

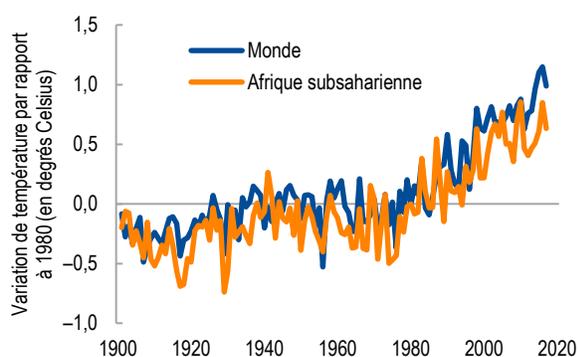
2. S'adapter aux changements climatiques en Afrique subsaharienne

INTRODUCTION

Compte tenu des liens indissociables entre les changements climatiques et la pandémie de COVID-19, les appels en faveur d'une intervention immédiate des dirigeants sur les deux fronts se sont multipliés à l'échelle mondiale. Il est possible d'élaborer des mesures de relance budgétaire de nature à favoriser une reprise consécutive à la pandémie pour lutter en même temps contre les changements climatiques. Cela pourrait ensuite contribuer à réduire la propagation de futures pandémies puisque le dérèglement climatique en accroît les risques. Sur fond de destruction de l'environnement et de la biodiversité, les pandémies deviennent plus probables. Parallèlement, la pollution et d'autres facteurs résultant des activités humaines à l'origine des changements climatiques fragilisent la santé des hommes, ce qui les rend plus vulnérables face aux virus et autres maladies.

L'Afrique subsaharienne est la région du monde la plus vulnérable aux changements climatiques. La hausse des températures, l'élévation du niveau de la mer et les anomalies pluviométriques augmentent la fréquence et l'intensité des catastrophes naturelles et modifient profondément la géographie de la

Graphique 2.1. Le monde et l'Afrique subsaharienne : températures par rapport à 1980, en degrés Celsius



Sources : Harris *et al.* (2014) ; calculs des services du FMI.

région (graphique 2.1 ; GIEC, 2018 ; *Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2017, chapitre 3). Parmi les récentes catastrophes naturelles figurent les cyclones dévastateurs Idoi et Kenneth ; les infestations acridiennes en cours en Afrique orientale et les épisodes de sécheresse en Afrique australe et orientale qui menacent l'existence de millions de personnes ; et la désertification du Sahel, qui est à l'origine de conflits et de migrations massives (Rigaud *et al.*, 2019). Le développement économique a permis de réaliser des progrès significatifs ces dernières décennies. Les mécanismes de résilience et d'ajustement demeurent toutefois limités dans toute l'Afrique subsaharienne, ce qui s'explique par des facteurs structurels qui restreignent la capacité des pays à réagir aux chocs et à s'en remettre. La forte dépendance à l'égard de l'agriculture pluviale en particulier accentue les risques humanitaires, sociaux et macroéconomiques face à la hausse des températures et aux chocs climatiques extrêmes, qui pèsent surtout sur les catégories les plus pauvres de la population de la région en croissance rapide¹.

Il est indispensable de s'adapter aux changements climatiques pour préserver et accélérer encore les progrès durablement acquis en matière de revenus, d'éducation et de santé dans toute l'Afrique subsaharienne au cours des trente dernières années. L'adaptation sera cependant particulièrement délicate au regard des capacités et des ressources financières restreintes des pays. Plusieurs études ont mis en évidence l'importance d'accélérer le développement économique en renforçant la résilience aux changements climatiques et en améliorant les mécanismes d'adaptation (FMI, 2017 ; FMI, 2019a ; Hallegatte *et al.*, 2017). Les recommandations des pouvoirs publics vont de la constitution d'amortisseurs (par exemple des réserves internationales) et de la création de dispositifs de protection sociale à la consolidation des institutions et systèmes qui favorisent une transformation structurelle. Toutefois, l'application de toutes ces recommandations, tout en faisant face

Ce chapitre a été préparé par une équipe dirigée par Seung Mo Choi et encadrée par Pritha Mitra, et a bénéficié de l'appui de David Owen. Il a été rédigé par Maria Coelho, Eric Pondi Endengle, Wei Guo, Kadima Kalonji, Andresa Lagerborg, Jiakun Li, Giovanni Melina, Edna Mensah, Alun Thomas, Manchun Wang, Jiaxiong Yao et Genet Zinabou, avec le concours de Sebastian Acevedo, Thomas Baunsgaard, Thomas Benninger, Frederico Lima, Alpa Shah et Harold Zavarce.

¹Selon les indicateurs des risques, dont l'indice mondial de risque (World Risk Index) (Radtke et Weller, 2019) et l'indice mondial d'adaptation de l'université de Notre Dame (Notre Dame Global Adaptation Index), les pays d'Afrique subsaharienne ont pour la plupart une faible capacité d'adaptation. Ils ne sont notamment pas suffisamment préparés à l'adaptation sur les plans économique, social et de la gouvernance.

à des besoins de développement concurrents, dépasse les capacités humaines et financières de la région. Dans certains cas, des difficultés supplémentaires apparaissent du fait du climat d'incertitude politique et des problèmes sécuritaires. Compte tenu de ces obstacles, quels sont les domaines de réforme que les dirigeants des pays d'Afrique subsaharienne devraient privilégier ? C'est le thème central de débats toujours plus nombreux dans la région, d'autant que les jeunes font pression sur les autorités pour qu'elles passent à l'action dès maintenant.

Ce chapitre examine les politiques et les domaines structurels qui pourraient aider la région à progresser en renforçant la résilience et en améliorant les mécanismes d'adaptation aux changements climatiques. La première partie se fonde sur des mégadonnées, une analyse économétrique et des études d'événements pour décrire les effets des changements climatiques sur les pays d'Afrique subsaharienne, en ciblant les conséquences pour la croissance économique et les inégalités. La deuxième partie met en lumière les principaux domaines d'intervention les plus efficaces pour renforcer les mécanismes de résilience et d'ajustement, en s'appuyant sur une analyse économétrique de macrodonnées, sur des enquêtes auprès des ménages et sur des études de cas. La troisième partie conclut l'ensemble avec une analyse des répercussions sur le plan du financement.

Principales conclusions

Il sera plus économique de financer l'adaptation aux changements climatiques que des opérations de secours fréquentes en cas de catastrophe. Pour l'Afrique subsaharienne, l'adaptation aura un coût élevé, estimé à 30–50 milliards de dollars (2–3 % du PIB de la région) chaque année au cours de la prochaine décennie. Elle sera toutefois moins onéreuse que des opérations répétées de secours aux sinistrés. D'après l'analyse de ce chapitre, les économies résultant de la diminution des dépenses post-catastrophe pourraient représenter plusieurs fois le coût des investissements réalisés en amont dans le cadre de mécanismes de résilience et d'adaptation. L'adaptation aux changements climatiques serait aussi bénéfique aux autres volets du développement (par exemple la résilience aux pandémies) et, à terme, stimulerait la croissance, réduirait les inégalités et préserverait la stabilité macroéconomique.

Il sera indispensable d'intensifier l'aide financière des partenaires au développement, au-delà du secours

en cas de catastrophe, de cibler le renforcement de la résilience et de consolider les mécanismes d'adaptation. L'endiguement et la gestion de la pandémie de COVID-19 pèsent sur un espace budgétaire déjà limité et augmentent la vulnérabilité liée à la dette de l'Afrique subsaharienne. Une reprise verte consécutive à la pandémie dopera à terme la croissance économique et la résilience, mais, dans l'intervalle, le soutien de la communauté internationale s'avérera déterminant puisqu'il peut être difficile de trouver d'autres sources de financement. Par exemple, les pays de la région peinent pour le moment à accéder à des produits d'assurance macroéconomique, tels que les fonds climatiques et les instruments de dette modulables en fonction de la situation des pays, en raison des primes de risque élevées, qui s'expliquent en partie par les problèmes de gouvernance qui touchent une grande partie de la région et accentuent l'aversion des investisseurs pour le risque.

Les changements climatiques en Afrique subsaharienne sont particulièrement marqués, avec une intensification des extrêmes de température, des anomalies de précipitations et des catastrophes naturelles, qui, chaque année, laissent des millions de personnes en danger, blessées, sans abri ou en situation d'insécurité alimentaire et provoquent des dommages économiques graves et coûteux. Un tiers des épisodes de sécheresse dans le monde surviennent en Afrique subsaharienne. C'est aussi dans cette région que la fréquence des tempêtes et des inondations augmente le plus rapidement.

L'impact potentiel de la hausse des températures et des phénomènes météorologiques extrêmes sur la croissance est plus prononcé et plus durable en Afrique subsaharienne que dans le reste du monde, ce qui tient à la plus grande fragilité des mécanismes de résilience et d'adaptation de la région ainsi qu'à sa dépendance à l'égard de l'agriculture pluviale. Le creusement des inégalités et la pénurie de terres fertiles qui en résultent ainsi que la forte croissance démographique risquent de se traduire par des migrations massives et par des conflits.

- Il ressort de l'analyse dans ce chapitre que l'activité économique au cours d'un mois donné peut diminuer de 1 % lorsque la température moyenne dépasse de 0,5 °C la moyenne sur 30 ans du mois en question. Cet impact est 60 % plus marqué que la moyenne pour les pays émergents et pays en développement des autres régions, compte tenu de la dépendance agricole

de l'Afrique subsaharienne et de la sensibilité de ses cultures aux températures.

- L'analyse fait aussi apparaître que les catastrophes naturelles causées par le climat ont des effets durables, surtout les épisodes de sécheresse, peut-être en raison de leur caractère prolongé. À titre d'exemple, la croissance économique annuelle à moyen terme peut reculer de 1 point de pourcentage en cas de survenue d'un épisode de sécheresse supplémentaire. Cet impact est environ huit fois plus prononcé que dans les pays émergents et pays en développement des autres régions.

Les changements climatiques menacent la sécurité alimentaire des populations pauvres dans les zones rurales comme urbaines. Pour réduire ce risque, il faut améliorer la résilience des producteurs agricoles et des ménages, notamment en hiérarchisant les mesures nécessaires dans les budgets des administrations (décrites dans la partie consacrée aux stratégies d'adaptation) et en assurant une coordination plus étroite entre divers ministères (Finances, Agriculture, Éducation, Environnement et Santé) et entre les partenaires au développement. Une assistance et une assurance sociales ciblées sont indispensables pour aider les populations à s'adapter après un choc. Les études empiriques des enquêtes auprès des ménages dans ce chapitre ont permis de faire les constats suivants :

- Il est essentiel d'améliorer les semences, les insecticides, les engrais, les mesures de lutte contre l'érosion, l'irrigation et l'accès au financement pour renforcer la résilience de la production agricole.
- Un meilleur accès au financement et aux télécommunications (qui améliorent l'accessibilité des systèmes d'alerte rapide) et un secteur du logement et des systèmes sanitaire et éducatif solides (qui améliorent la prise de décision et les revenus) accentuent la résilience des ménages ruraux et urbains aux chocs climatiques. Ils pourraient réduire de 30 points de pourcentage les risques d'insécurité alimentaire consécutive à un choc.

Plus globalement, les stratégies d'adaptation dépendront de la nature des effets des changements climatiques auxquels un pays est exposé. De solides mesures macroéconomiques, institutionnelles et

structurelles sont essentielles, mais l'analyse de régression internationale montre que les domaines de réformes structurelles suivants doivent être privilégiés :

- Pour les épisodes de sécheresse, il est indispensable d'améliorer l'accès au financement, à l'irrigation, à l'eau potable et à l'électricité (qui alimente l'irrigation et les pompes) afin de réduire au minimum les dommages économiques.
- Pour les tempêtes et les inondations (qui peuvent aussi contribuer à la propagation des pandémies), des progrès plus rapides pour obtenir de meilleurs résultats en matière de santé et d'éducation², tout comme l'accès au financement, les télécommunications et le recours à des machines et à des infrastructures résistant aux intempéries limitent les dommages économiques et appuient les efforts de redressement de l'économie.

