits agriculteurs
- Étendre les microfinancements et mieux intégrer la réduction des risques et le renforcement de la résilience

Politiques et mesures spécifiques pour réduire les émissions

Inspirée du contenu de la section 4, la liste suivante reprend des exemples de politiques et de mesures pouvant être incluses dans une CDN améliorée pour réduire les émissions :

- Accroître la productivité des cultures et de l'élevage et sur les pâturages
- Améliorer la gestion des sols et de l'eau
- Réduire la fermentation entérique

- Améliorer la gestion du fumier
- Améliorer la fertilité des sols
- Améliorer la gestion du riz
- Soutenir l'efficacité énergétique dans l'agriculture et faciliter l'accès à des sources d'énergie non fossiles
- Lier les gains de productivité à la protection des écosystèmes naturels pour éviter la déforestation
- Reboiser les terres agricoles abandonnées, non productives et libérées – y compris les tourbières
- Réduire les pertes et le gaspillage de denrées alimentaires
- Adopter des régimes alimentaires plus sains et plus durables
- Éviter que la bioénergie n'entre en concurrence avec les cultures vivrières
- Limiter le recours au brûlage dans le secteur agricole

Intégrer une mesure supplémentaire pour le secteur agricole dans une cible d'émissions

Il est possible d'intégrer une mesure supplémentaire pour le secteur agricole dans une cible de réduction des émissions à l'échelle de l'économie ou de la présenter sous la forme d'une cible sectorielle distincte. Pour ce qui est de l'atténuation, une cible d'émissions à l'échelle de l'économie offre généralement plus de flexibilité aux pays quant à la manière de réaliser les réductions d'émissions, car elle ne précise pas quelles mesures permettront de concrétiser ces réductions, sauf lorsque des informations supplémentaires sont fournies à ce sujet (Levin et al. 2015). Toutefois, les pays qui disposent actuellement de cibles d'émissions à l'échelle de leur économie pourraient envisager d'intégrer des mesures spécifiques et/ou une cible d'émissions sectorielle à leur CDN améliorée. Cette dernière serait ainsi plus transparente, et ils pourraient rendre des comptes plus facilement, tout en favorisant une diminution ciblée dans le secteur agricole.

Cible d'émissions à l'échelle de l'économie

Deux options sont possibles pour intégrer une mesure propre au secteur de l'agriculture dans une cible d'émissions à l'échelle de l'économie :

- renforcer une cible d'émissions à l'échelle de l'économie existante en y ajoutant une mesure d'atténuation dans le secteur agricole ; ou
- créer une nouvelle cible d'émissions à l'échelle de l'économie qui comprend une mesure d'atténuation ambitieuse dans le secteur agricole.

Dans les deux cas, la CDN améliorée devrait clairement établir que le secteur agricole est intégré dans la cible d'émissions à l'échelle de l'économie.

Cible sectorielle

Il est également possible d'inclure des cibles d'émissions sectorielles. Plusieurs options existent :

- renforcer ou créer une cible de réduction des émissions ambitieuse propre à l'agriculture (p. ex. réduction des émissions du secteur agricole)
- renforcer ou créer une cible ambitieuse propre à l'agriculture pour la réduction de certaines émissions (p. ex. réduction des émissions de méthane ou d'oxyde nitreux dans le secteur agricole)

Faciliter la clarté, la transparence et la compréhension

Il est également recommandé de préciser le contexte et de fournir des informations supplémentaires pour faciliter la clarté, la transparence et la compréhension. Cette démarche ne devrait pas imposer une charge supplémentaire aux pays. Cet exercice consiste simplement à documenter les hypothèses et les processus intervenant dans l'amélioration de la CDN. Il s'agit également d'une bonne occasion de décrire clairement comment les politiques et mesures climatiques prévues dans le secteur agricole bénéficieront aux populations les plus vulnérables et aux petits agriculteurs.

6. CONCLUSION

Les CDN améliorées, qui devront idéalement être communiquées à la CCNUCC pour 2020, peuvent contribuer à saisir l'action possible et requise pour transformer le secteur agricole. Comme il a été démontré tout au long de la présente publication, mettre l'accent sur l'agriculture pour relever le niveau d'ambition d'une CDN peut permettre de réduire considérablement les émissions tout en améliorant la résilience. Cette publication présente plusieurs options à la disposition des décideurs politiques pour améliorer leur CDN dans l'intérêt des agriculteurs et de l'environnement, et qui, si les conditions nécessaires sont réunies, aidera les populations rurales – en particulier les populations vulnérables et les femmes – non seulement à survivre, mais à prospérer.

ANNEXE 1 : TOUR D'HORIZON DU SECTEUR AGRICOLE

La présente annexe offre une vue d'ensemble de la vulnérabilité du secteur agricole face aux changements climatiques et de ses émissions de gaz à effet de serre. Elle s'appuie sur des études récentes, en particulier le rapport spécial du GIEC sur *le changement climatique et les terres émergées* (GIEC 2019), qui compile les preuves les plus récentes de la vulnérabilité des terres et des systèmes alimentaires face aux changements climatiques, et souligne la nécessité impérieuse de prendre des mesures d'atténuation dans ces secteurs.

Les effets des changements climatiques sur l'agriculture et la sécurité alimentaire

Selon le GIEC (2019), les changements climatiques observés comportent déjà des risques pour l'agriculture. La température du globe en surface a été de 1,4 °C plus élevée entre 1999 et 2018 qu'entre 1881 et 1900. Les phénomènes liés à la chaleur et les épisodes de fortes précipitations sont plus fréquents dans la plupart des régions du monde, et la fréquence et l'intensité des sécheresses se sont renforcées dans certaines régions, notamment en Afrique, en Asie du Nord-Est, en Asie de l'Ouest et dans certaines régions d'Amérique du Sud. Entre 1961 et 2013, la proportion moyenne de zones arides touchées par la sécheresse a augmenté d'un peu plus de 1 % par an (GIEC 2019).

Ces changements climatiques influencent et continueront d'influencer la manière dont les denrées alimentaires sont produites à travers le monde et les régions où elles sont produites (Encadré A-1). Les systèmes d'élevage pastoral sont confrontés à une baisse de la productivité, à la détérioration de la santé des animaux, et à un accès plus limité à l'eau et aux aliments pour animaux (GIEC 2019). Le rendement des cultures de maïs et de blé est en baisse dans de nombreuses régions de basses latitudes (GIEC 2019). Selon une analyse contrefactuelle, les rendements mondiaux des cultures de maïs, de blé et de soja ont été respectivement de 4 %, 2 % et 5 % moins élevés que si les changements climatiques n'avaient pas eu lieu entre 1981 et 2010 (Iizumi et al. 2018). La sécurité alimentaire a été affectée dans les zones arides d'Afrique et dans des régions de haute montagne d'Asie et d'Amérique du Sud (GIEC 2019).

Pour ce qui est des gaz et des polluants, les polluants climatiques de courte durée de vie (PCCV) tels que le méthane, l'ozone troposphérique et le carbone noir nuisent à la production agricole de par leurs effets directs sur les cultures et leurs effets indirects sur le climat. Une concentration plus élevée de dioxyde de carbone (CO₂) pourrait réduire la teneur des cultures en protéine (Myers et al. 2014) et en d'autres micronutriments tels que le zinc, le magnésium ou le fer (Erbs et al. 2010 ; Fernando et al. 2012 ; Högy et al. 2009).

