

Préparer les ménages des petites exploitations agricoles à s'adapter au changement climatique

GUIDE DE POCHE N°1 **LA PRATIQUE DE LA VULGARISATION POUR L'ADAPTATION AGRICOLE**

Brent M. Simpson



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Cette publication a été rendue possible grâce au soutien généreux de la population américaine par l'intermédiaire du Bureau d'acquisition et d'assistance l'Agence américaine pour le développement international (USAID), dans le cadre de l'Accord coopératif leader avec associés N° AID-OAA-L-10-00003 avec l'Université de l'Illinois d'Urbana-Champaign pour le projet de modernisation des services de vulgarisation et de conseils (MEAS).

Le projet MEAS a pour objectif de promouvoir et d'aider à la modernisation des services ruraux de vulgarisation et de conseils dans le monde entier grâce à différents produits et services. Un large éventail d'utilisateurs, y compris les décideurs politiques et spécialistes techniques des pays en développement, les praticiens du développement des ONG, d'autres bailleurs de fonds et les consultants et le personnel et les projets de l'USAID, peut bénéficier de ces services.

Équipe éditoriale

Gaye Burpee
Douglas Pachico

Éditeurs techniques

Leslie Johnson
Solveig Bang

Mise en page et conception

Solveig Bang

Traduction

Ilia Rosenthal

Catholic Relief Services est l'agence humanitaire internationale officielle de la communauté catholique aux États-Unis. CRS soulage la souffrance et fournit une assistance aux personnes dans le besoin dans plus de 100 pays, sans considération de race, de religion ou de nationalité. Les actions d'assistance et de développement de CRS sont accomplies à travers des programmes d'intervention d'urgence, de VIH, de santé, d'agriculture, d'éducation, de microfinance et de consolidation de la paix. CRS a fourni un cofinancement pour cette publication.

Catholic Relief Services

228 West Lexington Street
Baltimore, MD 21201-3413 USA
www.crs.org

ISBN-10: 1-614921-39-3

ISBN-13: 978-1-61492-139-4

Télécharger cette publication et les documents associés:

<http://www.crs.org/our-work-overseas/research-publications/pocket-guide-1>

Citation recommandée: Simpson, Brent M. 2016. *Préparer les ménages de petites exploitations agricoles à s'adapter au changement climatique. Guide de poche N°1. La pratique de la vulgarisation pour l'adaptation agricole*. Catholic Relief Services: Baltimore, MD, États-Unis

© 2016 Copyright B. M. Simpson, Catholic Relief Services—Conférence des évêques catholiques des États-Unis et projet MEAS

Ce travail est protégé sous Licence Creative Commons Attribution 3.0 non transposé. Les utilisateurs sont autorisés à :

- Partager — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats
- Adapter — remixer, transformer et créer à partir du matériel

Attribution — Vous devez créditer l'Œuvre à ses auteurs/institutions (sans toutefois suggérer que les auteurs/institutions vous soutiennent ou soutiennent la façon dont vous avez utilisé leur Œuvre).



Préparer les ménages des petites exploitations agricoles à s'adapter au changement climatique

GUIDE DE POCHE N°1
ELA PRATIQUE
DE LA VULGARISATION
POUR L'ADAPTATION
AGRICOLE

Brent M. Simpson

Abréviations

°C	degrés Celsius
CEP	Champs école producteurs
CH ₄	méthane
CO ₂	dioxyde de carbone
CRS	Catholic Relief Services
DAESNU	Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies
°F	degrés Fahrenheit
F-gases	gaz fluorés
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GCRAI	Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IIED	International Institute for Environment and Development
MEAS	Modernizing Extension and Advisory Services (Project)
N ₂ O	Oxyde nitreux
NERICA	New Rice for Africa (groupe cultivar de riz)
ONG	organisation non gouvernementale
NOAA	Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique
ppm	parties par million
SVP	sélection variétale participative
SVP-V	sélection variétale participative - vulgarisation
USAID	Agence américaine pour le développement international
VAAA	Vulgarisation d'agriculteur à agriculteur

Les concepts et suggestions pratiques contenus dans ce guide proviennent de nombreuses sources et sont basés sur l'expérience sur le terrain et la recherche des agriculteurs, des agents de vulgarisation agricole et des scientifiques. Afin que le corps du texte reste simple, une liste de ces sources d'informations et de citations est présentée dans la section Bibliographie à la fin du guide. Des informations et des liens vers des guides et manuels utiles ont aussi été inclus tout au long du guide dans les sections intitulées Ressources additionnelles.

Table des matières

1ère Partie: Introduction.....	1
1.1 Objectif et contenu	1
1.2 Le vocabulaire du changement climatique.....	2
1.3 La capacité d'adaptation avec de nouvelles informations et des pratiques anciennes.....	6
1.4 Pourquoi avez-vous besoin de guides pour l'adaptation au changement climatique?.....	7
1.5 Qui peut se servir de ce guide?.....	10
1.6 Comment est-ce que ce guide peut être utilisé?	10
1.7 Que contient ce guide?.....	11
Ressources additionnelles	12
2ème Partie: Une vue d'ensemble du changement climatique	13
2.1 Quelle est la cause du changement du climat?.....	13
2.2 Contextualiser le changement climatique.....	19
2.3 Comment est-ce que le climat est en train de changer?.....	21
2.4 Les changements climatiques à évolution lente.....	22
2.5 Les événements extrêmes	28
Idées essentielles	33
Ressources additionnelles	34
3ème Partie: Comment le changement climatique affecte l'agriculture	35
3.1 Les effets directs	38
3.2 Les effets indirects	42
Idées essentielles	46
Ressources additionnelles	47
4ème Partie: Identification des risques liés au changement climatique et évaluation de la vulnérabilité	48
4.1 L'identification des risques liés au changement climatique.....	48
4.2 Évaluation de la vulnérabilité des cultures et des animaux d'élevage.....	58
Idées essentielles	64
Ressources additionnelles	66
5ème Partie: Travailler avec les agriculteurs pour s'adapter au changement climatique	67
5.1 Options d'adaptation.....	68
5.2 Principes et pratiques	75
Idées essentielles	87
Ressources additionnelles	88
6ème Partie: Le rôle des décideurs politiques, des directeurs de vulgarisation et des gestionnaires de programme.....	89
Liste des figures et des tableaux	91
Bibliographie.....	92

2ÈRE PARTIE

Introduction

1.1 Objectif et contenu

Cette série de guides de poche, *Préparer les ménages des petites exploitations agricoles à s'adapter au changement climatique*, est écrite pour vous, agent de terrain qui pratiquez la vulgarisation agricole au cœur de votre travail. Les concepts, les informations et les pratiques présentés dans ces guides ont pour objectif de vous aider dans vos interactions avec les ménages d'agriculteurs afin de les aider à réduire leurs risques en présence du changement climatique. Beaucoup de ménages qui cultivent de petites parcelles non irriguées sous les tropiques font déjà face à des problèmes de pauvreté, de terres dégradées et de variations des précipitations d'année en année. Ce type d'agriculture pluviale est particulièrement vulnérable au changement climatique même si l'agriculture irriguée peut l'être aussi. Les suggestions contenues dans ces guides vous permettront de comprendre comment aider les ménages d'agriculteurs et aux communautés rurales à apporter des modifications pour que leurs systèmes d'agriculture soient adaptés et capables de faire face aux tendances météorologiques.

Ces guides contiennent des outils pratiques qui répondent aux objectifs que l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a fixés pour une agriculture intelligente face au climat :

- Des façons d'augmenter durablement la productivité agricole – des pratiques qui protègent l'environnement et réduisent la pauvreté.
- Des pratiques agricoles pour que chaque ménage d'agriculteur/trice et les communautés puissent améliorer leur résilience face au changement climatique.
- Des pratiques qui peuvent réduire certaines des causes du changement climatique – comme une diminution des gaz à effet de serre pour éviter de contribuer à des changements climatiques encore plus difficiles.

Préparer les ménages des petites exploitations agricoles à s'adapter au changement climatique comprend une série de cinq guides complémentaires qui traitent de :

- La pratique de la vulgarisation pour l'adaptation agricole
- La gestion des cultures
- La gestion des ressources en eau
- La gestion des sols
- La gestion de l'élevage

Les guides de poche sur l'adaptation suivent la même approche générale en quatre étapes pour la conception et la mise en œuvre d'interventions en réponse au changement climatique afin d'aider à réduire la vulnérabilité des systèmes d'agriculture à petite échelle.

Ces quatre étapes sont :

- **Comprendre** les concepts : les effets du changement climatique sur la thématique traitée par chaque guide,
- **Évaluer** les risques liés au changement climatique pour chaque thème et estimer la vulnérabilité agricole,
- **Recommander** des pratiques d'adaptation,
- **Mobiliser** les communautés à planifier et à employer des mesures d'adaptation.

Cf. Ashby & Pachico (2012) pour plus d'informations sur cette approche.

1.2 Le vocabulaire du changement climatique

Ces guides utilisent des termes relatifs au changement climatique que vous voudrez connaître. Ils peuvent vous aider à identifier comment les moyens d'existence agricoles sont vulnérables au changement climatique et comment vous pouvez aider les producteurs à être moins vulnérables en améliorant leur capacité d'adaptation au changement climatique.

Termes relatifs au changement climatique

L'exposition au changement climatique est liée en grande partie à la situation géographique. Les communautés dans les régions semi- arides loin des côtes peuvent être exposées à la sécheresse tandis que les communautés côtières seront plus exposées aux cyclones et aux ouragans.

La sensibilité est le degré auquel un système ou une communauté est affecté par des stress en lien avec le climat. Une culture comme le café de climat assez tempéré sera plus sensible à une augmentation de la température qu'une espèce nécessitant plus de chaleur comme la banane.

La **capacité d'adaptation** est la capacité d'un système ou d'un ménage de s'adapter au changement climatique (notamment à la variabilité du climat et aux phénomènes extrêmes), afin d'éviter ou d'atténuer les dommages potentiels, de faire face aux conséquences ou d'exploiter des opportunités.

La **vulnérabilité** est le degré de capacité d'un système de faire face ou non aux effets adverses du changement climatique. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et de la vitesse du changement climatique, des variations auxquelles un système est exposé, de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation.

Source: GIEC, 2007

Trois éléments contribuent à la vulnérabilité des moyens d'existence agricoles :

Vulnérabilité des moyens d'existence = (exposition x sensibilité) - capacité d'adaptation

En d'autres termes, la **vulnérabilité** du système d'exploitation agricole d'un ménage résulte de son **exposition** aux risques liés au changement climatique multipliée par sa **sensibilité** à ces risques, moins sa **capacité d'adaptation** au changement climatique.

Par exemple, si un ménage cultive du riz dans un fond de vallée qui commence à connaître des inondations plus hautes submergeant leurs plants de riz tous les 3 à 4 ans pour la première fois de mémoire d'homme, **l'exposition** de l'exploitation agricole aux dégâts du changement climatique augmente, avec comme conséquence des rendements dans les années d'inondation qui sont moins de la moitié des rendements passés. La plupart des variétés de riz meurent quand elles sont complètement immergées pendant plus de quelques jours et sont donc **sensibles** aux inondations hautes. Lorsque vous recommandez à ce ménage d'adopter une nouvelle variété de riz qui peut tolérer d'être immergée, le ménage peut réduire sa **sensibilité** à ce nouveau régime d'inondations. Grâce à vos connaissances et à votre travail avec ce ménage, elle a pu augmenter son **adaptation** aux conditions changeantes.

Les pratiques présentées dans cette série de guides vous suggéreront comment vous pouvez aider à améliorer la **capacité d'adaptation** des ménages d'agriculteurs et de leurs communautés. Ces pratiques peuvent aider les agriculteurs pratiquant l'agriculture pluviale à réduire les impacts négatifs du changement climatique et à s'en remettre plus rapidement. Cependant, il est important de comprendre qu'elles ne pourront peut-être pas surmonter toutes les vulnérabilités causées ou aggravées par le changement climatique. Les ménages d'agriculteurs devront aussi apprendre à *vivre* avec les modifications qu'apporte le changement climatique et à prendre des décisions importantes au sujet de leur avenir.

Le «climat» et «la météo»

Ils sont souvent utilisés de façon interchangeable, mais ceci n'est pas correct – chacun se réfère à des conditions et à un comportement de l'atmosphère sur une période de temps différente. La météo est ce qui se passe, maintenant, aujourd'hui, hier, pendant cette saison ou au cours des dernières années – la température, la couverture nuageuse, l'humidité, la direction et la vitesse du vent et les précipitations. Le climat se réfère à des conditions météorologiques moyennes sur une période de temps plus longue, généralement une période de 30 ans ou plus, et comment l'atmosphère s'est comportée, en moyenne, au cours de cette période.

Du café au chocolat

Pendant une dizaine d'années, un agriculteur a travaillé à augmenter l'ombre sur sa petite parcelle de café mais l'ombre ne suffit plus à réduire l'impact des températures croissantes sur cette plante de climat assez tempéré qui préfère des températures entre 16 et 24 °C. Maintenant, cet agriculteur remplace progressivement ses caféiers vieillissants par du cacao qui préfère un climat plus chaud (18 à 32 °C). L'agriculteur n'a pas pu surmonter la **vulnérabilité** de son exploitation à des températures plus élevées du fait de son **exposition**, causée par sa situation à une basse altitude et de la **sensibilité** du café aux températures plus élevées. En passant à une culture de rente différente, il **adapte** son système agricole et apprend à vivre avec les effets du changement climatique.

L'exposition aux risques lié au changement climatique fait référence aux divers effets **directs** et **indirects** des changements de température et de précipitations. Par exemple, la sécheresse et les températures élevées peuvent réduire directement les rendements des cultures ou affecter la santé animale. Le changement climatique peut également affecter indirectement les rendements des cultures ou la productivité de l'élevage en influençant les types et le nombre de ravageurs et de maladies qui peuvent endommager les cultures, affecter ou tuer les animaux.

La **sensibilité** aux effets du changement climatique est le niveau auquel une activité agricole ou tout un système agricole est affecté. Prenons, par exemple, une agricultrice de 60 ans qui plante du maïs. Elle a constaté qu'au cours des 25 dernières années, le temps a tendance à être plus sec. Ses rendements ont baissé, même si elle a commencé à planter une variété qui est moins sensible aux périodes sèches. Sa voisine avait des économies et a pu investir dans un étang et un système d'irrigation et peut encore cultiver du maïs, même pendant les années les plus sèches. Mais elle ne peut faire pousser que du sorgho maintenant, qui est moins sensible que le maïs aux périodes de sécheresse. Contrairement à sa voisine, elle est confrontée à un **manque de moyens financiers**, ainsi qu'une pénurie d'eau, car elle ne dispose pas des fonds nécessaires pour créer un étang de stockage de l'eau et pour l'équipement d'irrigation de base qu'a sa voisine – et donc sa production est plus faible, sa **capacité d'adaptation** est moindre, et elle est plus **vulnérable**. Les petites exploitations agricoles familiales pratiquant l'agriculture pluviale qui se trouvent confrontées à des périodes de sécheresse plus fréquentes peuvent se retrouver dans l'incapacité de s'adapter aux impacts du changement climatique uniquement à l'aide d'améliorations techniques.

La **capacité d'adaptation** dépend de nombreux facteurs autres que les pratiques agricoles techniques, qui font l'objet de ces guides. En plus des technologies et de la gestion de leurs pratiques, l'adaptation dépend également des conditions suivantes :

- L'agriculteur/trice est conscient(e) que les tendances météorologiques – le climat – ont changé et qu'il/elle doit s'adapter.
- Le ménage d'agriculteur/trice a assez de personnes pour effectuer les travaux (main d'œuvre familiale) nécessaires pour mettre en œuvre les changements et adopter de nouvelles pratiques d'agriculture.
- Le ménage d'agriculteur/trice a l'argent et les autres ressources (leurs avoirs) à investir pour effectuer des changements.
- Le ménage d'agriculteur/trice ou le groupe possède ou contrôle les ressources clés (droits fonciers) nécessaires pour effectuer des changements.
- Leur communauté est prête à travailler ensemble pour apporter les changements nécessaires qui améliorent la vie de tous (travailler ensemble à différentes échelles).
- Leur communauté reçoit des services de soutien de l'État, tels que la vulgarisation.
- Ils vivent dans un pays qui a des politiques et des stratégies agricoles nationales visant à accroître la résilience au changement climatique.
- Les services de recherche et de vulgarisation agricoles apportent leur soutien à l'adaptation, en particulier pour l'agriculture pluviale (systèmes et structures nationales).
- Les systèmes sociaux et économiques soutiennent un accès équitable à l'eau et la terre, à l'éducation, à l'information, aux services financiers et aux infrastructures.

Dans votre travail, il sera important de déterminer si ces autres conditions nécessaires pour que les ménages agricoles puissent s'adapter aux risques spécifiques liés au changement climatique sont remplies.

L'inégalité est aussi à prendre en compte dans la capacité d'adaptation. L'inégalité a de nombreux visages dans des endroits différents : les différentes classes ou castes sociales, les différents groupes ethniques, voire des moyens d'existence différents, comme les pasteurs par rapport aux cultivateurs. Par exemple, bien que 43 pour cent des travailleurs agricoles dans les pays en développement soient des femmes, leurs rendements

agricoles sont en moyenne 25 pour cent plus faible que ceux des hommes. Leurs rendements sont plus bas non pas parce qu'elles sont moins qualifiées, mais parce qu'elles ont moins accès aux terres fertiles, aux ressources financières et aux intrants de production (outils appropriés, semences ou élevage améliorés). Elles ont également moins accès aux services essentiels de vulgarisation agricole et au crédit. Les femmes doivent également diviser leur temps entre les travaux agricoles et les tâches domestiques telles que la collecte de l'eau et du combustible, la préparation des repas et la garde des enfants. Par conséquent, les agricultrices peuvent souvent avoir moins de capacité d'adaptation en raison de l'inégalité sociale et entre les sexes.

1.3 La capacité d'adaptation avec de nouvelles informations et des pratiques ancienne

Les scientifiques améliorent leur capacité à prédire comment le changement climatique affectera une certaine zone géographique et certaines cultures ou systèmes agricoles à travers l'analyse de l'information météorologique et l'utilisation de modèles de simulation par ordinateur. Cette recherche sur la modélisation du climat commence à prédire les changements de température et de précipitations d'ici 15 à 25 ans et leurs effets sur certaines cultures. Lorsque cette information est disponible, elle peut vous aider à prendre des décisions sur ce qu'il faut recommander aux ménages d'agriculteurs afin de réduire leur exposition ou leur sensibilité au changement climatique et ainsi accroître leur capacité d'adaptation.

Avec ou sans informations spécifiques sur les effets que le changement climatique peut avoir sur votre région, vous aurez besoin de travailler avec les ménages d'agriculteurs, qui souvent font face à la pauvreté, pour réduire leur sensibilité et leur exposition aux risques de hausse des températures et de variations dans les précipitations. Les connaissances et l'information permettent de réussir à s'adapter. Une de vos tâches consistera à continuellement chercher partout de nouvelles possibilités d'information et de formation. De cette façon, vous pouvez continuer à apprendre des agriculteurs, à tester de nouvelles méthodes avec eux pour découvrir ce qui fonctionne localement, et aussi à les former dans les pratiques et les méthodes qui auront comme résultat des exploitations agricoles et des communautés plus résilientes. Les changements qui se produisent à la suite du changement climatique continueront avec le temps et il est donc important pour vous de continuer à apprendre.

Beaucoup de technologies et de pratiques déjà promues par les programmes de vulgarisation peuvent contribuer à l'adaptation au changement climatique.

En fait, à part les efforts de reproduction pour développer de nouvelles variétés de cultures tolérantes à certains des effets du changement climatique – tels que le maïs tolérant à la sécheresse et à la chaleur, les variétés de haricots résistantes à la chaleur et les variétés de riz tolérant la submersion – cela fait longtemps que toutes les autres pratiques agricoles que nous connaissons ont été mises au point. Ce qui est nouveau c'est l'utilisation de ces technologies et de pratiques «anciennes» pour répondre aux stress actuels liés au changement climatique. En mettant à jour vos connaissances, vous comprendrez comment les différentes pratiques peuvent être utilisées pour réduire la vulnérabilité face à des risques météorologiques spécifiques et où concentrer les efforts pour obtenir le plus grand bénéfice. Devriez-vous d'abord réduire l'exposition ou travailler pour réduire la sensibilité? Ou bien, devriez-vous vous concentrer sur le renforcement de la capacité d'adaptation? Quels sont les coûts et les avantages rencontrés en commençant par l'un ou l'autre ou de façon combinée?

Par exemple, lorsque vous encouragez les agriculteurs situés dans des altitudes plus basses et avec des températures plus élevées à passer de cultures annuelles aux systèmes agroforestiers mixtes, les agriculteurs augmentent le nombre d'arbres qui absorbent le dioxyde de carbone qui contribue au réchauffement de la planète. De plus, les arbres ajoutent au sol une litière de feuilles mortes qui forment un «mulch» ou paillage, retardant l'évaporation du sol qui retient plus d'eau et les cultures à proximité supportent plus longtemps les périodes sèches. Les arbres et les cultures annuelles sont sensibles à des types et des niveaux de risques climatiques différents et donc un système mixte diversifie l'exposition et les sources de revenus des exploitations agricoles. Tout cela augmente l'adaptation du système d'exploitation. Le retour à l'agronomie de base dans les pratiques de vulgarisation et la capacité à associer des outils et des techniques nouveaux avec les pratiques efficaces du passé peuvent potentiellement beaucoup améliorer l'adaptation pour des millions d'exploitations à petite échelle dans les régions tropicales.

Une de vos tâches est de continuellement chercher partout de nouvelles possibilités d'information et de formation.

1.4 Pourquoi avez-vous besoin de guides pour l'adaptation au changement climatique?

Il sera très difficile pour les ménages agricoles de s'adapter au changement climatique sans améliorer la gestion de leurs ressources, en particulier dans le cas de systèmes pluviaux. Les cultures, l'élevage, la pisciculture et la production d'arbres dépendent tous de l'eau. Environ 80 pour cent des terres agricoles du

monde ne sont pas irriguées, avec une faible fertilité des sols, se traduisant par de faibles rendements, en particulier dans les zones pauvres en eau. De plus, ce sont les petites exploitations qui produisent la plus grande partie de la nourriture dans le monde. Ces agriculteurs obtiennent des rendements qui sont beaucoup plus faibles que les rendements qu'ils pourraient générer avec des pratiques et technologies améliorées. Cela est particulièrement vrai en Afrique subsaharienne, en Amérique centrale et en Asie centrale, où les rendements actuels sont respectivement à 76 pour cent, 65 pour cent et 64 pour cent en dessous de leurs potentiels respectifs. Les agriculteurs devront s'adapter en améliorant la gestion de l'eau, la gestion des sols, la gestion des cultures, l'agroforesterie et les pratiques d'élevage pour améliorer les rendements. Dans presque tous les endroits, il sera important d'accroître la diversité des activités agricoles.

Dans le passé comme aujourd'hui, les agriculteurs sont habitués à faire face aux variations météorologiques – par exemple, aux années où la pluie vient plus tard ou en plus grandes quantités que dans d'autres. Mais le changement climatique veut vraiment dire «changement»; les conditions seront différentes et ne reviendront pas à ce qu'elles ont été dans le passé, et les systèmes agricoles sont donc obligés s'adapter. Les agriculteurs, dans la plupart des endroits, devront commencer à apporter des ajustements importants à leurs systèmes agricoles dans les 10 à 15 prochaines années pour répondre à ces changements. Votre travail en tant qu'agent de vulgarisation est d'aider les agriculteurs dans votre zone géographique à comprendre ce qui arrive à l'environnement et comment faire les ajustements nécessaires. Votre rôle est aujourd'hui plus important que jamais.

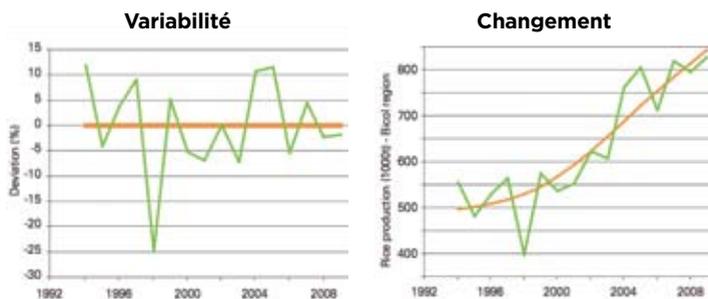
Variabilité et changement

Les tendances météorologiques à court terme et les conditions climatiques à plus long terme sont toutes deux variables, et les deux peuvent changer.

La **variabilité** de la météo est ce que à quoi nous sommes habitués – la différence naturelle entre ce qui se passe normalement (la moyenne) et ce qui se passe réellement. Certaines zones, en particulier dans des environnements arides, ont des conditions météorologiques plus variables que les autres. La variation peut être observée sur différentes périodes de temps – entre les jours, les mois ou les années. Par exemple, la différence entre la température aujourd'hui et la température moyenne à cette date au cours des 30 dernières années; la pluviométrie de ce mois-ci, et la quantité de précipitations reçues en moyenne au cours de ce mois; quand commencent les pluies, combien de temps elles durent et la pluviométrie de cette saison par rapport à la moyenne des conditions saisonnières sur le long terme.

Le **changement** est ce à quoi nous devons nous habituer, la tendance au fil du temps des conditions moyennes à aller dans une direction ou dans une autre – la hausse des températures, l'augmentation ou la diminution des précipitations, le début des pluies plus tôt ou plus tard, une saison des pluies plus courte ou plus longue, une augmentation ou une diminution du total des précipitations. Il y aura toujours une variabilité avec des conditions changeantes. Avec le changement climatique, la variabilité elle-même augmentera.

Figure 1: Variabilité et changement



Source: DuBois et al., 2012

Afin que les agriculteurs puissent s'adapter à la variabilité croissante de la météo et au changement climatique, ils devront modifier la gestion de leurs pratiques de plusieurs façons – par exemple, la façon dont ils cultivent leurs cultures et/ou dont ils gèrent les sols et l'eau. Nous vous invitons à utiliser plusieurs guides de terrain de poche qui ont été rédigés pour vous aider à appuyer les agriculteurs à améliorer la gestion de leurs pratiques.

Le Guide de poche N°1: *La pratique de la vulgarisation pour l'adaptation agricole* donne un aperçu du changement climatique, comment celui-ci affecte l'agriculture, ainsi que certains concepts de base, les principes directeurs et les bonnes pratiques vous permettant d'évaluer les vulnérabilités, de tester les réponses et de travailler avec les ménages d'agriculteurs et les communautés rurales pour renforcer leurs capacités d'adaptation en réponse aux stress créés par le changement climatique. Ce guide devrait être utilisé en association avec les autres guides: le Guide de poche N°2, *La gestion des cultures* pour améliorer les décisions concernant la sélection des cultures et les pratiques

La plupart des impacts du changement climatique sur l'agriculture et les moyens d'existence en milieu rural devraient résulter de changements dans le cycle de l'eau.

Climate-Smart Agriculture Sourcebook, Module 3: Water Management. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2014a

culturelles; le Guide de poche N°3, *La gestion de l'eau* sur les façons d'augmenter la récupération et le stockage de l'eau et d'améliorer son drainage; le Guide de poche N°4, *La gestion des sols* pour augmenter la capacité des sols à retenir l'eau et fournir des nutriments; et le Guide de poche N°5, *La gestion de l'élevage*.

