



UNE ÉNERGIE VITALE

PRÉSERVER LE LIEN ENTRE L'ÉNERGIE ET LES TERRES

TABLE DES MATIÈRES

LE DÉFI DE L'ACCÈS À L'ÉNERGIE POUR TOUS	3
TERRES ET BIOCOMBUSTIBLES	6
TERRES, BOIS ET CHARBON	8
TERRES ET HYDROÉLECTRICITÉ	11
TERRES ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE	13
LA TERRE, LE SOLAIRE ET L'ÉOLIEN	15
LES CONDITIONS DU SUCCÈS : PRÉSERVER LE LIEN ENTRE L'ÉNERGIE ET LES TERRES	16
SOURCES, CREDITS	18



LE DÉFI DE L'ACCÈS À L'ÉNERGIE POUR TOUS

Aujourd'hui, l'énergie se trouve au cœur de la quasi-totalité des défis et opportunités auxquels le monde fait face. Que ce soit pour l'emploi, la sécurité, le changement climatique, la production de nourriture ou la hausse des revenus, l'accès à l'énergie reste essentiel pour tous. L'énergie renouvelable représente également une grande opportunité car elle est le moteur de nos vies, de l'économie et de la planète. Fournir une énergie durable à tous ceux qui souhaitent en bénéficier représente l'un des principaux défis de développement du 21^e siècle.

Les recherches indiquent que 1,4 milliard de personnes, soit plus de 20 % de la population mondiale, n'ont pas accès à l'électricité et qu'au moins 2,7 milliards de personnes, soit près de 40 % de la population mondiale, dépendent de l'utilisation traditionnelle de la biomasse pour cuisiner. D'après l'Agence internationale de l'énergie, 1,2 milliard de personnes n'auront toujours pas accès à l'électricité en 2030, 87 % d'entre elles se trouvant en milieu rural. Le nombre de personnes qui dépendent de l'utilisation traditionnelle de la biomasse pour cuisiner devrait passer à 2,8 milliards en 2030, 82 % d'entre elles résidant en milieu rural.¹

Il est de plus en plus difficile de répondre à une demande globale croissante. Avec une population mondiale qui devrait atteindre les 9,7 milliards d'ici 2050, la demande en énergie, en eau et en denrées alimentaires augmente partout. Par le passé, la hausse de la demande a surtout été satisfaite en puisant davantage dans les combustibles fossiles, l'eau douce et les ressources des terres. Ces ressources sont pourtant limitées, et leur exploitation génère souvent des conséquences sociales et environnementales importantes, notamment en termes de conflits ou de changement climatique.

Le statu quo, autrement dit l'extraction des combustibles fossiles non renouvelables comme le charbon et le pétrole pour la production d'énergie, n'est pas une solution. L'énergie est le principal facteur de changement climatique. Elle représente en effet environ 60 % du total des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Réduire l'intensité en carbone liée à l'énergie est l'un des enjeux clés des objectifs à long terme concernant le climat. En ces temps de changement climatique, la croissance économique et le bien-être social dépendront largement de l'augmentation rapide des sources d'énergie propres et à faible émission de carbone et de leur distribution efficace et appropriée.



Gérer les compromis

Dans une conjoncture marquée par le changement climatique, les sources d'énergie renouvelables constituent peut-être le seul choix intelligent pour accroître l'approvisionnement en énergie et répondre à la demande, en particulier dans les communautés rurales pauvres. Toutefois, une question essentielle qui se pose à nous est de savoir si nous pouvons nous permettre d'utiliser les terres fertiles ou l'eau destinée à la consommation humaine pour fournir de l'énergie renouvelable.