Ces conséquences sont vouées à s'aggraver à mesure que les températures continueront de grimper. Le GIEC (2019) a indiqué que les effets sur la production des cultures varieront d'une région à l'autre, les effets les plus dévastateurs étant prévus dans les régions tropicales et subtropicales. À l'échelle mondiale, le rendement des cultures de blé, de maïs et de riz pourrait baisser de 10 à 25 % pour chaque degré de hausse de la température moyenne à la surface du globe (Deutsch et al. 2018). Les effets sur la productivité de l'élevage devraient être négatifs dans l'ensemble, avec des différences selon les régions : une augmentation de la productivité est attendue aux États-Unis et au Canada, et des baisses importantes sont prévues en Afrique de l'Ouest subsaharienne et en Australie (GIEC 2019). Des baisses de la productivité des cultures et de l'élevage sont prévues dans les zones arides, qui recouvrent plus de 40 % de la surface de la planète.

Les changements climatiques affectent toutes les dimensions de la sécurité alimentaire : disponibilité alimentaire, accès à la nourriture, utilisation des aliments et stabilité de l'approvisionnement alimentaire (FAO 2016c). Les risques d'instabilité alimentaire, de sécheresse et de stress hydrique, entre autres, devraient s'aggraver dans le cas d'un réchauffement atteignant de 1,5 °C à 2 °C. Des phénomènes climatiques extrêmes plus fréquents pourraient mettre à mal la stabilité de l'approvisionnement alimentaire mondial. La hausse des prix de l'alimentation due aux changements climatiques pourrait accroître le risque d'insécurité alimentaire et de famine. À titre d'exemple, selon les projections d'un scénario de modélisation, le prix des céréales enregistrera une augmentation médiane de 8 % en 2050 en raison des changements climatiques.

Ces derniers pourraient également exacerber les conflits pour l'utilisation des terres tandis que la biomasse est utilisée à des fins d'atténuation. Si rien n'est fait pour limiter la hausse mondiale des températures à 1,5 °C, les changements climatiques pourraient exposer des millions de personnes supplémentaires à un risque de famine et entraver les efforts déployés pour éradiquer la pauvreté. Ces menaces pour la sécurité alimentaire mondiale s'accroissent alors que la demande alimentaire continue d'augmenter et que la faim et la malnutrition persistent (Carter *et al.* 2018). Après avoir diminué pendant dix ans, le nombre de personnes souffrant de la faim a recommencé à augmenter ces trois dernières années pour atteindre plus de 820 millions de personnes (FAO, FIDA, UNICEF, PAM et OMS 2019). D'ici 2050, les changements climatiques pourraient exposer des centaines de millions de personnes supplémentaires au risque de famine (GIEC 2019). Les petites exploitations, les éleveurs, les femmes et les pauvres font partie des populations particulièrement vulnérables, comme expliqué dans le corps du texte.

Émissions de l'agriculture

L'agriculture constitue la deuxième plus grande source d'émissions de gaz à effet de serre dans le monde, bien qu'il existe plusieurs méthodes de calcul très différentes pour les émissions agricoles. Les émissions de GES provenant directement de la production agricole contribuent à environ 13 % des émissions mondiales et, si l'on y ajoute le changement d'affectation des terres, l'agriculture et le secteur des terres atteignent 23 % de l'ensemble des émissions mondiales (GIEC 2019). Les sols séquestrent près de 11 Gt de CO₂ par an, mais les changements climatiques, la déforestation et la dégradation des sols pourraient réduire ce puits de carbone à l'avenir (GIEC 2019).

La plupart des émissions de GES provenant directement de la production agricole sont des émissions de méthane ou d'oxyde nitreux. L'oxyde nitreux est un puissant gaz à effet de serre principalement issu de l'utilisation excessive d'engrais, en particulier sur des terres agricoles brûlées, où la perte de fertilité due au brûlage exige d'utiliser plus d'engrais. L'agriculture, la foresterie et les autres utilisations des terres ont été responsables de 44 % des émissions mondiales de méthane et de 82 % des émissions d'oxyde nitreux entre 2007 et 2016 (GIEC 2019). Le

méthane rejeté par le bétail (fermentation entérique) constitue la plus grande source d'émissions, suivie de la consommation d'énergie, du méthane rejeté lors de la culture du riz et de l'oxyde nitreux issu de l'utilisation d'engrais (Searchinger *et al.* 2019). Le fumier épandu sur certains pâturages et la gestion du fumier dans l'élevage industriel représentent d'autres sources importantes d'émissions de méthane. Le secteur agricole est aussi responsable d'environ 40 % des émissions mondiales de carbone noir (CCAC 2019), ces émissions provenant principalement du brûlage à ciel ouvert de déchets agricoles.

L'agriculture contribue également aux émissions générées par le changement d'affectation des terres, étant donné que des forêts et d'autres terres sont déboisées à des fins agricoles – près de 500 millions d'hectares de forêts et de savanes boisées ont été déboisées à des fins agricoles entre 1962 et 2010 (Searchinger *et al.* 2019). Dans la plupart des cas, le brûlage est la technique utilisée pour défricher. En outre, le recours fréquent au feu, en particulier dans les conditions plus chaudes et plus sèches d'un climat qui évolue, peut donner lieu à des explosions d'émissions dues aux incendies incontrôlés et au déboisement, comme en témoignent les feux de forêt survenus en Amazonie à l'été 2019, dont la plupart se sont propagés à partir de terres qui étaient déjà défrichées et utilisées à des fins agricoles entre 1962 et 2010. Searchinger *et al.* (2019) ont estimé que les émissions issues du changement d'affectation des terres avaient atteint environ 5 GtCO₂eq ces dernières années, soit environ 10 % des émissions mondiales.

En outre, les émissions agricoles varient d'une région et d'un type de producteur à l'autre. Par exemple, la plupart des émissions issues de la production de viande et de produits laitiers proviennent de quelques pays, en particulier situés dans les grandes régions d'exportation, à savoir les États-Unis et le Canada, l'Union européenne, le Brésil et l'Argentine, et l'Australie et la Nouvelle-Zélande. Ces régions représentent 43 % des émissions mondiales issues de la production de viande et de produits laitiers, et la plupart des plus grands producteurs de viande et de produits laitiers y sont installés (GRAIN et IATP 2018). La production intensive de riz à petite échelle, que l'on retrouve principalement en Asie du Sud-Est, représente quant à elle une source considérable d'émissions agricoles dans l'ensemble, malgré un faible taux d'émissions par habitant, car les sols inondés favorisent la production de méthane (CGIAR 2019).

Les émissions agricoles sont en hausse et continueront probablement d'augmenter. Les émissions de GES générées par la production agricole ont augmenté de 15 % entre 1990 et 2014 (Figure A-2), principalement en raison de la hausse de la demande mondiale de viande et d'autres produits d'origine animale. Alors que les pays s'urbanisent et que les citoyens s'enrichissent, les populations ont tendance à accroître leur consommation d'aliments d'origine animale. Les produits d'origine animale apportent des nutriments essentiels aux populations pauvres, mais la hausse mondiale de la consommation de viande et de produits laitiers n'est, en grande partie, pas nécessaire – la moitié de la population mondiale consomme bien plus de protéines que ce dont elle a besoin (Searchinger *et al.* 2019). Les émissions de méthane continueront d'augmenter, sachant que, d'après les projections, la demande d'aliments d'origine animale augmentera de 70 % entre 2010 et 2050 (Searchinger *et al.* 2019). L'utilisation accrue d'engrais de synthèse contribue également à la hausse des émissions, en particulier dans les pays à revenu intermédiaire et supérieur. Selon les estimations du GIEC, les émissions d'oxyde nitreux générées par l'utilisation d'engrais ont été multipliées par neuf entre 1961 et 2010 et elles constitueront bientôt la deuxième plus grande source d'émissions sur les exploitations agricoles, derrière les émissions de méthane de la fermentation entérique (Smith *et al.* 2014).