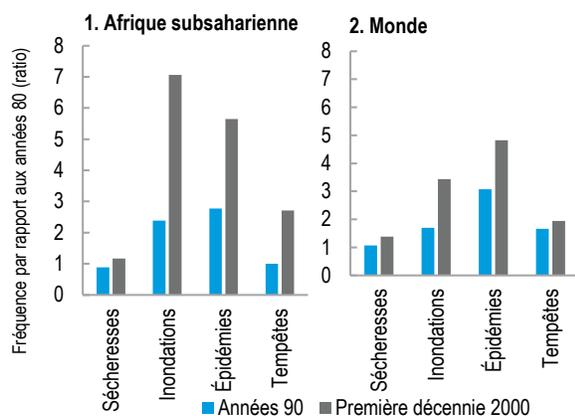
IMPACT ÉCONOMIQUE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Qu'impliquent les changements climatiques pour l'Afrique subsaharienne ?

Les hausses récentes des températures mondiales sont sans précédent et devraient s'accélérer. Même une limitation extrême des émissions de gaz à effet de serre ne pourra que ralentir le rythme de la montée des températures, sachant que les émissions antérieures restent dans l'atmosphère (GIEC, 2018). La hausse de 0,7 °C des températures mondiales ces 30 dernières années (ou de 1 °C ces 50 dernières années) est nettement plus marquée que durant toute période comparable au cours des 10 000 dernières années (Marcott *et al.*, 2013). Ce chiffre global cache de fortes disparités entre les saisons et les lieux géographiques. Des catastrophes naturelles se sont toujours produites, mais tout porte à croire que la montée des températures et les variations des précipitations se traduisent par des épisodes de sécheresse plus fréquents, par la désertification, par l'élévation du niveau de la mer et par une augmentation de la pression de vapeur, phénomènes qui pour beaucoup sont à l'origine d'une plus grande fréquence des inondations et des tempêtes comme les ouragans et les cyclones tropicaux (GIEC, 2018 ; *Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2017, chapitre 3).

²De meilleurs résultats en termes de santé réduisent les dépenses qui restent à la charge des patients et accélèrent le retour à l'emploi ; de meilleurs résultats scolaires améliorent la productivité, la prise de décision et les revenus.

Graphique 2.2. L'Afrique subsaharienne et le monde : fréquence des catastrophes naturelles par rapport aux années 80



Sources : Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes, base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) ; calculs des services du FMI.

Note : Les bâtons représentent des multiples de la somme des catastrophes naturelles pour la période 1980–89. Par exemple, la somme des inondations en Afrique subsaharienne pour la période 2000–09 était environ 7 fois plus importante que la somme des inondations pour la période 1980–89.

Les changements climatiques en Afrique subsaharienne sont particulièrement marqués, avec une intensification des extrêmes de température, des anomalies de précipitations et des catastrophes naturelles. Chaque année, ils sont responsables d'au moins 1 000 décès, touchent gravement 13 millions de personnes (blessées, sans abri, en situation d'insécurité alimentaire ou privées d'eau et d'installations sanitaires) et ont provoqué 520 millions de dollars de dommages économiques directs depuis le début du siècle. Un tiers des épisodes de sécheresse dans le monde surviennent en Afrique subsaharienne. C'est aussi dans cette région que la fréquence des tempêtes et des inondations augmente le plus rapidement (graphique 2.2)³.

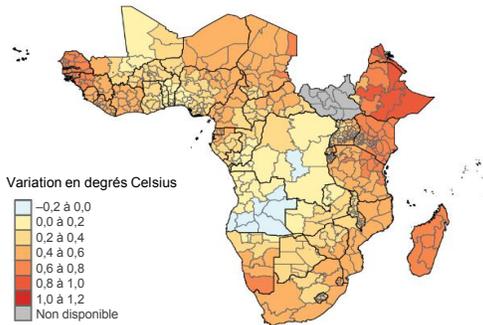
- Les hausses des températures sont les plus marquées en Afrique orientale : elles ont augmenté de près de 1 °C au cours des 30 dernières années. La moyenne des températures maximales quotidiennes durant l'été s'y élève à 28 °C (graphique 2.3). L'Afrique australe et l'Afrique de l'Ouest, qui concentrent certains des endroits les plus chauds de la planète, n'arrivent pas loin derrière. En revanche, certains pays d'Afrique centrale (dont l'Angola et la République démocratique du Congo) profitent de baisses modestes des températures.

- Les effets des changements climatiques sur les précipitations sont plus complexes. En Afrique de l'Ouest et en Afrique australe, régions qui englobent certaines des zones les plus arides d'Afrique subsaharienne, les précipitations diminuent fortement (graphique 2.3). L'Afrique du Sud, Madagascar, le Malawi et le Zimbabwe se distinguent : certaines provinces connaissent un assèchement rapide, alors que d'autres sont confrontées à une augmentation sensible de la pluviosité. Dans le reste de l'Afrique subsaharienne, les épisodes les plus nombreux de chutes de pluie extrêmes, qui nuisent à la production agricole, effacent souvent les effets positifs des précipitations plus marquées. Les eaux de surface, qui sont indispensables pour l'agriculture, la pêche et l'hydroélectricité, diminuent, notamment en Afrique centrale.
- Les épisodes de sécheresse, provoqués par une chaleur et une aridité de longue durée, font le plus de ravages sur l'existence et les moyens de subsistance de la population et risquent de réduire à néant les progrès accomplis ces 30 dernières années sur le front de l'augmentation de l'espérance de vie et de la réduction de la mortalité et de la malnutrition infantiles (graphique 2.4). Le Sahel et l'Afrique du Sud-Est sont fortement touchés, les effets de la sécheresse étant particulièrement significatifs en Eswatini, au Lesotho et au Niger.
- Les inondations et tempêtes, catastrophes naturelles les plus fréquentes en Afrique subsaharienne, endommagent gravement les infrastructures (graphique 2.4). Les Comores, Madagascar, le Malawi et le Mozambique sont particulièrement exposés aux cyclones tropicaux de l'océan Indien, comme la Guinée Bissau et la Sierra Leone le sont aux tempêtes de l'océan Atlantique. Les grandes villes côtières (Abidjan, Accra, Dakar, Dar es-Salaam, Lagos) sont à la merci d'inondations dues à l'élévation du niveau de la mer. Les inondations peuvent aussi propager des épidémies puisqu'elles créent des lieux de reproduction des moustiques et contaminent l'eau potable (*Perspectives économiques régionales : Afrique subsaharienne*, octobre 2016, chapitre 3), d'où la difficulté de préserver les résultats obtenus

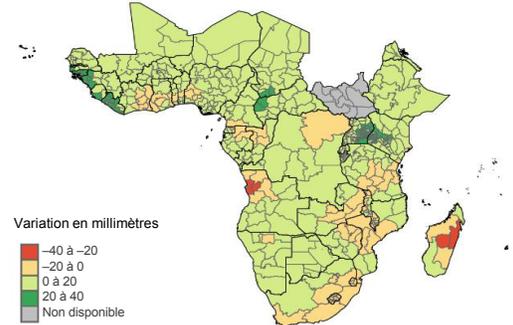
³Ce chapitre s'appuie sur la base de données sur les situations d'urgence tenue à jour par le Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes, y compris pour la définition des situations. La base de données comprend toutes les catastrophes qui remplissent l'un des critères suivants : décès de 10 personnes, 100 personnes touchées, une déclaration d'état d'urgence ou un appel à l'aide internationale. Même si l'augmentation de la fréquence observée peut en partie s'expliquer par un meilleur signalement, on estime que des règles de signalement comparables ont été appliquées depuis les années 80.

Graphique 2.3. Afrique subsaharienne : températures, précipitations et intensité des eaux, 1983–2017

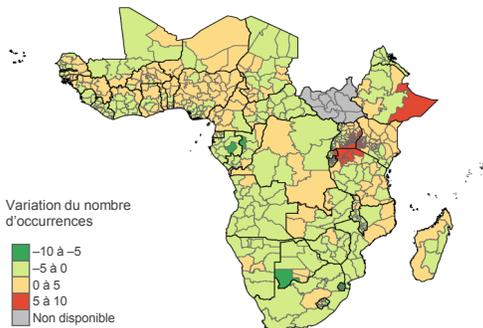
1. Moyenne des températures, variation entre 1983–87 et 2013–17



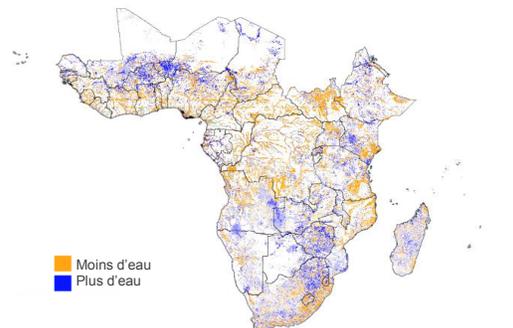
2. Moyenne des précipitations, variation entre 1983–87 et 2013–17



3. Fréquence des précipitations extrêmes, variation entre 1983–87 et 2013–17



4. Intensité des eaux de surface, variation entre 1984–99 et 2000–15



Sources : département de recherche sur le climat de l'université d'Est-Anglie ; calculs des services du FMI.

Note : Les phénomènes de précipitations extrêmes surviennent lorsque les précipitations s'éloignent de plus de deux écarts-types de la moyenne du même mois. L'intensité des eaux de surface est la fréquence avec laquelle l'eau était présente à la surface.

ces dernières années en matière de réduction de l'incidence de la malaria et d'amélioration de l'accès à l'eau potable.

L'impact des changements climatiques sur la croissance économique et les inégalités

Les changements climatiques pèsent sur la croissance économique en causant des morts, en réduisant la productivité (y compris par une dégradation de la santé et de la formation des travailleurs), en détruisant des logements et des infrastructures matérielles et en freinant la production d'hydroélectricité (*Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2017, chapitre 3 ; Burke *et al.*, 2009 ; Hsiang, Meng et Cane, 2011). La production agricole en pâtit le plus : elle subit une diminution des rendements et une réduction des terres labourables, ce qui menace la sécurité alimentaire. Les retombées sur l'agriculture, la baisse de la productivité, le ralentissement de l'investissement et les dommages

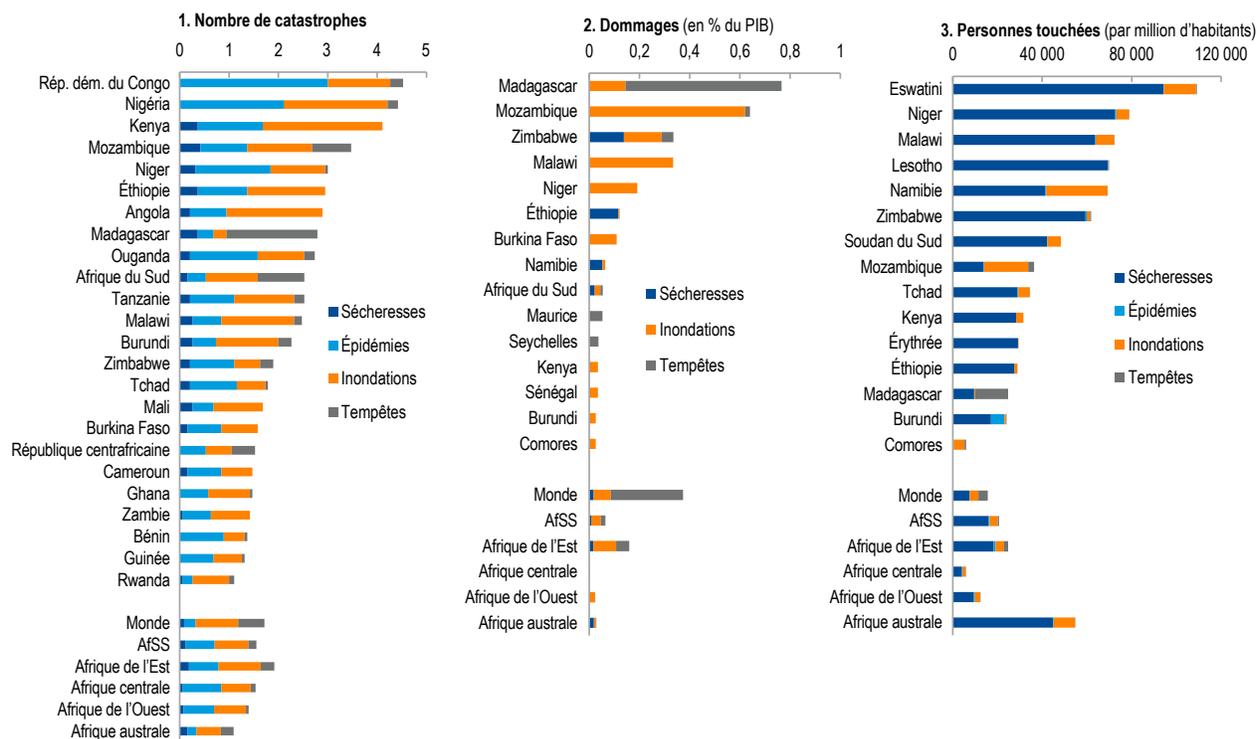
causés au capital, à l'environnement et à la biodiversité nuisent à l'industrie manufacturière, au commerce de gros et de détail, ainsi qu'au tourisme (*Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2017, chapitre 3 ; Jones et Olken, 2010 ; Garcia-Verdu *et al.*, 2019)⁴. À elles toutes, ces contraintes peuvent donner lieu à des migrations massives et à des conflits. Elles peuvent aussi aboutir à de mauvais résultats sur les plans de la nutrition et de la santé qui réduisent la résilience des populations aux pandémies.