Une disponibilité adéquate en terres productives est au moins aussi importante qu'un approvisionnement fiable en énergie ; car le fait est que l'exploitation des énergies renouvelables peut avoir des conséquences non intentionnelles. La production et l'approvisionnement en énergie nécessitent une grande quantité d'eau et de terres, l'alimentation en eau et l'irrigation requièrent pour leur part de l'énergie et des terres, et les activités basées sur les terres telles que l'agriculture et la sylviculture dépendent de la disponibilité de l'énergie et de l'eau. La sécurité énergétique, par exemple, est menacée par le manque de ressources en eau disponibles pour les centrales thermoélectriques et hydroélectriques. La production d'énergie intensifie la compétition entre les différentes utilisations des terres (par exemple, entre les denrées alimentaires et les biocombustibles) et peuvent mettre en danger la qualité des terres pour une utilisation ultérieure.²

Des décisions intelligentes devront être prises en ce qui concerne la gestion et la mise à disposition de l'énergie. Garantir un approvisionnement fiable en énergie renouvelable pour tous reposera en grande partie sur des écosystèmes sains et fonctionnels. Il sera vital de comprendre ces interactions et d'opter pour les bons choix en matière d'énergie, car c'est là où les terres, l'eau et l'énergie entrent en conflit. Chaque choix que nous faisons est un compromis. Dans certains cas, ces compromis mènent directement à des taux croissants de dégradation des terres.

Les ressources énergétiques en eau et en terres sont des piliers de notre survie et du développement durable. Elles subsistent ou déclinent ensemble. Pour garantir un développement durable et, en particulier, pour atteindre les populations rurales démunies, nous devons optimiser conjointement l'approvisionnement, l'accès et la sécurité afférents à l'ensemble de ces piliers, tout en soutenant les ambitions relatives au

Solaire :	Déchets issus du montage et du démontage des cellules photovoltaïques, empreinte causée par l'utilisation des terres
Éolien :	Conséquences sur le paysage, empreinte causée par l'utilisation des terres
Géothermique :	Émissions de dioxyde de soufre et de dioxyde de carbone, affaissement des sols, « microséismes », bruit
Hydroélectricité :	Consommation d'eau, émissions dues à la déforestation, écosystèmes
Biocombustibles :	Modification de l'utilisation des terres (y compris par l'utilisation de terres agricoles fertiles), émissions de gaz à effet de serre issues du traitement en aval, dégradation des sols, consommation d'eau et pollution de l'eau
Bois de chauffage/charbon :	Déforestation, émissions de gaz à effet de serre, érosion des sols, dégradation des terres

climat mondial. Si cette optimisation est faite correctement, les techniques d'exploitation des énergies renouvelables peuvent contribuer à relever le défi du développement durable en ce qui concerne la sécurité alimentaire et de l'approvisionnement en eau. La production d'énergie renouvelable peut être planifiée de manière à réduire les conséquences environnementales négatives et à améliorer la sécurité énergétique, en réduisant la dépendance aux importations de combustibles. La sécurité alimentaire et hydrique peut également être améliorée si des techniques d'exploitation des énergies renouvelables adaptées sont déployées en vue d'élargir l'accès aux services énergétiques ou agricoles modernes.⁷