D'après les projections réalisées dans le cadre de récents travaux du WRI, de la Banque mondiale, du PNUE et du PNUD, les émissions de la production agricole pourraient atteindre 8 GtCO₂ éq par an en 2030 et 9 GtCO₂ éq en 2050, même si les gains de productivité continuent de progresser selon les taux observés jusqu'à présent (Searchinger *et al.* 2019). Si l'on tient compte des émissions liées au changement d'affectation des terres, les émissions totales du secteur devraient atteindre 15 GtCO₂ éq par an d'ici 2050, ce qui équivaut à une hausse de 25 % par rapport aux niveaux de 2010¹⁰. Des émissions d'une telle magnitude représenteraient 70 % du « budget carbone » allouable en 2050 si l'on veut maintenir la hausse mondiale des températures sous la barre des 2 °C. Les émissions du secteur devront être réduites de 4 Gt par an pour que le réchauffement ne dépasse pas 2 °C, soit une diminution de 67 % par rapport aux niveaux de 2010, et l'absorption du carbone au travers du reboisement devra compenser les émissions actuelles de la production agricole pour que le réchauffement ne dépasse pas 1,5 °C. En somme, le monde ne pourra pas atteindre les objectifs climatiques de l'Accord sans réduire les émissions générées par l'agriculture et le changement d'affectation des terres.

NOTES DE FIN

1. Dans ce cas-ci, l'adjectif « dirigées » dénote l'analyse réfléchie et l'examen des possibilités par de multiples parties prenantes en vue de faire progresser l'action pour le climat dans le secteur agricole au niveau national, notamment pour ce qui est de la faisabilité de la mise en œuvre, dont les résultats peuvent être inclus dans une CDN améliorée.
2. Voir Searchinger *et al.* (2019) pour une liste complète des mesures d'atténuation dans le secteur de l'alimentation et de l'agriculture, avec notamment d'autres mesures telles que l'amélioration de la pêche et de l'aquaculture et la double culture. Voir Bapna *et al.* (2019) pour une synthèse des principales options d'adaptation dans le secteur agricole.
3. En outre, la valeur des cultures commerciales a tendance à être disproportionnellement captée par les propriétaires fonciers, les négociants et les détaillants plus riches, et la conversion des terres des populations forestières et des petits agriculteurs au profit d'une production à grande échelle de produits de base est associée à une part disproportionnée d'émissions, ainsi qu'à des litiges sur les droits fonciers et les droits de l'homme (p. ex. Willoughby et Gore 2018).
4. Les incidences les plus graves pourraient être observées à proximité de l'équateur, où le rendement des récoltes est déjà relativement faible, principalement en raison de la faible utilisation d'engrais inorganiques (Mueller *et al.* 2012 ; van Ittersum *et al.* 2016).
5. Par exemple, les chaînes de valeur du cacao et du riz sont désormais dominées par des entreprises d'usinage et de transformation. Voir Jennings *et al.* (2018) et Oxfam (2018).
6. Les mesures portent principalement sur des options d'atténuation fondées sur la gestion des terres. Les produits de la mer et la pisciculture ne sont pas couverts dans la présente publication. Voir Searchinger *et al.* (2019) pour de plus amples informations.
7. Pour plus de détails, voir la page « Transformative Adaptation » ici : <https://www.wri.org/our-work/project/transformative-adaptation>.
8. Une option prometteuse, à savoir un composé appelé 3-nitrooxypropanol (3-NOP), permet de réduire les émissions de méthane de 30 % et pourrait augmenter les taux de croissance des animaux (Hristov *et al.* 2015 ; Romero-Perez *et al.* 2015). Toutefois, cette solution nécessitant de nourrir quotidiennement les animaux, elle est pour l'instant inapplicable pour la plupart des pâturages.
9. Pour ce qui est du fumier laissé dans les pâturages, de récentes avancées pourraient permettre de réduire encore les émissions. En Nouvelle-Zélande, des chercheurs ont appliqué des inhibiteurs chimiques de nitrification sur des pâturages et ont fait ingérer des inhibiteurs (à plus petite échelle) à des vaches (Doole et Paragahawewa 2011). En Amérique latine, des études ont révélé que l'inhibition biologique de la nitrification était possible ; il s'est avéré que le fumier entreposé sur une variété de brachiarias ne générât presque pas d'émissions d'oxyde nitreux (Byrnes *et al.* 2017), ce qui laisse entrevoir la possibilité d'intégrer cette caractéristique à d'autres herbes de pâture.
10. GIEC 2018, p. 484 (version complète du rapport uniquement disponible en anglais). « La production à grande échelle de bioénergie pourrait modifier la structure des marchés agricoles mondiaux d'une manière qui pourrait potentiellement être défavorable aux petits producteurs alimentaires. »
11. Comme observé dans Searchinger *et al.* (2019) : « Si la bioénergie crée tellement de concurrence potentielle avec les cultures vivrières et le stockage de carbone, c'est parce que la bioénergie ne convertit qu'une fraction de 1 % de l'énergie du soleil en énergie utilisable. Les cultures vivrières et énergétiques exigent également des terres productives bien irriguées. [...] Le brûlage (et le raffinage) de biomasse émet également plus de carbone par unité d'énergie générée que la combustion de carburants fossiles. »
12. Voir Searchinger *et al.* (2019) pour une description complète de ce scénario de « maintien du statu quo », dans lequel la population mondiale croît pour atteindre 9,8 milliards d'habitants, l'évolution des régimes alimentaires entraîne une augmentation de la consommation d'aliments d'origine animale, le taux mondiale de pertes et de gaspillage alimentaires et la part mondiale des biocarburants dans les carburants des transports sont maintenus aux niveaux de 2010, et la productivité des cultures et de l'élevage croît plus ou moins au même rythme qu'au cours de la période entre 1962 et 2006.