L'impact sur la croissance est plus prononcé et plus durable en Afrique subsaharienne

La multiplication des anomalies de température et de précipitations pèse plus fortement sur l'activité économique en Afrique subsaharienne qu'ailleurs (graphique 2.5), ce qui s'explique par les faibles mécanismes de résilience et d'ajustement de la région et par la dépendance de cette dernière à l'égard

⁴Les autres vecteurs potentiels sont notamment les effets de richesse négatifs découlant des actifs échoués et de la plus grande instabilité de la croissance (en raison de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes liées aux conditions météorologiques). Les études qui évaluent l'impact des changements climatiques sur les marchés financiers en Afrique subsaharienne ou dans les régions comparables sont peu nombreuses, mais, pour les pays plus avancés, l'édition de mai 2020 du Rapport sur la stabilité financière dans le monde (*Global Financial Stability Report*) n'observe aucun impact significatif de catastrophes sur les cours des actions globalement, hormis lorsque ces catastrophes sont majeures.

Graphique 2.4. Afrique subsaharienne : impact annuel des catastrophes naturelles par pays, 2000–18



Sources : Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes, base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) ; calculs des services du FMI.
 Note : Les dommages réels sont probablement plus importants en raison de données manquantes pour certaines catastrophes. AfSS = Afrique subsaharienne.

de l'agriculture pluviale. En utilisant les lumières nocturnes enregistrées par satellite comme indicateur de substitution de l'activité économique, l'analyse empirique des données à l'échelle des provinces réalisée dans ce chapitre montre que, en Afrique subsaharienne, pour un mois donné, une hausse de 0,5 °C de la température par rapport à la moyenne sur 30 ans du mois en question correspond à une diminution de 2,1 % des lumières nocturnes⁵. Cela entraîne une baisse de 1 % du PIB réel mensuel pour cette province (si l'on applique les estimations d'élasticité de Hu et Yao, 2019), même si les effets peuvent ne pas perdurer toute l'année et être effacés par d'autres facteurs, dont une modération

des températures dans les mois qui suivent⁶. Cet effet représente globalement deux fois la moyenne mondiale et 1,6 fois la moyenne des pays émergents et des pays en développement⁷. De même, une différence de 10 millimètres de précipitations par rapport à la moyenne sur 30 ans du mois en question pourrait réduire les lumières nocturnes en Afrique subsaharienne de 0,8 %, ce qui implique un recul du PIB réel de 0,4 %. Si le choc de précipitations intervient au plus fort de la période de croissance, l'effet pourrait perdurer pendant plus d'un an.

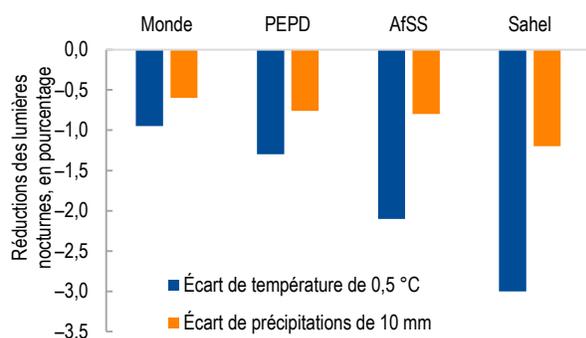
Dans l'ensemble des pays d'Afrique subsaharienne, plus de la moitié des provinces connaissent déjà

⁵Les lumières nocturnes sont essentiellement la conséquence de l'activité humaine. Elles sont visibles depuis l'espace extra-atmosphérique et enregistrées par les satellites. Les lumières nocturnes présentent une corrélation positive avec l'activité économique et ont souvent servi d'indicateur complémentaire du PIB réel (Hu et Yao, 2019). Par exemple, lorsqu'une hausse des températures réduit l'activité économique, les entreprises et les ménages réagissent à la baisse des revenus en diminuant leur consommation d'électricité.

⁶Le chapitre 3 de l'édition d'octobre 2017 des *Perspectives de l'économie mondiale* constate, à partir de données annuelles, qu'une hausse de 1° C de la température réduit le PIB par habitant de 1–1,5 %. Sur la base des estimations de ce chapitre du présent rapport, la réduction plus marquée de l'activité économique de l'Afrique subsaharienne reste valable même après neutralisation des écarts de températures initiales dans les autres régions du monde. Toutefois, ces résultats sont assortis de grandes réserves. D'une part, les changements climatiques pourraient pénaliser l'activité économique autrement que par des variations des températures et des précipitations, par exemple via l'élévation du niveau de la mer, une augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes liées aux conditions météorologiques, des changements dans l'écosystème, des migrations massives et des conflits. D'autre part, les ménages, les entreprises et les administrations pourraient adapter leur comportement à la poursuite des changements climatiques, réduisant ainsi les effets de ces derniers sur l'activité économique.

⁷Les résultats sont robustes à la limitation de la comparaison aux pays émergents et aux pays en développement se situant à des latitudes similaires.

Graphique 2.5. Impact des anomalies météorologiques sur les lumières nocturnes dans une sélection de pays



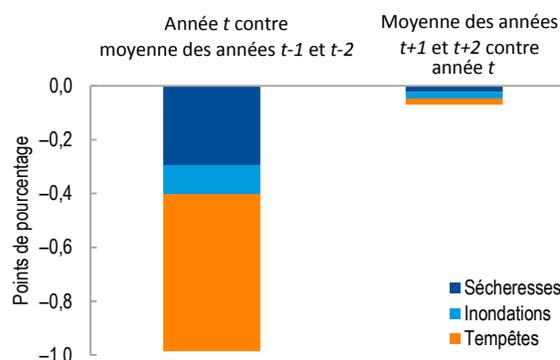
Sources : National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ; département de recherche sur le climat de l'université d'Est-Anglie ; calculs des services du FMI.

Note : Des anomalies se produisent lorsque les températures ou les précipitations pour un mois donné dépassent d'au moins 0,5 °C ou 10 mm la moyenne sur 30 ans du mois en question. Les données couvrent la période allant de janvier 2013 à décembre 2017. AfSS = Afrique subsaharienne ; mm = millimètres ; PEPD = pays émergents et pays en développement.

des variations de température ou de précipitations de cette ampleur au cours d'un mois donné. Bien que les effets dans la plupart des sous-régions (qui bénéficient d'une électrification suffisante pour cette analyse) soient proches de la moyenne de l'Afrique subsaharienne, le Sahel fait figure d'exception notable, ce qui témoigne de ses mécanismes de résilience et d'adaptation insuffisants et du niveau déjà élevé des températures moyennes (*Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2017, chapitre 3 ; Burke, Hsiang et Miguel, 2015). Par exemple, une hausse des températures de 35 °C à 36 °C aura un impact négatif direct sur le bien-être d'un cultivateur à la santé fragile qui doit marcher un kilomètre de plus pour se procurer de l'eau. La productivité et le revenu potentiel de ce paysan diminueront aussi.

Les catastrophes naturelles, en particulier les épisodes de sécheresse, ont des conséquences économiques néfastes durables. Les effets négatifs à court terme sur l'activité économique, qui sont considérables pour les épisodes de sécheresse et les tempêtes extrêmes comme les cyclones, sont souvent neutralisés par l'aide financière extérieure, les envois de fonds et la reconstruction (graphique 2.6). À moyen terme, d'un point de vue économique, certaines pertes en capital physique peuvent être effacées (en remettant en état des infrastructures endommagées, par exemple). Toutefois, les pertes en capital humain dues aux décès, à la malnutrition ou à une baisse

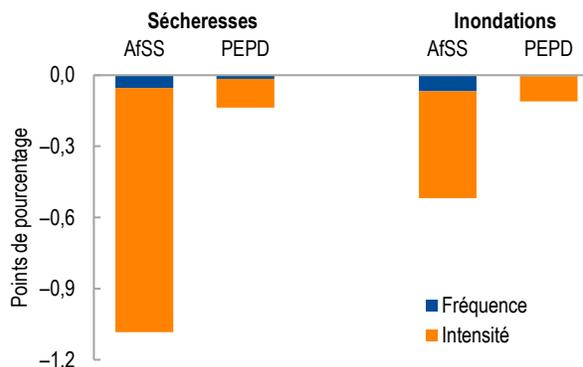
Graphique 2.6. Afrique subsaharienne : évolution de la croissance du PIB réel autour de catastrophes déstabilisantes (sécheresses, inondations et tempêtes), 1990–2018



Sources : International Financial Statistics, FMI ; calculs des services du FMI.

Note : Une catastrophe est « déstabilisante » lorsque la somme du nombre de décès et du nombre de personnes touchées multiplié par 0,3 dépasse 0,01 % de la population. Les graphiques illustrent les moyennes. t = année d'une catastrophe ; $t-1$ = un an avant la catastrophe ; $t-2$ = deux ans avant la catastrophe ; $t+1$ = un an après la catastrophe ; $t+2$ = deux ans après la catastrophe.

Graphique 2.7. Impact à moyen terme de la fréquence et de l'intensité d'une catastrophe naturelle supplémentaire sur la croissance dans une sélection de pays



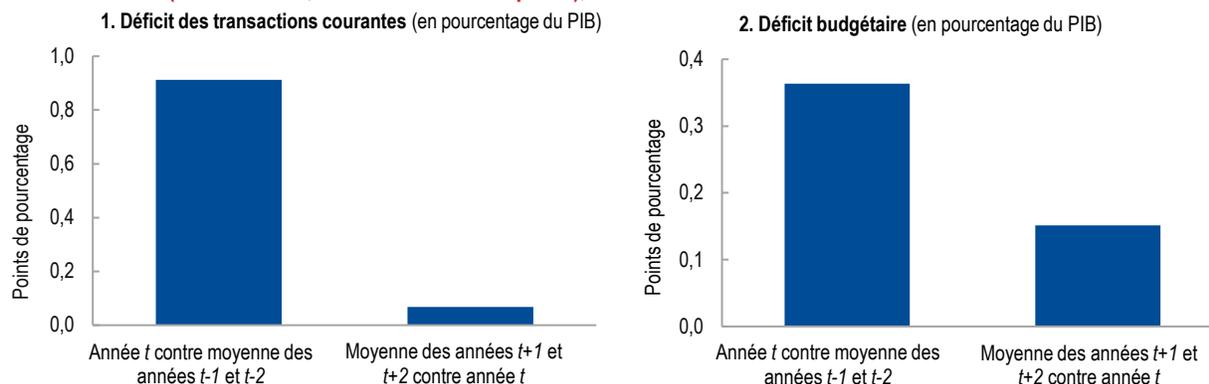
Sources : Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes, base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) ; International Financial Statistics, FMI ; base de données des Indicateurs du développement dans le monde, Banque mondiale ; calculs des services du FMI.