La situation en Afrique

En Afrique, en particulier, l'accès à l'énergie est une condition préalable du développement économique et social. D'ici 2050, le continent comptera au moins 2 milliards d'habitants, soit deux fois plus qu'aujourd'hui, dont 40 % dans les zones rurales. Une grande partie de l'Afrique rurale fait face à des défis particuliers en matière de développement durable et d'énergie, notamment en raison du manque d'accès à l'électricité et à des installations propres pour cuisiner, mais également en raison des faibles densités de population et de la distance au réseau national d'énergie.⁴ En 2010, environ 590 millions d'Africains (soit 57 % de la population) n'avaient pas accès à l'électricité et 700 millions (soit 68 % de la population) vivaient sans installations propres pour cuisiner. Si les tendances en termes d'accès à l'énergie se maintiennent, d'ici 2030, 655 millions d'Africains (42 % de la population) n'auront toujours pas accès à l'électricité et 866 millions (56 % de la population) ne disposeront pas d'installations propres pour cuisiner.⁵ L'absence d'énergie propre et fiable prive la majorité de la population de la possibilité de mener une vie saine et productive. Parallèlement, les économies africaines connaissent actuellement une croissance d'environ 4 % par an. La poursuite de cette croissance et l'exploitation du capital humain et des atouts naturels considérables de l'Afrique ne seront possibles que si elles sont favorisées par un secteur énergétique plus étendu et plus efficace. Les Africains ne consomment actuellement que le quart de l'énergie moyenne mondiale par habitant, constitué d'un mélange d'hydroélectricité, de combustibles fossiles et de biomasse, principalement pour des usages traditionnels. Fournir un accès complet à l'électricité pour tous les Africains nécessiterait seulement 900 térawatts-heures (TWh) supplémentaires sur 20 ans, autrement dit, un an de la consommation d'électricité mondiale actuelle.⁶



Un examen attentif des sources d'énergie renouvelable les plus importantes, comme les biocombustibles, le bois de chauffage, le charbon, l'hydroélectricité et la géothermie, nous éclaire sur les diverses possibilités de gestion des compromis. Nous devrions viser des situations gagnantes, à même de garantir la sécurité énergétique, tout en fournissant des terres suffisamment saines et productives pour subvenir aux besoins pressants de tous en matière d'eau et d'alimentation. Obtenir le juste équilibre et limiter les impacts négatifs de tout compromis seront des étapes essentielles à notre survie future.

TERRES ET BIOCOMBUSTIBLES

Une partie de la solution ou une partie du problème ?

Bien qu'ils génèrent moins d'émissions et soient sans doute plus durables que les autres, les biocombustibles peuvent entraîner une augmentation mondiale des prix des denrées alimentaires et une dégradation des terres. Faut-il consacrer davantage de terres aux biocombustibles, alors que des pressions telles que la dégradation des terres et le changement climatique hypothèquent notre capacité à nourrir une population grandissante, devant atteindre 9,7 milliards d'êtres humains d'ici 2050 ?

Les préoccupations concernant les prix élevés de l'énergie et les émissions de carbone ont donné lieu à des appels croissants en faveur de la production et de l'utilisation de biocombustibles. Actuellement, les matières premières destinées aux biocombustibles occupent 2 à 3 % des terres arables dans le monde. Même si l'objectif était de fixer à 20 % le quota des biocarburants dans le cadre de la production totale d'énergie d'ici 2050, cela nous obligerait au moins à doubler les récoltes annuelles.⁸ Les prévisions des besoins futurs en termes de production de biocombustibles et de denrées alimentaires indiquent une possible intensification de la compétition pour les terres. Cela s'avérera particulièrement préoccupant si toutes les politiques concernant les biocombustibles sont appliquées ou lorsque les biocombustibles deviendront plus viables sur le plan économique. Il a été suggéré que les biocombustibles pourraient assurer 27 % de la consommation d'énergie

mondiale pour les transports d'ici 2050. À ce stade, les biocombustibles utiliseraient 6 % des terres arables de la planète.⁹

La production mondiale de biocombustibles modifie l'utilisation des terres. Dans de nombreux cas, le moyen le plus rentable de produire de la matière première pour les biocombustibles consiste à raser l'écosystème naturel des terres, qu'il s'agisse de forêts tropicales, de savane ou de prairies. Les émanations de dioxyde de carbone issues de la combustion ou de la décomposition de la biomasse et du terreau oxydant peuvent donc remettre en cause les avantages potentiels des biocombustibles en termes de gaz à effet de serre.