RÉFÉRENCES

- Ashley, L., R. Carter, T. Ferdinand et R. Choularton. À paraître. « Applying Climate Information Services (CIS) to Transformative Adaptation in Agriculture. » Document de travail. Washington DC : Institut des ressources mondiales (WRI).
- Aune, J.B. et A. Bationo. 2008. « Agricultural Intensification in the Sahel: The Ladder Approach. » *Agricultural Systems* 98 (2) : 119–25.
- Bairagi, S., H. Bhandari, S. Kumar Das et S. Mohanty. 2018. « Impact of Submergence—Tolerant Rice Varieties on Smallholders' Income and Expenditure: Farm-Level Evidence from Bangladesh. » Publication présentée à l'occasion de la réunion annuelle de l'Agricultural & Applied Economics Association, Washington DC.
- Banque mondiale. 2019. (Base de données.) « Emploi dans l'agriculture (% du total des emplois) » <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SL.AGR.EMPL.ZS>. Page consultée le 16 novembre 2019.
- Bapna, M., B. Carter, C. Chan, A. Patwardhan et B. Dickson. 2019. *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Washington DC : Global Commission on Adaptation. https://cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf.
- Bellona et Yabloko. 2010. Conclusions de la Commission publique dans le cadre de l'enquête sur les causes et conséquences des incendies survenus en milieu naturel en Russie en 2010. http://www.yabloko.ru/mneniya_i_publicatsii/2010/09/14.
- Bhuvaneshwari, S., H. Hettiarachchi et J. Meegoda. 2019. « Crop Residue Burning in India: Policy Challenges and Potential Solutions. » *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (5) : 832.
- Biancalani, R. et A. Avagyan. 2014. *Towards Climate-Responsible Peatlands Management: Mitigation of Climate Change in Agriculture*. Collection 9. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
- Borras, S. Jr., R. Hall, I. Scoones, B. White et W. Wolford. « Towards a Better Understanding of Global Land Grabbing: An Editorial Introduction. » *Journal of Peasant Studies*. 38 (2) : 209–16. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.559005>.
- Byrnes, R., J. Núñez, L. Arenas, I. Rao, C. Trujillo, C. Alvarez, J. Arango, F. Rasche et N. Chirinda. 2017. « Biological Nitrification Inhibition by *Brachiaria* Grasses Mitigates Soil Nitrous Oxide Emissions from Bovine Urine Patches. » *Soil Biology and Biochemistry* 107 (avril) : 156–63.
- Carter, R., T. Ferdinand et C. Chan. 2018. *Transforming Agriculture for Climate Resilience: A Framework for Systemic Change*. Washington DC : WRI. https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/transforming-agriculture-climate-resilience-framework-systemic-change_0.pdf.
- CCAC (Coalition pour le climat et la qualité de l'air). 2019. « Addressing Black Carbon and Methane Emissions from the Agriculture Sector. » CCAC. <https://www.ccacoalition.org/fr/node/76>.
- CCAFS (Programme de recherche sur les changements climatiques, l'agriculture et la sécurité alimentaire). 2019. « Climate Services and Safety Nets. » CCAFS. <https://ccafs.cgiar.org/themes/climate-services-farmers>.
- CGIAR (anciennement le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale). 2016. (Blog.) « New Technologies Make Cassava Processing More Efficient and Sustainable. » <https://www.rtb.cgiar.org/news/new-technologies-make-cassava-processing-more-efficient-and-sustainable/>
- CGIAR. 2019. (Blog.) « Quantifying Smallholder GHG Emissions & SAMPLES. » <https://ccafs.cgiar.org/es/quantifying-smallholder-ghg-emissions-samples#XdC-qIdKjIU>.
- Climate Watch. 2019a. (Base de données). *Historical GHG Emissions*. WRI. <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>. Page consultée le 6 novembre 2019.
- Climate Watch. 2019b. (Base de données). *Agriculture: Countries' Actions in their NDCs*. WRI. <https://www.climatewatchdata.org/sectors/agriculture#countries-actions-in-their-ndcs>. Page consultée le 6 novembre 2019.
- Convention sur la diversité biologique. 2018. Draft Guidelines for Ecosystem-Based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction. <https://www.cbd.int/sbstta/sbstta-22-sbi-2/EbA-Eco-DRR-Guidelines-en.pdf>.
- Critchley, W. et J. Gowing, eds. 2012. *Water Harvesting in Sub-Saharan Africa*. Abingdon-on-Thames, Royaume-Uni : Routledge.
- CSA (Comité de la sécurité alimentaire mondiale). 2016. (Blog.) « Why Are Women So Important to Agriculture? » 18 octobre. <http://www.fao.org/cfs/home/blog/blog-articles/article/en/c/447783/>.
- Dar, M. H., A. de Janvry, K. Emerick, D. Raitzer et E. Sadoulet. 2013. « Flood-Tolerant Rice Reduces Yield Variability and Raises Expected Yield, Differentially Benefitting Socially Disadvantaged Groups. » *Scientific Reports* 3:3315.
- Deutsch, C.A., J.J. Tewksbury, M. Tigchelaar, D.S. Battisti, S.C. Merrill, R.B. Huey et R.L. Naylor. 2018. « Increase in Crop Losses to Insect Pests in a Warming Climate. » *Science* 80 (361) : 916–19.
- Dinesh, D., B. Campbell, O. Bonilla-Findji, M. Richards, eds. 2017. *10 Best Bet Innovations for Adaptation in Agriculture: A Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines*. Document de travail n° 215 du CCAFS. Wageningen, Pays-Bas : Programme de recherche sur les changements climatiques, l'agriculture et la sécurité alimentaire du CGIAR. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89192/CCAFSWP215.pdf>.
- Doole, G. J. et U.H. Paragahawewa. 2011. « Profitability of Nitrification Inhibitors for Abatement of Nitrate Leaching on a Representative Dairy Farm in the Waikato Region of New Zealand. » *Water* 3 (4) : 1031–49.
- Emberson, L., H. Pleijel, E. Ainsworth, M. van den Berg, W. Ren, S. Osborne, G. Mills, D. Pandey, F. Dentener, P. Büker, F. Ewert, R. Koeble et R. Van Dingenen. 2018. « Ozone Effects On Crops and Consideration in Crop Models. » *European Journal of Agronomy* 100 : 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.06.002>.

Erbs, M., R. Manderscheid, G. Jansen, S. Seddig, A. Pacholski et H.-J. Weigel. 2010. « Effects of Free-Air CO₂ Enrichment and Nitrogen Supply on Grain Quality Parameters and Elemental Composition of Wheat and Barley Grown in a Crop Rotation. » *Agriculture, Ecosystems & Environment* 136 (1-2) : 59–68.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2011a. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : le rôle des femmes dans l'agriculture*. Rome : FAO.

FAO, FIDA, UNICEF, PAM et OMS (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Fonds international de développement agricole, Programme alimentaire mondial et Organisation mondiale de la santé). 2017. *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde : renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire*. Rome : FAO.

FAO, FIDA, UNICEF, PAM et OMS. 2019. *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde : se prémunir contre les ralentissements et les fléchissements économiques*. Rome : FAO.

FAO. 2011b. *L'état des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde : gérer les systèmes en danger*. Rome et Earthscan, Londres : FAO.

FAO. 2013. *Statistical Yearbook of the Food and Agriculture Organization*. Rome : FAO. <http://www.fao.org/3/i3107e/i3107e01.pdf>.

FAO. 2014. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*. Rome : FAO.

FAO. 2015. *Food Wastage Footprint & Climate Change*. Rome : FAO.

FAO. 2016a. *The Agriculture Sectors in the Intended Nationally Determined Contributions: Analysis*, par R. Strohmaier, J. Rioux, A. Seggel, A. Meybeck, M. Bernoux, M. Salvatore, J. Miranda et A. Agostini. Environment and Natural Resources Management Working Paper N° 62. Rome : FAO. <http://www.fao.org/3/a-i5687e.pdf>.

FAO. 2016b. *Les secteurs agricoles dans les contributions déterminées au niveau national (CDN/NDG) : les domaines prioritaires pour un appui international*. Rome : FAO. <http://www.fao.org/3/a-i6400f.pdf>.

FAO. 2016c. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire*. Rome : FAO. <http://www.fao.org/3/a-i6030f.pdf>.

FAO. 2018. *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde*. Rome : FAO.

FAO. 2019. « Understanding Extension. » <http://www.fao.org/3/t0060e/t0060e03.htm>.

FAOSTAT. s.d. « Food and Agriculture Data. » <http://www.fao.org/faostat/fr/#home>. Page consultée le 18 novembre 2019.