Note : L'intensité est la proportion de catastrophes déstabilisantes parmi l'ensemble des catastrophes survenues au cours d'une période de cinq ans. Une catastrophe est considérée comme « déstabilisante » lorsque la somme du nombre de décès et du nombre de personnes touchées multiplié par 0,3 dépasse 0,01 % de la population. AfSS = Afrique subsaharienne ; PEPD = pays émergents et pays en développement.

du taux de scolarisation après une catastrophe sont irrécupérables. L'analyse des régressions de panel au niveau des pays de la croissance du PIB sur cinq ans en fonction de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles (graphique 2.7) a permis de faire les constats suivants⁸ :

⁸Dans ce chapitre, l'analyse adopte la stratégie d'estimation de Loayza *et al.* (2012). La fréquence est le taux de mortalité moyen sur cinq ans. L'intensité est la proportion de catastrophes déstabilisantes parmi l'ensemble des catastrophes survenant au cours d'une période de cinq ans. Une catastrophe est considérée comme déstabilisante lorsque la somme du nombre de décès et du nombre de personnes touchées multiplié par 0,3 dépasse 0,01 % de la population.

Graphique 2.8. Afrique subsaharienne : évolution d'indicateurs macroéconomiques autour de catastrophes déstabilisantes (sécheresses, inondations et tempêtes), 1990–2018



Sources : International Financial Statistics, FMI ; calculs des services du FMI.

Note : Une catastrophe est considérée comme « déstabilisante » lorsque la somme du nombre de décès et du nombre de personnes touchées multiplié par 0,3 dépasse 0,01 % de la population. Les graphiques illustrent les moyennes. t = année d'une catastrophe ; $t-1$ = un an avant la catastrophe ; $t-2$ = deux ans avant la catastrophe ; $t+1$ = un an après la catastrophe ; $t+2$ = deux ans après la catastrophe.

- Les catastrophes naturelles, en particulier les épisodes de sécheresse, ont un impact très négatif sur la croissance à moyen terme, peut-être en raison de leur caractère prolongé. La survenue d'un épisode de sécheresse supplémentaire dans un pays d'Afrique subsaharienne peut réduire sa croissance économique annuelle à moyen terme d'un point de pourcentage, en plus de tous les effets durables éventuels. Chaque inondation supplémentaire a un impact négatif équivalant à la moitié environ sur la croissance à moyen terme⁹.
- Les catastrophes naturelles causées par le climat pèsent beaucoup plus sur la croissance en Afrique subsaharienne, ce qui s'explique par les faibles mécanismes de résilience et d'ajustement de la région et par la dépendance de cette dernière à l'égard de l'agriculture pluviale. S'agissant des épisodes de sécheresse, cet impact est environ huit fois plus prononcé que dans les autres pays émergents et pays en développement.
- L'intensité d'une catastrophe compte beaucoup plus que sa fréquence (ce qui corrobore les conclusions de Cavallo *et al.*, 2013, et de Fomby, Ikeda et Loayza, 2013)¹⁰.

Les menaces pour la croissance économique sont aggravées par le creusement des déficits budgétaire et courant et par les tensions correspondantes sur la dette publique et les réserves internationales après

une catastrophe naturelle (graphique 2.8). L'activité économique réduite se traduit par une diminution des recettes fiscales. Parallèlement, les besoins de dépenses s'accroissent, compte tenu des impératifs liés aux opérations de secours à la suite d'une catastrophe et de la reconstruction des infrastructures endommagées (FMI, 2016). Il est rare que les tensions sur la position extérieure imputables à la baisse des exportations agricoles et à l'augmentation des importations destinées à la reconstruction soient totalement résorbées grâce à l'aide financière extérieure ou aux envois de fonds consécutifs à une catastrophe. En faisant abstraction des catastrophes naturelles, l'adaptation aux hausses des températures et aux anomalies de précipitations peut réduire les exportations (Jones et Olken, 2010) — ce qui, à terme, modifie la structure des échanges commerciaux — et imposer d'accroître l'aide sociale et l'investissement public. La stabilité du système financier peut aussi être compromise, notamment par une multiplication rapide des prêts improductifs et des retraits de dépôts pour les banques et par une dégradation des bilans pour les compagnies d'assurance. Plus globalement, les actifs échoués en raison de catastrophes liées aux conditions météorologiques pourraient diminuer la valeur des garanties et nuire à la solidité des établissements financiers.

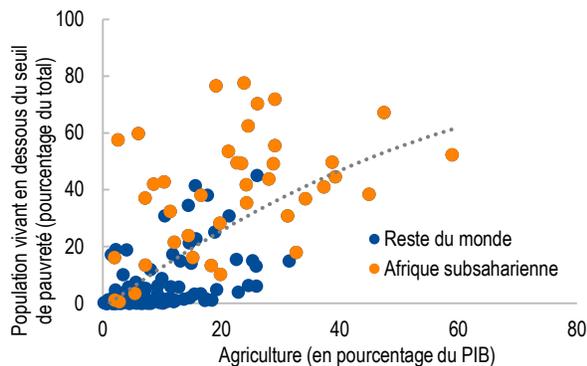
Une amplification des inégalités

Les changements climatiques amplifient des inégalités déjà marquées en Afrique subsaharienne. Près de la

⁹Les inondations incluent les répercussions des tempêtes extrêmes comme les cyclones.

¹⁰Le fait que l'intensité ait un impact plus prononcé que la fréquence sur l'activité économique peut s'expliquer par l'observation selon laquelle l'enchaînement des catastrophes se solde par des intensités croissantes. Concrètement, si un pays ne s'est pas encore remis d'une catastrophe et est frappé par une autre, alors l'intensité de la deuxième, en termes de décès et de dégâts, devient plus forte que celle de la première (toutes choses égales par ailleurs).

Graphique 2.9. L'Afrique subsaharienne et le monde : dépendance agricole et pauvreté, 2018 ou dernière année disponible



Source : base de données des Indicateurs du développement dans le monde, Banque mondiale.

Note : Le seuil de pauvreté est fixé à 1,90 dollar par jour en termes de parité de pouvoir d'achat de 2011.

moitié de la population vit en dessous du seuil de pauvreté et dépend, pour ses moyens de subsistance, d'activités sensibles aux conditions météorologiques comme l'agriculture pluviale, l'élevage et la pêche (graphique 2.9). La marge de manœuvre financière restreinte et les faibles niveaux d'études et de soins de santé freinent la capacité d'adaptation, accentuant ainsi les risques d'insécurité alimentaire, de pertes de revenu et de chômage. Par exemple, l'analyse présentée dans ce chapitre montre que, en Éthiopie, au Malawi, au Mali, au Niger et en Tanzanie, l'insécurité alimentaire augmente de 5–20 points de pourcentage à chaque inondation ou épisode de sécheresse¹¹. La dégradation connexe de la santé et de la fréquentation scolaire des enfants aggrave les inégalités de revenu et entre les sexes à plus long terme (Shahidul et Zehadul Karim, 2015)¹².

La pauvreté urbaine accrue constitue un risque grandissant. Une urbanisation rapide est probable puisque les populations vivant en zone rurale, incapables de surmonter les chocs climatiques, s'installent dans les villes (et traversent souvent les frontières) en quête d'un emploi et d'un logement, comme cela se produit au Sahel. Cependant, les villes d'Afrique subsaharienne peinent à composer avec des densités démographiques déjà élevées et à construire des infrastructures plus résilientes aux changements climatiques. La croissance démographique rapide de la région accentuera ces difficultés. Des conflits,

provoqués par cette situation, pèseraient davantage sur la croissance et creuseraient les inégalités (Burke *et al.*, 2009 ; Hsiang, Meng et Cane, 2011 ; *Perspectives économiques régionales : Afrique subsaharienne*, avril 2019, chapitre 2).

STRATÉGIES D'ADAPTATION

La limitation des conséquences négatives des changements climatiques sur les plans humanitaires, sociaux et économiques, ainsi que de leur rôle dans l'amplification des pandémies, dépendra des stratégies d'adaptation et d'atténuation (encadré 2.1)¹³. Leur intégration dans les objectifs de développement durable souligne leur caractère indispensable. L'Afrique subsaharienne peut renforcer les mesures d'atténuation et leur contribution à une reprise économique verte consécutive à la pandémie de COVID-19 au moyen de taxes sur le carbone, de la suppression progressive des subventions à l'énergie, de la transition vers des sources d'énergie non polluantes, de la reforestation qui favorise le captage du carbone (Moniteur des finances publiques (*Fiscal Monitor*), octobre 2019, chapitre 1 ; FMI, 2019b ; Nyiwul, 2019) et de réglementations financières qui limitent l'investissement dans le capital polluant. Cependant, les stratégies d'adaptation jouent un rôle plus important pour l'Afrique subsaharienne à plusieurs titres. Premièrement, la mise en œuvre rapide de stratégies d'adaptation (qui stimulera aussi le développement économique) créera plus d'emplois pour soutenir la reprise économique après la pandémie de COVID-19. Deuxièmement, les pays d'Afrique subsaharienne sont particulièrement tributaires de secteurs sensibles aux effets du climat. Troisièmement, la région exerce une faible influence sur le climat par rapport aux pays avancés et aux grands pays émergents qui émettent l'essentiel des gaz à effet de serre. Savoir comment aborder l'adaptation est le thème central de débats toujours plus nombreux dans la région, d'autant que les jeunes font pression sur les autorités pour qu'elles passent à l'action dès maintenant. Cette partie présente certains aspects essentiels à prendre en compte, ainsi que des recommandations pratiques.

La prise de conscience des synergies positives entre l'adaptation, la macroéconomie et les résultats en termes

¹¹Ces résultats s'appuient sur l'analyse des enquêtes auprès des ménages réalisée dans ce chapitre pour l'Éthiopie (2015–16), le Malawi (2016–17), le Mali (2017–18), le Niger (2014) et la Tanzanie (2014–15).

¹²Pour une analyse plus approfondie des inégalités et d'autres indicateurs sociaux, voir le chapitre 3 de l'édition d'octobre 2016 des *Perspectives économiques régionales : Afrique subsaharienne*.

¹³L'Accord de Paris de 2016 considère l'adaptation comme une composante parallèle de l'atténuation. Les pays d'Afrique subsaharienne ont pour la plupart présenté des objectifs et mesures d'adaptation dans le cadre de leurs stratégies climatiques pour l'accord. Ils réexamineront ces stratégies lors de la 26^e session de la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques en novembre 2020.

de développement, à l'origine d'un cercle vertueux qui stimule une croissance inclusive, aidera les autorités à élaborer des stratégies d'adaptation globales. Par exemple, la capacité des semences améliorées à réduire la sensibilité des cultures aux conditions météorologiques pourra se révéler bénéfique pour la productivité agricole même sans changements climatiques. De même, des institutions solides renforcent l'efficacité et la gouvernance économiques, dont l'application des réglementations qui ciblent la résilience aux conditions météorologiques. L'accès au financement pour les ménages et les petites et moyennes entreprises permet d'accroître leurs moyens de subsistance et de résister aux chocs économiques, qu'ils soient provoqués par les changements climatiques ou non. Les réformes agraires et une protection sociale efficace incitent les ménages ruraux à devenir propriétaires afin de protéger leurs terres et leurs ressources contre les changements climatiques (Kosec et Mo, 2017). Des politiques macroéconomiques et structurelles satisfaisantes — qui contribuent à la diversification de l'économie, créent un espace budgétaire, constituent une marge de manœuvre budgétaire et des volants de réserves et assurent la flexibilité du taux de change — limitent les effets des chocs climatiques et permettent à l'économie de se redresser plus vite. Un rebond plus rapide libère quant à lui des ressources qui peuvent être investies dans les autres volets du développement.