1.5 Qui peut se servir de ce guide?

Ce guide et les autres guides de cette série sont écrits pour vous – les agronomes du service public et des organisations non gouvernementales, les agents de vulgarisation sur le terrain et les gestionnaires de programmes travaillant avec les ménages d'agriculteurs et les communautés rurales. Ils peuvent également contenir des informations qui aident les décideurs à établir les priorités du gouvernement. Les auteurs savent qu'il peut exister des différences significatives quant à la formation et à l'expérience de terrain parmi les lecteurs de ces guides. Notre espoir est que tous les lecteurs trouveront des éléments utiles pouvant soutenir leurs efforts de vulgarisation pour aider les ménages d'agriculteurs à s'adapter au changement climatique.

1.6 Comment est-ce que ce guide peut être utilisé?

Vous pouvez utiliser ce guide avec les agriculteurs individuels, des groupes d'agriculteurs ou des communautés dans l'analyse, la conception et la planification des moyens d'adapter leurs systèmes agricoles aux changements de température, aux changements du calendrier saisonnier et de la quantité de précipitations, et aux changements des pressions des insectes ravageurs et des maladies. Vous pouvez également utiliser les guides pour élaborer des ateliers de formation ou planifier des projets. La série de guides de poche fournit un échantillon de pratiques d'adaptation au changement climatique dans un cadre de concepts et de principes de base. Elle comprend également des outils d'évaluation, des approches et des activités participatives qui peuvent vous aider dans la planification et la priorisation des activités avant d'agir.

Le défi à affronter pour l'adaptation est que la température et les précipitations continueront à changer et donc cela demande un processus continu d'introduction, d'essai et de modification des pratiques en fonction des conditions locales. La vitesse et la gravité du changement pour les différents types de stress météorologiques varient d'un endroit à l'autre et vont changer au fil du temps. Chaque pays et chaque localité a sa propre combinaison unique de sols, de ressources en cultures et en eau, d'opportunités de marché, de services institutionnels et de préférences sociales. C'est pour cela qu'une grande partie de l'information fournie ici couvre les approches de vulgarisation et pratiques générales avec quelques exemples de conditions particulières, plutôt qu'un ensemble de pratiques spécifiques à mettre en place partout.

1.7 Que contient ce guide?

Après cette introduction, le guide comprend quatre parties supplémentaires :

- Une vue d'ensemble de pourquoi et comment le climat change
- Comment le changement climatique affecte l'agriculture
- Comment évaluer les risques agricoles et la vulnérabilité au changement climatique
- Comment travailler avec les agriculteurs pour s'adapter au changement climatique

Vous tirerez le meilleur profit de ces guides en les utilisant ensemble à différentes étapes du processus d'adaptation. Au début, lors des premières étapes, quand vous évaluez les vulnérabilités des moyens d'existence et vous sélectionnez les priorités pour les pratiques d'adaptation, vous ne pouvez pas prendre en considération des questions techniques spécifiques. Vous devez examiner comment elles interagissent avec les autres; par exemple, la conservation des sols, la gestion de l'eau et la sélection des cultures. Les options techniques devront également prendre en compte le contexte local – le type et la quantité des avoirs des ménages, l'accès aux / le contrôle des ressources importantes, l'emplacement des marchés et la disponibilité des services de soutien, entre autres. Vous aurez besoin d'effectuer une évaluation afin de pouvoir définir les priorités et aborder les expositions aux risques et les sensibilités dues au changement climatique les plus sérieuses dans les endroits où vous travaillez.

De plus, lors de l'établissement des priorités pour l'amélioration de la gestion agricole, vous aurez besoin de comparer les pratiques individuelles avec d'autres priorités et examiner les différents compromis. Comment les différentes options pour l'adaptation au changement climatique affectent-elles d'autres domaines dans la gestion des exploitations agricoles? Par exemple, si les résidus de récolte sont utilisés pour protéger la surface du sol afin de réduire l'évaporation, ces résidus ne peuvent pas être utilisés comme aliment pour les animaux d'élevage, comme combustible de cuisson ou pour la fabrication de compost. Lorsque vous définissez des priorités avec les agriculteurs pour l'action et choisissez des options de mise en œuvre, il est important de réfléchir globalement sur tous les effets de ces choix.

Les guides de cette série comprennent des pratiques familières qui sont bénéfiques même quand les futurs impacts du changement climatique sont incertains. Dans les cas où les études de modélisation prédisent des impacts locaux spécifiques, il vous sera plus facile de vous concentrer sur les pratiques ayant le plus grand potentiel de réduire les vulnérabilités locales aux menaces

identifiées, maintenant et dans l'avenir. Par exemple, si 20 pour cent du temps (une fois en cinq ans), la saison des pluies est actuellement plus courte que la moyenne et les modèles prédisent que ce chiffre passera à 50 pour cent du temps, les efforts d'adaptation locale peuvent se concentrer sur comment s'accommoder d'une fin précoce de la saison des pluies plutôt que de se préparer à un événement météorologique extrême qui n'a jamais eu lieu mais pourrait se produire à un moment inconnu dans l'avenir. La stratégie la plus efficace pour aider les agriculteurs à s'adapter au changement climatique sera de se concentrer sur les changements météo qui ont la plus grande probabilité de se produire. Pour ce faire, il est important d'inclure les préférences des agriculteurs et d'examiner les ressources disponibles pour les communautés locales. En général, les pratiques sélectionnées offrent des options «sans regret» – celles qui offrent des avantages même si les menaces spécifiques du changement climatique ne se produisent pas. La plupart offrent aussi de multiples avantages – une productivité accrue, une réduction de la vulnérabilité et, souvent, une réduction de production de gaz à effet de serre.

Les plantes, le sol et l'eau interagissent étroitement les uns avec les autres, et les guides d'adaptation sont destinés à être utilisés ensemble. Vous constaterez que certaines pratiques apparaissent dans plus d'un des guides de poche. A titre d'exemple, les cultures de couverture sont mentionnées dans le Guide de poche N°2, *La gestion des cultures*, comme un moyen pour contrôler les mauvaises herbes. Elles figurent également dans le Guide de poche N°3, *La gestion de l'eau*, comme un moyen de conserver l'humidité du sol, et dans le Guide de poche N°4, *La gestion des sols*, comme un moyen d'améliorer la fertilité du sol, la structure du sol et la santé du sol dans son ensemble. En outre, certaines pratiques ne peuvent être pleinement efficaces que quand elles sont combinées avec d'autres. Même lorsque les maigres ressources en eaux sont le facteur le plus limitant pour de bons rendements, l'ajout de l'irrigation peut résulter dans des augmentations modestes de rendements si les sols sont dégradés. Les agriculteurs doivent aussi améliorer la fertilité des sols pour obtenir une hausse plus importante des rendements. Pendant ce temps, les changements de température peuvent nécessiter de cultiver de nouvelles variétés ou de passer à des cultures différentes. En utilisant les guides de poche ensemble, vous pourrez multiplier les avantages qu'ils vous apportent pour accroître la résilience au changement climatique, quelle qu'en soit la source.

Ressources additionnelles

Ashby, J., and D. Pachico. 2012. *Climate change: From concepts to action. A guide for development practitioners.* Baltimore, Maryland, USA: Catholic Relief Services.

FAO. 2014a. *Climate-smart agriculture sourcebook.* Rome: FAO.

Dubois, K.M., Z. Chen, H. Kanamaru and C. Seeberg-Elverfeldt. 2012. *Incorporating climate change considerations into agricultural investment programmes: A guidance document.* Rome: FAO.

2ÈME PARTIE

Une vue d'ensemble du changement climatique

2.1 Quelle est la cause du changement du climat?

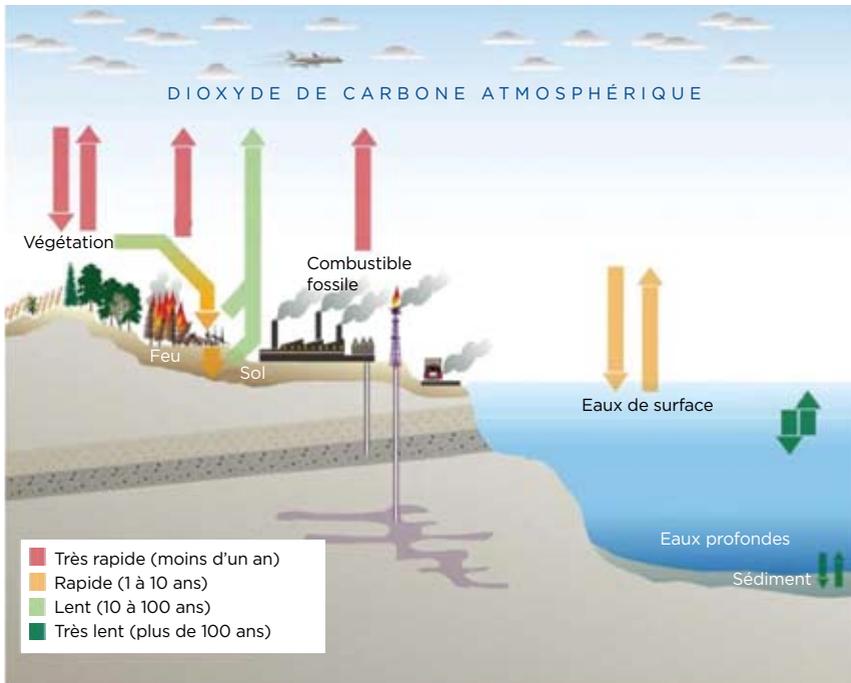
La réponse courte est que c'est nous. Les êtres humains. A travers les actions des êtres humains – en déboisant les forêts pour obtenir du bois, du combustible et des terres agricoles; en brûlant les combustibles fossiles (le charbon, le gaz et le pétrole); et à travers les procédés industriels – de grandes quantités de dioxyde de carbone (CO_2) et d'autres gaz importants ont été libérés dans l'atmosphère. Ensemble, ils sont communément appelés «gaz à effet de serre». Le nom vient de leur effet dans l'atmosphère, où ils emprisonnent l'énergie du soleil qui rayonne de la surface de la terre, l'empêchant de s'échapper pour retourner dans l'espace, de la même manière que le toit en verre d'une serre permet à la lumière d'entrer, mais emprisonne l'énergie du soleil (la chaleur) à l'intérieur.

Gaz à effet de serre

Il y a six principaux gaz à effet de serre; trois d'entre eux – le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) – sont couramment émis durant les pratiques agricoles.

- Le brûlage des résidus de cultures, les feux de forêts et de brousse, et la décomposition naturelle de la matière organique libèrent du dioxyde de carbone.
- L'élevage et la production de riz irrigué sont des sources importantes de méthane.
- Les engrais chimiques et les plantes et les arbres fixateurs d'azote libèrent de l'oxyde nitreux.

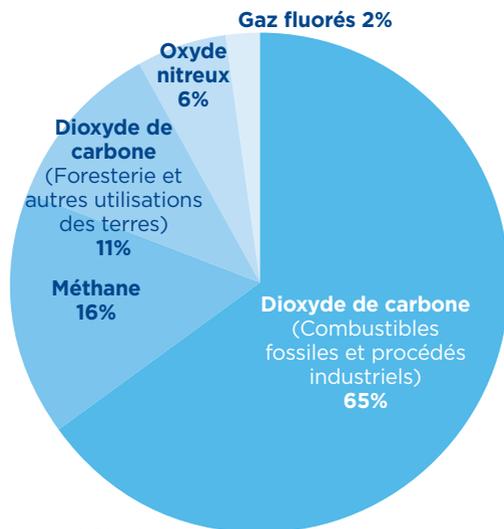
On parle couramment du dioxyde de carbone, car il est le gaz à effet de serre le plus commun et le plus important, mais d'autres gaz contribuent de façon encore plus puissante à l'effet de serre. Le méthane, par exemple, est environ 34 fois plus puissant que le dioxyde de carbone; l'oxyde nitreux est 298 fois plus puissant. Le dioxyde de carbone fait l'objet de plus d'attention, parce qu'il est le gaz à effet de serre le plus commun et est responsable de la majorité des changements climatiques. Voir Figure 2: le cycle du carbone.

Figure 2: Cycle du carbone

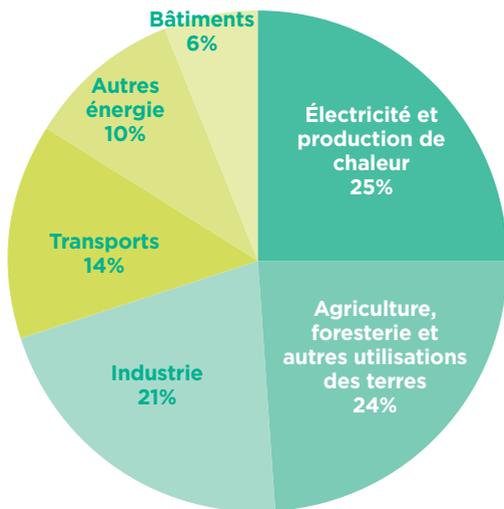
Source: GIEC, 2014a

La révolution industrielle (1760-1840), qui tient son nom du développement rapide des moteurs à vapeur pour alimenter en électricité les industries qui, auparavant, s'appuyaient sur la force du cheval, la force de l'eau ou sur la force de la main-d'œuvre, a marqué le début de l'augmentation rapide des émissions de CO₂. Au début, les machines à vapeur utilisaient du bois comme combustible pour produire de la vapeur, mais elles ont fonctionné de plus en plus avec du charbon. Aujourd'hui, plus de 40 pour cent de l'énergie électrique dans le monde est produit par la technologie à vapeur alimentée au charbon.

A partir des années 1850, l'extraction et le raffinage du pétrole brut ont permis le développement de moteurs à combustion interne - ceux qui alimentent les voitures, les camions et les tracteurs - et leur très large utilisation. Ensemble, la combustion de ces combustibles fossiles est responsable de près de 60 pour cent des émissions totales de CO₂. D'autres sources de gaz à effet de serre sont représentées sur la figure 3, ainsi que les secteurs de l'économie qui en sont responsables sur la figure 4.

Figure 3: Sources de gaz à effet de serre par type (équivalent de CO₂)

Source: GIEC, 2014b

Figure 4: les émissions de gaz à effet de serre par secteur économique (équivalent de CO₂)

Source: GIEC, 2014b

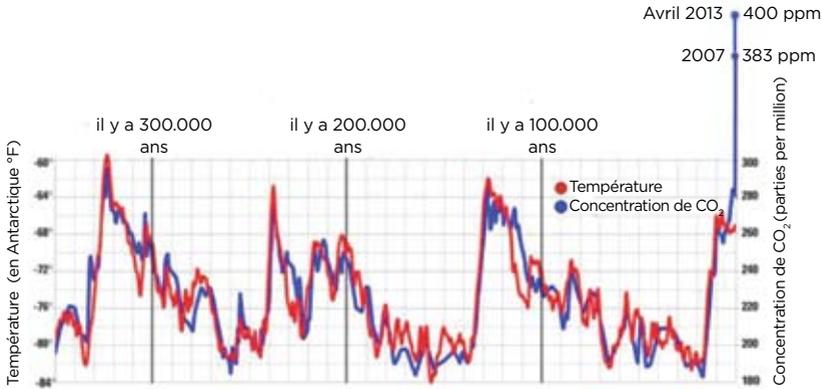
Séquestration

Les arbres, les plantes et les matières organiques du sol sont importants dans le captage et le stockage du carbone. Grâce au processus de la photosynthèse, les plantes absorbent le CO₂ de l'atmosphère par leurs feuilles et le transforment en nouveau tissu végétal. C'est ce qu'on appelle la séquestration – retirer du CO₂ de l'atmosphère et le stocker ailleurs. À l'échelle mondiale, les espèces telles que les arbres et les arbustes, qui produisent du matériel végétal ligneux, sont particulièrement importantes dans le stockage de grandes quantités de CO₂. Toutes les plantes contribuent à la formation de matière organique du sol par la perte et de la décomposition de leurs feuilles, de leurs brindilles et de leurs racines minces (radicelles). Ceci est un autre moyen important pour séquestrer le carbone. Au total, les forêts mondiales absorbent annuellement environ deux fois plus de CO₂ que celui libéré par la destruction des forêts. La protection et l'augmentation de ces réserves mondiales de carbone, grâce à la conservation des forêts et la plantation d'arbres, sont essentielles aux efforts que nous faisons pour maintenir la quantité de CO₂ dans l'atmosphère en dessous d'un niveau qui conduirait à une accentuation du réchauffement de la planète et déclencherait des changements climatiques plus graves.

Historiquement, les niveaux de CO₂ dans l'atmosphère ont été bien inférieurs à ce qu'ils sont aujourd'hui. Mesuré en parties par million (ppm) – le nombre de molécules de CO₂ par million de molécules dans l'atmosphère – le niveau de CO₂ dans l'atmosphère a été inférieur à 300 ppm pendant au moins les derniers 800.000 ans. La dernière fois que les niveaux de CO₂ furent aussi élevés qu'ils le sont aujourd'hui remontent peut-être aussi loin qu'il y a 15 millions d'années. Au cours des dernières plusieurs centaines de milliers d'années, à cause de l'effet de serre, les températures mondiales ont suivi de près l'évolution de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, en hausse quand les niveaux de CO₂ augmentent, en baisse lorsque les niveaux de CO₂ diminuent (voir Figure 5).

Au cours des dernières plusieurs centaines de milliers d'années, à cause de l'effet de serre, les températures mondiales ont suivi de près l'évolution de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère.

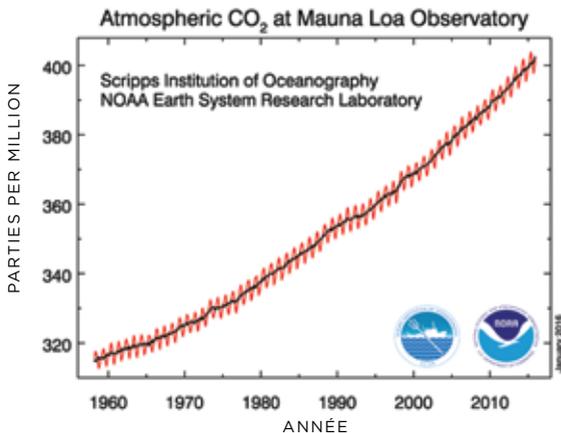
Figure 5: Relation entre le CO₂ atmosphérique et la température



Source: [Southwest Climate Change Network](#), The University of Arizona, modifié de [Marian Koshland Science Museum](#) of the National Academy of Sciences. Dans Simpson and Burpee, 2014

En 2015, le niveau de CO₂ dans l’atmosphère était d’environ 400 ppm et il augmente à un taux d’environ 2 ppm par an. Certains scientifiques pensent que nous avons besoin de réduire la quantité de CO₂ dans l’atmosphère à moins de 350 ppm pour faire en sorte que le réchauffement mondial n’augmente pas de plus de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels et ne cause pas d’impacts très graves sur l’environnement.

Figure 6: Les concentrations de CO₂ dans l’atmosphère

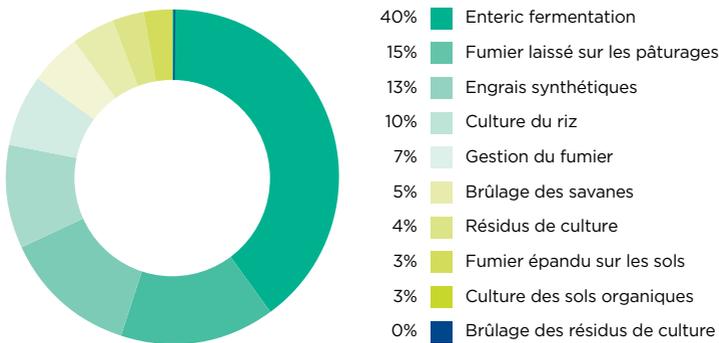


Source: NOAA, 2016a

Tel que décrit dans la section suivante, l'agriculture est très sensible aux changements dans l'environnement. L'agriculture contribue aussi de façon significative à la libération de dioxyde de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux. Les activités agricoles sont responsables d'environ un tiers des émissions totales de dioxyde de carbone, de plus de la moitié des émissions de méthane causées par l'homme et des trois quarts des émissions d'oxyde nitreux. En d'autres termes, l'acte même de nous nourrir est à l'origine d'une grande partie du problème du changement climatique. Et il s'accroît au fur et à mesure que nous nous préparons à couvrir les besoins alimentaires et à améliorer la nutrition de la population mondiale croissante.

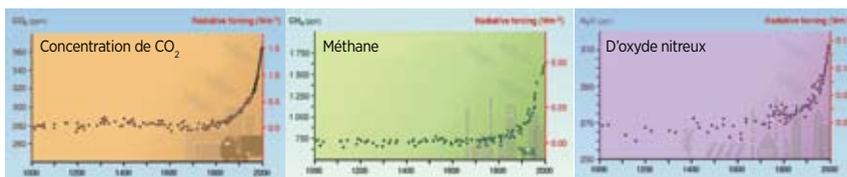
L'agriculture est responsable d'environ un tiers des émissions totales de dioxyde de carbone.

Figure 7: Les sources agricoles de gaz à effet de serre (équivalent de CO₂)



Source: Tubiello et al, 2014

Figure 8: Frise chronologique des gaz à effet de serre



Source: GIEC, 2002

2.2 Contextualiser le changement climatique

Lorsque nous nous concentrons sur l'adaptation au changement climatique, il ne faut pas perdre de vue d'autres forces importantes. La **croissance démographique** devrait atteindre 9,7 milliards de personnes d'ici 2050, par rapport au niveau actuel de 7,3 milliards (2015). La production céréalière devra augmenter de 60 à 70 pour cent par rapport à celle produite en 2010 pour pouvoir nourrir une telle population et répondre aux changements de régimes alimentaires rendus possibles par une augmentation des revenus. Une augmentation de 60 pour cent équivaut à ce qui a été produit à l'échelle mondiale en 1979; une augmentation de 70 pour cent équivaut à ce qui a été produit en 1985. Ces augmentations s'ajoutent à ce que nous produisons actuellement en utilisant les mêmes terres avec la même eau.

Figure 9: Évolution démographique mondiale



Source: Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal, 2005

La production de cette quantité de nourriture supplémentaire va accroître considérablement la pression sur les **systèmes de ressources naturelles**. A l'heure actuelle, plus de 60 pour cent des systèmes de ressources naturelles de la terre dont nous dépendons sont considérés comme dégradés ou sont surexploités. Nous ne pouvons plus supposer que ces systèmes seront en mesure de subvenir aux besoins des générations futures.

Pratiquement chaque partie de notre vie dépend des **combustibles fossiles**, des vêtements que nous portons aux maisons dans lesquelles nous vivons et aux transports que nous utilisons. Cela est également vrai de la nourriture que nous mangeons. La plupart des céréales commercialisées à l'échelle internationale sont produites par des systèmes agricoles industriels qui utilisent beaucoup d'énergie – selon chaque culture, l'énergie représente 40 à 60 pour cent des coûts totaux de production. En outre, les coûts énergétiques pour le transport représentent 40 à 50 pour cent du prix de vente final.

Cela signifie que le système alimentaire mondial est très sensible aux prix de l'énergie. Les flambées des prix alimentaires en 2008 et 2011 ont été causées en grande partie par l'augmentation des prix du pétrole. La majorité des gisements de pétrole ont déjà été découverts et ceux qui sont le plus facilement accessibles ont été mis en production. Les réserves qui restent sont plus difficiles d'accès avec un coût majeur par rapport à celles déjà exploitées. La demande croissante d'énergie sera accompagnée du risque de coût croissant des aliments jusqu'à ce que d'autres sources d'énergie soient développées.

Figure 10: Hausses des prix mondiaux des produits alimentaires et du pétrole brut de la Mer du Nord

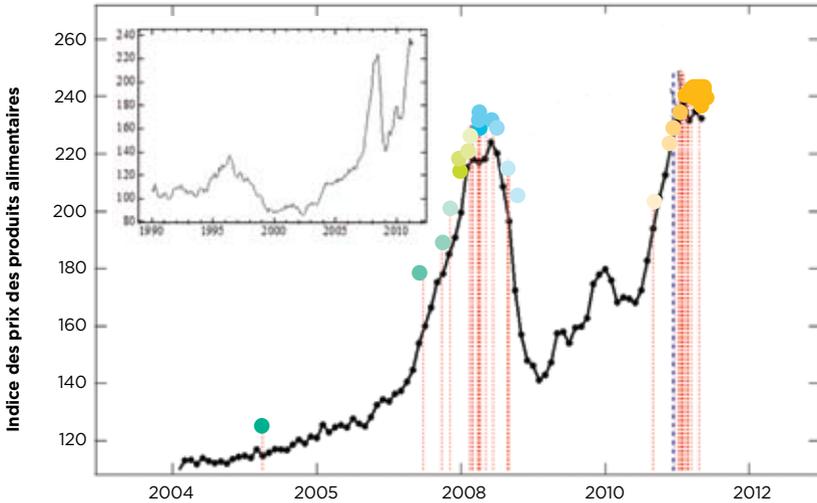


Source: Tverberg, 2011

Quand **les prix des produits alimentaires** ont augmenté de façon spectaculaire en 2008 et 2011, de violentes manifestations ont éclaté dans plus de 30 pays à travers le monde. Des personnes y ont perdu la vie et plusieurs gouvernements ont été renversés (comme le montre la Figure 11 – les lignes rouges indiquent des manifestations avec la perte en vies humaines). La raison en est simple : les citoyens pauvres, qui dépensent de 50 à 70 pour cent de leur revenu pour la nourriture, ont été incapables de se nourrir lorsque les prix alimentaires ont doublé. Le maintien d'un environnement politique stable qui soutient la recherche, la vulgarisation et les marchés agricoles est essentiel pour le bon fonctionnement des systèmes alimentaires, et sera de plus en plus vulnérable à des perturbations potentielles à l'avenir.

Le maintien d'un environnement politique stable qui soutient la recherche, la vulgarisation et les marchés agricoles est essentiel pour le bon fonctionnement des systèmes alimentaires.

Figure 11: Manifestations contre la flambée des prix



Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de morts.

- | | | |
|------------------|---------------------|---|
| ● Burundi (1) | ● Haïti (5) | ● Mozambique (13) |
| ● Somalie (5) | ● Égypte (3) | ● Tunisie (300+) |
| ● Inde (4) | ● Côte d'Ivoire (1) | ● Libye (10,000+) |
| ● Mauritania (2) | ● Somalie (5) | ● Égypte (800+) |
| ● Mozambique (6) | ● Tunisie (1) | ● Algérie (4), Arabie Saoudite (1), |
| ● Cameroun (40) | ● Inde (1) | Mauritanie (1), Soudan (1), Yémen (300+), |
| ● Yémen (12) | ● Soudan (1) | Oman (2), Maroc (5), Iraq (29), |
| ● Soudan (3) | | Bahreïn (31), Syrie (900+), Uganda (5) |

Source: Lagi et al., 2011

2.3 Comment est-ce que le climat est en train de changer?

Piégée par l'effet de serre, l'énergie du soleil chauffe lentement la surface de la terre. Heureusement, les océans couvrent 71 pour cent de la surface de la terre, et absorbent plus de 90 pour cent de la chaleur supplémentaire. Les océans sont énormes et se réchauffent donc lentement, protégeant ainsi la planète en lui évitant de connaître des hausses encore plus rapides des températures moyennes. Cependant, une fois absorbée, cette chaleur ne se perd plus. Cela prend tout simplement plus de temps pour en ressentir les effets. Les scientifiques ont calculé qu'il faut environ 40 ans pour que l'énergie supplémentaire piégée par les gaz à effet de serre, dont la plus grande partie est stockée dans les océans, affecte la température de l'air. Cela signifie que la hausse des températures moyennes que nous vivons actuellement est due aux émissions de gaz à effet de serre produits

dans les années 1970 et 1980, lorsque les niveaux atmosphériques de CO₂ se situaient entre 325 et 353 ppm. Le plein effet du réchauffement qui résultera du niveau actuel de 400 ppm de CO₂ ne sera ressenti qu'à partir des années 2040 et 2050. Ces effets se poursuivront dans l'avenir aussi longtemps que nous continuons à libérer plus de gaz à effet de serre.