Fernando, N., J. Panozzo, M. Tausz, R. Norton, G. Fitzgerald et S. Seneweera. 2012. « Rising Atmospheric CO₂ Concentration Affects Mineral Nutrient and Protein Concentration of Wheat Grain. » *Food Chemistry* 133 (4) : 1307–11.

Fischer, T. D., D. Byerlee et G. Edmeades. 2014. « Crop Yields and Global Food Security: Will Yield Increases Continue to Feed the World? » *ACIAR Monograph* 58. Canberra : Australian Center for International Agricultural Research.

Fransen, T., E. Northrop, K. Mogelgaard et K. Levin. 2017. *Enhancing NDCs by 2020: Achieving the Goals of the Paris Agreement*. Washington DC : WRI. http://www.wri.org/sites/default/files/WRI17_NDC.pdf.

Fransen, T., I. Sato, K. Levin, D. Waskow, D. Rich, S. Ndoko et J. Teng. 2019. *Améliorer les CDN : un guide pour le renforcement des plans nationaux pour le climat d'ici 2020*. Washington DC : WRI. <https://www.wri.org/publication/enhancing-ndcs>.

Fraser, A. 2009. *Harnessing Agriculture for Development*. Nairobi : Oxfam International. https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/bp-harnessing-agriculture-250909_9.pdf.

Gibbs, H. K., J. Munger, J. L'Roe, P. Barreto, R. Pereira, M. Christie, T. Amaral et N.F. Walker. 2016. « Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon? » *Conservation Letters* 9 (1) : 32–42.

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2006. *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre : Volume 4, Agriculture, foresterie et autres affectations des terres*. Genève : GIEC.

GIEC. 2018. « Résumé à l'intention des décideurs. » In *Réchauffement planétaire de 1,5 °C. Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté*. Genève, Suisse : Organisation météorologique mondiale (OMM). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf.

GIEC. 2019. « Résumé à l'intention des décideurs. » In *Changement climatique et terres émergées*. Genève, Suisse : OMM. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_fr.pdf.

GRAIN and IATP (GRAIN and Institute for Agriculture & Trade Policy). 2018. *Emissions Impossible: How Big Meat and Dairy Are Heating Up the Planet*. <https://www.iatp.org/sites/default/files/2018-08/Emissions%20impossible%20EN%2012.pdf>.

Haines, A., M. Amann, N. Borgford-Parnell, S. Leonard, J. Kuylenstierna et D. Shindell. 2017. « Short-Lived Climate Pollutant Mitigation and the Sustainable Development Goals. » *Nature Climate Change* 7 (2017), 863–69.

Hallegatte, Stéphane, Mook Bangalore, Laura Bonzanigo, Marianne Fay, Tamaro Kane, Ulf Narloch, Julie Rozenberg, David Treguer et Adrien Vogt-Schilb. 2016. *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*. Climate Change and Development Series. Washington, DC : World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/22787/9781464806735.pdf>.

Hassane, A., P. Martin et C. Reij. 2000. *Water Harvesting, Land Rehabilitation and Household Food Security in Niger: IFAD's Soil and Water Conservation Project in Illela District*. Rome et Amsterdam : Fonds international de développement agricole (FIDA) et Vrije Universiteit.

Hayasaka, H., I. Noguchi, E. Putra, N. Yulianti et K. Vadrevu. 2014. « Peat-Fire-Related Air Pollution in Central Kalimantan. » *Indonesia Environmental Pollution* 195 : 257–66.

HCDH et ONU Femmes (Haut-Commissariat des Nations Unies aux droits de l'homme et Entité des Nations Unies pour l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes). 2013. *Realizing Women's Rights to Land and Other Productive Resources*. New York et Genève : Organisation des Nations Unies. <https://www.ohchr.org/Documents/Publications/RealizingWomensRightstoLand.pdf>.

Herrero, M., P. Havlik, H. Valin, A. Notenbaert, M.C. Rufino, P.K. Thornton, M. Blummel et al. 2013. « Biomass Use, Production, Feed Efficiencies, and Greenhouse Gas Emissions from Global Livestock Systems. » *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110 (52) : 20888–93.

Högy, P., H. Wieser, P. Köhler, K. Schwadorf, J. Breuer, J. Franzaring, R. Muntifering et A. Fangmeier. 2009. « Effects of Elevated CO₂ on Grain Yield and Quality of Wheat: Results from a 3-Year Free-Air CO₂ Enrichment Experiment. » *Plant Biology* 11 (1) : 60–69.

Hottle, R. et T. Damassa. 2018. « Lutter contre la pauvreté et le changement climatique : Comment la réduction des polluants climatiques de courte durée de vie peut favoriser un développement durable et favorable aux pauvres. » Documents d'information sur les recherches. Oxfam. <https://www.oxfamamerica.org/explore/research-publications/mitigating-poverty-and-climate-change/>.

Hristov, A.N., J. Oh, F. Giallongo, T.W. Frederick, M.T. Harper, H.L. Weeks, A.F. Branco et al. 2015. « An Inhibitor Persistently Decreased Enteric Methane Emissions from Dairy Cows with No Negative Effect on Milk Production. » *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (34) : 10663–68.

ICCI (International Cryosphere Climate Initiative). 2019. « Open Burning. » <http://iccinet.org/open-burning/>.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2019. « Agricultural Extension. » <http://www.ifpri.org/topic/agricultural-extension>.

Iizumi, T., H. Shiogama, Y. Imada, N. Hanasaki, T. Hakikawa et M. Nishimori. 2018. « Crop Production Losses Associated with Anthropogenic Climate Change for 1981–2010 Compared with Preindustrial Levels. » *International Journal of Climatology* 38 (14) : 5405–17. <https://doi.org/10.1002/joc.5818>.

Itoh, M., S. Sudo, S. Mori, H. Saito, T. Yoshida, Y. Shiratori, S. Suga I 2011. « Mitigation of Methane Emissions from Paddy Fields by Prolonging Midseason Drainage. » *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141 (3–4) : 359–72.

Jackson, R. 2015. « A Credible Commitment: Reducing Deforestation in the Brazilian Amazon, 2003–2012. » Case Study for Innovations for Successful Societies. Princeton, NJ : Princeton University.

Jennings, S., E. Sahan et A. Maitland. 2018. *Fair Value: Case Studies of Business Structures for a More Equitable Distribution of Value in Food Supply Chains*. Oxfam. <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/620452/dp-fair-value-food-supply-chains-110418-en.pdf>.

Jiang, Y., K.J. van Groenigen, S. Huang, B.A. Hungate, C. van Kessel, S. Hu, J. Zhang et al. 2017. « Higher Yields and Lower Methane Emissions with New Rice Cultivars. » *Global Change Biology* 23 (11) : 4728–38.

Joshi, E., D. Kumar, V. Lal, V. Nepalia, P. Gautam et A.K. Vyas. 2013. « Management of Direct Seeded Rice for Enhanced Resource-Use Efficiency. » *Plant Knowledge Journal* 2 (3) : 119.

Kirkby, C.A., A.E. Richardson, L.J. Wade, J.W. Passioura, G.D. Batten, C. Blanchard et J.A. Kirkegaard. 2014. « Nutrient Availability Limits Carbon Sequestration in Arable Soils. » *Soil Biology & Biochemistry* 68 : 402.

Laganière, J., D. Paré, E. Thiffault, and P. Bernier. 2015. « Range and Uncertainties in Estimating Delays in Greenhouse Gas Mitigation Potential of Forest Bioenergy Sourced from Canadian Forests. » *Global Change Biology : Bioenergy* 9 (2) : 358–69.