La coopération régionale sera un élément fondamental de l'adaptation. Les changements climatiques transcendent les frontières internationales. Prenons l'exemple de l'assèchement du lac Tchad et du bassin de la Volta, qui met en péril la production de denrées alimentaires et d'hydroélectricité dans plusieurs pays, dont le Cameroun, le Niger, le Nigeria et le Tchad (pour le lac Tchad) et le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali et le Togo (pour le bassin de la Volta). Un partage actif des technologies, des connaissances et des bonnes pratiques institutionnelles, en particulier dans le cadre des initiatives régionales, peut contribuer à accélérer l'adaptation (Union africaine, 2014 ; Communauté d'Afrique de l'Est, 2011 ; Lesolle, 2012 ; Sembiring, 2018). Le développement des marchés agricoles régionaux pourrait réduire les prix des denrées alimentaires et garantir la sécurité alimentaire.

Les mécanismes de résilience et d'ajustement constituent les piliers de l'adaptation. Une plus grande résilience réduit l'exposition et la vulnérabilité aux changements climatiques, tandis que les mécanismes d'adaptation permettent d'en amortir l'impact. Il

sera indispensable d'accélérer la constitution de ces piliers pour préserver la sécurité alimentaire et imprimer une souplesse généralisée. Pour ce faire, les paragraphes suivants évaluent l'impact potentiel des principales politiques. La mise en œuvre de ces dernières nécessitera une grande coordination entre les autorités (en particulier les ministères des Finances, de l'Agriculture, de l'Éducation, de l'Environnement, de la Santé et les ministères et organismes responsables de certaines catégories d'infrastructures) et les partenaires au développement. Pour commencer, il s'agit d'élaborer des stratégies d'adaptation globales, d'évaluer si les principales mesures d'adaptation sont déjà prises en compte dans les cadres de dépenses pluriannuels des pouvoirs publics (des programmes en faveur des semences améliorées ou de la protection sociale jusqu'à la construction d'infrastructures d'irrigation) et d'examiner les critères de sélection et de hiérarchisation des projets afin de garantir la réalisation des projets de renforcement de la résilience ayant l'impact le plus fort. Il faudra remédier aux problèmes de financement (en lien avec l'accès au financement pour les ménages et les entreprises et, plus généralement, le financement public de l'adaptation ; points étudiés dans la partie consacrée au financement de l'adaptation), tout comme aux asymétries d'information.

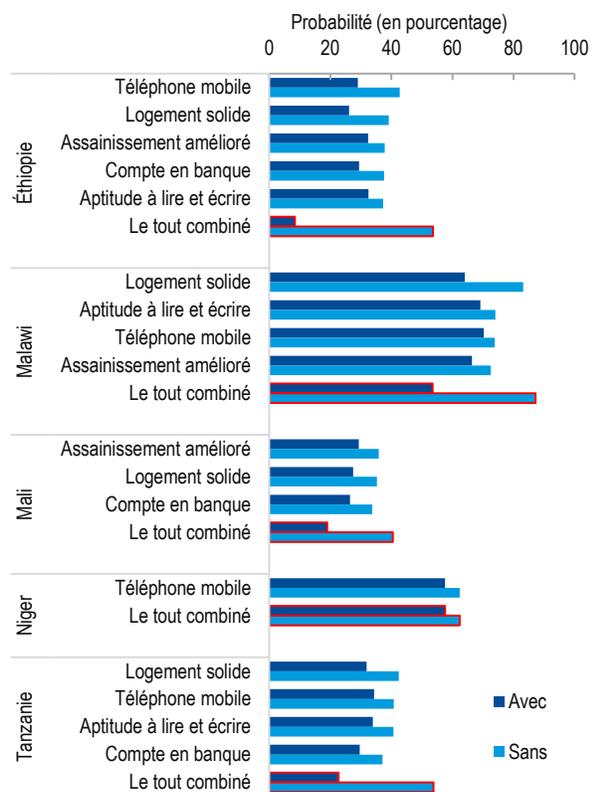
Préserver la sécurité alimentaire

Les dommages causés aux cultures en lien avec les conditions météorologiques peuvent plonger les ménages pauvres dans l'insécurité alimentaire. Les paysans pratiquant l'agriculture de subsistance en pâtissent directement, alors que les pénuries font monter les prix alimentaires pour les autres ménages. Pour régler ce problème, il faut renforcer la résilience des ménages et de la production agricole et amplifier les aides après un choc.

Un renforcement de la résilience des ménages et une amélioration des mécanismes d'adaptation peuvent réduire sensiblement le risque d'insécurité alimentaire. L'analyse empirique des enquêtes auprès des ménages présentée dans ce chapitre pour l'Éthiopie, le Malawi, le Mali, le Niger et la Tanzanie fait apparaître que, en moyenne, les facteurs suivants sont susceptibles d'avoir la plus forte incidence, en réduisant potentiellement le risque d'insécurité alimentaire de 30 points de pourcentage (graphique 2.10) :

- *Des revenus plus importants provenant de sources diversifiées et l'accès au financement* permettent aux ménages d'acheter des aliments même lorsque les

Graphique 2.10. Pays d'Afrique subsaharienne : probabilité qu'un ménage victime d'un choc se retrouve en situation d'insécurité alimentaire



Sources : étude de mesure des niveaux de vie (Living Standards Measurement Study), Banque mondiale ; calculs des services du FMI.

Note : La probabilité d'insécurité alimentaire est estimée pour un ménage avec des valeurs moyennes pour les variables explicatives autres que celle étudiée. Seules les estimations qui sont statistiquement significatives au niveau de 10 % sont illustrées. Les régressions neutralisent les effets du patrimoine des ménages. Les estimations statistiquement significatives confirment la corrélation, mais pas forcément le lien de causalité.

prix augmentent et d'investir dans la résilience avant un choc, et servent d'amortisseurs par la suite.

- Une bonne couverture et une grande accessibilité de la téléphonie mobile permettent de remédier aux asymétries d'information en élargissant la portée des systèmes d'alerte rapide et des informations sur les prix alimentaires et les conditions météorologiques (même par simple message texte ou vocal) qui aident les cultivateurs à décider quand planter, irriguer ou fertiliser, ce qui permet une agriculture climato-intelligente (Éthiopie). Le chapitre 3 décrit succinctement les progrès accomplis dans le passage au numérique sur tout le continent.

¹⁴Thomas (à paraître) fournit des précisions.

¹⁵Au-delà de l'érosion, des stratégies visant à élargir la protection de l'environnement comme la prévention de la dégradation des sols (soit la capacité productive des sols) et les économies d'eau devraient être envisagées. IPBES (2018) examine l'intensification écologique de l'agriculture. De même, bien qu'une meilleure irrigation profite généralement aux cultivateurs, l'offre d'eau gratuite ou à prix bas pourrait encourager des cultures gourmandes en eau, ce qui accroît la vulnérabilité en cas de sécheresse (Damania *et al.*, 2017).

Graphique 2.11. Pays d'Afrique subsaharienne : impact des mesures phares sur les rendements des récoltes pour les ménages qui subissent les dommages causés aux cultures



Sources : étude de mesure des niveaux de vie (Living Standards Measurement Study), Banque mondiale ; calculs des services du FMI.

Note : L'impact est mesuré par rapport aux ménages qui n'ont pas pris ces mesures. Seules les estimations qui sont statistiquement significatives au niveau de 10 % sont illustrées. Les estimations statistiquement significatives confirment la corrélation, mais pas forcément le lien de causalité.

- Des logements et autres structures plus solides facilitent le stockage des aliments. Couplés à de bons systèmes d'assainissement et d'évacuation des eaux, ils préservent aussi la capacité bénéficiaire en prévenant les blessures et la propagation des maladies et en garantissant une eau potable saine (Erman *et al.*, 2018 ; Erman, Obolensky et Hallegatte, 2019). Dans ce contexte, les programmes gouvernementaux qui élargissent l'accès à des matériaux de construction de qualité pour les pauvres et exigent des normes élevées pour les codes et réglementations de la construction, un aménagement du territoire efficace et des règles de zonage sont importants.
- Une amélioration des systèmes de santé et d'enseignement, plus généralement, augmente la productivité et le revenu potentiel et facilite la prise de décisions mieux éclairées.

Réduire la sensibilité des cultures aux conditions météorologiques permet de protéger les ressources alimentaires. Il ressort de l'analyse empirique des enquêtes auprès des ménages en Éthiopie et au Rwanda que l'utilisation de semences améliorées, d'engrais et d'insecticides, la protection contre l'érosion, l'irrigation et l'accès au financement peuvent atténuer les dommages causés aux cultures (graphique 2.11)^{14, 15}. Dans ce contexte, l'accélération

de la recherche et développement pour mettre au point des semences et un bétail améliorés capables de faire face à des conditions climatiques plus variables et le passage de monocultures à une production agroforestière diversifiée peuvent avoir un impact non négligeable (Éthiopie, Soudan ; encadré 2.2). La sensibilisation des cultivateurs et la facilitation de l'accès à bon nombre de ces mesures permettront leur mise en œuvre plus rapide.

Les décaissements au titre de l'assistance et de l'assurance sociales compensent la perte de revenu et de pouvoir d'achat au lendemain d'un violent choc climatique. À titre d'exemple, le Hunger Safety Net Program du Kenya, qui cible les ménages exposés à la sécheresse (Song et Imai, 2018), et le Productive Safety Net Program de l'Éthiopie contribuent à la réduction de la pauvreté (encadré 2.2). L'assurance et le financement du risque de catastrophe peuvent aussi être essentiels (Banque mondiale, 2014) ; néanmoins, le succès de ces programmes en Afrique subsaharienne dépend souvent des aides de l'État et de l'amélioration des connaissances financières (Giné et Yang, 2009 ; Mobarak et Rosenzweig, 2013 ; Cole *et al.*, 2013 ; Hill, Hoddinott et Kumar, 2013 ; Hallegatte *et al.*, 2017).

Imprimer une souplesse généralisée

À l'échelle d'un pays, pour renforcer la résilience et les mécanismes d'adaptation, il faudra associer des réformes qui ciblent les différents types de problèmes climatiques rencontrés par ce pays. Des politiques macroéconomiques, institutionnelles et structurelles bien conçues, ainsi que les mesures évoquées plus haut pour garantir la sécurité alimentaire sont indispensables. Toutefois, outre celles-ci, certaines combinaisons de domaines de réformes structurelles, fondées sur des difficultés concrètes liées aux changements climatiques, sont capitales : une amélioration pourrait se traduire par des avancées considérables en termes de limitation des effets des changements climatiques sur la croissance économique et sur les inégalités. À terme, une grande résilience et des mécanismes d'adaptation solides pourraient, à eux tous, éviter des résultats catastrophiques (Acevedo et Noah, à paraître). La présente partie se penche sur ces associations, tandis que les coûts et les politiques pour progresser dans

tout domaine structurel sont analysés de manière approfondie dans plusieurs études (FMI, 2015 ; *Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2019, chapitre 3).

Épisodes de sécheresse

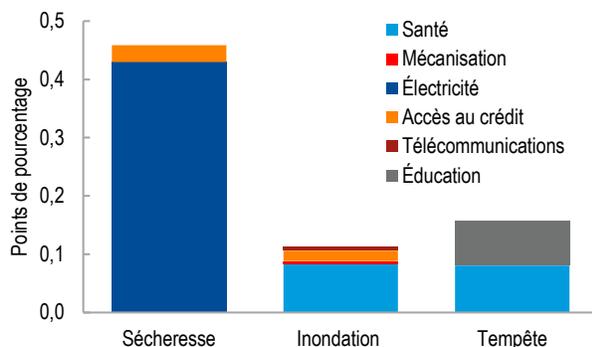
De meilleurs *systèmes d'irrigation* et un *accès plus large à l'eau potable, à l'électricité et au financement* contribueraient à amplifier la croissance économique et à réduire la pauvreté durant des longues périodes de sécheresse et de pénurie d'eau. Ces facteurs sont indissociables : l'électricité alimente les systèmes d'irrigation et les pompes à puits tubulaires profonds, tandis que l'accès au financement facilite la construction et l'entretien des trois¹⁶. L'analyse de régression effectuée dans ce chapitre montre que l'impact négatif sur la croissance annuelle par habitant à moyen terme dans les pays d'Afrique subsaharienne est réduit de près de 0,5 point de pourcentage si les écarts sont comblés par rapport à la moyenne des pays émergents et pays en développement, s'agissant de l'accès à l'électricité (compte tenu des systèmes d'irrigation et de pompage existants) et au financement (graphique 2.12)¹⁷. Même si l'ampleur exacte de cette analyse doit être considérée comme indicative, l'impact relatif de ces domaines de réformes est un signe fiable de leur importance.