Une fois libérée, une grande partie du CO₂ restera dans l'atmosphère pendant très longtemps et continuera à retenir l'énergie du soleil. Le processus est complexe, mais les scientifiques croient généralement que 50 pour cent du CO₂ quitte l'atmosphère dans les 30 ans après avoir été libéré, 30 pour cent va demeurer dans l'atmosphère pendant 100 à 300 ans, et 20 pour cent restera pendant plus de 1.000 ans. L'effet combiné du laps de temps où le CO₂ reste dans l'atmosphère et le réchauffement de l'énorme volume d'eau dans les océans du monde signifie que jusqu'à 40 pour cent du réchauffement climatique causé par les gaz à effet de serre déjà libérés se poursuivra pendant les 1.000 prochaines années. En d'autres termes, le réchauffement climatique est très grave et est pratiquement permanent. Nous devons faire tout ce que nous pouvons pour empêcher de libérer plus de gaz à effet de serre et promouvoir la séquestration du carbone; et nous devons apprendre à vivre avec et continuer à nous adapter aux processus de changement qui se sont déjà enclenchés.

La chaleur supplémentaire piégée dans l'atmosphère est à l'origine de plusieurs changements de notre climat. Ces derniers sont généralement divisés entre ce que l'on appelle changements **à évolution lente** et **événements extrêmes**.

2.4 Les changements climatiques à évolution lente

Les changements climatiques à évolution lente sont ceux qui se produisent progressivement. Le premier et le plus important changement à évolution lente dans le climat est l'augmentation des températures mondiales moyennes sur les surfaces des terres émergées et des mers et océans.

Le changement climatique mondial a déjà commencé. Chaque mois de chaque année depuis février 1985, la température moyenne mondiale a été plus chaude que durant la période climatique précédente. On constate, en 2015, que 14 des 15 années les plus chaudes jamais enregistrés ont toutes eu lieu après l'an 2000, et les cinq années les plus chaudes ont toutes eu lieu depuis 2004.

(NOAA, 2016b)

Figure 12a: Températures mondiales de la surface des terres émergées °C/°F (1880-2015)

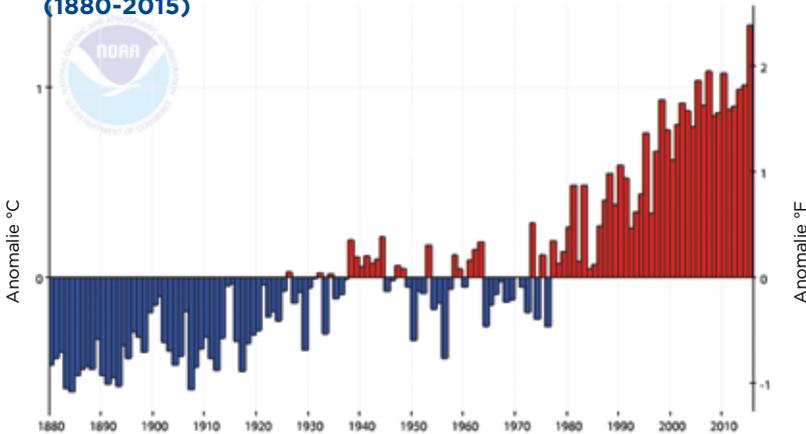
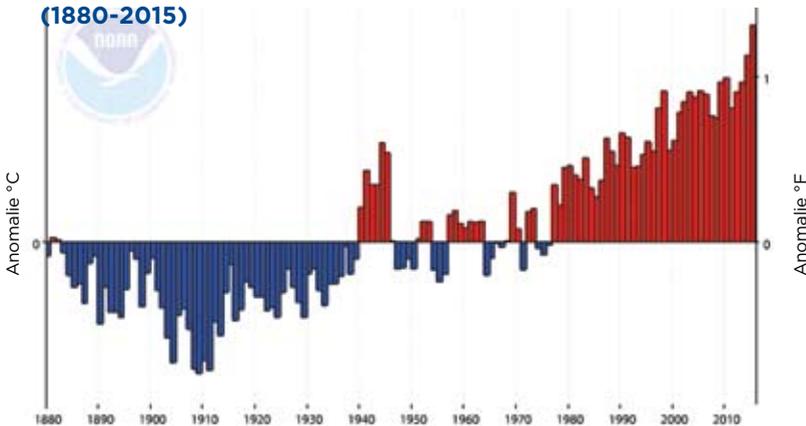


Figure 12b: Températures mondiales de la surface des mers et océans °C/°F (1880-2015)



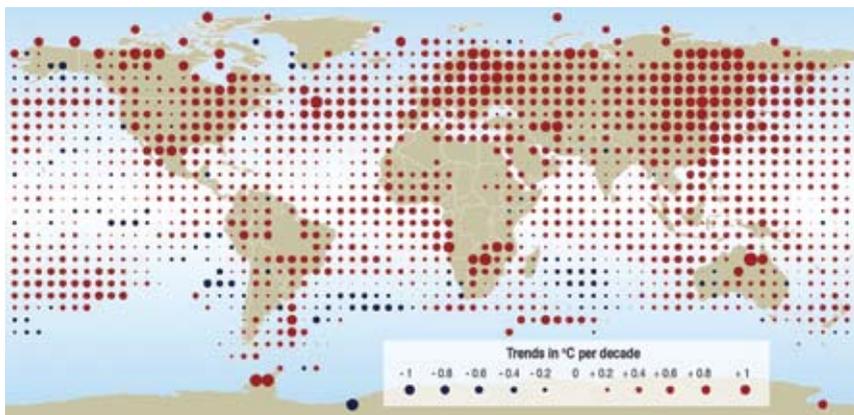
Source: www.ncdc.noaa.gov

Depuis 1880, les températures moyennes mondiales ont augmenté de 1 °C. La majeure partie de cette augmentation a eu lieu depuis 1980. Cependant, la hausse des températures n'a pas été la même partout :

- Les températures moyennes augmentent plus rapidement sur les surfaces des terres émergées que sur les océans. Lorsque la surface de l'océan se réchauffe, une partie de la chaleur est éliminée par évaporation. Le reste de la chaleur est absorbée à la surface de l'océan et mélangé dans l'énorme volume d'eau avec peu de réchauffement immédiat. Lorsque sur les surfaces de terres se réchauffent, la chaleur reste à la surface.

- Les températures moyennes au nord de l'équateur augmentent plus rapidement que les températures dans les zones au sud. Les océans couvrent plus de la zone de surface dans l'hémisphère sud alors que l'hémisphère nord a plus de terres immergées, qui se réchauffent plus vite que les océans.

Figure 13: Localisation des augmentations mondiales de la température (1976-2000)



Source: GIEC, 2001

- Les températures augmentent plus rapidement aux hautes latitudes (l'Arctique) que près de l'équateur. Les immenses étendues de neige et de glace qui recouvrent l'Arctique reflètent une grande partie de la lumière du soleil vers l'atmosphère, mais ces surfaces chauffent également, provoquant la fonte de la neige et de la glace. Au fur et à mesure que la couverture de neige disparaît, les surfaces sombres de la terre et de l'eau en dessous sont exposées. Ces surfaces sombres absorbent plus de chaleur, ce qui a pour résultat de réchauffer encore plus rapidement la surface déjà chaude.
- Les températures nocturnes augmentent plus rapidement que les températures diurnes. Après le coucher du soleil, la nuit est la période avec le plus grand potentiel de refroidissement. Toutefois, les nuages et l'augmentation de l'humidité dans l'atmosphère empêchent la chaleur de la surface des terres qui s'est réchauffée progressivement au cours de la journée de s'échapper dans l'atmosphère pendant la nuit. Ce piégeage de la chaleur diurne signifie qu'il y a moins de refroidissement et entraîne les températures nocturnes à augmenter plus vite que les températures diurnes élevées.

Alors que les températures de l'air continuent d'augmenter, deux choses importantes se produisent. Tout d'abord, l'évaporation de l'humidité du sol et des masses d'eau (les océans, les lacs et les cours d'eau) augmente. Deuxièmement, l'air plus chaud peut contenir plus d'humidité que l'air plus frais. Ensemble, ces deux forces – une d'évaporation majeure et la capacité de l'air à retenir plus d'humidité – conduisent à ce qu'une quantité croissante d'eau se déplace à travers le système climatique mondial. Cela signifie plus de précipitations. Cependant, l'augmentation des précipitations n'est pas répartie uniformément – ni où elles tombent, ni quand elles tombent. Les prévisions indiquent que les zones qui sont déjà sèches pourraient devenir plus sèches, et celles avec des précipitations abondantes pourraient en recevoir plus. Lorsqu'il pleut, la distribution des précipitations est en train de changer, avec une saison des pluies débutant plus tôt ou plus tard, et se terminant plus tôt ou plus tard, et plus de précipitations tombant durant des événements de fortes tempêtes dans certaines régions et des périodes de sécheresse plus longues entre les pluies dans d'autres.

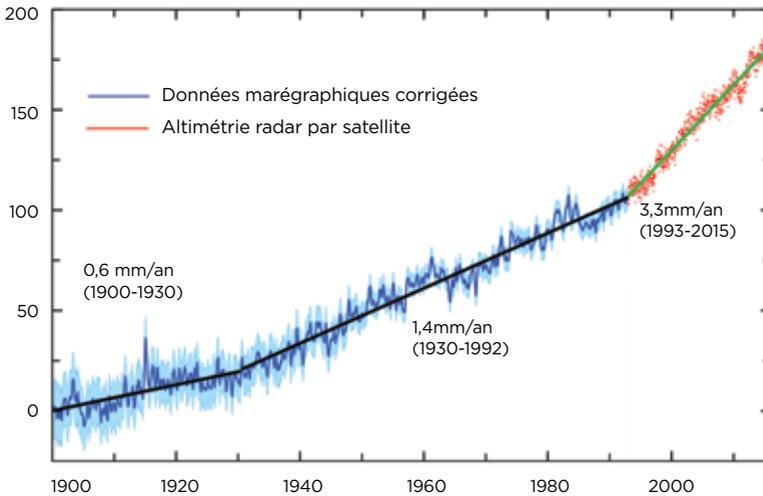
Selon votre situation géographique, vous pouvez également rencontrer d'autres effets du réchauffement climatique à évolution lente. Tout comme l'air chaud contient plus d'humidité, l'eau plus chaude augmente en volume. Le réchauffement des océans a causé une grande partie de l'élévation initiale du niveau de la mer. Le niveau des océans s'est accru de 20 centimètres au cours du siècle dernier, et il devrait augmenter beaucoup plus à l'avenir au fur et à mesure que les effets du réchauffement global s'amplifient.

L'augmentation des températures de l'air et de l'océan fait également fondre les glaciers, les calottes glaciaires et la glace de mer au niveau de toute la planète. L'élévation future du niveau de la mer proviendra de plus en plus de la fonte des glaces de mer et de la terre. La fonte rapide de la glace de mer dans l'Arctique et le début de l'effondrement des champs de glace importants au Groenland ont le potentiel d'augmenter les niveaux de la mer par un demi-mètre supplémentaire d'ici à 2050, et potentiellement de plusieurs mètres d'ici la fin du siècle. Sur la planète, près d'un milliard de personnes vivent à moins de 10 mètres au-dessus du niveau de la mer et sont menacées par de futures hausses de ce niveau.

La fonte rapide de la glace de mer dans l'Arctique et les observations récentes sur le début de l'effondrement de champs de glace importants au Groenland ont le potentiel d'augmenter le niveau de la mer d'un demi-mètre supplémentaire d'ici à 2050, et potentiellement de plusieurs mètres d'ici la fin du siècle.

L'ajout de ces énormes volumes d'eau aux océans de la planète se traduira par l'inondation progressive d'îles et une augmentation des inondations des zones côtières. Cela se traduira par une pénétration accrue des terres par l'eau de mer et une contamination des systèmes d'eau douce côtiers. La fonte des glaciers aura également une incidence sur le calendrier et la quantité des eaux de ruissellement approvisionnant des systèmes fluviaux importants dont certains pays dépendent pour leur approvisionnement en eau.

Figure 14: Moyenne mondiale de l'élévation du niveau de la mer



Source: Hanson et al., 2015

La fonte du pergélisol (permafrost)

La hausse des températures dans les régions septentrionales a un autre effet important, pouvant être potentiellement catastrophique. Les températures dans l'Arctique augmentent deux fois plus vite que dans les autres zones, faisant fondre les glaciers et également le pergélisol. Le pergélisol est une couche souterraine de roche, de glace et de matière organique gelées qui couvre près de 24 pour cent des zones sans glace de l'hémisphère Nord. Il détient à peu près la moitié de toute la matière organique contenue dans les sols de la planète – plus de carbone que ce qui a été libéré dans l'atmosphère depuis la fin de la révolution industrielle (1850). Le réchauffement de la surface terrestre et la fonte du pergélisol font que les bactéries deviennent plus actives et commencent à décomposer la matière organique contenue dans le pergélisol, libérant du dioxyde de carbone et du méthane dans l'atmosphère. Le souci est que, alors que les températures de l'air continuent à se réchauffer, une quantité plus importante de ce carbone stocké sera libéré, conduisant à un réchauffement supplémentaire des températures de l'air, plus de fonte du pergélisol, plus de libération de dioxyde de carbone et de méthane – devenant une boucle de rétroaction positive. Le plancher océanique de l'Arctique est aussi couvert par de grandes quantités de méthane piégé dans un état congelé qui sont également à risque d'être libérées par le réchauffement des océans. Si ces stocks supplémentaires de gaz à effet de serre s'échappent dans l'atmosphère, l'impact sur le système climatique mondial sera catastrophique.

En plus d'absorber presque toute (90 pour cent) l'énergie du soleil piégée par les gaz à effet de serre, les océans de la planète absorbent également environ 25 pour cent du CO₂ libéré dans l'atmosphère chaque année. Comme le CO₂ est un gaz acide, les océans deviennent plus acides – un processus dénommé «l'acidification des océans». L'acidité des océans a augmenté de 30 pour cent au cours des 200 dernières années, et continue d'augmenter. Cette augmentation de l'acidité de l'eau de mer est à l'origine de problèmes au niveau la santé, des fonctions normales des organismes et même de la communication entre différentes espèces marines. Certaines espèces de plantes et d'algues poussent mieux avec une acidité plus élevée et pourront prospérer. Toutefois, d'autres espèces, y compris des espèces essentielles de zooplancton supportent difficilement des niveaux élevés d'acidité. Ce sont des espèces microscopiques au bas de la chaîne alimentaire avec lesquelles d'autres espèces plus grandes se nourrissent et sont à leur tour mangées par

d'autres encore plus haut dans la chaîne alimentaire. La production réduite ou même l'élimination de ces espèces principales de plancton a des implications importantes pour l'avenir de toute la chaîne alimentaire. En outre, la plupart des organismes formant des coquilles – les palourdes, les moules, les huîtres, les oursins – ont plus de difficultés à construire des coquilles dans une eau plus acide, et fabriquent ainsi des coquilles plus faibles qui peuvent, en fin de compte, être dissoutes par des niveaux élevés d'acidité. Le corail, qui constitue des récifs et des écosystèmes entiers qui fournissent de la nourriture et un abri pour des communautés complexes d'espèces marines, menace de s'effondrer sous les effets combinés de l'acidification des océans et de la hausse des températures de l'eau.

2.5 Les événements extrêmes

Comme leur nom l'indique, les événements extrêmes se réfèrent aux excès – trop ou trop peu – dans les conditions météorologiques de base qui se produisent sur de courtes périodes de temps. Les changements dans la gravité et la fréquence d'événements extrêmes sont liés des changements climatiques à évolution lente. Par exemple, en plus de l'évolution lente de la hausse des températures mondiales, le nombre de jours extrêmement chauds et de vagues de chaleur augmente aussi, et ces phénomènes durent plus longtemps et atteignent des températures plus élevées. Dans certaines régions d'Afrique, il est prévu que, d'ici 2100, les températures moyennes pourraient être plus élevées que les températures extrêmes du passé, et que les vagues de chaleur qui avaient lieu auparavant en moyenne tous les 20 ans pourraient se produire tous les deux ans.

Lorsque la température des océans augmente et l'air se réchauffe, contenant plus d'humidité, les conditions sont réunies pour la formation de grands cyclones et ouragans, provoquant des inondations et des vents destructeurs lorsque les tempêtes frappent les terres immergées. Certaines de ces tempêtes extrêmes ont un pouvoir presque inimaginable. Prenons, par exemple, l'ouragan Mitch, qui a frappé l'Amérique centrale en 1998. En quelques jours, cette tempête a produit plus de 1,2 mètres de précipitations dans certaines régions, provoquant plus de 18.000 morts et des dégâts pour un montant de 6 milliards de \$US. En 2015, l'ouragan Patricia s'est formé sur le Pacifique oriental, avec des vitesses de vent enregistrées à plus de 320 km/h, la tempête la plus puissante jamais mesurée. En fonction de votre situation géographique, vous pouvez déjà avoir connu certains de ces événements de tempêtes extrêmes. Depuis les années 1970, la puissance et la durée de ces tempêtes tropicales ont augmenté, une tendance qui semble devoir se poursuivre.

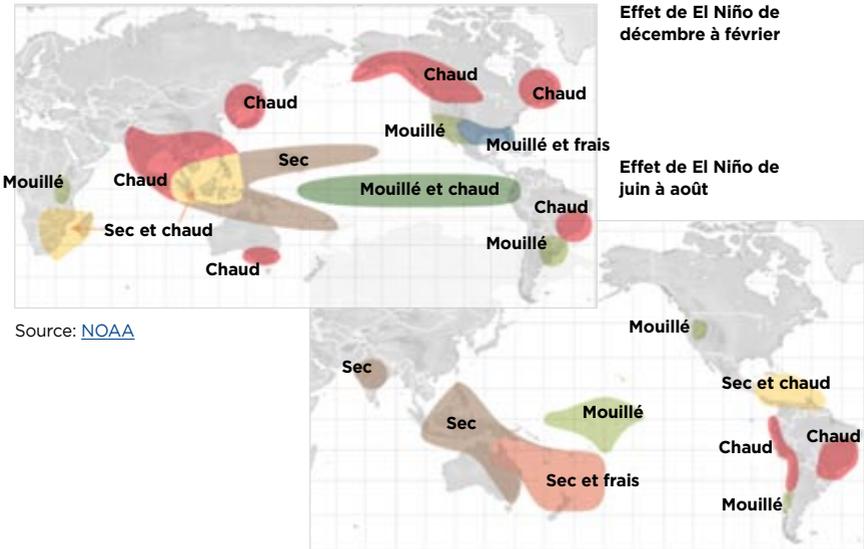
El Niño/La Niña

Les océans du monde jouent un rôle important dans le contrôle du climat de la planète. Les courants océaniques transportent la chaleur absorbée à la surface, en la déplaçant des tropiques vers les régions du nord, et apportent de l'eau plus fraîche à la surface près de l'équateur. Sans ces mouvements d'eau et les courants aériens qui y sont associés, une grande partie de l'hémisphère nord serait un désert gelé et certaines zones tropicales seraient intolérablement chaudes. Toutefois, ces courants océaniques et atmosphériques ne sont pas constants, et quand ils changent de direction, nous sommes confrontés à des changements météo sur la terre, pouvant parfois provoquer des événements extrêmes. L'une de ces combinaisons importantes de circulation d'eau et d'air se trouve dans le Pacifique central et oriental, au large de la côte de l'Amérique du Sud. Dans certaines conditions, la surface de l'océan peut devenir beaucoup plus chaude que la normale parce que de l'eau moins fraîche remonte à la surface. Quand ces périodes sont prononcées, il est dit qu'un El Niño (espagnol pour «le garçon») se produit et il peut durer plusieurs années. Le contraire, La Niña (espagnol pour «la fille»), se traduit par un refroidissement des températures de la surface de l'océan en dessous de la normale. Lors d'un événement El Niño, certaines régions éloignées subissent de fortes pluies et des inondations, et d'autres connaissent la sécheresse (voir figure ci-dessous).

Ces courants océaniques et atmosphériques ne sont pas constants, et quand ils changent de direction, nous sommes confrontés à des changements météo sur la terre, pouvant parfois provoquer des événements extrêmes.

Si les conditions d'un événement El Niño s'avèrent particulièrement fortes, on pense que l'eau chaude supplémentaire restant à la surface contribue à une augmentation plus rapide de la température mondiale. Cela semble s'être produit en 1997/98 et 2014/15, quand il y a eu des épisodes El Niño particulièrement intenses et la planète a connu des pics de températures. Il semble qu'un réchauffement intense de l'eau de surface contribue aussi à la formation de tempêtes tropicales particulièrement fortes, comme l'ouragan Patricia.

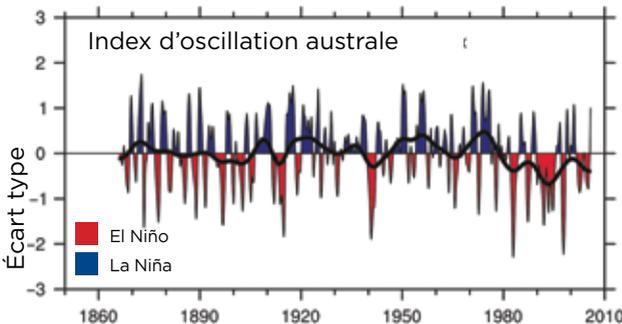
Figure 15: Impact des précipitations de El Niño



Source: NOAA

Les conditions basculent entre El Niño et La Niña, avec l’océan dans une phase neutre pour près de la moitié du temps. Un épisode El Niño a atteint un pic à la fin de 2015, ceci produisant les plus chaudes températures de surface de la mer jamais enregistrées. Dans l’ensemble, la fréquence des années El Niño a augmenté depuis les années 1970 (voir la figure 16) et devrait se poursuivre, avec une diminution d’épisodes La Niña. De façon similaire, d’autres courants océaniques et venteux affectent le temps dans d’autres régions du monde, comme les phénomènes saisonniers de mousson apportant la pluie à de grandes parties de l’Asie et de l’Afrique de l’Ouest.

Figure 16: Frise chronologique pour les phénomènes El Niño et La Niña



Source: Archer and Rahmstorf, 2010

En plus de l'influence des événements El Niño, la faculté générale de l'air plus chaud à retenir plus d'humidité conduit à des tempêtes qui produisent plus de précipitations. La fréquence des inondations produites par ces tempêtes plus importantes a considérablement augmenté au cours des 50 dernières années (voir la figure 17).

Figure 17: Événements d'inondations (1950-2000)



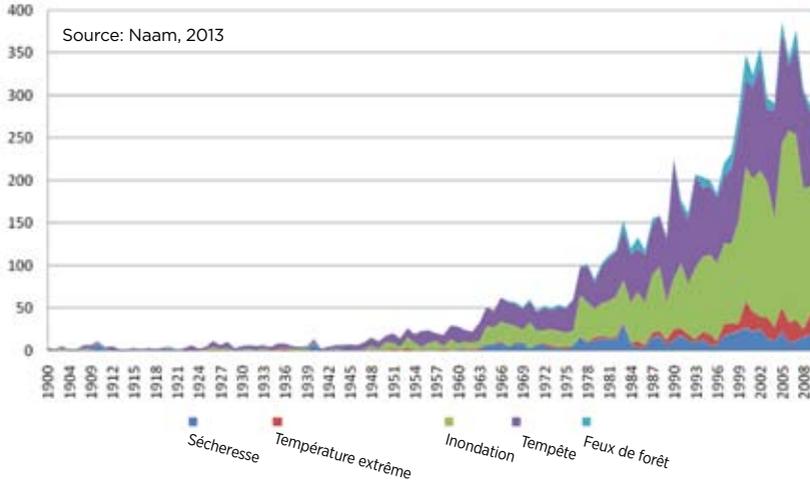
Dans d'autres régions, les zones intérieures subissent une augmentation des températures et des changements de régime des précipitations qui conduisent à plus de sécheresses et de périodes sèches. Au niveau mondial, les étendues touchées par la sécheresse ont doublé depuis les années 1970. Des températures plus élevées, plus d'évaporation, des périodes sèches et des sécheresses plus fréquentes conduisent également au dessèchement de la végétation. Par conséquent, le nombre de feux de forêt et de brousse a également augmenté (voir la figure 18).

Figure 18: Feux de forêts (1950-2000)



Au total, le nombre d'événements extrêmes enregistrés chaque année sur la planète est en hausse, la rendant un endroit plus chaotique et difficile à vivre, et créant un environnement plus difficile pour l'agriculture (voir figure 19).

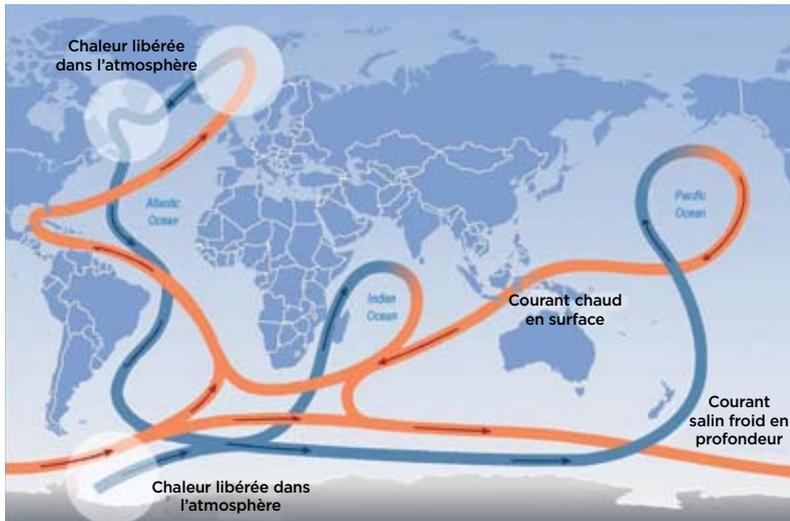
Figure 19: Nombre d'événements météorologiques extrêmes dans le monde



Des océans vulnérables

Les océans ont des courants d'eau tiède et froide importants qui sont également vulnérables au changement climatique. L'eau de mer de surface qui est réchauffée sous les tropiques se déplace vers le nord, emmenant la chaleur absorbée avec elle. Au fur et à mesure que l'eau se refroidit, elle chute (l'eau extrêmement froide est plus dense que l'eau tiède), et les courants d'eau profonde refluent vers l'équateur.

Les océans sont si grands que ces courants, transportant de l'eau chauffée dans les régions polaires et rapportant de l'eau froide sous les tropiques, stabilisent le système climatique mondial et rendent la planète habitable. On observe maintenant un ralentissement de ces courants vitaux, et avec la continuation du réchauffement climatique, ils pourraient même s'arrêter – l'eau chaude restant sous les tropiques et l'eau froide restant dans les régions septentrionales. Si cela se produit, les conséquences seront catastrophiques. Ce serait l'événement le plus extrême de toute l'histoire de l'humanité, avec le potentiel de déclencher un âge glaciaire qui aurait des répercussions sur toute la vie sur la planète.