Lammerts van Bueren, E., P. Struik, N. van Eekeren et E. Nuijten. 2018. « Towards Resilience through Systems-Based Plant Breeding: A Review. » U.S. National Library of Medicine, National Institutes of Health. *Agronomy for Sustainable Development* 38 (5) : 42.

Lassaletta, L., G. Billen, B. Grizzetti, J. Anglade et J. Garnier. 2014. « 50 Year Trends in Nitrogen Use Efficiency of World Cropping Systems: The Relationship between Yield and Nitrogen Input to Cropland. » *Environmental Research Letters* 9 : 105011.

Levin, K., D. Rich, D. Tirpak, H. McGray, D. Waskow, Y. Bonduki, M. Comstock, I. Noble et K. Mogelgaard. 2015. *Conception et préparation des contributions prévues déterminées au niveau national (Intended Nationally Determined Contributions, INDC)*. Washington DC : WRI.

Lipinski, B., C. Hanson, J. Lomax, L. Kitinoja, R. Waite et T. Searchinger. 2013. « Reducing Food Loss and Waste. » Document de travail, deuxième partie du rapport Creating a Sustainable Food Future. Washington DC : WRI.

Lowder, S. K., J. Skoet et T. Raney. 2016. « The Number, Size, and Distribution of Farms, Smallholder Farms, and Family Farms Worldwide. » *World Development* 87 (novembre) : 16–29. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X15002703>.

Lowder, S.K., J. Skoet, and S. Singh. 2014. « What Do We Really Know about the Number and Distribution of Farms and Family Farms Worldwide? » Document de travail n° 14-02. Document de référence pour *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2014*. Rome : FAO.

Malley, C., E. Lefèvre, J. Kuylenstierna, N. Borgford-Parnell, H. Vallack et D. Benefor. 2019. *Opportunities for Increasing Ambition of Nationally Determined Contributions through Integrated Air Pollution and Climate Change Planning: A Practical Guidance Document*. Paris : CCAC. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/opportunities-increasing-ambition-nationally-determined-contributions-through-integrated>.

Mazvimavi, K., S. Twomlow, P. Belder et L. Hove. 2008. « An Assessment of the Sustainable Adoption of Conservation Farming in Zimbabwe. » Global Theme on Agro Ecosystems Report 39. Bulawayo, Zimbabwe : Institut international de recherches sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT).

MEA (Évaluation des écosystèmes pour le millénaire). 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: General Synthesis*. Un rapport de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire. Washington DC : Island Press.

Mekdaschi Studer, R. et H. Liniger. 2013. *La collecte de l'eau - Directives pour de bonnes pratiques*. Bern, Amsterdam, Wageningen et Rome : CDE, Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), MetaMeta et FIDA.

Mekonnen, M. et A. Hoekstra. 2012. « A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. » *Ecosystems* 15 : 401-15.

Meyfroidt, P., K. Carlson, M. Fagan, V. Gutiérrez-Vélez, M. Macedo, L. Curran, R. DeFries, G. Dyer, H. Gibbs et E. Lambin. 2014. « Multiple Pathways of Commodity Crop Expansion in Tropical Forest Landscapes. » *Environmental Research Letters* 9 (7). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/7/074012/meta>.

Molden, D. 2007. *Water for Food Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. Londres et Colombo : Earthscan, Institut international de gestion des ressources en eau.

Molle, F., P. Wester, P. Hirsch, J. R. Jensen, H. Murray-Rust, V. Paranjpye, S. Pollard et P. Van Der Zaag. 2007. « River Basin Development and Management. » In *Water for Food Water for Life*. Londres et Colombo : Earthscan, Institut international de gestion des ressources en eau : 585-625. <https://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Water%20for%20Food%20Water%20for%20Life/Chapters/Chapter%2016%20River%20Basins.pdf>.

Mueller, N. D., J.S. Gerber, M. Johnston, D.K. Ray, N. Ramankutty et J.A. Foley. 2012. « Closing Yield Gaps through Nutrient and Water Management. » *Nature* 490 : 254-57.

Murgueitio, E., Z. Calle, F. Uribe, A. Calle et B. Solorio. 2011. « Native Trees and Shrubs for the Productive Rehabilitation of Tropical Cattle Ranching Lands. » *Forest Ecology and Management* 261 (10) : 1654-63.

OMM (Organisation météorologique mondiale) et Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2011. *Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone: Summary for Decision Makers*. Nairobi: PNUE. <https://www.ccacoalition.org/ar/file/3438/download?token=NeZp-Lsl>.

ONU Femmes. 2019. « L'autonomisation économique : quelques faits et chiffres. » <https://www.unwomen.org/fr/what-we-do/economic-empowerment/facts-and-figures>.

Oxfam. 2018. « A Living Income for Small-Scale Farmer: Tackling Unequal Risks and Market Power. » <https://www.oxfam.org/fr/node/8358>.

Pearl-Martinez, R. 2017. « Financing Women Farmers. » Oxfam Briefing Paper. Oxford : Oxfam. https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/bp-financing-women-farmers-131017-en.pdf.

Pendrill, F., M. Persson, J. Godar, T. Kastner, D. Moran, S. Schmidt et R. Wood. 2019. « Agricultural and Forestry Trade Drives Large Share of Tropical Deforestation Emissions. » *Global Environmental Change* 56 (mai) : 1-10.

Porter, J. R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell et M. I. Travasso. 2014. « Food Security and Food Production Systems. » In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, publié sous la direction de C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D.M., T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S.M., P.R. Mastrandrea et al. Cambridge et New York : Cambridge University Press.

Powlson, D. S., C. Stirling, M. Jat, B. Gerard, C. Palm, P. Sanchez et K. Cassman. 2014. « Limited Potential of No-Till Agriculture for Climate Change Mitigation. » *Nature Climate Change* 4 (8) : 678-83.

Powlson, D. S., C.M. Stirling, C. Thierfelder, R.P. White et M. L. Jat. 2016. « Does Conservation Agriculture Deliver Climate Change Mitigation through Soil Carbon Sequestration in Tropical Agroecosystems? » *Agriculture, Ecosystems & Environment* 220 : 164-74.

Rana, A., S. Sarkar, S. Jia. 2018. « Black Carbon Aerosol in India: A Comprehensive Review of Current Status and Future Prospects. » *Atmospheric Research*. DOI : 10.1016/j.atmosres.2018.12.002.

Ranganathan, J., V. Dennard, R. Waite, P. Dumas, B. Lipinski, T. Searchinger et al. 2016. « Shifting Diets for a Sustainable Food Future. » Document de travail, partie 11 de *Creating a Sustainable Food Future*. Washington DC : WRI. <http://www.worldresourcesreport.org>.

Reardon, T., K.Z. Chen, B. Minten, L. Adriano, T.A. Dao, J. Wang et S.D. Gupta. 2014. « The Quiet Revolution in Asia's Rice Value Chains. » *Annals of the New York Academy of Sciences* 1331 : 106-118.

Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. de Babilio, J.L. Gourdière et R.J. Collier. 2012. « Adaptation to Hot Climate and Strategies to Alleviate Heat Stress in Livestock Production. » *U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health* 6 mai (5) : 707-28. DOI : 10.1017/S175173111002448.