La *diversification des sources d'électricité* au profit de sources d'énergie renouvelables (par exemple la géothermie, le solaire et l'éolien) sera une composante majeure du développement de l'accès à l'électricité. L'hydroélectricité, qui représente un cinquième de l'électricité produite en Afrique subsaharienne, est exposée à des épisodes de sécheresse (Castellano *et al.*, 2015). La construction de davantage de réservoirs, de barrages et de centrales constitue une solution à court terme. À long terme, la décentralisation de sources d'énergie renouvelables est peut-être une solution plus durable qui favorisera par ailleurs l'électrification et la création d'emplois (Kenya, encadré 2.2). Une dépendance moindre à l'égard de l'hydroélectricité facilite aussi la gestion de l'eau. Il sera capital d'améliorer l'accès à l'eau, de construire et de remettre en état de petits barrages et puits de forage, et de mettre en place des programmes d'irrigation par pompage solaire (Ghana).

¹⁶Lorsque l'accès au financement est possible mais que le montant du financement mis à la disposition d'un ménage est limité par la faiblesse de ses revenus et de son patrimoine, des aides ciblées de l'État pourraient combler l'écart.

¹⁷Des données limitées sur les systèmes d'irrigation et d'eau potable ont empêché leur prise en compte dans l'analyse de régression.

Graphique 2.12. Afrique subsaharienne : réduction de l'impact des catastrophes sur la croissance annuelle par habitant à moyen terme lorsque les facteurs structurels atteignent la moyenne des pays émergents et pays en développement



Sources : base de données des Indicateurs du développement dans le monde, Banque mondiale ; calculs des services du FMI.

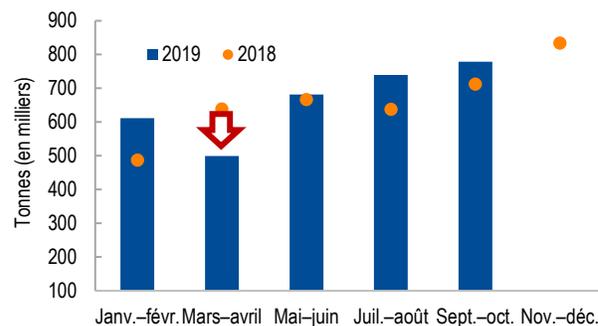
Note : Le graphique a été établi sur la base de régressions de panel de la croissance annuelle par habitant à moyen terme en fonction des principaux domaines structurels. Les barres illustrent l'impact lorsque les pays d'Afrique subsaharienne portent leurs facteurs structurels aux niveaux moyens des pays émergents et pays en développement. En appliquant un terme d'interaction, la régression détermine l'impact marginal d'un domaine structurel en termes d'amélioration de la résilience de la croissance. Chaque barre du graphique illustre cet impact marginal multiplié par l'écart entre l'Afrique subsaharienne et la moyenne des pays émergents et pays en développement pour ce domaine structurel. Les effets mis en évidence ici sont distincts de l'impact sur la croissance de chaque domaine structurel via tous les autres circuits, qui sont aussi inclus dans l'estimation. Les variables sont incluses une à la fois et seules les estimations statistiquement significatives (au niveau de 10 %) sont représentées. Les estimations statistiquement significatives confirment la corrélation, mais pas forcément le lien de causalité.

Inondations et tempêtes

Les politiques visant à limiter les effets des inondations et des tempêtes comportent souvent des éléments communs, sachant que les tempêtes extrêmes, telles que les cyclones tropicaux, provoquent aussi de graves inondations. Le secteur de la *santé* joue un rôle important pour réduire l'impact des inondations et des tempêtes (graphique 2.12) — qui peuvent aussi propager les pandémies — sur la croissance économique à moyen terme i) en réduisant les dépenses qui restent à la charge des patients, ce qui protège l'épargne des ménages ; ii) en facilitant un retour à l'emploi plus rapide ; et iii) tout comme l'*éducation*, en améliorant la productivité, le revenu potentiel, les inégalités entre les sexes et la prise de décisions éclairées (Hallegatte, Rentschler et Rozenberg, 2019).

Corroborant les résultats de l'analyse des enquêtes auprès des ménages, l'*accès au financement* permet aux ménages et aux entreprises d'investir dans des *infrastructures résistant aux intempéries* et sert

Graphique 2.13. Port de Beira au Mozambique : trafic total, 2018–19



Source : Cornelder de Moçambique.

Note : Le port de Beira a été touché par les cyclones Idai et Kenneth en mars-avril 2019.

d'amortisseur après un choc (graphique 2.12). Dans cet esprit, l'*utilisation de machines* peut améliorer la résilience de la production agricole en favorisant la création de digues, la protection contre l'érosion et un semis plus profond. L'élargissement de la couverture des *réseaux mobiles*, notamment dans les zones rurales, facilite l'accès à des systèmes d'alerte rapide.

Dans un contexte urbain, les infrastructures résistant aux intempéries, y compris le drainage à grande échelle et les plages larges, peuvent protéger les villes des inondations et de l'érosion côtières (Hinkel *et al.*, 2012). C'est ainsi que le port de Beira au Mozambique, grande plateforme régionale de commerce et de transport, a pu reprendre ses activités trois jours après avoir été touché par le cyclone Idai. Les liaisons ferroviaires et routières ont été opérationnelles dans un délai de deux semaines (graphique 2.13, encadré 2.2).

Migration et urbanisation

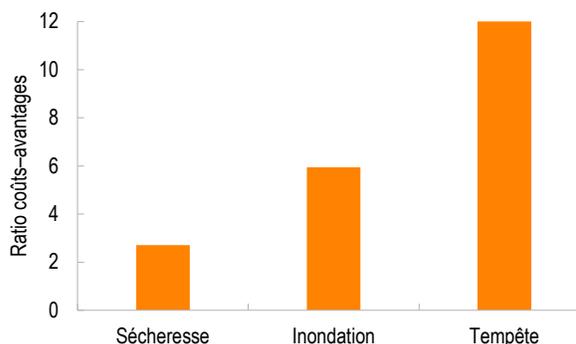
Alors que les populations vivant en zone rurale cherchent à atténuer les conséquences des changements climatiques (les milieux agricoles étant les plus pénalisés), de nombreuses personnes s'installent dans les villes, d'où une urbanisation rapide, ce qui nécessite une méthode pluridimensionnelle. Le développement des infrastructures urbaines (logement, évacuation des eaux, équipements sanitaires et routes), des soins de santé et de l'enseignement, des programmes d'assistance sociale ciblés ainsi qu'une plus grande souplesse du marché du travail et un meilleur accès au financement faciliteront ce transfert de personnes et de capitaux dans toutes les zones géographiques et tous les secteurs de production.

LE FINANCEMENT DE L'ADAPTATION

Faire face aux changements climatiques en finançant des mesures d'adaptation aura un coût élevé pour l'Afrique subsaharienne. Selon des estimations, celui-ci pourrait s'élever à 30–50 milliards de dollars (soit 2–3 % du PIB de la région) chaque année au cours de la prochaine décennie¹⁸, un coût toutefois nettement moindre que celui de fréquentes opérations de secours en cas de catastrophe.

- Dans ce chapitre, l'analyse de l'évaluation des besoins après une catastrophe montre que des investissements en amont dans des mécanismes de résilience et d'adaptation permettent de réaliser des économies à long terme (mesurées par la réduction des dépenses de secours en cas de catastrophe) qui représentent respectivement près de trois fois et environ 12 fois le coût des investissements en amont pour les épisodes de sécheresse et pour les tempêtes (graphique 2.14). Hallegatte *et al.* (2019) dressent un constat similaire.
- L'ensemble des effets positifs du renforcement de la résilience sont étudiés à l'aide d'un modèle dynamique d'équilibre général (encadré 2.3). Les résultats mettent en évidence que les niveaux d'endettement public augmentent de moins de 25 % du niveau enregistré dans le scénario où la résilience n'est pas renforcée (même lorsque les infrastructures résilientes sont 25 % plus onéreuses que les infrastructures ordinaires). De plus, le creusement des inégalités après une catastrophe est fortement limité. Des gains d'efficacité dans la construction, l'exploitation et la gestion pourraient réduire le coût de la construction d'infrastructures résilientes (Rozenberg et Fay, 2019).
- Certaines mesures d'adaptation sans lien avec les infrastructures sont plus économiques et pourraient être mises en œuvre rapidement. À titre d'exemple, les programmes qui aident les cultivateurs à acheter des semences améliorées et les autres mesures de protection des cultures et celles qui donnent des alertes rapides sur les phénomènes météorologiques affichent des ratios coûts–avantages assez élevés (Hallegatte, 2012 ; GCA, 2019). Il en va de même d'une assistance

Graphique 2.14. Afrique subsaharienne : économies réalisées après une catastrophe par rapport au coût du renforcement de la résilience



Sources : évaluation des besoins après une catastrophe (EBAC) ; Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes, base de données sur les situations d'urgence (EM-DAT) ; calculs des services du FMI.

Note : La fréquence des catastrophes et les dommages causés au moment d'une catastrophe dans la base de données EM-DAT sont utilisés pour calculer les dommages attendus pour 20 ans. Le renforcement de la résilience est supposé réduire de moitié les dommages attendus. Le coût du renforcement de la résilience est déduit des estimations des besoins de financement à moyen et à long terme établies dans l'EBAC.

sociale rapide et ciblée : l'Éthiopie a dépensé seulement 1,2 % du PIB chaque année et a obtenu des résultats spectaculaires pour les ménages en situation d'insécurité alimentaire (Del Ninno, Coll-Black et Fallavier, 2016).

Malgré ses avantages, le financement de l'adaptation est délicat pour les pays d'Afrique subsaharienne qui pâtissent d'un espace budgétaire restreint. La vulnérabilité liée à la dette de la plupart de ces pays, qui a été encore accentuée par les coûts élevés de l'endiguement et de la gestion de la pandémie de COVID-19, est déjà modérée, voire élevée. Par conséquent, avant de contracter de nouvelles dettes, les pays doivent tenir compte de besoins de développement concurrents (malgré des chevauchements entre les politiques). Ils mènent activement des réformes pour mobiliser davantage de recettes (y compris au moyen de taxes environnementales) et améliorer l'efficacité des dépenses. Toutefois, leur marge de manœuvre est faible et les avancées sont lentes. Les pays exportateurs de pétrole et de charbon se heurtent à une difficulté supplémentaire : les recettes diminueront si les mesures d'atténuation progressent à l'échelle mondiale, ce qui souligne l'importance pour ces pays de diversifier davantage leur économie¹⁹.

¹⁸Narain, Margulis et Essam (2011) et PNUE (2016).

¹⁹La mise en œuvre de l'intégralité des engagements en vertu de l'Accord de Paris, qui vise à limiter la hausse des températures mondiales à 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, ramènerait le prix du pétrole brut prévu à 113 dollars le baril d'ici à 2040 (Moniteur des finances publiques, octobre 2019, chapitre 1). Cependant, les experts estiment qu'un scénario d'atténuation des changements climatiques plus ambitieux s'impose pour atteindre la « limite de deux degrés », ce qui se traduirait par des prix du pétrole brut de 64 dollars le baril en 2040 (AIE, 2018).

Dans ce contexte, certains pays ont créé des fonds d'aide aux zones sinistrées ; c'est notamment le cas du Mozambique, où une partie du financement provient de dotations budgétaires annuelles. Les pays d'Afrique subsaharienne trouvent aussi des solutions pour s'entraider. Par exemple, l'African Risk Capacity (Mutuelle panafricaine de gestion des risques) est un mécanisme régional d'assurance macroéconomique qui compte 34 pays membres en mars 2020. L'utilisation de produits d'assurance macroéconomique, comme les fonds climatiques et l'émission d'obligations modulables en fonction de la situation des pays, a pour le moment été difficile en raison des primes de risque élevées, ce qui s'explique en partie par les problèmes de gouvernance dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne qui accentuent l'aversion pour le risque des investisseurs et des partenaires au développement.