Figure 20: Le grand tapis roulant des océans

Source: GIEC, 2001

Idées essentielles

Nos connaissances sur le changement climatique ne cessent de s'enrichir au fur et à mesure que de nouvelles informations deviennent disponibles. Néanmoins, nous avons aujourd'hui une bonne compréhension de nombreux faits de base. Voici quelques éléments clés de ce que nous connaissons sur le changement climatique :

- Le changement climatique est réel. Il n'y a pas de désaccord sur le fait que le climat est en train de changer, et presque aucun désaccord sur le fait que les activités humaines en sont la cause (97 pour cent des scientifiques travaillant sur le changement climatique sont convaincus que les actions humaines en sont responsables).
- Le changement climatique est déjà une réalité. Il n'y a aussi pas de désaccord que le changement climatique existe déjà. La plus grande revue scientifique jamais entreprise, qui en documente les preuves bien étayées a donné lieu au dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques.
- Le changement climatique a un caractère si durable qu'il est fondamentalement permanent, en termes de durée de vies humaines. Les impacts se prolongeront bien au-delà de notre vie, et de celles des enfants

des enfants de nos enfants. En fait, il faudra au moins 40 générations avant que les effets actuels du changement climatique ne disparaissent, et ceci seulement si nous nous arrêtons immédiatement d'émettre tous les gaz à effet de serre.

- Le changement climatique comprend des changements qui sont lents à apparaître (à évolution lente) et des changements dans la fréquence et dans l'intensité d'événements extrêmes qui ont lieu rapidement. Individuellement et en association, ils auront des répercussions sur différents endroits à différents moments.
- Des changements multiples ont lieu en même temps. En raison des forces derrière les divers événements – la hausse des températures et les changements dans les régimes de précipitations – certains changements peuvent sembler incompatibles entre eux, comme des inondations se produisant plus fréquemment alors que la pluviométrie annuelle moyenne est en baisse.

Ressources additionnelles

Archer, D., and S. Rahmstorf. 2010. *The climate crisis: An introductory guide to climate change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2014a: *Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse*. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). Genève, Suisse. GIEC.

King, D., D. Schrag, Z. Dadi, Q. Ye and A. Ghosh. 2015. *Climate change: A risk assessment*. London: United Kingdom Foreign and Commonwealth Office.

World Bank. 2012. *Turn down the heat: Why a 4°C warmer world must be avoided*. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analysis. Washington, D.C., USA: The World Bank.

3ÈME PARTIE

Comment le changement climatique affecte l'agriculture

Les impacts du changement climatique discutés ci-dessus – l'évolution lente de la hausse des températures mondiales en lien avec les changements de quantités et de distribution des précipitations, et la fréquence et la gravité accrues des événements extrêmes – affectent les conditions environnementales de base dont dépendent tous les êtres vivants sur la planète. Chaque espèce, animale et végétale, prospère dans certaines conditions environnementales, peut en tolérer d'autres et périt au-delà de certaines limites. Les cultures et les animaux d'élevage ne sont pas différents. Certains des impacts – température et précipitations – affectent **directement** la croissance, la santé et la reproduction végétales et animales. D'autres impacts ont une influence **indirecte** qui amène des changements dans les populations et la répartition des espèces de mauvaises herbes et des parasites des cultures et des animaux d'élevage, et dans l'apparition de maladies. Les variations dans l'alimentation des animaux d'élevage en termes de la productivité, du contenu nutritionnel et du mélange d'espèces de plantes fourragères – causées par les effets de température et de précipitations et de l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère – auront des répercussions sur la santé des animaux, en les rendant plus sujets aux maladies et aux parasites. Les types précis de changements que vous pouvez observer dans le système de production où vous travaillez peuvent être très différents de ceux qui se produisent dans d'autres endroits, et ils continueront à évoluer dans le temps. Si vous travaillez sur de grandes étendues ou dans différentes zones écologiques, vous pouvez vous-même peut-être observer certaines de ces différences.

En général, les cultures et les animaux sont plus sensibles aux stress liés aux conditions météorologiques quand ils sont jeunes, pendant leur période de reproduction, et lorsque le grain ou le fruit se forme ou au cours de la lactation chez les animaux femelles. Par exemple, si il n'y a pas de précipitations après la germination pendant une semaine ou plus dans des environnements chauds, probablement beaucoup de jeunes plants périront, même si la plupart des plantes adultes seront en mesure de survivre. Certaines cultures et certains animaux sont plus tolérants – ou moins susceptibles – que d'autres à certains types de stress. Cependant, il n'existe pas de super cultures ou animaux qui ne sont nullement affectés par les stress météorologiques.

Différents types de stress affectent les espèces de manière dissemblable. Par exemple, bien après que les plants de maïs se soient établis et aient passé le point d'extrême vulnérabilité à la sécheresse saisonnière précoce, le sommet en croissance de la partie principale de la plante est encore en dessous de la surface du sol, même lorsque la plante fait de 20 cm de hauteur. Les fortes pluies qui causent la formation d'eau stagnante peuvent tuer, en l'espace de quelques jours, les plants à ce stade de développement. Lorsque les plantes se rapprochent de leur période de reproduction – généralement deux semaines avant et après l'apparition des soies – les plants de maïs sont très vulnérables aux stress causés par la chaleur et l'humidité. Pendant cette étape, les plantes peuvent tolérer des températures plus élevées, sauf si elles font face, en même temps, à un stress hydrique. Ensuite, des températures élevées peuvent causer des dommages dévastateurs. Des températures extrêmes à ce moment là – au dessus de 40 °C – même pour quelques heures, quel que soit le taux d'humidité du sol, peuvent rendre le pollen stérile, ce qui réduit considérablement la quantité de grains qui se forment. Un grave stress hydrique après la pollinisation, au moment où les grains se forment et murissent, peut aussi faire beaucoup baisser les rendements.

De façon similaire, les espèces de bétail, de volaille et de poissons sont aussi sensibles aux intempéries et aux stress environnementaux connexes. Toutes les espèces – les bovins, les petits ruminants, les porcs et la volaille – réduisent leur consommation alimentaire lors d'un stress thermique causé par les températures élevées de l'air, en particulier lorsqu'il s'accompagne d'une humidité élevée et ceci a pour effet de diminuer le gain de poids et la production de lait et d'œufs. Selon les niveaux de chaleur et la durée des périodes chaudes, la réduction de l'alimentation et d'autres modifications dans le fonctionnement de l'organisme des animaux peuvent provoquer des changements dans la taille et la qualité des œufs, l'amincissement des coquilles d'œufs, et la réduction du contenu de matière grasse et de sucre (lactose) dans le lait. Si le stress lié à la chaleur dure assez longtemps, la qualité de la viande des animaux et de la volaille change aussi, avec plus de gras que de muscles. De plus, les animaux stressés par la chaleur ont un taux plus bas de reproduction, avec une progéniture de faible poids à la naissance, et sont plus sujets aux maladies. Les vagues de chaleur extrêmes peuvent

Toutes les espèces – les bovins, les petits ruminants, les porcs et la volaille – réduisent leur consommation alimentaire lors d'un stress de chaleur et ceci a pour effet de diminuer le gain de poids et la production de lait et d'œufs.

être particulièrement mortelles, comme celle qu'a connue l'Inde en mai 2015, lorsque les températures prolongées supérieures à 40 °C ont conduit à la mort de plus de 17 millions d'oiseaux.

Les populations de poissons sauvages d'eau douce et d'eau de mer et les espèces cultivées dans les systèmes d'aquaculture sont peut-être les plus vulnérables aux stress liés au changement climatique. Les poissons sont des animaux à sang-froid, cela signifiant que la température de l'environnement contrôle largement leur température corporelle. Ils ne peuvent pas se refroidir eux-mêmes efficacement lorsque la température de l'eau augmente. En outre, quand l'eau se réchauffe, elle détient moins d'oxygène, ce qui est d'une importance capitale. Les espèces d'eau froide, d'eau fraîche et d'eau tiède ont chacune leur gamme préférée de températures de l'eau et de niveaux d'oxygène. Quand l'eau rejoint des températures proches du maximum de chaleur que chaque espèce peut tolérer, les poissons deviennent stressés - ils grandissent plus lentement, sont plus vulnérables aux maladies et aux parasites et se reproduisent moins facilement. Selon là où ils se trouvent - un cours d'eau, un lac ou un océan - les poissons ont une capacité limitée de migrer à la recherche de nouveaux environnements avec des conditions plus proches de celles qu'ils préfèrent. Une fois que les températures dépassent les seuils critiques, les espèces qui ne peuvent pas s'échapper vont disparaître.

Quand l'eau rejoint des températures proches du maximum de chaleur que chaque espèce peut tolérer, les poissons deviennent stressés- ils grandissent plus lentement, sont plus vulnérables aux maladies et aux parasites et se reproduisent moins facilement.

En améliorant vos connaissances sur le moment où les différentes espèces sont les plus sensibles aux risques climatiques, selon leurs stades de développement, vous serez mieux à même d'identifier les risques potentiels liés au changement climatique et de travailler avec les agriculteurs dans les choix de pratiques de gestion d'adaptation qu'ils pourraient utiliser pour éviter ou réduire l'exposition au risque.

Les sections suivantes décrivent quelques-uns des effets directs et indirects importants que les changements météorologiques ont sur l'agriculture (vous trouverez une discussion plus détaillée de ces impacts et d'autres risques liés au changement climatique dans les guides de poche sur les cultures et l'élevage) :

3.1 Les effets directs

La hausse des températures moyennes : Des températures plus élevées peuvent avoir de nombreux impacts directs sur les espèces végétales et animales. Dans les environnements frais, les plantes qui aiment la chaleur tels que les bananes et le manioc peuvent bénéficier de l'augmentation des températures, tandis que les plantes de climat frais comme le café Arabica en souffrent. Pour la plupart des cultures, les rendements commencent à diminuer lorsque les températures diurnes élevées dépassent 30 à 34 °C. Certaines espèces de fruits et de noix nécessitent des périodes froides au cours de l'année pour bien se reproduire. Pour ces espèces, la hausse des températures conduira à une baisse des rendements et, au bout d'un certain temps, à leur disparition des systèmes agricoles dans certaines zones où elles prospèrent actuellement.

L'un des impacts généraux les plus importants de la hausse des températures moyennes sur les plantes est qu'elles mûrissent plus rapidement. Plus les plantes mûrissent vite, moins elles passent de temps dans chaque étape de leur développement, y compris dans l'étape de reproduction. Une période de floraison plus courte peut entraîner une moins bonne fécondation et des rendements plus faibles. Toutes les plantes sont soumises à des limites de températures (hautes et basses) qu'elles peuvent tolérer. En fin de compte, une fois que ces limites sont dépassées, certaines variétés et certaines cultures ne pourront plus être cultivées.

Le bétail, la volaille et les poissons sont aussi directement affectés par la hausse des températures. Des différences importantes existent entre les espèces, les races et même les individus mais toutes les espèces sont stressées (stress thermique) à un certain niveau de température, avec comme conséquence une consommation alimentaire réduite, une croissance plus lente, une moins bonne reproduction, une diminution de la production de lait ou des œufs moins nombreux et plus petits, et des changements dans la qualité de la viande.

La hausse des températures nocturnes : Comme les températures nocturnes augmentent plus rapidement que celles diurnes, l'augmentation des températures moyennes est principalement due à l'augmentation plus rapide des températures nocturnes. Les températures nocturnes plus élevées affectent

Dans les environnements frais, les plantes qui aiment la chaleur tels que les bananes et le manioc peuvent bénéficier de l'augmentation des températures, tandis que les plantes de climat frais comme le café Arabica en souffrent. Certaines espèces de fruits et de noix nécessitent des périodes froides au cours de l'année pour bien se reproduire.

les espèces cultivées à bien des égards dont l'un des plus importants est l'augmentation de la respiration des végétaux. Les plantes créent de l'énergie à partir de la lumière du soleil et des nutriments du sol à travers le processus de la photosynthèse, et elles utilisent une partie de cette énergie associée à de l'oxygène pour alimenter leur croissance et maintenir leur santé. On appelle cela la respiration de croissance et de maintenance. Elle se produit le jour et la nuit, et au fur et à mesure que les températures augmentent, le taux de respiration des plantes augmente également. Le soir, après le coucher du soleil et alors qu'aucune photosynthèse ne se produit, les températures élevées font que les plantes consomment de plus grandes quantités de l'énergie qu'elles ont créée au cours de la journée. Pour le riz, par exemple, avec une hausse de la température nocturne de 27 à 32 °C, la respiration augmente de 40 pour cent. L'énergie utilisée dans la respiration n'est pas disponible pour la production de grains, et donc les rendements des cultures diminuent.

Des températures élevées nocturnes peuvent aussi interférer avec la respiration des plantes et leur reproduction.

Des températures élevées nocturnes peuvent aussi interférer avec d'autres processus de croissance des plantes, y compris la reproduction. Des variétés de haricots communs, par exemple, ont besoin de températures en dessous de 18 °C (généralement la nuit) pendant la floraison afin de pouvoir se reproduire. Pour le bétail et la volaille, de hautes températures nocturnes prolongées ne leur permettent pas de récupérer de la chaleur de la journée, amplifiant ainsi les effets du stress de chaleur sur leur santé, leur croissance et leur reproduction.

Les vagues de chaleur : Des températures exceptionnellement élevées peuvent causer des dégâts importants particulièrement si elles ont lieu lors de la période de reproduction des plantes et des animaux. Par exemple, le pollen des cultures de céréales importantes telles que le riz et le maïs deviendra stérile si, pendant la floraison, la température dépasse 35 °C et 40 °C respectivement, même seulement durant quelques heures. Si, pendant les vagues de chaleur, la température corporelle du bétail et de la volaille s'élève au-dessus des limites tolérables, 41,5 °C et 47 °C (38,6 °C et 42 °C sont les températures normales), les animaux commencent à mourir.

Les changements généraux des précipitations : Lorsqu'il pleut hors saison - trop tôt ou trop tard, ou quand les cultures ne sont pas cultivées - ou la pluie qui tombe en quantités supérieures à ce que la terre peut absorber, et est donc perdue par ruissellement ou par évaporation, cela n'est d'aucune utilité pour l'agriculture. Ainsi, même si la quantité totale des précipitations annuelles

reste à peu près la même avec le changement climatique, le changement des périodes (jours/mois) où il pleut peut réduire la quantité qui est réellement disponible pour les cultures. Dans certaines zones, les précipitations sont de plus en plus variables et donc moins fiables, avec une saison des pluies connaissant plus de «faux départs», des récoltes détruites après la germination et la nécessité de replanter.

Des régimes saisonniers et des moussons qui changent : Les changements dans l'ensemble des régimes de précipitations sont en train de modifier la nature même des saisons des pluies: le moment où les pluies commencent, le temps qu'elles durent et la quantité totale d'eau qu'une zone reçoit. Une saison des pluies raccourcie – en raison d'un début tardif ou d'une fin précoce ou des deux – réduit le temps qu'ont les cultures pour terminer leur cycle de croissance. Le cycle de reproduction de certaines plantes (espèces photosensibles), y compris plusieurs variétés de sorgho, est déclenché par la longueur du jour. Au

Le cycle de reproduction de certaines plantes, telles que plusieurs variétés de sorgho, est déclenché par la longueur du jour.

nord de l'équateur, où la fin de la saison des pluies se produit lorsque les jours raccourcissent, une fin précoce de la saison des pluies peut signifier que ces espèces pourraient ne pas avoir l'humidité du sol requise pour produire de bons rendements parce que la saison des pluies n'est plus synchronisée avec leur cycle de reproduction, qui est déterminé par la longueur du jour.

Dans les régions de l'Afrique de l'Ouest et de l'Asie du Sud et du Sud-Est, la saison des pluies est déclenchée par les moussons sous continentales, un mouvement massif d'air humide provenant des océans situés à proximité vers les zones terrestres. Les changements de ces mouvements critiques de masses d'air, qui sont provoqués par les variations saisonnières des températures de surface de l'océan et les alizés continentaux, ont une incidence sur la campagne agricole sur de vastes étendues. Des événements tels que de forts épisodes El Niño peuvent affecter de manière significative le régime des précipitations sur une ou plusieurs campagnes agricoles à l'échelle mondiale.

Les périodes sèches et les sécheresses : Jusqu'à un certain point, les périodes sans pluie peuvent être bénéfiques pour les plantes et les animaux – elles réduisent les risques de pourriture, de champignons, de moisissures et de certaines maladies, et stimulent les plantes à s'enraciner profondément dans le sol à la recherche de l'humidité. Cet avantage, cependant, n'est pas le même pour toutes les espèces, et il existe des limites au-delà desquelles le manque d'eau a des effets néfastes. Dans les systèmes pastoraux, par exemple, les

animaux adultes de races bovines autochtones peuvent tenir 2 à 3 jours ou plus sans eau s'ils y sont contraints, alors que les vaches laitières en période de lactation doivent boire de l'eau tous les jours. Lors de températures plus élevées, le bétail et la volaille augmentent considérablement leur consommation d'eau pour reconstituer l'humidité perdue par la transpiration et la respiration (halètement). Les races de bétail résistantes à la chaleur sont capables de transpirer plus que les races non-résistantes. Lorsque les températures sont supérieures à 30 °C, les vaches laitières et les volailles augmentent leur consommation d'eau de plus de 50 pour cent par rapport à la normale. Cependant, s'il y a une pénurie absolue d'eau, les animaux meurent. On estime que pendant les grandes sécheresses en Afrique, 20 à 60 pour cent du bétail a péri dans les zones touchées.

Les espèces de poissons ont, bien entendu, besoin d'eau pour survivre. Les populations de poissons d'eau douce sauvages et celles élevées dans les systèmes d'aquaculture sont très vulnérables aux longues périodes de sécheresse qui affectent les systèmes d'eau (les lacs et les cours d'eau) dans lesquels ils vivent et se reproduisent. La réduction significative des niveaux d'eau peut diminuer le nombre de poissons sauvages qui peut bien se reproduire, conduisant à un déclin des populations. Très peu d'espèces, en particulier celles ayant une valeur commerciale, peuvent tolérer d'être hors de l'eau pendant très longtemps.

Les déluges et les périodes d'inondation : les déluges peuvent être dévastateurs, lavant littéralement le sol, les cultures et le bétail des collines et nivelant les plaines, faisant éclater les berges des étangs de poissons, et noyant des animaux pris au piège dans des cages ou des structures. Dans des cas moins graves, les inondations durent plusieurs jours avec de l'eau stagnante qui noie la plupart des cultures en remplissant les espaces d'air dans le sol dont les cultures ont besoin pour respirer (engorgement). Certains endroits dans le paysage sont plus vulnérables aux dégâts causés par les déluges et les inondations que d'autres, et ces lieux peuvent varier quand les régimes de précipitations changent.

Dans les sols lourds, retenant l'eau, un excès de précipitations qui dure plusieurs jours pourra endommager ou même tuer les cultures sensibles.

En raison des relations entre le niveau de tolérance des cultures, les types de sol et la disponibilité de l'eau, une inondation très localisée qui affecte des portions de champs peut causer des dégâts difficiles à voir. Le maïs et le mil, par exemple, ne tolèrent pas l'engorgement. Dans les sols lourds retenant

l'eau, un excès de précipitations qui dure plusieurs jours pourra endommager ou même tuer ces cultures. D'autres cultures qui sont plus tolérantes à des conditions humides, telles que le sorgho et le riz, ou toutes les cultures plantées dans des sols légers pouvant se drainer librement, seront peu affectées.

Les vents violents : L'impact des vents violents des ouragans, des cyclones et des typhons le long des zones côtières et ceux associés à des événements de fortes tempêtes à l'intérieur des terres peuvent avoir un effet dévastateur sur les cultures et sur les arbres. Les cultures céréalières et horticoles, en particulier, sont susceptibles d'être renversées (verse), surtout quand elles sont lourdes avec des grains mûrs ou presque mûrs ou avec des fruits.

Les interactions entre les effets directs : Des interactions importantes peuvent se produire entre les changements dans les conditions météorologiques qui affectent directement toutes les espèces animales et végétales. Les animaux d'élevage, par exemple, sont plus vulnérables aux effets des hausses de températures lorsque les niveaux d'humidité de l'air sont également élevés. La combinaison de températures élevées avec un manque d'eau peut être mortelle pour le bétail et la volaille. De même, les cultures, en faisant un effort pour se rafraîchir, perdent naturellement plus d'humidité à travers leurs feuilles (transpiration) lorsque la température augmente. Cela peut amplifier le stress sur les plantes si elles souffrent également d'un manque d'eau en raison de l'insuffisance des précipitations.

Des températures plus élevées se traduisent également par une plus grande évaporation de l'humidité du sol, ce qui augmente la probabilité que les cultures deviendront stressées par le manque d'humidité. Cette combinaison de stress thermique et hydrique est particulièrement néfaste lors de la reproduction des cultures. L'effet combiné de la chaleur et des périodes de sécheresse sur les cultures et l'élevage est intensifié par des vents forts, ce qui augmente le taux d'évaporation de l'humidité du sol.

3.2 Les effets indirects:

Les pollinisateurs : Dans le monde entier, plus de 80 pour cent de toutes les plantes à fleurs sont pollinisées par une autre espèce. Ces espèces, connues comme les pollinisateurs sont essentielles pour aider la reproduction des cultures produisant mondialement 35 pour cent des aliments que nous mangeons. Les oiseaux, les chauves-souris et les petits animaux en font partie, mais les plus importants sont les insectes – les abeilles, les guêpes, les mouches, les coléoptères (scarabées) et les fourmis. L'impact des changements climatiques qui affecte directement ces espèces aura un effet dévastateur sur les cultures

qui ont besoin des pollinisateurs pour leur reproduction. Sous les tropiques, la plupart des pollinisateurs sont sur le point de rejoindre la limite supérieure de leur tolérance aux températures, cela rendant l'effet de la hausse des températures encore plus grave dans ces zones.

Les ravageurs et les prédateurs de ravageurs : Dans le monde entier, les ravageurs réduisent de 10 à 16 pour cent les rendements agricoles. Lorsque les conditions de températures et de précipitations changent, les zones où l'on trouve certains insectes ravageurs changeront ainsi que la population de ces derniers.

Dans les climats froids, les hivers doux et une montée précoce des températures au printemps permettront également à plus de ravageurs de survivre et d'apparaître plus tôt dans l'année. Des températures plus élevées peuvent permettre à certains ravageurs de se reproduire plus fréquemment, augmentant ainsi une intensification potentielle (plus de ravageurs par saison) des dégâts aux cultures.

Les mêmes changements qui affectent les ravageurs affectent également d'autres espèces qui se nourrissent de ces ravageurs (prédateurs de ravageurs). Il peut y avoir des situations où les prédateurs de ravageurs importants ne sont plus en mesure de faire face aux changements du climat tandis que les ravageurs sont moins touchés. Cela pourrait conduire à un déclin des populations de prédateurs et à l'augmentation de celles de ravageurs.

Maladies : Certaines maladies des cultures et des animaux d'élevage sont propagées par les insectes. D'autres sont répandues dans l'environnement par le vent, l'eau ou un sol infecté, et d'autres encore par le contact physique - animal à animal, ou le contact avec des outils ou des vêtements infectés. Les maladies propagées par les insectes ou les conditions environnementales sont les plus susceptibles d'être affectées par un changement des conditions météorologiques. Dans certains endroits, les changements dans les conditions climatiques peuvent conduire à l'apparition soudaine de maladies qui n'étaient pas présentes dans le passé, à un nombre croissant d'épidémies et une augmentation de la gravité de maladies déjà présentes, mais pas de façon dévastatrice. Ceci se constate plus facilement dans les zones montagneuses. Alors que les températures augmentent, les ravageurs et les maladies peuvent se déplacer plus haut sur les versants dans des zones qui étaient trop froides auparavant pour eux. Durant les années où les conditions sont réunies, les taux locaux d'infection peuvent exploser dans les endroits où les maladies sont déjà présentes. Par exemple, les fortes précipitations, qui conduisent

à une augmentation de l'humidité locale ou à l'inondation des zones de pâturage, peuvent créer des conditions dans lesquelles les populations de certains types d'organismes pathogènes des cultures (les moisissures et les champignons) et de ravageurs des animaux d'élevage (les parasites gastro-intestinaux) peuvent monter en flèche. En général, les cultures et les animaux qui sont déjà stressés par d'autres changements dans les conditions environnementales – la chaleur, la sécheresse et la mauvaise nutrition – sont plus vulnérables aux infections et aux parasites.

Les ravageurs et les maladies des animaux d'élevage

Il sera particulièrement difficile de répondre aux impacts du changement climatique sur les ravageurs et les maladies des animaux d'élevage. À l'échelle mondiale, chaque année, dans les pays en développement, les maladies animales tuent 20 pour cent des ruminants et plus de 50 pour cent de la volaille. Différentes maladies sont transmises directement par l'environnement (l'eau, le vent, les pâturages), par les insectes ravageurs (les mouches, les moustiques, les tiques) et par contact direct (l'animal à l'animal, l'animal à l'homme). Comme les conditions météorologiques changent, les endroits où se trouvent les insectes ravageurs vecteurs de maladie vont également varier, ceci entraînant l'introduction de nouveaux risques de maladies dans des zones où elles n'existaient pas ou bien étaient moins fréquentes. Durant certaines années, les conditions peuvent favoriser des ravageurs vecteurs de maladies spécifiques et entraîner des épidémies. Certains événements météorologiques tels que de fortes pluies et des inondations fréquentes peuvent créer les conditions propices pour que la transmission (par des moustiques infectés) de maladies telles que la fièvre de la vallée du Rift au bétail augmente.

La préparation de comment les animaux sont gérés face à l'évolution des conditions météorologiques peut aussi influencer sur leur niveau d'exposition aux différents ravageurs et maladies. Par exemple, lors des périodes de sécheresse qui limitent le nombre d'endroits où le bétail peut avoir accès à l'eau, les éleveurs peuvent avoir besoin de le déplacer vers de nouveaux points d'eau où les animaux seront potentiellement en contact étroit plus fréquent avec d'autres troupeaux, augmentant ainsi le risque de transmission de maladies d'animal à animal. Durant de plus longues sécheresses, les troupeaux d'une région peuvent avoir besoin de se déplacer sur de longues distances vers de nouveaux endroits à la recherche de fourrage et d'eau, tout en étant potentiellement porteurs de maladies.

Les mauvaises herbes : Comme pour les insectes ravageurs, les populations des espèces de mauvaises herbes et où elles se trouvent peuvent changer. À l'échelle mondiale, les mauvaises herbes réduiraient les rendements potentiels des cultures jusqu'à 36 pour cent. Grâce principalement au vent, à l'eau, aux oiseaux et aux animaux, les graines de mauvaises herbes sont constamment déplacées vers de nouvelles zones. Souvent, les conditions dans les zones où ces graines atterrissent ne sont pas adaptées, et les espèces de mauvaises herbes ne peuvent pas s'installer. Toutefois, lorsque les conditions de température et d'humidité changent, les mauvaises herbes peuvent occuper rapidement de nouveaux endroits. Les mauvaises herbes n'ont pas été sélectionnées pour utiliser leur énergie dans la production de céréales ou de fruits comestibles – elles emploient plutôt leur énergie pour s'installer rapidement et développer de vastes systèmes racinaires qui assurent leur survie. En conséquence, une fois établies, les mauvaises herbes sont généralement plus résistantes aux stress des intempéries que les cultures agricoles. Les graines de mauvaises herbes peuvent également survivre dans le sol pendant des décennies et plus. Elles repousseront dès que l'humidité sera suffisante, même après des événements météorologiques violents, tels que les sécheresses.