Richards, M. et O. Sander. 2014. *Alternate Wetting and Drying in Irrigated Rice*. Programme de recherche sur les changements climatiques, l'agriculture et la sécurité alimentaire du CGIAR. CGIAR. https://cgispace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/35402/info-note_CCAFS_AWD_final_A4.pdf.

Rockström, J., L. Karlberg, S. Wani, J. Barron, N. Hatibu, T. Oweise, A. Bruggeman, J. Farahani et Z. Qiang. 2010. « Managing Water in Rainfed Agriculture: The Need for a Paradigm Shift. » *Agricultural Water Management* 97 (4) : 543-50. DOI : 10.1016/j.agwat.2009.09.009. https://ac-els-cdn-com.ezproxy.library.tufts.edu/S0378377409002789/1-s2.0-S0378377409002789-main.pdf?_tid=c4086456-08ae-46a9-b9bd-cf45c3e379d3&acdnat=1544476565_c9b2dd0f27b82baa91af72de21b4ee46.

Romero-Perez, A., E.K. Okine, S.M. McGinn, L.L. Guan, M. Oba, S.M. Duval, M. Kindermann et K.A. Beauchemin. 2015. « Sustained Reduction in Methane Production from Long-Term Addition of 3-nitroxypropanol to a Beef Cattle Diet. » *Journal of Animal Science* 93 (4) : 1780-91. DOI : 10.2527/jas.2014-8726.

Ross, K., T. Damassa, E. Northrop, A. Light, D. Waskow, T. Fransen et A. Tankou. 2018. « Strengthening Nationally Determined Contributions to Catalyze Actions That Reduce Short-Lived Climate Pollutants. » Document de travail du WRI. Washington DC : WRI. www.wri.org/publications/reducing-SLCPs.

RRI (Rights and Resources Initiative). 2017. *Power and Potential: A Comparative Analysis of National Laws and Regulations Concerning Women's Rights to Community Forests*. Washington DC : RRI. http://rightsandresources.org/wp-content/uploads/2017/05/Power_and_Potential_Final_EN_May_2017_RRI-1.pdf.

Ruben R., C. Wattel et M. van Asseldonk. 2019. « Rural Finance to Support Climate Change Adaptation: Experiences, Lessons and Policy Perspectives. » In *The Climate-Smart Agriculture Papers*, publié sous la direction de T. Rosenstock, A. Nowak et E. Girvetz. New York : Springer.

Saini, S.S. 2013. « Pumpset Energy Efficiency: Agriculture Demand Side Management Program. » *International Journal of Agriculture and Food Science Technology* 4 (5) : 493–500.

Salman, R., T. Ferdinand, R. Choularton et R. Carter. 2019. *Transformative Adaptation in Livestock Production Systems*. Document de travail du WRI. Washington DC : WRI. www.wri.org/publication/livestock-transformative-adaptation.

Salvatore, M. 2018. « AFOLU MRV and FAO Support to Address the Enhanced Transparency Framework. » Présentation du 28 mars. https://www.transparency-partnership.net/system/files/document/MirellaSalvatoreFAO_MRV_Trasparency.pdf.

Sato, I., P. Langer et F. Stolle. 2019. *Améliorer les CDN : possibilités dans le secteur des forêts et de l'utilisation des terres*. Washington DC : WRI.

Sawadogo, H. 2013. « Effects of Microdosing and Soil and Water Conservation Techniques on Securing Crop Yields in Northwestern Burkina Faso. » Manuscrit non publié.

Searchinger, T., R. Waite, C. Hanson, J. Ranganathan, P. Dumas et E. Matthews. 2018. *Creating a Sustainable Food Future: Synthesis Report*. Washington DC : WRI. https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/creating-sustainable-food-future_2.pdf.

Searchinger, T., R. Waite, C. Hanson, J. Ranganathan, P. Dumas et E. Matthews. 2019. *Creating a Sustainable Food Future: Final Report*. Washington DC : WRI. <https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/wrr-food-full-report.pdf>.

Searchinger, T., T. Beringer et A. Strong. 2017. « Does the World Have Low-Carbon Bioenergy Potential from the Dedicated Use of Land? » *Energy Policy* 110 : 434–46.

Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E.A. Elsiddig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Masera, C. Mbow, N.H. Ravindranath, C.W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling et F. Tubiello. 2014. « Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). » In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Publié sous la direction d'O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel et J.C. Minx. Cambridge, Royaume-Uni et New York : Cambridge University Press.

Stevens, C., R. Winterbottom, J. Springer et K. Reyta. « Securing Rights, Combating Climate Change. » Washington DC : Institut des ressources mondiales. <https://www.wri.org/publication/securing-rights-combating-climate-change>.

Streck C., D. Burns et L. Guimarae. 2012. *Incentives and Benefits for Climate Change Mitigation for Smallholder Farmers*. CCAFS Report no 7. Copenhagen, Danemark : Programme de recherche sur les changements climatiques, l'agriculture et la sécurité alimentaire du CGIAR. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/21114/ccafsreport7-smallholder_farmer_finance.pdf.

Su, J., C. Hu, X. Yan, Y. Jin, Z. Chen, Q. Guan, Y. Wang et al. 2015. « Expression of Barley SUSIBA2 Transcription Factor Yields High-Starch Low-Methane Rice. » *Nature* 523 : 562–606.

Thornton, P. K. et M. Herrero. 2014. *Climate Change Adaptation in Mixed Crop-Livestock Systems in Developing Countries*. CGIAR (anciennement le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale). <https://cgspace.cgiar.org/rest/bitstreams/31334/retrieve>.

Tubiello, F.N., M. Salvatore, S. Rossi, A. Ferrara, N. Fitton et P. Smith. 2013. « The FAOSTAT Database of Greenhouse Gas Emissions from Agriculture. » *Environmental Research Letters* 8. DOI : 10.1088/1748-9326/8/1/015009.

Uphoff, N. et A. Thakur. 2019. « An Agroecological Strategy for Adapting to Climate Change: The System of Rice Intensification (SRI): Combating Climate Change by Adaptation. » In *Sustainable Solutions for Food Security*. Cham : Springer Nature Switzerland, 229–54.

van Groenigen, J. W., C. van Kessel, B.A. Hungate, O. Oenema, D.S. Powlson et K.J. van Groenigen. 2017. « Sequestering Soil Organic Carbon: A Nitrogen Dilemma. » *Environmental Science & Technology* 51 (9) : 4738–39.

van Ittersum, M.K., L.G.J. van Bussel, J. Wolf, P. Grassini, J. van Wart, N. Guilpart, L. Claessens, H. de Groot et al. 2016. « Can Sub-Saharan Africa Feed Itself? » *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113 (52) : 14964–69.

Vanlauwe, B., J. Chianu, K.E. Giller, R. Merckx, U. Mokwunye, P. Pypers, K. Shepherd et al. 2010. « Integrated Soil Fertility Management: Operational Definition and Consequences for Implementation and Dissemination. » Document présenté lors du 19^e World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, tenu à Brisbane, en Australie, du 1^{er} au 6 août.

Vermeulen, S. et E. Wollenberg. 2017. *A Rough Estimate of the Proportion of Global Emissions from Agriculture Due to Smallholders*. Note d'information. Copenhague, Danemark : Programme de recherche sur les changements climatiques, l'agriculture et la sécurité alimentaire du CGIAR. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/80745/CCAFS_INsmallholder_emissions.pdf.

Willett, W., J. Rockström, B. Loken, M. Springmann, T. Lang, S. Vermeulen et al. 2019. « Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems. » *Lancet* 393 (10170) : 447–92. DOI : 10.1016/S0140-6736(18)31788-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30660336>.