La communauté internationale peut véritablement changer la donne. Les partenaires au développement devraient amplifier l'aide au-delà du secours en cas de catastrophe pour cibler le renforcement de la résilience et favoriser des mécanismes d'adaptation (dont l'offre de produits d'assurance internationaux). Il s'agit d'une obligation humanitaire, mais une telle action compensera aussi l'incapacité des principaux responsables des changements climatiques à internaliser l'intégralité des coûts des émissions de gaz à effet de serre (*Perspectives de l'économie mondiale*, octobre 2017, chapitre 3 ; FMI, 2019a). Les estimations des besoins

de financement pour les pays en développement dépassent largement le montant promis (25 milliards de dollars) du financement public international pour l'adaptation (Puig *et al.*, 2016). En outre, les infrastructures résilientes financées par les partenaires au développement produisent les mêmes effets positifs que les opérations de secours fréquentes en cas de catastrophe avec des économies d'au moins 30 % (Cantelmo, Melina et Papageorgiou, 2019).

Les institutions financières internationales peuvent aussi jouer un rôle actif (FMI, 2019a). Elles peuvent débloquent des sources communes de financement pour l'adaptation via une série d'instruments (dont des prêts et garanties) et une réduction du risque d'investissement. Le FMI participe de plus en plus au renforcement de la résilience et à l'exécution *ex post* des plans de reprise de la région en prodiguant une assistance financière, des conseils et une aide au renforcement des capacités. À titre d'exemple, au lendemain des cyclones Idai et Kenneth, le FMI a octroyé 130 millions de dollars aux Comores et au Mozambique grâce à la facilité de crédit rapide et 40 millions de dollars au Malawi en augmentant la facilité élargie de crédit existante. Parmi les initiatives prises pour développer les politiques et renforcer les capacités en vue de relever les défis des changements climatiques figurent les travaux communs du FMI et de la Banque mondiale sur l'évaluation de la politique des Seychelles en matière de changements climatiques (FMI, 2017).

Encadré 2.1. Quelle est la différence entre l'atténuation et l'adaptation ?

Il existe en général deux méthodes pour faire face aux changements climatiques : l'atténuation (la réduction ou la stabilisation des gaz à effet de serre piégeant la chaleur dans l'atmosphère) et l'adaptation (l'adaptation aux variations du climat). Des précisions sont apportées dans le chapitre 1 de l'édition d'octobre 2019 du Moniteur des finances publiques (*Fiscal Monitor*), dans FMI (2019b) et dans Nyiwul (2019).

- L'atténuation est possible i) en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (par exemple en opérant une transition vers des sources d'énergie non polluantes et en taxant les émissions de carbone provenant de combustibles fossiles via la taxation du carbone ou l'échange de droits d'émission), et ii) en éliminant les gaz à effet de serre existants de l'atmosphère par le reboisement, des pratiques agricoles qui séquestrent le carbone dans les sols, la fertilisation des océans et l'élaboration de technologies qui captent et séquestrent le dioxyde de carbone de l'air (encore aux premiers stades de développement).

- Les mesures d'adaptation recouvrent i) le renforcement de la résilience (réduction de l'exposition et de la vulnérabilité aux changements climatiques) et ii) l'amélioration des mécanismes d'adaptation (mesures qui permettent d'amortir l'impact des changements climatiques, comme le secours en cas de catastrophe).

Les mesures d'atténuation et d'adaptation se chevauchent dans certains cas. Ainsi, la préservation et le développement de la forêt ombrophile congolaise (un quart des forêts tropicales qui subsistent dans le monde) éliminerait le dioxyde de carbone de l'atmosphère. Parallèlement, la forêt réduit l'exposition et la vulnérabilité aux changements climatiques en régulant l'eau (par exemple, le manteau forestier accroît l'infiltration des eaux de pluie et réalimente les cours d'eau), en limitant l'érosion et en permettant l'élaboration de produits forestiers qui peuvent constituer d'autres sources de revenu pour les cultivateurs pénalisés par les changements climatiques (WRI, 2011).

Encadré 2.2. Études de cas : stratégies d'adaptation menées en Afrique subsaharienne

Plusieurs pays d'Afrique subsaharienne ont déjà élaboré des stratégies d'adaptation efficaces qui pourraient servir de modèles pour d'autres pays.

Hausse de la productivité agricole :

- En Éthiopie, lutter contre la rouille du blé (provoquée par la hausse des températures et l'irrégularité des pluies) en mettant au point des variétés de blé résistantes à la rouille augmente les rendements de 30–40 % pour certains cultivateurs (Jaleta *et al.*, 2019). Conçues par le Centre international de recherche agricole dans les zones arides (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) et par l'Institut éthiopien de recherche agricole (Ethiopian Institute of Agricultural Research), les semences ont été distribuées à de petits exploitants, qui ont accéléré le processus de distribution en multipliant et en distribuant les semences à leurs voisins (CGIAR, 2013).
- Au Tchad, les cultivateurs améliorent la rétention d'eau grâce à une technique de récupération des eaux de pluie baptisée Zaï, qui consiste à creuser

de petits puits pour capter les eaux de pluie et à semer des plantes dedans. Ils pratiquent aussi l'agroforesterie, qui associe cultures et arbres sur la même parcelle de terrain afin de réduire l'érosion pendant les fortes précipitations.

- Le Ghana a adopté une stratégie pluridimensionnelle pour améliorer la résistance du cacao à la sécheresse en distribuant des variétés de semences améliorées, en plantant des arbres hors cacaoyers qui donnent de l'ombre, en améliorant les systèmes d'irrigation et la fertilité des cacaoyers, en rénovant des fermes anciennes et infectées par une maladie et en sensibilisant les cultivateurs à de meilleures méthodes de culture.
- Le Mozambique lance un projet pilote mondial afin de tester de nouvelles semences de haricots tolérantes à la chaleur, qui ont été conçues par le Centre international pour l'agriculture tropicale.

Mutualisation des risques (Éthiopie) : Le Productive Safety Net Program, qui effectue des transferts en espèces et en nature pour les personnes en situation d'insécurité

Encadré 2.2 (fin)

alimentaire, a permis d'améliorer l'inclusion financière en imposant l'ouverture de comptes bancaires pour les transferts. Le recours à ces systèmes de transfert a contribué à améliorer l'efficacité des mesures d'urgence en cas de catastrophes naturelles. Ce facteur, couplé aux semences améliorées, a ramené les pénuries alimentaires de 22 % à 10 % durant la période 2011–16 (Banque mondiale, 2019).

Investissement dans les énergies renouvelables

(Kenya) : Le Kenya a pour objectif de fournir un accès universel à l'énergie d'ici à 2022 grâce à des dispositifs hors réseau comme les miniréseaux et les systèmes solaires autonomes (Banque mondiale, 2018). Le taux d'accès à l'électricité a déjà augmenté pour passer de quelque 40 % à 70 % entre 2012 et 2017 (d'après la base de données des Indicateurs du développement dans le monde de la Banque mondiale). Ce modèle d'énergie solaire avec paiement à l'usage bénéficie de la contribution de centrales solaires hors réseau petites et décentralisées. Il facilite le développement en utilisant des technologies d'argent mobile à bas coûts pour les paiements. Compte tenu

de l'accompagnement nécessaire pour l'installation, de l'assistance technique à long terme et du service clients, ce système crée aussi dix fois plus d'emplois que les services publics traditionnels (GOGLA, 2018).

Modernisation des infrastructures dans les villes côtières (Mozambique) :

Les cyclones Idai et Kenneth ont causé la mort de plus de 600 personnes et touché près de 2 millions d'individus au Mozambique. Cependant, la résilience des infrastructures du port de Beira, plateforme régionale de transport par conteneur qui est exposée aux inondations et à l'élévation du niveau de la mer, a permis d'éviter des décès supplémentaires, si bien que le port a pu reprendre ses activités rapidement. Dans ce cadre, la modernisation du principal système de drainage visant à réduire les risques d'inondation et les dispositifs d'urgence par les entreprises du port ont joué un rôle fondamental. L'éclairage public solaire a résisté aux cyclones et est devenu l'une des rares sources de lumière de la ville après une catastrophe. Le rétablissement en urgence des services de transport et de logistique s'est révélé essentiel pour la distribution de l'aide.

Encadré 2.3. Gains macroéconomiques tirés des infrastructures résilientes

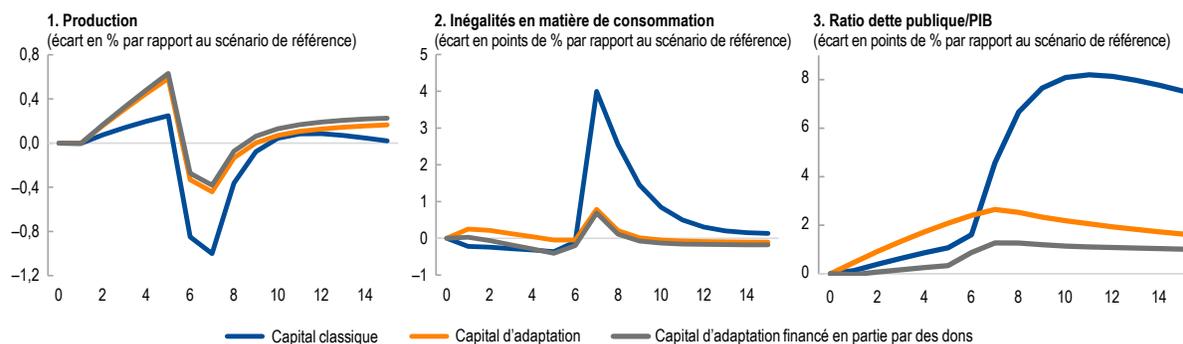
Malgré son coût élevé, l'investissement dans des infrastructures résilientes se révèle bénéfique pour la croissance à long terme et réduit les inégalités. Les simulations réalisées dans ce chapitre, qui reposent sur le modèle dynamique d'équilibre général de Marto, Papageorgiou et Klyuev (2018) et de Buffie *et al.* (2012), illustrent ce point (graphique 2.3.1). L'incidence négative d'une catastrophe naturelle (qui est supposée survenir au cours de l'année 6) sur la production est nettement moindre lorsqu'un pays dépense davantage pour se doter d'infrastructures plus résilientes par comparaison avec un investissement dans des infrastructures moins onéreuses, mais moins résilientes (au cours des cinq années précédentes, par exemple). Bien que les inégalités

Malgré son coût élevé, l'investissement dans des infrastructures résilientes se révèle bénéfique pour la croissance à long terme et réduit les inégalités. Les simulations réalisées dans ce chapitre, qui reposent sur le modèle dynamique d'équilibre général de Marto, Papageorgiou et Klyuev (2018) et de Buffie *et al.* (2012), illustrent ce point (graphique 2.3.1). L'incidence négative d'une catastrophe naturelle (qui est supposée survenir au cours de l'année 6) sur la production est nettement moindre lorsqu'un pays dépense davantage pour se doter d'infrastructures

plus résilientes par comparaison avec un investissement dans des infrastructures moins onéreuses, mais moins résilientes (au cours des cinq années précédentes, par exemple). Bien que les inégalités en matière de consommation se creusent toujours entre les ménages après une catastrophe, l'écart est bien moins prononcé en présence d'infrastructures résilientes, qui protègent les ménages pauvres de baisses de la consommation.

À terme, l'investissement dans des infrastructures résilientes réduit les effets négatifs des chocs climatiques sur la dette publique. Avant la survenue d'une catastrophe, les infrastructures résilientes impliquent une accumulation plus rapide de dette publique, car elles sont plus onéreuses que les investissements dans des infrastructures ordinaires. Cela étant, après une catastrophe, les dépenses de reconstruction sont limitées dans le scénario d'un pays doté d'infrastructures résilientes. En revanche, lorsqu'une catastrophe endommage ou détruit les infrastructures classiques, les dépenses de reconstruction pèsent davantage sur la dette. Le financement sous forme de dons d'une partie des infrastructures résilientes réduirait sensiblement l'impact sur la dette publique.