Lorsque les conditions de température et d'humidité changent, les mauvaises herbes peuvent occuper rapidement de nouveaux endroits.

Les effets sur l'environnement : Les changements dans les précipitations et les températures auront une incidence sur l'ensemble des écosystèmes et des chaînes alimentaires, en commençant par les plus petites espèces. Quand l'humidité du sol est suffisante, des températures plus élevées stimulent les organismes et les microbes du sol (les bactéries et les champignons) et accélèrent la désagrégation des résidus de récolte et la décomposition de la matière organique du sol, rendant les nutriments disponibles pour les plantes. Si les racines des plantes n'absorbent pas ces éléments nutritifs, ils peuvent être perdus par l'érosion du sol (ce qui pourrait s'accroître alors que les tempêtes fortes deviennent plus fréquentes) ou peuvent se déplacer dans les couches plus profondes du sol où les racines des cultures pourraient ne pas être en mesure de les atteindre. Les changements de température, de précipitations, de fertilité des sols et la hausse des niveaux de dioxyde de carbone transformeront également la diversité et la qualité nutritionnelle des espèces végétales dans les zones de pâturage. Les types de plantes qui seront favorisés pourraient être moins nutritifs pour le bétail et donc affecter leur santé et leur productivité.

Interactions entre les stress directs et indirects : Tout comme les changements du climat qui ont des effets directs sur les espèces végétales et animales peuvent avoir plus d'impact lorsqu'ils sont combinés, ces impacts directs peuvent aussi s'associer avec des effets indirects et provoquer encore plus de stress chez les animaux et les plantes. Par exemple, lorsque certaines cultures, comme les pommes de terre, sont sous stress hydrique, les dégâts causés par les insectes ravageurs (les cicadelles vertes) peuvent monter en flèche. Les plantes affaiblies deviennent plus attrayantes pour les ravageurs quand elles sont stressées. Le bétail et la volaille qui sont soumis à un stress thermique ou affaiblis par une faible qualité de fourrage (un autre résultat indirect potentiel du changement climatique) sont plus vulnérables aux maladies et aux impacts des ravageurs et des parasites.

La gestion des réponses peut créer de nouvelles vulnérabilités : Parfois, la gestion humaine des réponses aux effets directs et indirects du changement climatique, comme la diminution des précipitations, peut créer de nouvelles vulnérabilités. Par exemple, dans les zones qui connaissent une baisse de la pluviométrie, les agriculteurs peuvent prendre des mesures pour capturer plus de quantités d'eau lorsque la pluie tombe. Certaines technologies disponibles sont très efficaces. Selon les types de sol et les sensibilités des cultures à l'engorgement, la capture de plus d'eau de pluie, en particulier celle des événements de fortes tempêtes (également de plus en plus fréquents), peuvent créer des conditions d'inondation localisées qui diminuent la croissance des cultures sensibles à l'engorgement. Le déplacement des troupeaux vers de nouveaux endroits à la recherche d'eau et de meilleurs pâturages peut exposer les animaux à de nouvelles pressions des ravageurs et des maladies. Les efforts visant à retenir l'eau des rivières et des fleuves dans des réservoirs et des barrages en réponse à la diminution des précipitations peuvent affecter le flux des cours d'eau et la survie des populations de poissons sauvages en aval. Certaines espèces ont adapté leur cycle de reproduction pour correspondre aux crues saisonnières. La perturbation de ce cycle peut réduire considérablement leurs populations.

Idées essentielles

- Chaque espèce a des tolérances ainsi que des limites uniques à la gamme des conditions qu'elle peut supporter.
- L'augmentation des températures et les changements des régimes et des quantités de précipitations influent directement sur les systèmes de production végétale et animale. Le changement climatique peut également affecter indirectement ces mêmes systèmes en modifiant les pressions

exercées par les maladies et les populations de mauvaises herbes et de ravageurs. Parfois nous sommes moins conscients de ces impacts indirects que de ceux qui sont directs et nous les associons moins facilement aux changements dans le climat.

- Les stress dus aux changements climatiques peuvent également agir en combinaison occasionnant une escalade des effets. La combinaison potentielle des effets – les stress dus à la chaleur et à l'humidité (direct-directs), le stress hydrique et la vulnérabilité aux attaques des insectes (direct-indirect), des populations majeures de ravageurs et une augmentation des maladies transmises par les ravageurs (indirect-indirect) – rend l'identification des réponses de gestion adaptées et d'actions rapides particulièrement importante et difficile.
- Certaines réponses de gestion peuvent créer de nouveaux risques. Il est donc important de bien réfléchir aux conséquences potentielles des différentes options de gestion avant d'agir.

Ressources additionnelles

FAO. 2016a. *Climate change and food security: Risks and responses*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

World Bank. 2015. *Agricultural risk management in the face of climate change*. Agriculture Global Practice Discussion Paper 09. Washington D.C., USA: The World Bank.

4ÈME PARTIE

Identification des risques liés au changement climatique et évaluation de la vulnérabilité

Comme décrit dans les sections précédentes de ce guide, le changement climatique et ses impacts directs et indirects sur la production végétale et animale ne sont pas une seule chose, mais de nombreux changements et types de stress reliés entre eux. Exactement lequel (lesquels) de, quand, où et comment – individuellement, l'un après l'autre et en combinaison – ces changements seront ressentis par les ménages d'agriculteurs en relation avec les domaines où vous travaillez est inconnu. Pour travailler avec les ménages d'agriculteurs afin de réduire leur vulnérabilité aux différents risques liés au changement climatique, vous aurez besoin d'identifier avec eux :

- L'exposition à divers risques liés aux changements climatiques;
- La sensibilité des différentes espèces ou activités aux risques identifiés;
- Les mesures d'adaptation qu'ils peuvent mettre en place pour éviter les risques et réduire les sensibilités.

Ces tâches comportent de grands défis, mais vous n'êtes pas seul ! Le nombre de partenaires potentiels et de ressources précieuses disponibles pour vous aider, y compris ces guides de poche, augmente rapidement.

4.1 L'identification des risques liés au changement climatique

Pour commencer, votre première tâche la plus importante sera d'apprendre tout ce que vous pouvez sur la façon dont les tendances météorologiques ont changé au cours des dernières décennies dans les endroits où vous travaillez, et comment elles sont censées changer à l'avenir. Ces informations sont essentielles pour vous aider à identifier les types de risques climatiques auxquels les systèmes de cultures et d'élevage peuvent être exposés. Une source précieuse d'informations est le service météorologique national. Sa responsabilité est de collecter et d'analyser des données météorologiques. De nombreux pays ont maintenant une unité de recherche spécialisée au sein du ministère de l'agriculture ou de l'environnement ou des ressources naturelles qui travaille sur les impacts du changement climatique, et de nombreux

projets financés par des donateurs ont effectué d'importantes études sur la vulnérabilité climatique. Souvent, les chercheurs des universités ou des instituts de recherche nationaux travaillent sur les questions de changement climatique. Ces unités, les personnes y travaillant et les études seront d'importantes sources d'information sur les changements liés au climat et à la météo.

Les détails sont importants !

Par exemple, le service météorologique peut vous apprendre que le montant total des précipitations annuelles n'a pas beaucoup changé au cours des 20 dernières années. Mais vous avez besoin de creuser pour apprendre, par exemple, si la pluie tombe plus maintenant en dehors de la saison traditionnelle des cultures ou pendant les fortes tempêtes, avec plus d'écart entre les tempêtes. La pluie tombant en dehors de la saison des cultures – trop tard ou trop tôt – et les précipitations perdues par ruissellement durant les fortes tempêtes ne sont pas disponibles pour les cultures. Les variations de la quantité d'humidité réellement disponible pour les cultures – surtout pendant les phases critiques du développement des plantes telles que la germination, la reproduction et le développement des grains – peuvent avoir des répercussions importantes sur la capacité des agriculteurs dans votre zone à produire certaines cultures.

Le service météorologique peut également vous dire que les températures diurnes ont augmenté d'environ 1 °C au cours des dernières décennies, encore bien en deçà des limites pour une bonne production agricole des principales cultures dans vos régions. Mais vous avez besoin de creuser pour savoir si les températures nocturnes augmentent plus vite que les températures diurnes, et si le nombre de jours extrêmement chauds n'a cessé d'augmenter. Vous apprendrez dans le Guide de poche N°2: *Gestion des cultures* que les températures nocturnes plus élevées ont un effet beaucoup plus grave sur la production agricole que les températures diurnes, et que les jours extrêmement chauds pendant les périodes critiques de la floraison et de la maturation des grains sont très dommageables pour les rendements, surtout si les cultures sont sous stress hydrique en même temps.

Vous pouvez trouver utiles des informations sur les moyennes annuelles – la température annuelle moyenne, la pluviométrie annuelle moyenne – mais des informations sur la façon dont ces moyennes ont changé au fil du temps, en particulier au cours des dernières décennies seront encore plus utiles. Les détails sur des changements météorologiques avec des caractéristiques

Table 1. Risques liés au changement climatique pour les systèmes d'agriculture pluviale

Température		Précipitations	
Mesure	Élément perspicace	Mesure	Élément perspicace
Changement dans la température moyenne annuelle	Les températures augmentent-elles?	Changements dans les précipitations moyennes annuelles	Les précipitations augmentent ou diminuent?
Changement dans la moyenne de température élevée mensuelle	Est-ce que les jours deviennent plus chauds, et si oui, à quelle vitesse?	Changements dans les précipitations moyennes mensuelles	Y-a-t-il une variation par rapport à quand il pleut pendant l'année?
Changement dans la moyenne de basse température mensuelle	Est-ce que les nuits se réchauffent, et si oui, à quelle vitesse?	Changement dans le timing du début de la saison des pluies	Les pluies comment-elles plus tôt ou plus tard?
Changement dans le nombre de jours au dessus du seuil des températures élevées	Une plus grande partie de la saison de croissance se déroule-t-elle au dessus des températures élevées critiques qui pourraient avoir une incidence sur le rendement des cultures?	Changement dans le nombre de périodes sèches au début de la saison des pluies	Les faux départs pour la saison de croissance augmentent-ils?
Changement dans le nombre de jours au dessus du seuil des basses températures	Les nuits chaudes deviennent-elles plus fréquentes?	Changement dans la durée de la saison des pluies	La saison de croissance a-t-elle raccourci ou s'est-elle allongée?
Changement dans le nombre de jours de températures extrêmement élevées	Les jours chauds ou les vagues de chaleurs deviennent-ils plus fréquents ?	Changement de la pluviométrie pendant la saison des pluies	La quantité de précipitations disponible pendant la saison des pluies est-elle en train de changer?
		Changement du nombre de jours entre les pluies	Les périodes sèches deviennent elles plus fréquentes et/ou plus longues?
		Changement du nombre de pluies au dessus du seuil habituel	Une quantité majeure de précipitations sont-elles perdues par ruissellement?

Source: Simpson, B.M. 2015a.

spécifiques qui ont des répercussions importantes sur les systèmes de production végétale et animales locales sont encore plus précieux. La recherche d'informations spécifiques sur la météo et l'évaluation des risques pour les cultures et les animaux d'élevage (traitée dans la section 4.2) seront des processus qu'il faudra renouveler à plusieurs reprises. En d'autres termes, plus l'information que vous avez sur les sensibilités des cultures et des animaux d'élevage est spécifique, plus vous aurez besoin de chercher de l'information météorologique spécifique qui vous indiquera si les risques météo affectant les cultures et les animaux d'élevage se produisent plus fréquemment. Le tableau 1 dresse la liste des caractéristiques générales météorologiques importantes. Si des informations sur celles-ci sont disponibles, elles vous aideront à mieux comprendre les changements qui se produisent dans les tendances météorologiques locales et à identifier les risques qui pourraient avoir une incidence sur les activités agricoles.

Les observations des agriculteurs sont une autre source d'information très importante. Les agriculteurs, de par les années d'expérience dans les endroits où ils vivent, sont souvent très conscients des changements dans les tendances météorologiques locales. Les observations des agriculteurs sur ces changements – la fréquence des inondations et des périodes sèches qui se produisent dans les champs environnants – sont aussi importantes que les données météo du service météorologique national et sont souvent plus pertinentes au niveau local. Comme les agriculteurs gardent rarement des registres relatant exactement quand divers événements se sont produits, en quelle année et en quel mois, il peut être difficile de déterminer les changements par rapport à la fréquence ou la gravité de certains événements, ou toute fluctuation sur de longues périodes de temps par rapport au moment exact où ils se produisent pendant la saison des cultures. Les agriculteurs peuvent difficilement se rendre compte de certains changements, comme une augmentation de la fréquence des températures nocturnes élevées pendant un moment donné dans la saison des cultures. Dans ces cas, vous devrez vous appuyer sur d'autres sources d'information en combinaison avec les observations des agriculteurs.

En règle générale, vous devez toujours rechercher et comparer de multiples sources d'information – par exemple, en utilisant les observations des agriculteurs pour valider les données analysées par le service météorologique national ou les informations provenant des études de vulnérabilité. L'acte même d'impliquer les agriculteurs dans les discussions sur les changements qu'ils ont observés dans les tendances météorologiques locales est précieux – il les encourage à être plus attentifs aux changements ultérieurs qui seront essentiels dans la prise de décisions d'adaptation futures.

Un outil utile pour aider à organiser les différents types d'informations dont vous aurez besoin est le développement de calendriers avec les agriculteurs qui précisent leur saison de culture et les principales activités agricoles, et en y indiquant quand se déroulent certains types de phénomènes météorologiques préjudiciables. Comme le montre la figure 21, vous pouvez commencer par faire un premier calendrier de la saison de culture avec des colonnes pour les mois de l'année ou les modes locaux de division de l'année civile. Ensuite, créez une nouvelle ligne pour chaque activité agricole principale. Indiquez la période de temps où la culture est cultivée, en commençant par la plantation et terminant avec la récolte pour les cultures. Pour les animaux d'élevage, indiquer toute séquence régulière d'événements liés à la conception, à la gestation, à la lactation et à l'abattage.

Figure 21: Calendrier des cultures

Cultures principales	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Coton (irrigué)												
Cultures maraîchères (irrigué)												
Mais (culture pluviale)												
Haricot (culture pluviale)												
Riz (irrigué)												

Les figures, diagrammes et modèles

L'utilisation de figures, de diagrammes et de modèles est une bonne façon de fixer l'attention, de démontrer les relations, de stimuler la discussion et d'enregistrer des informations pour les utiliser dans la planification. Lorsque vous créez un diagramme, un tableau ou un graphique avec les agriculteurs, il est fondamental qu'ils comprennent ce qui est représenté. Selon le niveau d'éducation des agriculteurs avec lesquels vous travaillez et leur familiarité avec les diagrammes, les tableaux et les graphiques comme moyen de représenter l'information, vous pouvez avoir besoin d'expérimenter avec des approches différentes pour enregistrer les informations et représenter les événements. N'hésitez pas à donner le stylo aux agriculteurs afin qu'ils puissent créer leur propre façon de représenter l'information d'une manière qui a du sens pour eux. Assurez-vous simplement que vous enregistrez aussi ce que les différents symboles ou chiffres représentent

pour que vous puissiez plus tard facilement consulter et utiliser les informations que le groupe a inscrites. A la fin de cette section vous trouverez une liste de ressources que vous pouvez explorer pour aider à identifier des approches alternatives que vous pouvez adapter dans votre travail avec les agriculteurs pour enregistrer des informations essentielles liées au changement climatique.

La réalisation du calendrier de la saison de culture (et le suivant sur les menaces climatiques) peut être accompli avec des groupes mixtes – des hommes et des femmes, et des agriculteurs d'âges différents. Vous devrez être vigilant à ce que certaines personnes ou ceux qui représentent un type particulier de système d'exploitation ne dominent pas les discussions. Si cela commence à se produire, utilisez vos bonnes compétences de facilitation et remerciez la (les) personne (s) pour leurs contributions et veillez à ce que d'autres aient également la possibilité de prendre la parole. Il sera important de veiller à ce que toutes les principales activités de culture et d'élevage soient identifiées. Si un seul groupe est trop grand – plus de 25 personnes – ou il s'avère trop difficile de permettre à chacun de participer également, vous pouvez créer des groupes plus petits et répéter l'exercice avec des personnes provenant de milieux sociaux similaires. Si vous faites de petits groupes, il sera important de rassembler tous les groupes ensemble après, de partager les résultats et de créer un seul calendrier de la saison de culture rassemblant les informations reçues.

Ensuite, identifiez les menaces météorologiques que les agriculteurs ont observé (laisser les agriculteurs identifier eux-mêmes les menaces – ne leur donnez pas les réponses), et indiquez quand ces phénomènes météorologiques se produisent le plus souvent au sein de la saison de culture. Ces menaces (comme les périodes sèches) peuvent se produire plus d'une fois par an. La liste des menaces météorologiques peut être placée immédiatement en dessous des rangées culture / élevage sur le même calendrier, ou vous pouvez créer un calendrier séparé, comme dans la figure ci-dessous.

Avant de parler des changements dans les tendances météorologiques, il est important de situer la discussion sur la météo dans un contexte qui est le plus parlant pour les agriculteurs.

Les agriculteurs cultivant des haricots, par exemple, peuvent être en mesure de se rappeler facilement des événements spécifiques tels que des inondations causées par de fortes pluies précoces ou des périodes de sécheresse

préjudiciables qui se sont produites alors que leurs cultures étaient très jeunes et sensibles à ces types de stress. Dans les zones arides, les agriculteurs cultivant le sorgho et le mil ont remarqué que les saisons des pluies se sont terminées plus tôt, ce qui a provoqué une baisse des rendements due au stress hydrique pendant la période de remplissage du grain de ces cultures. Le but est d'amener les agriculteurs à revenir sur les 10 à 20 dernières années pour qu'ils puissent indiquer à quel moment, durant la saison des cultures, certains types spécifiques de phénomènes météorologiques se produisent le plus souvent dans leur région.

Figure 22: Calendrier des observations des agriculteurs sur les menaces météo

Risque météo	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Vague de chaleur												
Sècheresse												
Inondation												

■ Observations des agriculteurs

Equilibre optimal

Les zones à deux saisons des pluies (bimodales) seront plus compliquées à représenter que les zones qui ont une seule saison des pluies (monomodale). Cherchez toujours un équilibre optimal entre l'exhaustivité et la simplicité, afin que les diagrammes ne deviennent pas trop compliqués et restent lisibles.

Une fois que vous avez indiqué sur les calendriers ce que les agriculteurs font (leurs activités agricoles) et ce qu'ils ont observé (menaces météorologiques ou des changements de tendances météorologiques), vous pouvez ajouter des informations que vous avez acquises à partir d'autres sources, y compris les chercheurs, le service météorologique ou des études spécifiques. Ceci peut être ajouté au même calendrier en utilisant différentes couleurs ou des symboles (voir l'exemple ci-dessous). Il est bon alors de discuter avec les agriculteurs des différences entre leurs observations et celles provenant d'autres sources, et de parvenir à un accord sur la meilleure façon de

représenter les tendances météorologiques récentes. Si vous avez des informations ou des prévisions sur les changements futurs du climat, elles peuvent également être ajoutées au calendrier.

Figure 23: Calendrier des observations des agriculteurs et des chercheurs sur les menaces météo

Risque météo	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Vague de chaleur				X	X	X						
Sècheresse					X	X	X					
Inondation								X	X	X		

■ Observations des agriculteurs

X Observations des chercheurs

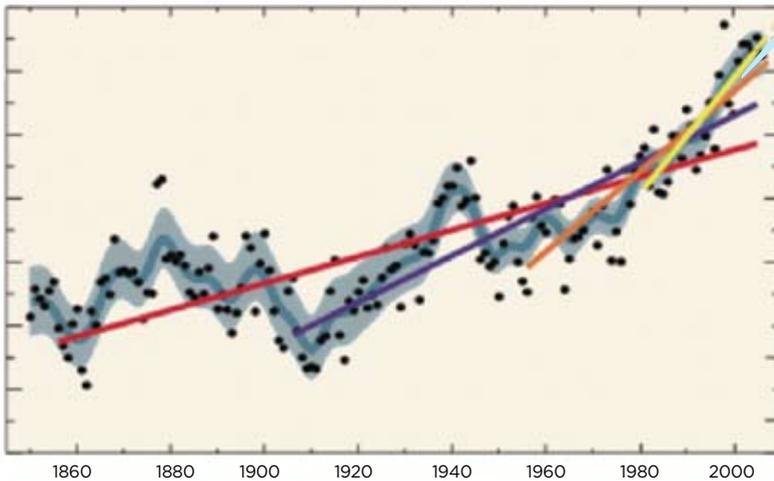
Les prévisions pour les 10 à 20 prochaines années sont plus utiles que celles couvrant des périodes beaucoup plus longues (jusqu'à l'an 2050 ou 2100, par exemple). Si vous n'avez pas accès à des estimations utiles sur les changements prévus du climat, vous pouvez essayer de faire vos propres estimations en utilisant les informations que vous avez sur la façon dont le temps a déjà changé. Il suffit de prolonger les tendances de tous les changements observés au cours des dernières décennies (augmentations, diminutions, plus tard, plus tôt) pour les 10 à 20 ans à venir (voir la figure 24).

Par exemple, si vous avez des informations montrant que la saison des pluies commence 10 jours plus tard qu'il y a 20 ans (une variation moyenne d'une demi-journée plus tard par an), vous pouvez étendre cette tendance sur la prochaine décennie ou les vingt prochaines années. Dans ce cas, il serait prévu que la saison des pluies commence cinq à dix jours plus tard que maintenant. De même, si au cours des 20 dernières années, la fréquence des périodes sèches de mi-saison d'une durée d'une semaine ou plus a augmenté d'une à deux fois par an, vous pouvez étendre cette tendance sur la prochaine décennie ou les vingt prochaines années et indiquer que les sécheresses pourraient se produire aussi souvent que trois fois par an.

Le nombre d'années que vous incluez dans la détermination des changements ayant eu lieu auparavant est très important. Vous constaterez

peut-être, par exemple, une forte augmentation de la fréquence de certains événements – comme plus de périodes sèches pendant la saison de culture – au cours de la dernière décennie. Comme le montre la figure ci-dessous, si vous prenez une vision à très long terme – disons, les 100 dernières années – vous pourriez sous-estimer l'augmentation probable du nombre de périodes sèches par saison à l'avenir. De même, si vous prenez une vision à très court terme – au cours de la dernière décennie – vous pourriez surestimer la fréquence des périodes sèches futures. Dans ce cas, vous pouvez étendre les tendances des 20 et 40 dernières années pour créer un éventail de la fréquence possible d'événements futurs (comme le montre la figure ci-dessous).

Figure 24: Exemple de projection d'une tendance climatique



■ Éventail de la fréquence possible d'événements futurs

Source: Archer and Rahmstorf, 2010

Note : Les estimations du changement climatique sont souvent très générales et ne sont pas organisées d'une manière qui vous permet d'inclure les informations sur un calendrier des cultures. Par exemple, les résultats d'une étude de vulnérabilité peuvent simplement indiquer qu'il est prévu que les périodes sèches soient plus fréquentes d'ici 2050. Si tel est le cas pour l'information à laquelle vous avez accès, vous pouvez simplement énumérer la liste des changements climatiques majeurs qui sont prévus. Vous pouvez utiliser ces informations avec les informations sur les

changements que les agriculteurs ont observé quand vous discuterez de ce à quoi l'avenir pourrait ressembler. Cette information supplémentaire peut confirmer ce que les agriculteurs observent déjà, ou elle peut être différente, indiquant que plus - ou moins - de changements peuvent être prévus.

Selon le type d'informations auxquelles vous avez accès, vous pourriez être en mesure d'utiliser le calendrier des menaces météo pour discuter avec les agriculteurs de ce qui a eu lieu jusqu'à présent et modifier le calendrier pour montrer ce qui est prévu à l'avenir. Il sera utile de comparer et de discuter des deux situations - le passé et l'avenir - pour comprendre l'évolution du climat et les défis pouvant se présenter à l'avenir (voir Figure 25 ci-dessous). Si vous observez seulement ce qui est arrivé dans le passé, cela pourrait vous conduire à des erreurs dans l'anticipation de comment seront les conditions dans les décennies à venir.

Figure 25: Exemple de calendrier des menaces météo futures observées et estimées

Risque météo	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Vague de chaleur				X	X	X	X					
Période sèche					X	X	X	X				
Inondation								X	X	X		

■ Observations des agriculteurs

X Observations des chercheurs

X Menaces futures

Une fois que vous avez développé le calendrier des activités agricoles et le calendrier des menaces météo observées / estimées, vous pouvez comparer les deux et rechercher les zones de chevauchement, comme le montre la Figure 26. Les zones de chevauchement indiquent des cultures ou des activités particulières qui sont potentiellement à risque face à des stress climatiques spécifiques. Il sera important d'examiner en détail ces risques potentiels, car ils représentent des domaines où des mesures d'adaptation peuvent être nécessaires.

Figure 26: Relier les activités agricoles et les menaces météorologiques

Cultures principales	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Coton (irrigué)												
Cultures maraîchères (irrigué)												
Mais (culture pluviale)												
Haricot (culture pluviale)												
Riz (irrigué)												

Risque météo	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Vague de chaleur				X	X	X	X					
Période sèche					X	X	X	X				
Inondation								X	X	X		

■ Observations des agriculteurs

X Observations des chercheurs

X Menaces futures

Avec ce que vous avez appris dans la 3^{ème} partie, *Comment le changement climatique affecte l'agriculture*, et les étapes couvertes ici sur la façon dont vous et les agriculteurs avec qui vous travaillez pouvez améliorer vos connaissances sur comment les changements des tendances météorologiques locales peuvent menacer différentes activités agricoles, vous êtes prêts à commencer à identifier les risques potentiels du changement climatique pour des activités agricoles spécifiques.

4.2 Évaluation de la vulnérabilité des cultures et des animaux d'élevage

La deuxième chose la plus importante que vous pouvez faire pour vous préparer à travailler avec les ménages d'agriculteurs sur l'adaptation au changement climatique est d'apprendre tout ce que vous pouvez sur comment les espèces végétales et animales sont sensibles aux différents types de stress météorologiques et à quel moment de leur développement.

Certaines informations générales ont été fournies dans la section précédente de ce guide, et vous trouverez des informations beaucoup plus détaillées dans les guides de poche sur les cultures et les animaux d'élevage dans cette série. Vous pouvez même trouver de meilleures sources d'informations plus spécifiques au niveau local au sein de vos universités et de vos instituts de recherche nationaux. Ce seront des ressources importantes pour vous, et vous devriez apprendre à bien les connaître.

Comme discuté dans la section précédente, les mêmes stress climatiques peuvent avoir des effets très différents sur la croissance et la productivité selon le moment où ils se produisent – à quel stade du développement des cultures, ou du cycle de la gestation ou de la lactation chez les animaux. Il vous sera aussi utile d'étudier les effets possibles combinés – des températures élevées qui se produisent en même temps qu'un stress hydrique – et apprendre quand les cultures ou les animaux sont plus sensibles à ces stress combinés.