La production de biocombustibles a également des conséquences sur les prix des denrées alimentaires. Les impacts des biocombustibles sur la production de denrées alimentaires dépendent de facteurs spécifiques tels que la terre, la technologie, le modèle d'agriculture utilisé et la possibilité de retombées sur d'autres productions agricoles. Certaines cultures pour les biocombustibles exigent également beaucoup d'eau. L'empreinte hydrique moyenne des biocombustibles est 70 fois plus importante que celle du pétrole.¹⁰ Toutefois, l'empreinte hydrique des biocombustibles varie également largement en fonction des pays et du contexte. Il est donc essentiel de superviser les impacts de la production de biocombustibles sur la consommation d'eau et l'utilisation des terres.

Étude de cas au Mali¹⁹ : l'électrification grâce au pourghère

Le projet Garalo dans la commune de Garalo, au Mali, a été mis en place pour garantir à la communauté locale un accès à l'électricité issue de l'huile de pourghère. Les petits exploitants agricoles sont au cœur de ce modèle de gestion fournissant de l'huile de pourghère à une centrale électrique hybride. L'électricité est ensuite vendue par la compagnie d'électricité privée ACCESS aux ménages et aux entreprises. Sur une prévision de 10 000 ha de pourghère, six cent hectares impliquant 326 familles rurales, sont déjà exploités sur des lopins préalablement dédiés à la culture du coton. Le coton étant en effet un produit à forte consommation d'eau dont la valeur marchande a fortement chuté ces dernières années. Le projet en question assure ainsi un revenu stable aux fermiers ainsi qu'une source d'énergie fiable aux communautés, ce qui a pour effet de stimuler l'économie locale. En outre, cette initiative a permis de promouvoir les droits des producteurs et des consommateurs grâce à la mise en place de coopératives et d'associations.



Peut-on réhabiliter des terres dégradées à l'aide de cultures pour les biocombustibles ?

Dans le but d'éviter tout compromis entre l'augmentation des cultures destinées aux biocombustibles, la préservation de la biodiversité et la sécurité alimentaire, trois types de terres ont été suggérés : les terres « marginales », les terres dégradées et les terres abandonnées. Les terres « marginales » comprennent l'ensemble des zones non cultivées dans lesquelles la production principale actuelle est trop faible pour permettre une agriculture compétitive. Les terres dégradées ont déjà été cultivées et sont devenues marginales en raison de la dégradation des sols ou d'autres conséquences, résultant d'une gestion inadaptée ou de facteurs extérieurs. Les terres abandonnées se composent de terres dégradées ayant une faible productivité ainsi que de terres ayant une productivité élevée. Certaines

cultures pour biocombustibles peuvent pousser sur des terres dégradées et permettent de restaurer la qualité et la productivité des sols. Elles peuvent donc être prises en compte dans les mesures à prendre pour parvenir à une neutralité en termes de dégradation des terres (Objectif mondial pour le développement durable 15.3). Le panic raide en est un exemple. L'utilisation de plantes légumineuses fixatrices d'azote est également une solution pour améliorer la fertilité des sols, car elles garantissent une couverture végétale, permettent de contrôler les mauvaises herbes et augmentent la présence de phosphore dans les sols. Ce type de culture pourrait facilement être utilisé entre les cycles de culture et offrirait des alternatives de régénération des terres aux agriculteurs. Une autre solution est également possible : la production de biocombustible à partir de mélanges hautement diversifiés nécessitant peu d'intrants, constitués d'herbes vivaces de prairie cultivables sur des terrains agricoles dégradés.

Disponibilité des terres pour la production de biocombustibles¹⁵

Une estimation de la superficie des terres agricoles marginales pouvant être consacrée à la production de biocombustibles a été réalisée en Afrique, en Chine, en Europe, en Inde, en Amérique du Sud et dans la zone continentale des États-Unis. Au total, ces pays ou régions peuvent disposer de 320 à 702 millions d'hectares de terre, en comptant uniquement les terres agricoles dégradées et abandonnées, les cultures mixtes, et la végétation. Si les prairies, la savane et les broussailles dont la productivité est marginale sont également prises en compte, le total des terres disponibles oscille entre 1 107 et 1 411 millions d'hectares.