Willoughby, R. et T. Gore. 2018. *Derrière le code-barre : des inégalités en chaînes*. Oxford : Oxfam International. https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/cr-ripe-for-change-supermarket-supply-chains-210618-fr.pdf.

Zhang, X., E. Davidson, D. Mauzerall, T. Searchinger, P. Dumas et Y. Shen. 2015. « Managing Nitrogen for Sustainable Development. » *Nature* 528 : 51–59.

REMERCIEMENTS

Le WRI remercie ses partenaires stratégiques institutionnels, qui financent les ressources principales du WRI : le Ministère néerlandais des affaires étrangères, le Ministère royal danois des affaires étrangères et l'Agence suédoise de coopération internationale pour le développement. Les auteurs remercient Patrick Smytze et Aishwarya Ramani d'avoir effectué les recherches préliminaires.

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes pour leur examen du document et leur retour : Natalia Alekseeva (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture [FAO]), Bala Bappa (Gouvernement du Nigéria), Pankaj Bhatia (Institut des ressources mondiales [WRI]), Ketu Chachibai (Programme des Nations Unies pour le développement [PNUD]), Marc Cohen (Oxfam), Krystal Crumpler (FAO), Ed Davey (WRI), Jeroen Dijkman (New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre et Initiative pour l'agriculture de la Coalition pour le climat et la qualité de l'air [CCAC]), Kate Dooley (Université de Melbourne), Natalie Elwell (WRI), Catalina Etcheverry (Initiative pour l'agriculture de la CCAC), Maria Franco Chuaire (WRI), Taryn Fransen (WRI), Tim Gore (Oxfam), Leticia Guimaraes (PNUD), Victoria Hatton (Gouvernement de Nouvelle-Zélande), Kevin Hicks (Institut de Stockholm pour l'environnement), Bruno Hugel (PNUD), Nathaniel Lewis-George (Gouvernement du Canada), Chris Malley (Institut de Stockholm pour l'environnement), Dan McDougall (Secrétariat de la CCAC), Madelon Meijer (Oxfam), James Morris (Secrétariat de la CCAC), James Morrissey (Oxfam), Eric Munoz (Oxfam), Pam Pearson (International Cryosphere Climate Initiative), Leif Pedersen (PNUD), Tonya Rawe (CARE), Rebecca Rewald (Oxfam), Aditi Sen (Oxfam), Kimberly Todd (PNUD), David Waskow (WRI), Emilie Wieben (FAO), et Jessica Zions (WRI).

Bien que nos collègues aient très généreusement consacré du temps et contribué à la présente publication, cette dernière ne reflète que les points de vue de ses auteurs.

Merci à Tim Constien pour son appui administratif, à Mary Paden pour la révision, et à Romain Warnault et Carni Klirs pour la mise en page et le graphisme.

Cette publication a pu être réalisée grâce à un financement de l'Initiative pour l'agriculture de la CCAC. Nous les remercions pour leur soutien.

À PROPOS DES AUTEURS

Katherine Ross est Collaboratrice de niveau II au sein du Programme mondial pour le climat du WRI. Elle concentre ses recherches sur le relèvement du niveau d'ambition dans le cadre de l'Accord de Paris.

Contact: katie.ross@wri.org.

Kristen Hite est Responsable des politiques climatiques chez Oxfam International. Elle est experte des recoupements entre l'utilisation des terres, les changements climatiques et les droits de l'homme.

Contact: kristen.hite@oxfam.org.

Richard Waite est Collaborateur de niveau II au sein du Programme pour l'alimentation du WRI. Il fait partie des auteurs du rapport « *World Resources Report: Creating a Sustainable Food Future* », qui présente des solutions pour nourrir 10 milliards de personnes d'ici 2050.

Contact: richard.waite@wri.org.

Rebecca Carter est Directrice adjointe du Programme pour les pratiques de résilience aux changements climatiques du WRI. Elle concentre ses travaux sur les questions de gouvernance liées à la résilience aux changements climatiques, notamment la transparence, l'équité et l'inclusivité des processus de planification et de mise en œuvre de l'adaptation.

Contact: rebecca.carter@wri.org.

Laurel Pegorsch est Chargée de politique au sein du Programme pour le climat et l'énergie d'Oxfam America. Elle se concentre sur les politiques possibles et le plaidoyer dans la perspective de la réduction des polluants climatiques de courte durée de vie, dont le méthane rejeté par les secteurs de l'agriculture et de l'industrie extractive.

Contact: laurel.pegorsch@oxfam.org.

Thomas Damassa est le Directeur par intérim du Programme pour le climat et l'énergie d'Oxfam America. Il est le co-auteur du rapport intitulé « *Lutter contre la pauvreté et le changement climatique* », qui analyse comment la réduction des polluants climatiques de courte durée de vie pourrait favoriser un développement durable favorable aux pauvres. *ng short-lived climate pollutants can support pro-poor, sustainable development.*

Contact: thomas.damassa@oxfam.org.

Rebecca Gasper est Consultante en politique de l'environnement dans la région de Washington DC. Elle se consacre à l'atténuation des gaz à effet de serre et au déploiement des énergies sobres en carbone. Ses domaines de prédilection sont l'agriculture et les systèmes de gaz naturel.

Contact: rebecca.r.gasper@gmail.com

À PROPOS DU WRI

L'Institut des ressources mondiales (World Resources Institute) est une organisation de recherche mondiale qui transforme de formidables idées en des réalités au confluent de l'environnement, des possibilités économiques et du bien-être humain.

Notre défi

Les ressources naturelles sont le fondement des possibilités économiques et du bien-être humain. Mais aujourd'hui, nous épuisons les ressources de la Terre à un rythme insoutenable, mettant ainsi en danger nos économies et nos vies. Les populations dépendent d'une eau propre, de terres fertiles, de forêts saines et d'un climat stable. Des villes habitables et une énergie propre sont essentielles pour une planète durable. Nous devons relever ces défis mondiaux urgents au cours de cette décennie.

Notre vision

Notre vision est celle d'une planète équitable et prospère mue par une gestion rationnelle des ressources naturelles. Nous aspirons à créer un monde où les actions des gouvernements, des entreprises et des collectivités s'associent pour éradiquer la pauvreté et protéger l'environnement naturel pour tous.

À PROPOS D'OXFAM

Oxfam est une organisation mondiale qui lutte contre l'injustice de la pauvreté. Nous aidons les populations à se construire un avenir meilleur, à demander des comptes à ceux qui détiennent le pouvoir, et à sauver des vies lors des catastrophes. Nous nous sommes donné pour mission de nous attaquer aux causes profondes de la pauvreté et de trouver des solutions durables. Oxfam a contribué au présent rapport afin de partager ses recherches, d'alimenter le débat public et de susciter des retours. Les points de vue qui y sont exprimés sont ceux des auteurs et ils ne reflètent pas nécessairement les positions d'Oxfam.

ABOUT THE NDC ENHANCEMENT SERIES

Le présent document de travail fait partie d'une collection publiée par l'Institut des ressources mondiales, le Programme des Nations Unies pour le développement et des partenaires, dans le but d'aider les fonctionnaires des gouvernements à trouver des pistes pour améliorer leur contribution déterminée au niveau national (CDN) conformément à l'Accord de Paris. De plus amples informations sont disponibles à l'adresse www.wri.org/our-work/project/stepping-2020-ndcs.