Graphique 2.3.1. Afrique subsaharienne : simulation des effets d'une catastrophe naturelle



Source : calculs des services du FMI.

Note : Les simulations sont réalisées à l'aide du modèle décrit dans Marto, Papageorgiou et Klyuev (2018). Le modèle est comparé à un pays dont les indicateurs macroéconomiques se situent au niveau des moyennes de l'Afrique subsaharienne. L'investissement public est supposé augmenter de 1 % du PIB par an au cours des années 1 à 5 en infrastructures ordinaires (premier scénario) et en infrastructures résilientes (deuxième scénario). Dans le troisième scénario alternatif, les dons couvrent 80 % des investissements en infrastructures résilientes. Une catastrophe naturelle survient au cours de l'année 6 et est calibrée pour provoquer une baisse de la production de 1 % dans le premier scénario. Les « inégalités en matière de consommation » correspondent à i) l'évolution en pourcentage de la consommation des ménages ayant accès au financement par rapport au scénario de référence, moins ii) l'évolution en pourcentage de la consommation des ménages ayant des difficultés financières par rapport au scénario de référence.

BIBLIOGRAPHIE

- Acevedo, S., and A. Noah. Forthcoming. "What Causes Natural Disasters? An Analysis of Weather, Policies, and Climate Change." IMF Working Paper, International Monetary Fund Washington, DC.
- African Union. 2014. *African Strategy on Climate Change*. Addis Ababa, Ethiopia: African Union.
- Buffie, E., A. Berg, C. Pattillo, R. Portillo, and L. Zanna. 2012. "Public Investment, Growth, and Debt Sustainability: Putting Together the Pieces." IMF Working Paper 12/144, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Burke, M., E. Miguel, S. Satyanath, J. Dykema, and D. Lobell. 2009. "Warming Increases the Risk of Civil War in Africa." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 (49): 20670–20674.
- Burke, M., S. Hsiang, and E. Miguel. 2015. "Global Non-Linear Effect of Temperature on Economic Production." *Nature* 527: 235–239.
- Cantelmo, A., G. Melina, and C. Papageorgiou. 2019. "Macroeconomic Outcomes in Disaster-Prone Countries." IMF Working Paper 19/217, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Castellano, A., A. Kendall, M. Nikomarov, and T. Swemmer. 2015. *Brighter Africa: The Growth Potential of the Sub-Saharan Electricity Sector*. New York: McKinsey & Company.
- Cavallo, E., S. Galiani, I. Noy, and J. Pantano. 2013. "Catastrophic Natural Disasters and Economic Growth." *Review of Economics and Statistics* 95 (5): 1549–1561.
- CGIAR. 2013. *The 2013 Annual Report: Advancing Climate-Smart Agriculture*. Wageningen, the Netherlands: CGIAR.
- Cole, S., X. Giné, J. Tobacman, P. Topalova, R. Townsend, and J. Vickery. 2013. "Barriers to Household Risk Management: Evidence from India." *American Economic Journal: Applied Economics* 5 (1): 104–135.
- Damania, R., S. Desbureaux, M. Hyland, A. Islam, S. Moore, A. Rodella, J. Russ, and E. Zaveri. 2017. *Uncharted Waters: The New Economics of Water Scarcity and Variability*. World Bank, Washington, DC.
- Del Ninno, C., S. Coll-Black, and P. Fallavier. 2016. *Social Protection Programs for Africa's Drylands*. World Bank, Washington, DC.
- East African Community (EAC). 2011. *East African Community Climate Change Policy*. Arusha, Tanzania: East African Community Secretariat.
- Erman, A., E. Motte, R. Goyal, A. Asare, S. Takamatsu, X. Chen, S. Malgioglio, A. Skinner, N. Yoshida, and S. Hallegatte. 2018. "The Road To Recovery: The Role of Poverty in the Exposure, Vulnerability and Resilience to Floods in Accra." Policy Research Working Paper 8469, Washington, DC: World Bank.
- Erman, A., M. Obolensky, and S. Hallegatte. 2019. *Wading Out the Storm: The Role of Poverty in Exposure, Vulnerability, and Resilience to Floods in Dar Es Salaam*. World Bank, Washington, DC.
- Fomby, T., Y. Ikeda, and N. Loayza. 2013. "The Growth Aftermath of Natural Disasters." *Journal of Applied Econometrics* 28 (3): 412–434.
- Garcia-Verdu, R., A. Meyer-Cirkel, A. Sasahara, and H. Weisfeld. 2019. "Importing Inputs for Climate Change Mitigation: The Case of Agricultural Productivity." IMF Working Paper 19/26, International Monetary Fund, Washington, DC.
- Giné, X., and D. Yang. 2009. "Insurance, Credit, and Technology Adoption: Field Experimental Evidence from Malawi." *Journal of Development Economics* 89 (1): 1–11.
- Global Commission on Adaptation (GCA). 2019. *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Rotterdam, the Netherlands: Global Commission on Adaptation.
- GOGLA. 2018. *Off-Grid Solar: A Growth Engine for Jobs*. Utrecht, the Netherlands: GOGLA.
- Hallegatte, S. 2012. "A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation." Policy Research Working Paper 6058, World Bank, Washington, DC.
- Hallegatte, S., V. Adrien, B. Mook, R. Julie. 2017. *Unbreakable: Building the Resilience of the Poor in the Face of Natural Disasters*. World Bank, Washington, DC.
- Hallegatte, S., J. Rentschler, and J. Rozenberg. 2019. *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. World Bank, Washington, DC.
- Hallegatte, S., J. Rozenberg, J. Maruyama Rentschler, C. Nicolas, C. Fox. 2019. "Strengthening New Infrastructure Assets: A Cost-Benefit Analysis." Policy Research Working Paper 8896. World Bank, Washington, DC.
- Harris, I., P. Jones, T. Osborn, and D. Lister. 2014. "Updated High-Resolution Grids of Monthly Climatic Observations—The CRU TS3.10 Dataset." *International Journal of Climatology* 34 (3): 623–642.
- Hill, R., J. Hoddinott, and N. Kumar. 2013. "Adoption of Weather-Index Insurance: Learning from Willingness to Pay among a Panel of Households in Rural Ethiopia." *Agricultural Economics* 44 (4–5): 385–398.
- Hinkel, J., S. Brown, L. Exner, R. Nicholls, A. Vafeidis, and A. Kebede. 2012. "Sea-Level Rise Impacts on Africa and the Effects of Mitigation and Adaptation: An Application of DIVA." *Regional Environmental Change* 12 (1): 2017–224.
- Hsiang, S., K. Meng, and M. Cane. 2011. "Civil Conflicts Are Associated with The Global Climate." *Nature* 476: 438–441.
- Hu, Y., and J. Yao. 2019. "Illuminating Economic Growth." IMF Working Paper 19/77, International Monetary Fund, Washington, DC.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2018. "Summary for Policymakers." In *Global Warming of 1.5°C*, edited by V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, and others. Geneva: World Meteorological Organization.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2018. *The IPBES Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Africa*. Bonn, Germany: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- International Energy Agency (IEA). 2018. *World Energy Outlook 2018*. Paris, France: International Energy Agency.
- International Monetary Fund (IMF). 2015. "Structural Reforms and Macroeconomic Performance: Initial Considerations for the Fund." IMF Policy Paper, Washington, DC.
- . 2016. "Small States' Resilience to Natural Disasters and Climate Change—Role for the IMF." IMF Policy Paper, Washington, DC.
- . 2017. "Seychelles: Climate Change Policy Assessment." IMF Country Report 17/162, Washington, DC.
- . 2019a. "Building Resilience in Developing Countries Vulnerable to Large Natural Disasters." IMF Policy Paper, Washington, DC.
- . 2019b. "Fiscal Policies for Paris Climate Strategies— from Principle to Practice." IMF Policy Paper, Washington, DC.
- Jaleta, M., D. Hodson, B. Abeyo, C. Yirga, and O. Erenstein. 2019. "Smallholders' Coping Mechanisms with Wheat Rust Epidemics: Lessons from Ethiopia." *PLoS ONE* 14 (7).
- Jones, B., and B. Olken. 2010. "Climate Shocks and Exports." *American Economic Review* 100 (2): 454–459.
- Kosec, K., and C. Mo. 2017. "Aspirations and the Role of Social Protection: Evidence from a Natural Disaster in Rural Pakistan." *World Development* 97: 49–66.
- Lesolle, D. 2012. "SADC Policy Paper on Climate Change: Assessing the Policy Options for SADC Member States." SADC Research and Policy Paper Series 01/2012, Southern African Development Community, Gaborone, Botswana.
- Loayza, M., E. Olaberria, J. Rigolini, and L. Christiaensen. 2012. "Natural Disasters and Growth: Going Beyond the Averages." *World Development* 40 (7): 1317–1336.
- Marcott, S., J. Shakun, P. Clark, and A. Mix. 2013. "A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years." *Science* 339 (6124): 1198–1201.
- Marto, R., C. Papageorgiou, and V. Klyuev. 2018. "Building Resilience to Natural Disasters: An Application to Small Developing States." *Journal of Development Economics* 135: 574–586.
- Mobarak, A., and M. Rosenzweig. 2013. "Informal Risk Sharing, Index Insurance, and Risk Taking in Developing Countries." *American Economic Review* 103 (3): 375–380.
- Narain, U., S. Margulis, and T. Essam. 2011. "Estimating Costs of Adaptation to Climate Change." *Climate Policy* 11 (3): 1001–1019.
- Niyiul, L. 2019. "Climate Change Mitigation and Adaptation in Africa: Strategies, Synergies, and Constraints." In *Climate Change and Global Development*, edited by T. Sequeira and L. Reis. Cham, Switzerland: Springer.
- Puig, D., A. Olhoff, S. Bee, B. Dickson, and K. Alverson. *The Adaptation Finance Gap Report*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.
- Radtke, K., and D. Weller. 2019. "The World Risk Index 2019." In *World Risk Report 2019*, Focus: Water Supply. Berlin, Germany: Bündnis Entwicklung Hilft and Ruhr University Bochum—Institute for International Law of Peace and Armed Conflict.
- Rigaud, K., A. de Sherbinin, B. Jones, J. Bergmann, V. Clement, K. Ober, J. Schewe, S. Adamo, B. McCusker, S. Heuser, A. Midgley. 2018. *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. World Bank, Washington, DC.
- Rozenberg, J., and M. Fay. 2019. *Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need while Protecting the Planet*. World Bank, Washington, DC.
- Sembaring, M. 2018. "The Case for a Dedicated Regional Mechanism for Climate Change: A Comparative Assessment." NTS Insight IN18-04, Nanyang Technological University, Singapore.
- Shahidul, S., and A. Zehadul Karim. 2015. "Factors Contributing to School Dropout among the Girls: A Review of Literature." *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences* 3 (2): 25–36.
- Song, S., and K. Imai. 2018. "Does the Hunger Safety Net Programme Reduce Multidimensional Poverty? Evidence from Kenya." *Development Studies Research* 6 (1): 47–61.
- Thomas, A. Forthcoming. "Improving Crop Yields in Sub-Saharan Africa: What Does East African Data Say?" IMF Working Paper, International Monetary Fund, Washington, DC.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2016. *The Adaptation Finance Gap Report 2016*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.
- World Bank. 2014. *Financial Protection Against Natural Disasters: An Operational Framework for Disaster Risk Financing and Insurance*. World Bank, Washington, DC.
- . 2018. "Kenya Launches Ambitious Plan to Provide Electricity to All Citizens by 2022." Press Release. December 6.
- . 2019. "Special Topic: Poverty and Household Welfare in Ethiopia, 2011–16." Ethiopia Economic Update 7, World Bank, Washington, DC.
- World Resources Institute (WRI), in collaboration with United Nations Development Program United Nations Environment Programme, and World Bank. 2011. *World Resources 2010–2011: Decision Making in a Changing Climate—Adaptation Challenges and Choices*. Washington, DC: World Resources Institute.