Des consultations impliquant directement les communautés doivent être organisées avant de convertir les terres marginales en matière première pour les biocombustibles, afin d'éviter tout impact social et écologique indésirable. En effet, certaines terres dégradées et marginales sont utilisées par les ménages les plus pauvres pour la biomasse, les matériaux de construction, la cueillette de fruits et la récolte de noix et, dans certains cas, la culture vivrière. La compétition pour les ressources en terrains entre les producteurs de biocombustibles et les parties prenantes les plus pauvres peut entraîner une perte d'accès aux terres dont dépendent les minorités les moins fortunées.¹⁶ Dans ce contexte, les plantations pour biocombustibles, en particulier si elles reposent sur des acquisitions de terres de grande ampleur, sont généralement problématiques.¹⁷

La production de biocombustibles doit être développée dans une perspective acceptable du point de vue éthique, environnemental et économique.¹⁸ Les biocombustibles peuvent faire partie du bouquet énergétique, mais uniquement dans le cadre d'une production durable, si les producteurs

optent pour une série de pratiques qui limitent les effets préjudiciables pour les écosystèmes et réduisent la consommation d'eau et le recours aux fertilisants. De telles pratiques sont essentielles pour garantir la viabilité de la future production de biocombustibles. Cette production doit être menée à bien à des niveaux adaptés qui préservent la fonction de l'écosystème et la biodiversité de l'ensemble des paysages. Seule une production de petite envergure est durable. Les projets de biocombustibles à petite échelle peuvent, en particulier, apporter des avantages importants non seulement en termes de sécurité énergétique, mais également par le biais de la création de nouveaux moyens de subsistance. Partout dans les pays en voie de développement, des exemples d'initiatives de petite envergure peuvent être observés, contribuant à fournir un meilleur accès à l'énergie par la mise en place de différentes ressources bioénergétiques et leur transformation en offres énergétiques plus pratiques au niveau local. Les projets de biocombustibles peuvent considérablement contribuer à la sécurité énergétique locale et des ménages dans les régions reculées.

TERRES, BOIS ET CHARBON

Quand la tradition rencontre la modernité

Le bois est utilisé comme combustible depuis plusieurs millénaires, car il répond aux besoins de l'humanité en lui permettant de cuisiner, de faire bouillir de l'eau, de s'éclairer et de se chauffer. Aujourd'hui, le bois utilisé sous forme de combustible (le bois de chauffe, sous forme de bois et de charbon) représente encore environ 10 % de l'approvisionnement énergétique mondial. Il domine l'apport énergétique dans une grande partie des pays en voie de développement, en particulier dans les villages isolés. Plus de 90 % de la population de l'Afrique subsaharienne dépend du bois de chauffe.

Le bois de chauffe satisfait principalement les besoins en combustible des populations rurales. Avec la déforestation due à la production de charbon, les populations rurales sont contraintes de partir et sont les premières touchées par la dégradation des terres résultant de la surexploitation

des forêts. D'autre part, la demande de charbon est étroitement liée à l'urbanisation, et l'approvisionnement provient principalement de terres arides non durables. Le charbon est privilégié dans les zones urbaines en raison de sa grande densité énergétique, de ses faibles coûts de transport et de son taux d'émissions relativement bas. En Afrique de l'Est, 70 à 85 % des ménages urbains dépendent du charbon.