Tout comme vous avez utilisé une variété de sources d'information afin de déterminer comment le climat a changé au cours des dernières décennies, vous pouvez utiliser cette même approche pour acquérir une meilleure compréhension de comment les systèmes agricoles locaux sont sensibles aux changements climatiques – les cultures locales et les animaux dans les champs environnants. Les informations disponibles auprès des agriculteurs avec qui vous travaillez et auprès des chercheurs et d'autres partenaires de développement seront tout aussi importantes. Les chercheurs vous fourniront probablement des informations générales sur la sensibilité de certaines cultures ou espèces face à différents stress climatiques, ainsi que des détails très spécifiques et importants sur la croissance et la reproduction des cultures. Les agriculteurs, de leur côté, ont souvent des connaissances plus détaillées sur les sensibilités qu'ils ont observées dans les variétés et les races locales dans les conditions locales. Les deux sources d'information seront importantes pour vous.

Une première étape utile consiste à se concentrer sur les activités agricoles pour lesquelles vous avez identifié un risque climatique potentiel. Pour organiser l'information sur comment certaines cultures ou certains animaux spécifiques sont sensibles face à différents stress climatiques, il vous convient de développer une frise chronologique (l'utilisation d'images est utile) des étapes de la croissance, en commençant par l'ensemencement et la germination des cultures, et la gestation et la naissance pour les animaux (voir la partie supérieure de la figure 27). Les agriculteurs peuvent mener cet exercice, mais assurez-vous que le calendrier comprend les étapes critiques de la reproduction, y compris la floraison, la formation du rendement et la récolte

pour les cultures, et la ponte et l'allaitement pour les animaux. Insérez aussi dans la chronologie toute information importante que les chercheurs vous ont communiqué liée aux étapes importantes de croissance et de développement pendant lesquelles les cultures ou les animaux sont particulièrement vulnérables à des stress climatiques spécifiques, tels que le stress de la chaleur ou de l'humidité.

Comme le montre la partie inférieure de la figure 27, sous l'image de chaque étape de la croissance végétale ou animale, indiquez les étapes où les menaces météorologiques sont les plus dommageables. Les menaces peuvent apparaître dans plus d'un stade de développement. Il est préférable de conduire d'abord les agriculteurs à travers cet exercice, et ensuite d'ajouter toute information supplémentaire que vous pourriez avoir obtenu des chercheurs, en utilisant une couleur ou un symbole différents. Lorsque vous aurez terminé, vous aurez créé un schéma précis des étapes de développement démontrant quand chaque espèce végétale et animale est plus vulnérable aux diverses menaces météorologiques.

Figure 27: Les étapes de la croissance des plantes et les vulnérabilités aux menaces météo



	Germination/Émergence Maturation végétative précoce 25-30 jours	Maturation végétative 25-40 jours	Floraison 15-20 jours	Remplissage précoce du grain / Maturation du grain / Récolte 45-60 jours
Gel				
Chaleur				
Sécheresse	XXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXX	
Inondation	XXX			

X Observations des agriculteurs

Observations des chercheurs

■ Le plus grave ■ Moins grave

La préparation de ces diagrammes vous prendra du temps, mais ils sont essentiels pour décider quoi faire ensuite. C'est une bonne idée de commencer par les cultures ou les espèces d'élevage qui sont les plus importantes soit en termes de sécurité alimentaire des ménages ou soit en terme d'apport de revenus. Rappelez-vous, cependant, que ce qui est le plus important n'est pas la même chose pour tout le monde. Les activités agricoles des hommes et des femmes, ainsi que des agriculteurs avec des systèmes d'exploitation agricole de différents types (ou des agriculteurs qui sont plus aisés et plus pauvres) ne sont pas les mêmes. Les connaissances des agriculteurs des cultures et des activités seront plus détaillées par rapport à la gestion de leurs pratiques qu'ils effectuent à divers moments de la saison de culture. Déterminer qui fait quoi et quand sera une étape importante. En plus des considérations sur le genre, si les communautés où vous travaillez comprennent également des différences importantes dans les ressources des ménages (la terre, le travail, l'argent) qui sont liées à différents systèmes d'exploitation, ou comprennent des ménages qui sont principalement des éleveurs ou des pêcheurs en plus d'être agriculteurs, il sera judicieux d'organiser des réunions séparées avec ces groupes afin que chacun ait une chance d'exprimer son point de vue.

Si vous travaillez avec des groupes distincts et créez des calendriers différents, vous aurez également besoin de réunir tous les sous-groupes ensemble pour partager les informations et apprendre les uns des autres. Chaque personne peut avoir des connaissances spécialisées sur certaines cultures ou activités, mais elles font également partie des communautés, et il est important de renforcer ces relations communautaires. Certaines mesures d'adaptation exigeront des efforts de l'ensemble de la communauté. Il sera plus facile de réaliser ces actions de groupe, si l'identification des problèmes et des solutions potentielles a également été faite en groupe.

Si vous ne pouvez pas accéder immédiatement au type d'information dont vous avez besoin, identifiez qui peut l'avoir, et demandez la leur.

Le plus vous apprenez sur le changement climatique et ce que cela signifie en termes de risques et de sensibilités potentiels pour différents systèmes de culture et d'élevage, meilleures seront les questions que vous serez en mesure de poser afin d'obtenir les informations supplémentaires dont vous pourriez avoir besoin. Plus vous apprenez, plus vous pourrez avoir de questions. Si vous ne pouvez pas accéder immédiatement au type d'information dont vous avez besoin, déterminez qui peut l'avoir, et demandez-la-leur.

Travailler avec les agriculteurs

Il n'a jamais été aussi important de travailler avec les agriculteurs que pour les aider à s'adapter au changement climatique. Les changements commencent à se produire si rapidement dans de si nombreuses zones géographiques qu'il sera difficile pour les programmes de recherche de continuer à être à jour. Chaque exploitation agricole que vous voyez est le registre vivant des décisions d'adaptation passées faites par le ménage l'exploitant. Au fur et à mesure que les conditions climatiques continuent de changer, les différentes activités agricoles et les systèmes agricoles dans leur ensemble devront également changer. Comme le montre le schéma ci-dessous, les agriculteurs et les chercheurs ont des connaissances précieuses à partager pour aider ce processus d'adaptation. Les agriculteurs et les chercheurs peuvent connaître certaines choses de différentes manières. D'autres peuvent n'être connues que d'un seul groupe, mais non par l'autre, et d'autres choses encore ne seront pas comprises par ces deux groupes. Nous ne pouvons réduire les lacunes dans nos connaissances sur les défis difficiles d'adaptation au changement climatique qu'en travaillant tous ensemble.

		Agriculteurs	
		Connu	Inconnu
Chercheurs	Connu	Connu par les deux, agriculteurs et chercheurs	Connu seulement par les chercheurs
	Inconnu	Connu seulement par les agriculteurs	Inconnu aux deux

Source: Simpson, 1999

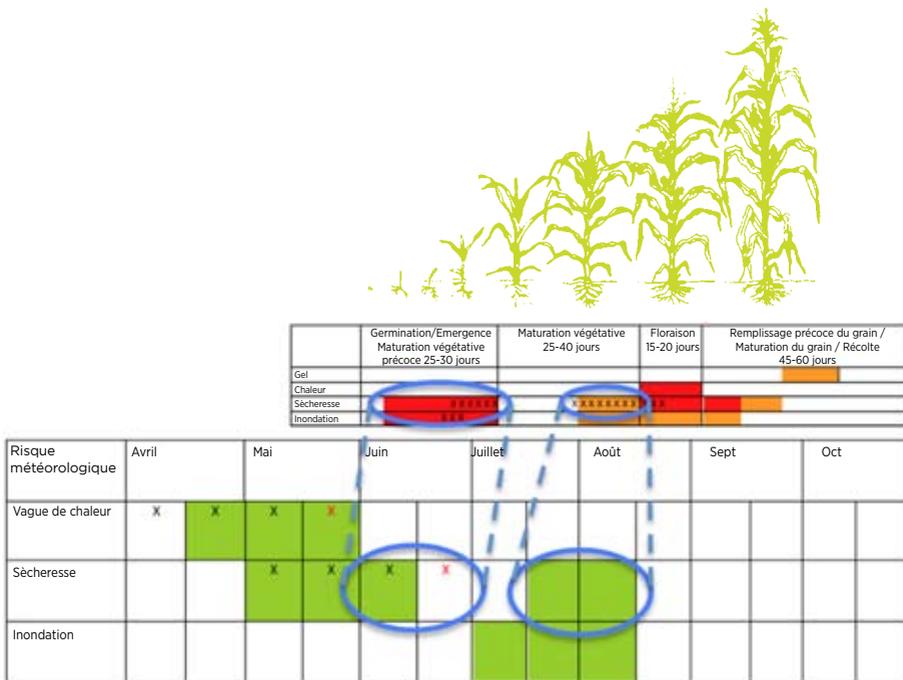
Les connaissances des agriculteurs – parfois appelées savoirs traditionnels ou autochtones – sont les plus utiles dans l'éventail des conditions environnementales dans lesquelles elles se sont développées. Ces connaissances sont une ressource riche et extrêmement précieuse. Toutefois, le changement climatique se traduira par des conditions météorologiques avec lesquelles les agriculteurs ont peu ou pas d'expérience, et il faudra introduire, essayer et ajuster des pratiques entièrement nouvelles.

Une ressource encore plus précieuse que les connaissances actuelles des agriculteurs est leur capacité d'adaptation et de création de nouvelles pratiques. En fait, la plupart des nouvelles pratiques que les agriculteurs adoptent exigent un certain degré d'adaptation avant de pouvoir les utiliser. Vous avez déjà eu une certaine expérience dans votre travail avec les agriculteurs dans les essais et l'adoption de nouvelles pratiques alors que pour d'autres, ce sera nouveau. Il vous sera important de devenir expert(e) dans toutes ces pratiques importantes alors que les besoins en matière de changement continu s'accroissent. La section suivante de ce guide et le guide de poche sur la gestion des cultures contiennent quelques exemples sur comment travailler avec les agriculteurs pour tester de nouvelles technologies.

Ensuite, vous pouvez utiliser les calendriers que vous avez préparé – le calendrier des menaces météo observées/estimées et les calendriers de sensibilité des cultures et des animaux d'élevage – afin d'identifier les zones de chevauchement, comme le montre la figure 28. En regardant de près le calendrier des menaces météo observées/estimées et chacun des calendriers de sensibilité des cultures et des animaux d'élevage, vous pourrez observer quand une certaine culture ou une espèce d'élevage en particulier est très sensible à des stress météo spécifiques, et quand (en moyenne) ces stress se produisent à l'heure actuelle ou peuvent se produire à l'avenir. Vous aurez besoin de répéter cet exercice pour chacune des cultures/espèces d'élevage pour lesquelles vous avez développé des calendriers de sensibilité.

Rappelez-vous d'accorder une attention particulière aux changements climatiques futurs estimés si vous avez été en mesure d'inclure ces informations sur le calendrier des menaces météo. Ces estimations aideront à renforcer les domaines potentiels de préoccupation – des choses qui peuvent devenir plus fréquentes avec le temps – et peuvent également vous aider à identifier des menaces potentielles – celles qui ne sont pas actuellement un problème, mais pourraient le devenir à l'avenir. Les zones de chevauchement entre les sensibilités des cultures et des animaux d'élevage et l'apparition/estimation des stress climatiques représentent les domaines où vous devriez cibler vos efforts avec les agriculteurs pour trouver des solutions d'adaptation. Ce sont leurs zones principales de plus grande vulnérabilité aux changements climatiques.

Figure 28: Relier les calendriers des sensibilités des cultures et des menaces météorologiques



Il sera important de garder les idées essentielles suivantes à l'esprit dans votre travail avec les communautés agricoles.

Idées essentielles

- Le changement est différent de la variabilité. Vous aurez besoin d'aider les agriculteurs à comprendre que ce qui arrive à leurs systèmes agricoles est différent du stress lié à la variabilité du temps qu'ils ont connu dans le passé - où la meilleure stratégie était de faire face jusqu'à ce que les conditions reviennent à la normale. Avec le changement climatique, les conditions météorologiques s'éloignent de plus en plus de ce qu'elles étaient dans le passé et elles ne reviendront pas aux niveaux antérieurs. En réponse, les agriculteurs devront modifier leurs pratiques agricoles pour s'adapter aux nouvelles conditions.
- Le changement climatique est un processus sans fin et donc l'adaptation sera continue. Chaque nouvelle adaptation offrira une fenêtre d'opportunité où elle offre des avantages jusqu'à ce que les conditions

dépassent un point où une autre adaptation est nécessaire. Toutefois, il y a des limites aux options d'adaptation disponibles pour toute activité. À un certain point, il faudra peut-être simplement abandonner les activités.

- Déterminer le meilleur moment pour basculer entre les pratiques d'adaptation (le point de commutation) sera le défi le plus difficile pour les agriculteurs. Selon la pratique, comme le remplacement des cultures, changer trop tôt peut créer un désavantage pour l'agriculteur avec une récolte moins productive ou moins rentable. Attendre trop longtemps peut entraîner des pertes inutiles. En raison des conditions locales et des ressources des ménages, les ménages et les communautés mettront en place probablement des changements adaptatifs à des moments différents.
- Travailler à l'échelle à laquelle la menace du changement climatique doit être abordée – parcelle, versant, bassin versant. Il convient de répondre à certains risques à l'échelle de la parcelle de chaque ménage d'agriculteur/trice, comme celle de décider de changer les variétés. D'autres risques nécessitent des actions de groupe, tels que les agriculteurs situés en bas ou en haut du versant protégeant chacun(e) sa propre parcelle afin de réduire l'érosion des sols et de prévenir les glissements de terrain provoqués par des événements de fortes tempêtes.
- Tout est dans le choix du moment. Individuellement et en combinaison, toute la différence est dans quand les événements météorologiques spécifiques se produisent. Les diverses espèces de plantes et d'animaux ont des sensibilités différentes aux stress météorologiques à différents stades de leur développement. Pour les cultures, les périodes sèches d'une semaine ou plus au cours de la saison de croissance peuvent être fatales pour les semences qui ont récemment germé, tandis que les plantes qui sont déjà bien établies survivront généralement. La combinaison de deux stress ou plus en même temps a généralement beaucoup plus d'impact qu'un seul. Par exemple, les vaches laitières peuvent tolérer des températures élevées, mais lorsque des températures élevées sont associées à une forte humidité, la production de lait diminue rapidement. De même, de nombreuses cultures peuvent tolérer des températures élevées, à moins qu'elles ne subissent un stress hydrique en même temps. De plus, les températures élevées peuvent avoir des effets très graves, surtout si ces stress se produisent pendant des périodes critiques telles que la floraison.

Déterminer le meilleur moment pour basculer entre les pratiques d'adaptation (le point de commutation) sera le défi le plus difficile pour les agriculteurs.

Ressources additionnelles

FAO. 1999. *Conducting a PRA training and modifying tools to your needs: An example from a participatory food security and nutrition project in Ethiopia*. Rome: FAO.

Mwongera, C., J. Twyman, K.M. Shikuku, L. Winowiecki, W. Okolo, P. Laderach, E. Ampaire, P. Van Asten and S. Twomlow. 2014. *Climate Smart Agriculture Rapid Appraisal (CSA-RA): A prioritization tool for outscaling. Step-by-step guidelines*. Rome: Fonds international pour le développement agricole.

Simelton, E., V.B. Dam, R. Finlayson and R. Lasco (eds.). 2014. *The talking toolkit: How smallholder farmers and local governments can together adapt to climate change*. Hanoi, Vietnam: World Agroforestry Center.

5^{ÈME} PARTIE

Travailler avec les agriculteurs pour s'adapter au changement climatique

Une fois que vous et les agriculteurs avec qui vous travaillez avez identifié les principaux risques liés au changement climatique ainsi que l'exposition et la sensibilité à ces risques pour les différentes activités agricoles, il est temps de prioriser ce sur quoi il faut se concentrer et de commencer à sélectionner et tester les options d'adaptation. Dans l'introduction de ce guide, il a été suggéré que vous pourriez être en mesure de déterminer si vous devez d'abord **réduire l'exposition** ou travailler pour **réduire la sensibilité** ou vous concentrer sur **l'augmentation de la capacité d'adaptation**.

Ces questions sont très difficiles et les réponses seront différentes pour différents types de stress, de cultures, de communautés et pour chaque ménage d'agriculteur/trice. En d'autres termes, **il n'y a pas de solution unique permettant de répondre à toutes les situations**. Lorsque vous commencez à travailler avec les ménages d'agriculteurs, il vous est conseillé de commencer par la recherche de «victoires faciles», ces choses qui peuvent être faites avec peu de difficulté et qui génèrent des résultats positifs visibles à court terme. Les impacts de la variabilité climatique dont les agriculteurs sont les plus conscients sont les périodes sèches et les inondations, qui sont des événements avec lesquels ils ont toujours lutté et qui peuvent devenir plus communs ou plus graves avec le changement climatique. Il est peut être bon de commencer à voir comment relever ces défis immédiats. Par exemple, les agriculteurs cultivant le maïs, le haricot ou le riz peuvent avoir identifié une tendance à des périodes sèches de plus en plus fréquentes qui affectent leurs cultures des hautes terres ou de graves inondations

Il est conseillé de commencer par la recherche de «victoires faciles», ces choses qui peuvent être faites avec peu de difficulté et qui génèrent des résultats positifs visibles à court terme.

au fond des vallées où le riz est cultivé, entraînant la perte de leurs récoltes. Une fois que ce problème est identifié, pouvoir les initier à des variétés de maïs ou de haricot tolérantes à la sécheresse ou à des variétés de riz qui tolèrent les inondations (submersion) améliore immédiatement l'adaptation des agriculteurs à une stress majeur identifié. Cette victoire facile contribue à l'adaptation des agriculteurs au changement climatique, en rendant leur exploitation plus productive et plus rentable et en augmentant la sécurité alimentaire de leurs

ménages. De telles réussites peuvent aussi contribuer à renforcer la confiance des agriculteurs sur le fait qu'ils peuvent identifier et répondre aux problèmes auxquels ils sont confrontés. Cette confiance sera importante lorsqu'ils tenteront de relever les défis d'adaptation plus difficiles à l'avenir, en particulier ceux pour lesquels les solutions pourraient ne pas être immédiatement visibles.

5.1 Options d'adaptation

Les mesures d'adaptation se répartissent en trois catégories générales (les guides de poche sur les cultures, les sols, l'eau et les animaux d'élevage en fourniront une discussion plus détaillée) :

- **Génétique** : Utiliser la biodiversité – les caractéristiques des différentes variétés, des cultures ou des races – pour échapper ou réduire la sensibilité à certains changements du climat, comme la plantation de variétés à maturation précoce afin d'éviter les sécheresses en fin de saison ou la plantation de variétés tolérantes à la sécheresse qui sont moins sensibles à la sécheresse quand elle se produit.
- **Environnementale** : Modifier l'environnement productif pour éliminer ou réduire l'impact des risques liés au changement climatique, comme l'adoption de techniques de récolte d'eau de pluie pour en capturer plus lorsqu'il pleut, accroître la matière organique du sol et l'utilisation de «mulch» ou paillage pour réduire les pertes d'humidité dues à l'évaporation du sol.
- **Gestion** : Prendre des décisions, autres que l'utilisation de la biodiversité ou la modification de l'environnement de production, qui réduisent l'exposition aux risques climatiques, comme d'alimenter la volaille ou le bétail pendant les moments frais de la journée. L'alimentation augmente la température du corps, et la pratiquer durant la partie la plus chaude de la journée augmente le risque de stress thermique associé à la digestion. Un autre changement organisationnel serait de changer les dates de plantation – avec des semis plus tard ou plus tôt – pour éviter les faux départs de la saison des pluies qui se produisent plus fréquemment ou les fins des pluies plus précoces.

L'évaluation de comment les systèmes agricoles locaux sont exposés aux risques liés au changement climatique (détaillée dans la section précédente) va vous montrer comment chaque activité agricole présente des sensibilités différentes et est exposée à différents types de risques climatiques. Comme le montre l'exemple du tableau 2, les agriculteurs peuvent être en

Vous serez en mesure de proposer plusieurs options d'adaptation aux agriculteurs parmi lesquelles ils pourront choisir et expérimenter.

mesure de choisir parmi différents types de réponses d'adaptation. Sur la base de ce que vous allez apprendre dans les autres guides de poche de cette série et de l'information que vous collectez auprès des institutions de recherche dans votre pays, vous serez en mesure de proposer plusieurs options d'adaptation aux agriculteurs parmi lesquelles ils pourront choisir et expérimenter.

Table 2. Adaptation : Risque de stress hydrique pour le maïs

	Exposition		Sensibilité	
Génétique	Subterfuge	Réduction	Réduction	Suppression
		Variétés à maturation plus rapide	Variétés tolérantes à la sécheresse	Abandonner le maïs; passer à d'autres cultures
Environnementale	Irrigation – Source sûre de d'eau souterraine	Irrigation – Source précaire d'eau de surface; récolte d'eau de pluie	Cultures de couverture, mulch et brise-vent pour conserver l'humidité et réduire l'évaporation	
Gestion	Changer le type de champ dans lequel les cultures sont plantées	Changer les dates de plantation		

Certaines options peuvent être préférables à d'autres selon l'activité agricole, le type de risque climatique et l'échelle à laquelle une réponse doit être organisée (par exemple, au niveau d'une parcelle ou de tout un versant), ainsi que selon les ressources dont le ménage et la communauté disposent. Au premier abord, les changements dans la **gestion de leurs pratiques** peuvent sembler la façon la plus simple d'introduire des pratiques d'adaptation parce qu'il peut n'y avoir aucun besoin d'accéder à de nouvelles variétés, d'apporter des modifications physiques aux champs ou d'investir dans des équipements supplémentaires. Cela peut être vrai, mais vous pouvez également trouver que cela peut provoquer des complications dans les changements de gestion se rapportant à d'autres activités dans le système d'exploitation – comme les changements dans les besoins en main-d'œuvre tant en termes de quantité totale que de calendrier. Vous devrez donc guider les agriculteurs dans une discussion détaillée sur chaque changement de gestion proposé, en détaillant les conséquences possibles de chaque changement avant de commencer.

Une fois que la question de l'accès à de nouvelles variétés est surmontée, apporter des modifications au **matériel génétique** présente souvent moins de complications parce que la gestion de la plupart des variétés de la même culture est similaire. Ici aussi, il peut y avoir des complications liées au timing des demandes en main-d'œuvre, en particulier lors de la récolte si les nouvelles variétés ont un cycle de maturité plus ou moins long. La grande majorité des petits agriculteurs conserve leurs propres semences ou y ont accès à travers des échanges informels avec des amis ou des voisins, ou achètent des semences sur les marchés locaux (voir Figure 30). Cependant, pour les nouvelles variétés, le gouvernement et le soutien des donateurs sont souvent une source importante (voir la figure 31). Dans de nombreux pays, le soutien aux agriculteurs à produire localement leurs propres semences et à en vendre, a gagné en importance. L'approche, parfois appelée «la multiplication des semences à base communautaire», forme les agriculteurs à produire leurs propres semences et peut être une option utile, voire nécessaire, pour vous dans le renforcement des capacités d'adaptation des agriculteurs à acquérir et à utiliser de nouvelles variétés.

Figure 30: Sources de toutes les semences (+ de 10.000 observations)

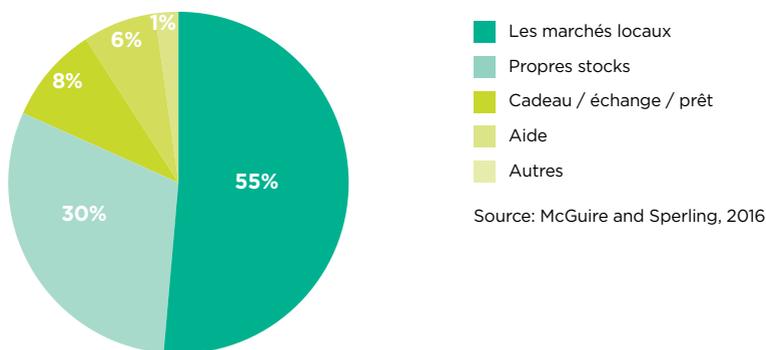
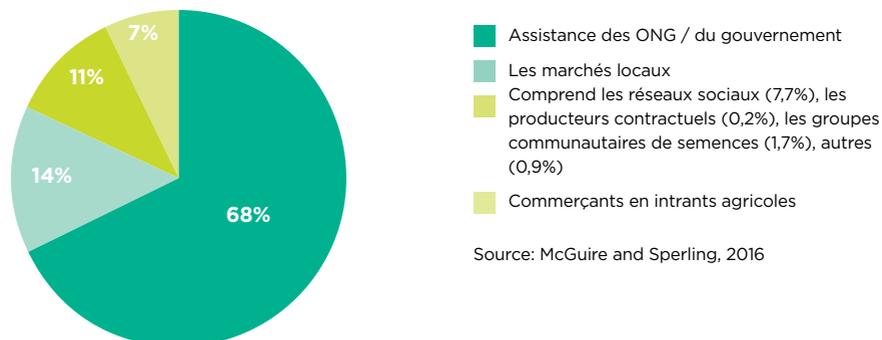
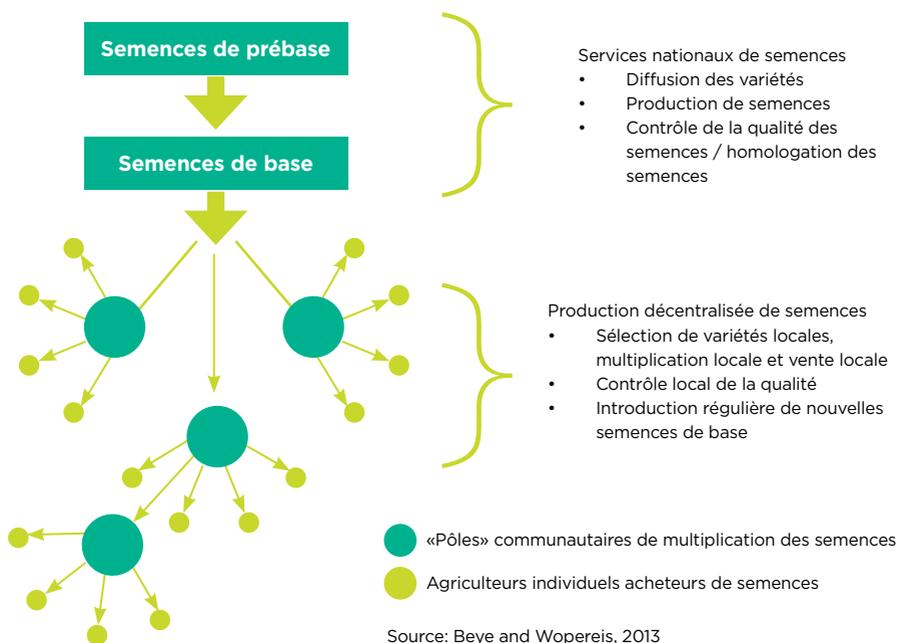


Figure 31: Sources de nouvelles variétés de semences (683 observations)



Les systèmes de semences communautaires

Les études suggèrent que plus de 80 pour cent des semences utilisées par les agriculteurs pauvres en ressources sont achetées sur les marchés locaux ou prélevées sur leur propre production et conservées. En d'autres termes, la plupart des semences utilisées par les agriculteurs sont produites par les agriculteurs. Les agriculteurs font cela depuis que les premières cultures ont été domestiquées. En revanche, les études suggèrent également que les programmes gouvernementaux et les projets de développement sont à l'origine de près de 70 pour cent des semences de nouvelles variétés. Pour de nombreuses cultures, la demande de la part des agriculteurs pauvres en ressources est trop faible pour soutenir les entreprises privées de semences.



Une façon de rendre les nouvelles variétés disponibles aux agriculteurs est de combiner les sources externes de nouvelles semences avec la capacité des agriculteurs à produire et à accéder localement à des semences. Le renforcement de la capacité des agriculteurs à produire des semences de haute qualité implique de prêter attention à l'amélioration des pratiques sur le terrain - la séparation appropriée des champs,

l'élimination des plantes anormales dans le champ (l'épuration), et un bon contrôle des maladies et des ravageurs. Une manutention post-récolte soigneuse est également nécessaire - le maintien de la séparation des semences des autres récoltes avec un séchage, un battage, un vannage et un stockage appropriés. Le résultat peut être la production de semences de très haute qualité. Ces semences produites localement peuvent - et doivent - être vendues à un prix supérieur à celui des céréales produites pour la consommation. Vous pouvez peut-être faire appel au support technique de la recherche et du service national des semences pour vous aider à établir des systèmes productifs et rentables de production de semences locales. Une fois mise en place, la capacité de produire des semences de nouvelles variétés localement sera un atout précieux pour les agriculteurs afin qu'ils continuent à s'adapter au changement climatique.

Source: Beye, Jones and Simpson, 2011a, b, c

Les investissements dans des **changements environnementaux** sont souvent plus exigeants, mais ils peuvent offrir l'avantage d'améliorer la productivité agricole et de l'élevage, quoiqu'il puisse se passer avec le climat. Ceux-ci sont souvent appelés des options «sans regret», car ils peuvent offrir des avantages, peut-être même plusieurs avantages, même si les changements météorologiques prévus ne se produisent pas. Un approvisionnement plus sûr en eau, des sols plus fertiles, une érosion réduite, des systèmes agricoles plus diversifiés et des animaux en meilleure santé fournissent tous des avantages multiples, quoiqu'il puisse se passer avec le climat. Si vous avez des incertitudes sur à quel point les différents types d'impacts du changement climatique dans les domaines où vous travaillez seront graves, dans combien de temps ils vont se produire, voire jamais, les changements adaptatifs impliquant des améliorations de l'environnement productif sont souvent les plus sûrs et les plus bénéfiques. Cependant, certains de ces changements, comme accroître la matière organique dans les sols appauvris en éléments nutritifs, ne montreront pas d'avantages immédiats. Cela peut prendre plusieurs années avant que tous leurs avantages soient visibles. Certains avantages ne peuvent être pleinement visibles que lorsque des événements météorologiques extrêmes se produisent. Par exemple, les avantages des investissements dans les pratiques de conservation de l'humidité peuvent être beaucoup plus visibles

Les conseils des agriculteurs qui ont adopté les pratiques encourageront d'autres agriculteurs à envisager de nouvelles pratiques.

dans une année de sécheresse, alors que les avantages de la conservation des sols en pente peuvent apparaître seulement pendant les périodes de précipitations extrêmes. Si un événement extrême – une longue période sèche ou des tempêtes extrêmes – vient se produire dans une zone où vous travaillez et l'une des pratiques d'adaptation que vous avez aidé à introduire est efficace, assurez-vous de faire tout votre possible pour permettre à autant d'agriculteurs que possible de visiter et d'observer comment cette pratique est efficace. Ce type de preuve visible et l'avis des agriculteurs qui ont adopté les pratiques auront plus d'effet pour encourager d'autres agriculteurs à envisager d'intégrer de nouvelles pratiques que tout ce que vous pouvez dire ou faire.

La leçon d'un ouragan

En 1998, l'Amérique centrale a été frappée par un ouragan d'une intensité se produisant en moyenne une fois tous les deux siècles. Avec des vents de 290 km/heure (180 mi/heure), l'ouragan Mitch a apporté 1.270 mm (50 pouces) de pluie et s'est centré sur le petit pays montagneux du Honduras. Il a provoqué 22.000 morts et la perte de 500.000 maisons seulement dans ce pays. Un tiers des agriculteurs du Honduras ont perdu toute leur récolte, et 10.000 hectares de terres ont été dépouillés de la couche arable.

Après l'ouragan, une équipe d'étude a révélé que les parcelles agricoles où les agriculteurs avaient adopté des pratiques de conservation des sols et de l'eau avaient 58 à 99 pour cent moins de dégâts (les différences variaient selon les pays). Les parcelles où l'agriculture de conservation avait été pratiquée ont eu 28 à 38 pour cent moins de leur couche arable emportée et l'érosion de surface a été de moitié ou d'un tiers en moins que les parcelles gérées de façon classique à moins que les premières ne se trouvent en aval de parcelles gérées conventionnellement ou de terres dégradées. Lorsque situées sous des zones non protégées, les parcelles de conservation ont subi les mêmes niveaux de dégâts que les parcelles conventionnelles.

Tout simplement trop d'eau avait coulé vers l'aval de ces zones non protégées pour que les pratiques de conservation puissent résister. Les pratiques de conservation sur des parcelles individuelles ne peuvent pas toujours être efficaces contre les phénomènes météorologiques violents à moins que les ménages ne travaillent ensemble pour protéger et restaurer tout un versant entier.

Lorsque les agriculteurs ont comparé ce qui était arrivé à leurs exploitations agricoles avec celles où les agriculteurs avaient adopté les pratiques de conservation, beaucoup ont exprimé des demandes fortes et répétées pour le recyclage dans la gestion des bassins versants et des ressources naturelles. Ils avaient désormais l'intention d'utiliser les pratiques de conservation.

Source: World Neighbors, 2000

5.2 Principes et pratiques

Le reste de cette section propose quelques suggestions de base sur la façon de travailler avec les agriculteurs pour tester des changements adaptatifs et comment aider à diffuser les leçons apprises de ces expériences parmi toute la communauté. Des exemples supplémentaires sont fournis dans les autres guides de poche de cette série. Comme pour les activités décrites dans la section précédente, *Identification des risques liés au changement climatique et évaluation des vulnérabilités*, les connaissances et les compétences des agriculteurs seront votre plus précieuse ressource dans votre soutien aux ménages d'agriculteurs pour qu'elles s'adaptent au changement climatique. Votre capacité à travailler avec les agriculteurs pour tester et modifier davantage les options d'adaptation sera essentielle, tout comme réussir à impliquer les agriculteurs dans le partage de ce qu'ils ont appris et pour former d'autres agriculteurs. Vous ne pouvez pas tout faire vous-même – vous aurez besoin d'aide !

Pour commencer, lors de l'essai de nouvelles options d'adaptation, il est essentiel que vous choisissiez clairement le défi adaptation que vous essayez de résoudre et pourquoi vous essayez une nouvelle pratique ou une technologie spécifique. En suivant les étapes décrites dans la section précédente vous pourrez identifier clairement le défi du changement climatique particulier auquel vous essayez de répondre. Il peut y avoir des choix adaptatifs alternatifs pour chaque défi – axés des mesures génétiques, environnementales et de gestion – chacun nécessitant des ressources différentes pour être mis en œuvre. Il sera important de discuter les options avec les agriculteurs et de les laisser choisir celles qu'ils veulent tester.

Il peut y avoir des choix adaptatifs alternatifs pour chaque défi; laissez les agriculteurs sélectionner ceux qu'ils veulent tester.

Deuxièmement, il sera important pour vous d'identifier et de travailler à l'échelle appropriée que chaque défi de changement climatique requiert. La meilleure manière de traiter beaucoup de défis est dans les champs individuels sous la gestion d'un seul ménage, mais ceci ne peut pas s'appliquer pour tout. Certains défis, en particulier ceux impliquant la gestion de l'environnement, nécessitent des travaux à plus grande échelle – tout un versant, un fond de vallée, une zone boisée ou une zone de pâturages dans leur ensemble – pour être efficace. Il est essentiel que vous identifiiez correctement ces situations et mobilisiez les agriculteurs à travailler à l'échelle nécessaire pour obtenir des résultats positifs.

Troisièmement, vous devrez utiliser des approches différentes selon les différents défis et objectifs. Une expérience visant à tester ou à évaluer quelque chose d'entièrement nouveau est différente d'une démonstration d'une pratique ou d'une technologie qui a déjà fait ses preuves, et chacune nécessitera une approche différente. Les autres guides de cette série, en particulier le guide sur la gestion des cultures, fournissent des exemples de types de modèles expérimentaux qui pourraient vous être utiles pour les différentes technologies. Vous pourriez également recevoir un soutien précieux des scientifiques de votre institut national de recherche et d'autres partenaires du développement dans la mise en place des expériences.

Quatrièmement, soyez confiant(e) en travaillant avec les agriculteurs de votre secteur géographique qui se portent volontaires ou sont choisis par leurs communautés ou groupes pour mener des essais ou gérer des démonstrations. Ces personnes sont généralement très curieuses au sujet de nouvelles pratiques et prêtes à prendre des risques pour expérimenter. Les agriculteurs peuvent également avoir leurs propres bonnes idées, et vous devriez déployer tous vos efforts pour les inclure lorsque vous testerez des options d'adaptation.

Cinquièmement, beaucoup de réponses d'adaptation nécessiteront d'autres apports non-techniques. Par exemple, les variétés et l'équipement nouveaux doivent être disponibles localement pour que les agriculteurs puissent en bénéficier. Le crédit peut s'avérer nécessaire pour que les agriculteurs puissent investir dans des options plus coûteuses. Dans le cas de mesures d'adaptation qui exigent une action de groupe – comme la gestion collective des ressources en eau ou des terres de pâturage ou la construction de mesures de conservation des bassins versants – les agriculteurs peuvent avoir besoin d'aide pour créer des associations qui leur permettent de mener à bien ces tâches. Assurez-vous d'examiner en détail et d'identifier avec les agriculteurs toutes les exigences non techniques pour la mise en œuvre d'une pratique

ou d'une technologie d'adaptation. Si certains obstacles non techniques empêchent les agriculteurs d'adopter une nouvelle pratique ou technologie, ils n'en bénéficieront pas, quelle que soit la façon dont cette pratique pourrait répondre au défi identifié.

Le risque des agriculteurs

De la même manière dont vous examinez les différentes activités agricoles avec les agriculteurs pour identifier les sensibilités aux changements du climat, vous aurez également besoin d'examiner les options d'adaptation possibles pour les risques potentiels.

En plus des risques directs et indirects de changements climatiques, les agriculteurs vivant dans la pauvreté sont également confrontés à d'autres types de risques, notamment: la difficulté à apprendre à utiliser de nouvelles pratiques de manière efficace et l'incapacité potentielle des pratiques d'adaptation à fonctionner comme prévu; l'évolution des marchés et la disponibilité des intrants essentiels et l'accès au crédit; et l'accès précaire aux ressources et leur contrôle. Il sera important que vous ne négligiez pas ces autres types de risque lors de la planification avec les agriculteurs pour qu'ils puissent s'adapter à des changements importants dans les tendances météorologiques locales.

À un certain moment, après avoir testé et adapté des innovations pour qu'elles puissent répondre aux conditions locales, il sera essentiel qu'autant de personnes que possible aient l'occasion d'apprendre certaines nouvelles pratiques et les avantages qu'elles offrent. Vous et le programme au sein duquel vous travaillez utilisez déjà de nombreuses méthodes de communication dans votre travail habituel – des visites individuelles et collectives, des émissions de radio, des dépliants, des brochures et des affiches, des visites d'exploitations agricoles, des journées de terrain, des démonstrations, etc. Pour faire connaître tout ce processus, il sera important de faire correspondre ces approches avec des étapes spécifiques dans le processus d'adoption. Sélectionnez soigneusement les médias les plus appropriés (le face-à-face, la radio, du matériel imprimé et les vidéos), le contenu du message et le messager (d'autres agriculteurs ou des personnes de confiance) pour :

- Sensibiliser et stimuler l'intérêt pour les nouvelles pratiques.
- Aider les agriculteurs à évaluer si la nouvelle technologie ou la pratique inusitée répond à leurs besoins et s'ils peuvent l'utiliser.
- Offrir des opportunités pour que les agriculteurs essaient la pratique ou la technologie nouvelle.
- Les encourager à faire les adaptations nécessaires pour leur permettre d'intégrer la pratique dans leur système d'exploitation.

Afin de soutenir les ménages agricoles à s'adapter aux changements dans leur climat, votre travail le plus important en tant qu'agent de vulgarisation est d'aider les agriculteurs à évaluer leur situation et ensuite passer par les étapes de sensibilisation aux nouvelles options, de stimuler l'intérêt, d'évaluer l'utilité, d'essayer des pratiques et des technologies nouvelles, et de faire les adaptations nécessaires.

Adopter ou ne pas adopter

Tous les agriculteurs passent par un ensemble similaire d'étapes pour décider d'adopter de nouvelles technologies ou pratiques. Premièrement, ils doivent prendre conscience qu'une pratique ou qu'une technologie nouvelle existe. Deuxièmement, ils ont besoin d'être intéressés par ce que l'innovation peut leur offrir. Troisièmement, ils ont besoin d'évaluer si l'innovation correspond à leur situation et s'ils peuvent faire usage de la technologie ou de la pratique avec les ressources qu'ils ont à leur disposition. Quatrièmement, ils ont besoin de tester l'innovation. Cela conduit souvent à des modifications de la technologie ou de la pratique pour mieux l'adapter aux ressources à leur disposition. Si la technologie fonctionne bien et offre les avantages souhaités, les agriculteurs peuvent décider de l'utiliser sur une base régulière ou à une plus grande échelle.

Les agriculteurs apprennent de nouvelles innovations à des moments différents et prennent plus ou moins de temps pour passer par les étapes de décision s'ils les adoptent ou non. Avec toute nouvelle technologie, quelqu'un est toujours le premier à adopter, et quelqu'un est le dernier. Certains agriculteurs, en particulier ceux avec plus de ressources, sont souvent les premiers à être au courant de nouvelles opportunités et peuvent prendre la décision de les adopter rapidement. D'autres sont plus prudents et ont besoin de constater l'efficacité des nouvelles pratiques dans les champs

de leurs voisins pour une saison ou plus avant qu'ils ne soient prêts à l'essayer. Vos efforts pour introduire de nouvelles technologies devront donc être menés sur plusieurs saisons pour être sûr que tous les agriculteurs aient la possibilité d'apprendre et de constater l'efficacité des nouvelles pratiques dans les conditions locales.

De plus, chaque technologie a des fonctionnalités uniques que vous aurez besoin de reconnaître et de prendre en compte quand vous modulerez votre approche pour aider les agriculteurs à évaluer si la nouvelle pratique est utile pour eux. Il vous faudra utiliser des méthodes différentes pour les différentes technologies. Par exemple il est facile de mettre en valeur de nouvelles variétés sur une parcelle de démonstration, et les agriculteurs intéressés peuvent tester les variétés sur une petite échelle dans une partie d'un champ à peu de frais ou de risques. Les innovations qui nécessitent des changements environnementaux, comme la construction de terrasses ou de l'agriculture sans labour, nécessitent des investissements plus importants par les agriculteurs et sont difficiles à essayer sur une petite échelle et peuvent également exiger de coordonner des efforts de groupe. Dans de tels cas, un moyen efficace de stimuler l'intérêt pour essayer les nouvelles pratiques peut s'avérer d'utiliser des visites d'échange ou des vidéos montrant d'autres agriculteurs ou des groupes qui ont déjà adopté la technologie. Vous aurez besoin de faire correspondre soigneusement votre utilisation des différentes pratiques de vulgarisation afin qu'elles soient adaptées aux caractéristiques des innovations.

Source: Simpson, 2015b

Il sera important pour vous d'impliquer les agriculteurs dans le partage de leurs expériences et qu'ils travaillent directement avec vous pour encourager et soutenir d'autres agriculteurs et les communautés à expérimenter de nouvelles pratiques et technologies. Dans certains endroits, on appelle cela la vulgarisation d'agriculteur à agriculteur, et elle implique des agriculteurs leaders ou des agriculteurs formateurs bénévoles. Les noms et les responsabilités varient, mais la pratique essentielle implique de former et de soutenir les agriculteurs bénévoles à transmettre de nouvelles connaissances et compétences à leurs confrères agriculteurs à travers des démonstrations, des formations et un soutien individuel.

Vulgarisation d'agriculteur à agriculteur

Le fait que les agriculteurs se fient aux conseils et à l'expérience des autres agriculteurs est reconnu et utilisé dans la pratique de la vulgarisation depuis longtemps. Les agriculteurs vivent et travaillent dans des contextes similaires, ils cultivent les mêmes cultures, mangent les mêmes aliments, et leurs enfants fréquentent les mêmes écoles. En bref, ils sont connus et ont la confiance des autres agriculteurs. La participation formelle d'agriculteurs pour aider à former et conseiller d'autres agriculteurs dans les programmes de vulgarisation – la vulgarisation d'agriculteur à agriculteur (VAAA) – prend de l'essor dans de nombreux pays. La recherche montre que les agriculteurs formateurs ou agriculteurs leaders qui sont bien formés et soutenus par des programmes de vulgarisation sont très efficaces pour aider d'autres agriculteurs à apporter des changements à leurs systèmes d'exploitation.

Dans certains domaines techniques, cependant, l'utilisation de la VAAA peut ne pas être appropriée. Ceux-ci incluent la prise de décisions qui impliquent le sort d'avoirs de grande valeur, comme la santé du bétail; ceux qui sont essentiellement permanents, comme l'emplacement d'infrastructures coûteuses telles que les terrasses et les structures de contrôle de l'eau; et des technologies présentant des risques pour la santé humaine, y compris l'utilisation de pesticides et d'herbicides. Mettre les agriculteurs formateurs bénévoles dans une position d'être la seule source de conseils sur ces activités essentielles est injuste et peut conduire à des conflits locaux en cas de problème.

L'utilisation de l'approche VAAA dans les projets financés par des bailleurs – distincte des programmes de vulgarisation en cours tels que les services de vulgarisation du gouvernement – pourrait conduire les agriculteurs leaders à devenir isolés et déconnectés. La recherche montre que les agriculteurs formateurs ou les agriculteurs leader peuvent souvent continuer à fournir une assistance à d'autres agriculteurs des années après la fin d'un projet. Toutefois, s'ils n'ont plus accès au support technique ou à de nouvelles informations parce que le projet a pris fin, leurs efforts seront de plus en plus périmés. Si vous travaillez dans un tel projet, assurez-vous que vous construisez des relations solides entre les agriculteurs formateurs bénévoles ou les agriculteurs leaders avec lesquels vous travaillez et des sources de soutien et de nouvelles informations techniques plus durables. Au fur et à mesure que le climat continue de changer, les agriculteurs formateurs devront également être en mesure de changer ce qu'ils enseignent à d'autres agriculteurs.

Comme vous le savez à partir de votre propre expérience, les agriculteurs modifient presque chaque nouvelle pratique qu'ils adoptent. Les agriculteurs ne font rien de mal quand ils font ces changements. En fait, c'est une partie normale et nécessaire des pratiques agricoles. Cependant, avec certaines pratiques, il peut y avoir des éléments qui doivent être maintenus inchangés si la pratique doit fournir les avantages qu'elle est censée offrir. Par exemple, il est n'est pas possible de bénéficier du sans-labour (agriculture de conservation) sans maintenir au minimum la perturbation du sol – cela est une exigence **non négociable** dans la pratique de l'agriculture de semis direct. Dans de tels cas, il sera important, lorsque vous travaillez avec des agriculteurs ou des groupes dans l'adaptation de pratiques agricoles, de les aider à comprendre comment les nouvelles pratiques fonctionnent, ce qui doit être maintenu et comment ils peuvent préserver la/les caractéristique(s) essentielle(s), non négociable(s) tout en faisant des ajustements aux caractéristiques qui peuvent être modifiées.

Certains programmes d'extension (peut-être celui dans lequel vous travaillez) utilisent l'approche champs écoles des producteurs/champ-école paysan, ou CEP. Les champs écoles des producteurs offrent une excellente occasion de tester et d'affiner tout type de pratique d'adaptation, et ils sont déjà utilisés pour soutenir les efforts d'adaptation au changement climatique dans certains endroits. Les champs école des producteurs peuvent et doivent être utilisés comme une ressource communautaire précieuse. D'ailleurs, les champs écoles des producteurs perdent beaucoup de leur valeur s'ils ne bénéficient qu'aux membres de l'école. Si vous utilisez cette approche, vous devrez veiller à ce que d'autres agriculteurs de la communauté et ceux d'autres communautés aient la possibilité d'apprendre à l'aide des activités de l'école. La tenue de journées sur le terrain et des visites d'exploitations agricoles donne aux membres du champ école l'occasion d'expliquer ce qu'ils font, pourquoi et ce qu'ils ont appris. C'est une bonne idée de mélanger cette approche avec d'autres méthodes de vulgarisation pour permettre aux leçons du champ école d'atteindre le plus grand nombre possible d'autres agriculteurs.

Champs écoles des producteurs/Champ école paysan (CEP)

L'approche CEP est construite sur les principes de l'apprentissage des adultes - l'apprentissage par la pratique - avec le champ servant de salle de classe. Les principaux objectifs de l'approche sont d'améliorer la productivité et la rentabilité des agriculteurs et de renforcer leurs connaissances et leurs compétences pour analyser les situations, formuler des questions et trouver leurs propres solutions.

En utilisant l'approche, les agents de vulgarisation ont un rôle de facilitateurs, les agriculteurs prenant les devants pour déterminer ce qu'il faut faire. Les champs écoles commencent généralement par une analyse des agroécosystèmes pour identifier les défis principaux liés à la production. Ensuite, les agriculteurs conçoivent et réalisent des expériences qui répondent à leurs principaux défis et les observent et interprètent leurs résultats, en utilisant le champ de leur école comme un laboratoire. Le processus de réalisation d'expériences conduit souvent à de nouvelles questions et à de nouvelles expérimentations. Les champs écoles utilisent une approche de cycle de vie - qui suit un cycle de production de l'activité de culture ou d'élevage ciblé du début à la fin. En conséquence, les agriculteurs sont en mesure de répondre à un large éventail de défis à divers moments dans le cycle de production, au cours d'une seule saison.

L'approche CEP a été développée pour soutenir la gestion intégrée des ravageurs dans la production de riz en Asie du Sud-Est. Elle a depuis été utilisée dans plus de 90 pays et s'est élargie pour couvrir de nombreux autres domaines techniques. Beaucoup de bons manuels CEP sont disponibles, axés sur divers domaines techniques. L'approche commence aussi à être utilisée dans certaines parties de l'Asie et de l'Afrique de l'Ouest pour aider les agriculteurs à s'adapter au changement climatique. Vous pouvez également trouver l'approche utile dans votre travail. Il vaut vraiment la peine d'investir dans l'établissement et l'utilisation des champs écoles vu la nécessité de continuer à introduire et à tester de nouvelles pratiques d'adaptation aux changements dans les tendances météorologiques.

Même si votre programme n'utilise pas formellement l'approche champs école des producteurs, vous pouvez faire usage de quelques-unes de ses caractéristiques essentielles pour compléter le reste de votre travail. L'un des concepts clés a été décrit dans la section précédente - l'évaluation du système d'exploitation en termes d'exposition aux risques et sensibilités.

Vous pouvez aussi utiliser le cycle de vie normale de la culture ou de l'activité pour vous guider dans l'organisation de rencontres régulières où les agriculteurs visitent et observent le déroulement et la performance de tout essai ou démonstration. Les visites doivent correspondre avec d'importantes activités de gestion ou des étapes clés dans la croissance des cultures afin que les agriculteurs puissent constater l'efficacité des nouvelles adaptations par rapport à ce qu'ils font actuellement.

Sélection variétale participative pour la vulgarisation

Un exemple d'utilisation de l'approche du cycle de vie implique l'expérimentation de nouvelles variétés par ce qu'on appelle la sélection variétale participative (SVP). Ceci est une approche bien connue utilisée par les chercheurs pour déterminer les préférences des agriculteurs pour aider les programmes de sélection. Des «jardins de variétés» sont créés, contenant de nombreuses variétés, plantés dans de petites parcelles (2 à 3 mètres carrés). Les agriculteurs sont invités à observer le développement des variétés à plusieurs reprises dans l'année à des étapes clés de la croissance des cultures, y compris un test de goût après la récolte, pour fournir leurs avis sur leurs préférences. Les sélectionneurs utilisent cette information pour choisir et développer de nouvelles variétés.

La même approche a été utilisée dans des programmes de vulgarisation (SVP-V) pour aider à amplifier la disponibilité de nouvelles variétés. Un nombre limité de variétés sont utilisées - généralement pas plus de quatre à six - que des agriculteurs ont déjà préféré dans des zones similaires. Les parcelles de démonstration sont établies sur une plus grande échelle, généralement sur un minimum de 10 par 20 mètres. Les agriculteurs sont invités à visiter les parcelles de démonstration à plusieurs reprises au cours du cycle de croissance. Les semences produites dans ces parcelles sont généralement suffisantes pour fournir à 30/40 agriculteurs la variété qui les intéresse d'essayer sur leurs propres exploitations. La clé est que les agriculteurs, et non pas les chercheurs ou d'autres, sélectionnent les variétés qu'ils veulent. Lorsque la SVP-V est associée aux efforts de multiplication des semences à base communautaire ou utilisée pour alimenter les circuits de commercialisation locales, cette approche peut aider à introduire rapidement les nouvelles variétés les plus recherchées par les agriculteurs.

Les démonstrations technologiques sont couramment utilisées par les programmes de vulgarisation pour introduire les agriculteurs à de nouvelles technologies et pratiques. Même si les démonstrations sont largement utilisées, elles ne sont souvent pas mises en œuvre ou gérées à leur plein avantage. Voici quelques directives de base sur l'utilisation des démonstrations pour présenter efficacement les nouvelles pratiques d'adaptation :

Ne démontrez que les technologies dont vous êtes convaincu(e) qu'elles soient meilleures que les pratiques locales actuelles. L'objectif des parcelles de démonstration mises en place est de permettre au plus grand nombre possible de personnes de constater combien les nouvelles technologies sont efficaces dans les conditions locales. Une technologie peu performante ne sera jamais adoptée par les agriculteurs, et ne devrait pas l'être.

Les choses à rechercher :

- Des endroits le long des routes avec une bonne visibilité et avec beaucoup de passage.
- Des endroits près des lieux de marché, des écoles et d'autres zones avec un passage régulier.

Les choses à éviter :

- Les sites dans des endroits éloignés ou obscurs avec peu de passage.
- Les endroits pas immédiatement visibles de la route.
- Les endroits où l'ombrage des arbres à proximité aura une incidence sur le bon développement de certaines ou de toutes les sous-parcelles.
- Les zones de limites près de la brousse où les animaux sauvages/oiseaux peuvent endommager les champs.
- Les champs dans des zones sujettes aux ruissellements ou des zones soumises à des inondations qui peuvent être affectés par de fortes précipitations.
- Les zones avec des sols atypiques ou des sols qui ont un historique de mauvaises pratiques - à moins, bien sûr, que la technologie en démonstration cible spécifiquement ce type de conditions.

Les choses à faire :

- Connaître l'histoire du champ. Selon la technologie, ce qui est arrivé dans ce champ l'année précédente peut avoir un impact significatif sur la croissance et le rendement des cultures dans votre démonstration. Évitez les champs où les pratiques antérieures peuvent interférer avec les performances de votre technologie.