L'urbanisation continue a entraîné une forte augmentation de la demande de charbon ces dernières années. Ce phénomène a été observé en Afrique subsaharienne en particulier, où la consommation annuelle moyenne de charbon a augmenté de 3 % entre 2000 et 2010. La consommation de bois de chauffage a, quant à elle, augmenté de 1 % par an au cours de cette même période. La production de charbon non durable en milieu rural est l'une des principales causes de la dégradation des forêts dans ces zones. Elle entraîne une perte de la biodiversité et, au bout du compte, un déraillement économique. Les conséquences négatives de la production de charbon sur les forêts de terres arides et les régions boisées sont susceptibles d'augmenter avec l'urbanisation et la croissance démographique. La hausse prévue de la demande de charbon pourrait avoir des répercussions négatives importantes sur la couverture forestière dans les forêts arides, avec tous les effets associés en matière de dégradation des terres et de changement climatique. Il est donc impératif de trouver, d'une part, d'autres sources de combustibles plus durables et de prendre, d'autre part, des mesures pour soutenir une production de charbon durable pour les pays en voie de développement et leurs communautés rurales.



Étude de cas au Rwanda²² : des forêts rurales privées qui tirent davantage parti du bois de chauffage

Le Rwanda est l'un des quelques pays africains dont la couverture forestière est en hausse, avec une augmentation de 7 % entre 2000 et 2005, grâce à l'expansion des plantations forestières. Cette réussite apparente fait suite à la perte antérieure des deux tiers de la couverture forestière naturelle du pays, ainsi que d'une grande partie de sa biodiversité. La quasi-totalité du bois de chauffage du Rwanda provient aujourd'hui d'arbres plantés et la récolte issue des forêts naturelles est presque inexistante. Les plantations supérieures à 0,5 hectare recouvrent près de 241 000 hectares de terres, dont 65 % appartiennent au gouvernement et aux collectivités régionales, 25 % aux agriculteurs et autres propriétaires fonciers privés et 9 % à des institutions. Grâce à la sécurisation des régimes fonciers et à l'augmentation des prix du bois de chauffage, l'investissement dans la plantation d'arbres pour produire des poteaux de construction, du bois d'œuvre, du bois de chauffage et du bois destiné à la fabrication de charbon est devenu rentable pour les particuliers. L'amélioration de la position sociale des agriculteurs leur a permis de bénéficier d'une position plus équilibrée lors de la négociation des prix auprès des négociants, qui détenaient autrefois la plus grande partie du pouvoir dans la chaîne de valeur du bois de chauffage.

Étude de cas au Cambodge²¹ : réduire la demande en bois de chauffage au Cambodge grâce à des fourneaux efficaces

Dans les pays comme le Cambodge, la demande non durable de bois de chauffage et de charbon représente un facteur de dégradation considérable. Ce problème peut être traité en partie par un meilleur rendement énergétique lors de la génération d'énergie à partir de cette source combustible. Un projet a permis de créer 265 emplois supplémentaires et d'économiser un total de 2,5 millions de dollars sur les achats de charbon des utilisateurs de fourneaux entre 2003 et 2006 (GERES, 2007). Les réductions d'émissions entre 2003 et 2007 ont atteint un total de 179 518 tonnes équivalent CO₂, vérifié par un tiers selon la norme Voluntary Carbon Standard, ce qui démontre que la réduction des émissions permise par les projets de bois de chauffage est donc réelle, mesurable et vérifiable.

Étude de cas au Guatemala²⁰ : préserver l'approvisionnement en bois de chauffage par le biais de l'agroforesterie

Au Guatemala, la transformation des terres dégradées en forêts rurales et en agriculture permanente au moyen de systèmes agroforestiers a permis d'accroître l'approvisionnement en bois de chauffage et de répondre à une grande partie des besoins locaux de bois de chauffage (Bryant et al., 1997). Dans ce cas, un projet intitulé CARE a permis la mise en place de trois pépinières gérées par des agriculteurs locaux, devenues autosuffisantes avec le temps. Il a également amélioré la disponibilité en bois de chauffage et la productivité agricole en fournissant des arbres. Ces systèmes agroforestiers ont survécu aux années de conflits politiques et d'incertitude, essentiellement parce que les principales parties prenantes sont les populations locales. Les agriculteurs locaux ont ensuite adopté les techniques du projet dans des zones situées en dehors de leurs fermes, en mettant en place leurs propres pépinières, ce qui a permis ainsi d'augmenter potentiellement la quantité de carbone séquestré (fuites positives) et de fournir une réserve de bois de chauffage stable et durable. Dans cette situation, les méthodes pour augmenter la disponibilité du bois de chauffage et la productivité agricole étaient largement reproductibles.