- Toujours inclure une vérification locale – cela n'est pas pareil qu'une parcelle ne recevant aucun traitement. Une vérification locale devrait représenter soit une pratique courante locale, soit une bonne pratique locale telle que déterminées par les agriculteurs dans cette zone. Les agriculteurs ont besoin de voir comment la nouvelle technologie se comporte à cet endroit, dans la saison en cours, par rapport à ce qu'ils font déjà.
- Mettre en place des panneaux permanents sur chaque site pour toute la durée de la démonstration. Chaque sous-parcelle doit être clairement identifiée afin que les visiteurs sachent ce qu'ils regardent.
- Les panneaux devraient inclure des informations de base sur ce qui est démontré, pourquoi et les avantages offerts par cette nouvelle pratique.
- Les panneaux doivent être dans la langue la plus couramment parlée dans cette zone. Des schémas ou de petites illustrations sont une bonne idée pour ceux qui ne savent pas lire. Évitez les photos – Souvent elles pâlissent et ne peuvent pas être vues après quelques mois.
- Minimiser les logos sur les panneaux (placez-les en bas des panneaux) et inclure les contacts permettant à toute personne intéressée d'obtenir de plus amples informations.
- Planifiez de maintenir vos sites de démonstration pendant deux à trois saisons; et plus longtemps pour la démonstration de technologies nécessitant plusieurs années pour montrer des résultats (par exemple, l'agriculture de conservation, l'utilisation des rotations, etc.).
- Utiliser vos parcelles de démonstration à leur maximum. Établir et entretenir des démonstrations est une entreprise coûteuse et de longue haleine, obtenez donc le meilleur de vos investissements. Organisez des jours sur le terrain aux périodes critiques dans le calendrier de production, en particulier lorsque les opérations de gestion liées aux technologies sont effectuées afin que les agriculteurs puissent voir ce qui est nécessaire dans l'utilisation de la technologie.
- Beaucoup de parcelles de démonstration mettant en vedette de nouvelles variétés seront également utilisées comme sources de semences pour les agriculteurs locaux qui souhaitent essayer les nouvelles variétés. Ces parcelles peuvent avoir besoin d'être mises en place sur une plus grande échelle afin de produire une quantité suffisante de semences. Toutes les parcelles de démonstration servant de sites de multiplication des semences nécessiteront une attention supplémentaire (en champ et après la récolte) pour veiller à ce que les semences produites répondent aux normes minimales et soient de la meilleure qualité possible.

Les choses à ne pas faire :

- Évitez de démontrer des technologies multiples sur une seule parcelle (par exemple, une nouvelle technique de préparation du sol + une technique de plantation + nouvelle variété + application d'engrais + utilisation d'herbicide). Ceci constitue un «paquet» d'intrants, et l'histoire montre que les petits exploitants adoptent rarement des paquets en une seule fois. Les sous-parcelles individuelles devraient figurer des technologies individuelles, ou au maximum une combinaison de deux technologies, de sorte que les agriculteurs puissent voir les avantages que chaque technologie offre.
- Ne négligez pas vos sites de démonstration. Si vous décidez d'utiliser des parcelles de démonstration, entretenez les correctement.

Déballage des paquets

Tout type de changement dans la gestion de pratiques existantes nécessite un apprentissage et la mise en place d'aménagements dans la main d'œuvre des ménages et dans le système agricole. Le changement implique aussi des risques. Dans les endroits où les agriculteurs font déjà face à des niveaux élevés d'incertitude en raison de tendances météorologiques variables, le maintien de la sécurité de leur production de base est leur première priorité.

Ils trouveront difficile de changer ou d'abandonner les pratiques qu'ils connaissent et dont ils se fient. Les agriculteurs adoptent rarement, voire jamais, plus d'une nouvelle pratique à la fois – c'est tout simplement trop déstabilisant, trop risqué. En général la promotion de «paquets» de technologies qui nécessitent l'adoption de nombreuses nouvelles pratiques à la fois ne fonctionne pas. Vous aurez plus de succès en introduisant de nouvelles pratiques dans l'ordre, en commençant par la plus importante – la pratique qui offre le plus grand bénéfice ou qui est nécessaire avant que d'autres changements puissent être utilisés.

Plus tard, si la nouvelle pratique est couronnée de succès, et après que les agriculteurs l'aient maîtrisée, vous pouvez commencer à introduire d'autres pratiques qui sont complémentaires et offrent des avantages supplémentaires.

Comme vous l'avez probablement remarqué, la plupart des pratiques de vulgarisation évoquées ci-dessus peuvent être utilisées en combinaison – comme les champs écoles de producteurs et la vulgarisation d'agriculteur à agriculteur, ou la sélection variétale participative et la multiplication des semences à base communautaire. Si votre programme de vulgarisation le permet, réfléchissez à comment vous pouvez utiliser diverses pratiques seules et en combinaison à votre plus grand avantage. Sentez-vous libre de discuter avec votre directeur de vulgarisation comment organiser votre travail sur le terrain d'une nouvelle façon afin de vous permettre d'avoir un impact plus grand et plus durable. Ne manquez pas de discuter et d'échanger des idées avec vos collègues et créer des occasions pour interagir avec le personnel sur le terrain d'autres programmes. Vous apprendrez beaucoup de l'expérience d'autres personnes et vous pourrez aussi contribuer à leurs connaissances.

Les autres guides de poche dans cette série (sur les cultures, les sols, l'eau et les animaux d'élevage) vous aideront à faire face à des problèmes techniques spécifiques. Chaque guide fournit des exemples de technologies qui peuvent apporter des solutions d'adaptation aux problèmes spécifiques rencontrés par les agriculteurs dans les zones où vous travaillez. Ces guides comprennent également des exemples de méthodologies spécifiques que vous pouvez utiliser pour tester, perfectionner et diffuser les pratiques d'adaptation, ainsi que des références où vous pouvez trouver d'autres idées ou pratiques d'adaptation qui pourraient vous aider dans votre travail avec les ménages des petites exploitations agricoles pour qu'elles puissent s'adapter au changement climatique et améliorer leurs moyens d'existence. Bonne chance!

Idées essentielles

- Travailler avec les agriculteurs pour évaluer leur situation et identifier et prioriser les principaux défis. Autant que possible, chercher des victoires faciles qui répondent à ces défis majeurs et offrent des avantages observables rapidement.
- Pour chaque activité agricole et chaque type de stress météo, il y aura une variété d'options d'adaptation – génétique, environnementale et de gestion. Travaillez avec vos partenaires

de recherche et de développement pour identifier la gamme complète d'options et laisser les agriculteurs choisir celles qu'ils veulent tester.

- Assurez-vous que vous identifiez toutes les conditions techniques et non-techniques pour utiliser une technologie ou une pratique d'adaptation, et veillez à ce que ces conditions soient disponibles localement. Les agriculteurs ne peuvent bénéficier que d'options qu'ils peuvent mettre en œuvre.
- Impliquez les agriculteurs dans les tests et l'adaptation de nouvelles pratiques et technologies qui répondent à leurs besoins. Assurez-vous que les agriculteurs comprennent toutes les caractéristiques «non négociables» des pratiques, et soutenez les dans leur apport de modifications aux pratiques que vous présentez, ainsi que dans leurs efforts à tester leurs propres idées.
- Impliquez les agriculteurs dans la sensibilisation et le soutien à d'autres agriculteurs pour que ces derniers acquièrent les connaissances et compétences requises pour mettre en place les changements dans leurs systèmes agricoles.
- Faites correspondre votre utilisation de différentes méthodes de vulgarisation à des objectifs spécifiques. Certaines méthodes sont meilleures pour la sensibilisation et la stimulation de l'intérêt; d'autres sont plus efficaces pour aider les agriculteurs à évaluer s'ils peuvent utiliser de nouvelles pratiques; d'autres sont mieux adaptées pour soutenir les agriculteurs lorsqu'ils testent de nouvelles technologies et mettent en place des changements. Vous pourrez augmenter l'impact de votre travail en utilisant la bonne pratique au bon moment pour le bon objectif.

Ressources additionnelles

FAO. 2011. *Farmer field school implementation guide*. Farm Forestry and Livelihood Development. Rome: FAO.

FAO. 2013. *Guide de formation: Recherche sur le genre et les changements climatiques dans l'agriculture et la sécurité alimentaire pour le développement rural* (deuxième édition). Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et le Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS).

FAO. 2016b. *Farmer Field School Guidance Document: Planning for quality programmes*. Rome: FAO.

Reid, H., M. Alam, R. Berger, T. Cannon and A. Milligan. 2009. *Community-based adaptation to climate change*. Participatory Action and Learning, 60. London: International Institute on Environment and Development.

6^{ÈME} PARTIE

Le rôle des décideurs politiques, des directeurs de vulgarisation et des gestionnaires de programme

Nous nous dirigeons vers un point de l'histoire où la négligence continue de la vulgarisation agricole aura des conséquences beaucoup plus graves que les occasions manquées du passé. Tout le monde n'est pas un agriculteur, mais nous devons tous manger – et nous dépendons donc tous de ceux qui produisent notre nourriture. Comme le changement climatique est mondial, toutes les régions du monde seront affectées. À court terme, certaines zones peuvent même en bénéficier. Toutefois, à long terme, toutes les zones souffriront. Même les pays riches en ressources en terres et en eau pour l'irrigation sont confrontés à la hausse des températures et aux phénomènes météorologiques extrêmes. Le recours au commerce international pour le maintien de la sécurité alimentaire nationale peut devenir une option de plus en plus risquée, comme l'ont démontré la flambée des prix des produits alimentaires et les manifestations violentes de 2008 et de 2011. Il est essentiel de renforcer la sécurité alimentaire nationale par l'investissement dans la recherche agricole, la vulgarisation et le soutien des institutions (les centres de formation, les universités, financières), et les marchés. Chacun de ces investissements, à son tour, devra devenir plus intelligent face au climat, se basant sur des principes biologiques et l'utilisation judicieuse d'intrants externes pour répondre aux facteurs directs de stress physiques du changement climatique et les nombreux effets indirects qu'ils causent.

Tout le monde n'est pas un agriculteur, mais nous devons tous manger – et nous dépendons donc tous de ceux qui produisent notre nourriture.

Les investissements nécessaires à la vulgarisation ont à la fois des dimensions quantitatives et qualitatives. Non seulement la plupart des pays ont simplement besoin de plus d'agents sur le terrain, mais ces hommes et ces femmes ont besoin de recevoir un meilleur soutien dans l'accomplissement de leur travail. Mais surtout, ils ont besoin d'être mieux formés. Presque tous les programmes de formation de vulgarisation devront être largement revus pour inclure une formation poussée sur les réalités du changement climatique – ce que c'est, les

causes, comment cela affecte l'agriculture et ce qui peut être fait en réponse – afin que les agents de terrain puissent être en mesure de reconnaître et de répondre à ces défis dans leur travail. Les relations entre les programmes de vulgarisation et de recherche doivent également être renforcées, de même que l'importance de l'adaptation au changement climatique doit être mise en exergue au sein du programme stratégique de recherche. L'avenir du bien-être des ménages d'agriculteurs et de la sécurité alimentaire nationale repose sur ces investissements essentiels. Le changement climatique est réel, et il faudra de vraies réponses d'adaptation à tous les niveaux. Notre avenir en dépend.

Une note finale

Le but des guides de cette série est de partager des faits, des concepts et des principes de base relatifs au changement climatique et à l'impact que ces changements ont sur les ménages d'agriculteurs. Ces guides fournissent des exemples de pratiques qui illustrent des principes importants et des options d'adaptation, mais ils ne sont pas destinés à servir de références formelles exhaustives – ils sont destinés à être apportés sur le terrain et utilisés par les agents de vulgarisation sur le terrain. Les auteurs de ces guides encouragent fortement les autres à utiliser, à mettre à jour, à modifier et à renforcer le matériel qu'ils contiennent pour rédiger d'autres publications revues et plus pertinentes au niveau local pour aider les agents de vulgarisation sur le terrain là où ils travaillent. Pour faciliter ce processus, ces guides sont publiés sous une licence «Creative Commons Attribution» (voir les détails sur la page de copyright) pour permettre aux autres de pleinement utiliser ce matériel.

Liste des Figures et des tableaux

Figure 1: Variabilité et changement.....	9
Figure 2: Cycle du carbone	
Figure 3: Sources de gaz à effet de serre par type (équivalent de CO ₂)... 14	14
Figure 3: Sources de gaz à effet de serre par type (équivalent de CO ₂).....	15
Figure 4: les émissions de gaz à effet de serre par secteur économique (équivalent de CO ₂)	15
Figure 5: Relation entre le CO ₂ atmosphérique et la température.....	17
Figure 6: Les concentrations de CO ₂ dans l'atmosphère	17
Figure 7: Les sources agricoles de gaz à effet de serre (équivalent de CO ₂).....	18
Figure 8: Frise chronologique des gaz à effet de serre	18
Figure 9: Évolution démographique mondiale.....	19
Figure 10: Hausses des prix mondiaux des produits alimentaires et du pétrole brut de la Mer du Nord ...	20
Figure 11: Manifestations contre la flambée des prix	21
Figure 12a: Températures mondiales de la surface des terres émergées °C/°F (1880-2015).....	23
Figure 12b: Températures mondiales de la surface des mers et océans °C/°F (1880-2015)	23
Figure 13: Localisation des augmentations mondiales de la température (1976-2000)	24
Figure 14: Moyenne mondiale de l'élévation du niveau de la mer	26
Figure 15: Impact des précipitations de El Niño	30
Figure 16: Frise chronologique pour les phénomènes El Niño et La Niña.....	30
Figure 17: Événements d'inondations (1950-2000).....	31
Figure 18: Feux de forêts (1950-2000)	31
Figure 19: Nombre d'événements météorologiques extrêmes dans le monde.....	32
Figure 20: Le grand tapis roulant des océans	33
Figure 21: Calendrier des cultures	52
Figure 22: Calendrier des observations des agriculteurs sur les menaces météo	54
Figure 23: Calendrier des observations des agriculteurs et des chercheurs sur les menaces météo ..	55
Figure 24: Exemple de projection d'une tendance climatique.....	56
Figure 25: Exemple de calendrier des menaces météo futures observées et estimées.....	57
Figure 26: Relier les activités agricoles et les menaces météorologiques.....	58
Figure 27: Les étapes de la croissance des plantes et les vulnérabilités aux menaces météo.....	60
Figure 28: Relier les calendriers des sensibilités des cultures et des menaces météorologiques	64
Figure 29: Calendrier simplifié des travaux liés au système de culture	70
Figure 30: Sources de toutes les semences (+10.000 observations).....	71
Figure 31: Sources de nouvelles variétés de semences (683 observations).....	71
Table 1. Risques liés au changement climatique pour les systèmes d'agriculture pluviale	50
Table 2. Adaptation: Risque de stress hydrique pour le maïs.....	69

Bibliographie

- Archer, D.**, and S. Rahmstorf. 2010. *The climate crisis: An introductory guide to climate change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Archer, D.**, M. Eby, V. Brovkin, A. Ridgwell, L. Cao, U. Mikolajewicz, K. Caldeira, K. Matsumoto, G. Munhoven, A. Montenegro and K. Tokos. 2009. Atmospheric lifetime of fossil fuel carbon dioxide. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* Vol. 37: 117-134.
- Ashby, J.**, and D. Pachico. 2012. *Climate change: From concepts to action. A guide for development practitioners*. Baltimore, Maryland, USA: Catholic Relief Services.
- Banque Mondiale**. 2010. World development report 2010: Development and climate change. Washington, D.C., USA: World Bank.
- Banque Mondiale**. 2012. Turn down the heat: Why a 4°C warmer world must be avoided. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analysis. Washington D.C., USA: The World Bank.
- Banque Mondiale**. 2015. Agricultural risk management in the face of climate change. Agriculture Global Practice Discussion Paper 09. Washington, D.C., USA: The World Bank.
- Beye, A.M.**, and M.C.S. Wopereis. 2014. Cultivating knowledge on seed system and seed strategies: Case of the rice crop. *Net. Journal of Agricultural Science* Vol. 2(1):11-29.
- Bèye, A.M.**, M.P. Jones et B.M. Simpson, 2005a "Système Semencier Communautaire (CBSS) Guide du Riziculteur: Comment améliorer la qualité de la semence?" Collection ADRAO Formation. ADRAO, Bouaké, Côte d'Ivoire
- Bèye, A.M.**, M.P. Jones et B.M. Simpson, 2005b "Système Semencier Communautaire (CBSS) Cas de la Riziculture Traditionnelle: Guide du Technicien" Collection ADRAO Formation. ADRAO, Bouaké, Côte d'Ivoire
- Bèye, A.M.**, M.P. Jones et B.M. Simpson, 2005c "Système Semencier Communautaire (CBSS) Cas de la Riziculture Traditionnelle: Guide du Facilitateur" Collection ADRAO Formation. ADRAO, Bouaké, Côte d'Ivoire
- Cook, J.**, et al. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters* Vol 8(2):1-7.
- Cohen, M.J.**, and J.L. Garrett. 2009. *The food price crisis and urban food (in)security*. Human Settlement Working Paper Series. Urbanization and Emerging Population Issues 2. United Nations Population Fund and International Institute for Environment and Development. London: IIED.
- Dubois, K.M.**, A. Chen, H. Kanamaru and C. Seeberg-Elverfeldt. 2012. *Incorporating climate change considerations into agricultural investment programmes: A guidance document*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire**. 2005. Ecosystems and human well-being: General Synthesis. Washington, D.C., USA: Island Press.
- FAOSTAT**. 2016. Data accessed from <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- Grace, D.**, B. Bett, J. Lindahl and T. Robinson. 2015. *Climate and livestock disease: Assessing the vulnerability of agricultural systems to livestock pests under climate change scenarios*. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security Working Paper No. 116. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute.
- Gridley, H.E.**, M.P. Jones and M. Wopereis-Pura. 2002. *Development of New Rice for Africa (NERICA) and participatory varietal selection*. Bouaké, Côte d'Ivoire: West Africa Rice Development Association.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat**. 2001. Changements climatiques 2001 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II, et III au Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [Robert T. Watson et l'Equipe de rédaction principale, Daniel L. Albritton, Terry Barker, Igor A. Bashmakov, Osvaldo Canziani, Renate Christ, Ulrich Cubasch, Ogunlade Davidson, Habiba Gitay, David Griggs, Kirsten Halsnaes, John Houghton, Joanna House, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Neil Leary, Christopher Magadza, James J. McCarthy, John F.B. Mitchell, Jose Roberto Moreira, Mohan Munasinghe, Ian Noble, Rajendra Pachauri, Barrie Pittock, Michael Prather, Richard G. Richels, John B. Robinson, Jayant Sathaye, Stephen Schneider, Robert Scholes, Thomas Stocker, Narasimhan Sundararaman, Rob Swart, Tomihiro Taniguchi, et D. Zhou]. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat**. 2007: Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A.]. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse.

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.** 2012: Résumé à l'intention des décideurs. In: Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique [sous la direction de Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor et P.M. Midgley]. Rapport spécial des Groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (Etat de New York), États-Unis d'Amérique.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.** 2013a. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.** 2013b: Résumé à l'intention des décideurs, Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (Etat de New York), États-Unis d'Amérique.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.** 2014a: GIEC, 2014: Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.** 2014b: Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 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. Schlomer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.). Cambridge, United Kingdom, and New York, New York, USA: Cambridge University Press.
- Hansen, J., M. Sato, P. Kharecha, D. Beerling, R. Berner, V. Masson-Delmotte, M. Pagani, M. Raymo, D.L. Royer and J.C. Zachos.** 2008: Target atmospheric CO₂: Where should humanity aim? *Open Atmospheric Science Journal* 2:217-231.
- Hanson, J., et al.** 2015. Ice melt, sea level rise and superstorms: Evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2°C global warming is highly dangerous. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* 15:20059-20179.
- Headey, D., and S. Fan.** 2010. *Reflections on the global food crisis: How did it happen? How has it hurt? and How can we prevent the next one?* Research Monograph 165. Washington, D.C., USA: International Food Policy Research Institute.
- Inman, M.** 2008. Carbon is forever. *Nature Climate Change* Vol. 2:156-158.
- King, D., D. Schrag, Z. Dadi, Q. Ye and A. Ghosh.** 2015. *Climate change: A risk assessment.* London: United Kingdom Foreign and Commonwealth Office.
- Lagi, M., K.A. Bertrand and Y. Bar-Yam.** 2011. *The food crises and political instability in North Africa and the Middle East.* Cambridge, Massachusetts, USA: New England Complex Systems Institute.
- Landerer, F.W., D.N. Wilse, K. Bentel, C. Boening and M.M. Watkins.** 2015. *North Atlantic meridional overturn circulation variations from GRACE ocean bottom pressure anomalies.* *Geophysical Research Letters*, 42: 8114-8121.
- Lobell, D.** 2011. *Climate change and agricultural adaptation.* Global Food Policy and Food Security Symposium Series. Center on Food Security and the Environment. Stanford, California, USA: Stanford University.
- Lobell, D.B., M. Banziger, C. Magorokosho and B. Vivek.** 2011. Nonlinear heat effects on African maize as evidenced by historical yield trials. *Nature Climate Change* Vol. 1:42-45.
- McGranahan, G., D. Balk and B. Anderson.** 2007. The rising tide: Assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization* 19(1):17-37.
- McGuire, S. and L. Sperling.** 2016. Seed systems smallholder farmers use. *Food Security* Vol. 8(1): 179-195
- Millennium Ecosystem Assessment.** 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis.* Washington, D.C., USA: Island Press.
- Mohammed, A.R., and L. Tarpley.** 2011. Effects of high night temperature on crop physiology and productivity: Plant growth regulators provide a management option. In S. Casalegno (ed.), *Global Warming Impacts -- Case Studies on the Economy, Human Health, and on Urban and Natural Environments.* Rijeka, Croatia: InTech.

- Mwongera, C., J. Twyman, K.M. Shikuku, L. Winowiecki, W. Okolo, P. Laderach, E. Ampaire, P. Van Asten and S. Twomlow.** 2014. *Climate smart agriculture rapid appraisal (CSA-RA): A prioritization tool for outsourcing. Step-by-step guidelines*. Rome: International Fund for Agricultural Development.
- Naam, R.** 2013. *The infinite resource: The power of ideas on a finite planet*. Lebanon, New Hampshire, USA: University Press of New England.
- National Oceanic and Atmospheric Administration.** 2016b. Data accessed on 5 January 2016 from: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/full.html>.
- National Oceanic and Atmospheric Administration.** 2016b. Data accessed on 5 January 2016 from: <http://www.ncdc.noaa.gov>.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 1999. Conducting a PRA training and modifying tools to your needs: An example from a participatory food security and nutrition project in Ethiopia. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2009. L'agriculture mondiale à l'horizon 2050 Comment nourrir le monde 2050. Forum d'experts de haut niveau 12-13 octobre 2009. Rome: FAO.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2011. Farmer field school implementation guide. Farm Forestry and Livelihood Development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2013. Guide de formation: Recherche sur le genre et les changements climatiques dans l'agriculture et la sécurité alimentaire pour le développement rural (deuxième édition). Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et le Programme de recherche du GCRAI sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS)
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2014a. Climate-smart agriculture sourcebook. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2014b. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2014: Ouvrir l'agriculture familiale à l'innovation. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2015. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2015: Protection sociale et agriculture: Briser le cercle vicieux de la pauvreté rurale. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2016a. Climate change and food security: Risks and responses. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.** 2016b. Farmer Field School Guidance Document: Planning for quality programmes. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.).** 2007. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Reid, H., M. Alam, R. Berger, T. Cannon and A. Milligan.** 2009. *Community-based adaptation to climate change*. Participatory action and learning 60. London: International Institute on Environment and Development.
- Renaudeau, D., A. Colliu, S. Yahav, V. de Basilio, J.L. Gourdine and R.J. Collier.** 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6(5):707-728.
- Rojas, O., Y. Li and R. Cumani.** 2014. *Understanding the drought impact of El Niño on the global agricultural areas: An assessment using FAO's Agricultural Stress Index (ASI)*. Environment and Natural Resources Management Series 23. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Sands, R. and P. Westcott (coordinators).** 2011. *Impacts of higher energy prices on agriculture and rural economies*. Economic Research Report 123. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture Economic Research Service.
- Simelton, E., V.B. Dam, R. Finlayson and R. Lasco (eds.).** 2014. *The talking toolkit: How smallholder farmers and local governments can together adapt to climate change*. Hanoi, Vietnam: World Agroforestry Center.
- Simpson, B.M.** 1999. *Roots of change: Human behavior and agricultural evolution in Mali*. London: Intermediate Technology Publications.
- Simpson, B.M and H. Kanamaru.** 2015a. *Assessing intra-seasonal climate change risks to rainfed agricultural systems: Precipitation and temperature indices*. Rome: Investment Center, Africa Service, United Nations Food and Agriculture Organization.
- Simpson, B.M.** 2015b. *Planning for scale: Using what we know about human behavior in the diffusion of agricultural innovation and the role of extension*. MEAS Technical Note. Urbana-Champaign, Illinois, USA: University of Illinois.

- Simpson, B.M.**, and G. Burpee. 2014. *Adaptation under the "New Normal" of climate change: The future of agricultural extension and advisory services*. MEAS Discussion Paper 3. Urbana-Champaign, Illinois, USA: University of Illinois.
- Simpson, B.M.**, S. Franzel, A. Degrande, G. Kundhlande and S. Tsafack. 2015. *Farmer-to-farmer extension: Issues in planning and implementation*. MEAS Technical Note. Urbana-Champaign, Illinois, USA: University of Illinois.
- Tripati, A.K.**, C.D. Roberts, C.D. and R.A. Eagle. 2009. Coupling of CO₂ and ice sheet stability over major climate transitions of the last 20 million years. *Science* 326/5958:1394-1397.
- Tubiello, F.N.**, M. Salvatore, R.D. C ndor Golec, A. Ferrara, S. Rossi, R. Biancalani, S. Federici, H. Jacobs and A. Flammini. 2014. * missions par sources et absorptions par puits issues de l'agriculture, la foresterie et des autres utilisations des terres: Analyse 1990-2011*. Division de la statistique de la FAO Working Paper Series ESS/14-02. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Tverberg, G.** 2011. *Recession: Are we hitting economic growth ceiling caused by limited cheap oil?* Financial Sense. Retrieved from www.financialsense.com/contributors/gail-tverberg/2011/08/12/recession-we-are-hitting-an-economic-growth-ceiling-caused-by-limited-cheap-oil.
- UNDESA.** 2015. *World population prospects report*. The 2015 Revision. New York, New York, USA: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- World Bank.** 2010. *World development report 2010: Development and climate change*. Washington, D.C., USA: World Bank.
- World Bank.** 2012. *Turn down the heat: Why a 4 C warmer world must be avoided*. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analysis. Washington D.C., USA: The World Bank.
- World Bank.** 2015. *Agricultural risk management in the face of climate change*. Agriculture Global Practice Discussion Paper 09. Washington, D.C., USA: The World Bank.
- World Coal Council.** 2016. <http://www.worldcoal.org/coal/uses-coal/coal-electricity>. Accessed January 1, 2016.
- World Neighbors.** 2000. *Reasons for resiliency: Toward a sustainable recovery after Hurricane Mitch*. Oklahoma City, Oklahoma, USA: World Neighbors.
- Younan, M.**, and B.M. Simpson. 2014. *Agricultural adaptation to climate change in the Sahel: Expected impacts on pests and diseases afflicting livestock*. African and Latin American Resilience to Climate Change Project. Washington D.C.: United States Agency for International Development.



foi.
action.
résultats.