Existe-t-il des solutions durables pour le charbon ?

Il est notamment possible, pour augmenter la durabilité, de promouvoir l'efficacité de la production et de la consommation de charbon au sein d'un cadre amélioré et plus adapté. Une production plus efficace réduira la quantité de bois nécessaire par unité de charbon produite, en particulier si des techniques modernes sont employées. Des fourneaux optimisés réduiront la consommation de charbon ainsi que la pollution atmosphérique locale et les émissions. Des changements doivent également être apportés à la gestion des terres afin de créer des systèmes d'approvisionnement en charbon viables plutôt que des récoltes de bois ponctuelles. Une meilleure gestion permettrait de régénérer et de préserver les stocks de carbone tiré de la biomasse, parallèlement à la production de charbon.

L'agroforesterie joue un rôle majeur dans la durabilité de l'approvisionnement en charbon : en allégeant la pression de la récolte de bois sur les ressources naturelles, elle permet d'assurer une meilleure pérennité de l'ensemble du processus. Une autre technique largement employée pour diminuer les déchets et augmenter la productivité du charbon et des produits de la sylviculture et de l'agriculture consiste à agglomérer ou compresser les matériaux pour former des briques de combustibles utilisables. Ce processus permet d'augmenter encore davantage la durabilité de la production de charbon.



En 2007, l'industrie du charbon en Afrique subsaharienne était estimée à plus de 8 milliards de dollars, contre 6 milliards de dollars en 1995, et employait plus de 7 millions de personnes (soit près de 1 % de la population de la région) pour sa production et sa commercialisation. Il existe un potentiel de développement économique supplémentaire grâce aux chaînes de valeur du charbon lorsque les résidents des terres arides, et en particulier les femmes, deviennent des fournisseurs de charbon dans le cadre de politiques favorables et écologiques. D'ici 2030, le marché pourrait dépasser les 12 milliards de dollars et employer 12 millions de personnes.



AUTRES SOLUTIONS POUR L'APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIES RENOUVELABLES

La demande globale croissante en énergie propre, fiable et abordable entraînera également un élargissement du rôle des infrastructures de production d'hydroélectricité, géothermique, solaire et éolienne, qui offrent également des possibilités importantes pour réduire la pauvreté et favoriser le développement durable. Au-delà de leur rôle traditionnel consistant à permettre un accès à l'électricité indispensable, ces énergies renouvelables peuvent contribuer efficacement à la coopération et au développement au niveau régional. En mai 2015, les énergies renouvelables représentaient environ 24 % de l'électricité dans le monde²³ et jouaient un double rôle inédit en ce qui concerne le changement climatique : en tant que stratégie d'adaptation face à la variabilité météorologique croissante et en tant que ressources renouvelables pour faire évoluer les économies vers un avenir à moindre émissions en carbone.²⁴



L'hydroélectricité contribue à la croissance économique des pays développés comme le Canada, la Norvège et les États-Unis. Il pourrait en être ainsi dans d'autres régions du monde. Il est intéressant de remarquer que la quantité d'hydroélectricité inexploitée dans le monde en voie de développement est énorme : elle est presque quatre fois supérieure à la capacité actuellement installée en Europe et en Amérique du Nord. En termes d'échelle, si l'Afrique devait développer la même part du potentiel d'hydroélectricité que le Canada, elle multiplierait par huit sa production d'électricité et, avec des investissements complémentaires dans la transmission et la distribution, elle serait en mesure de fournir de l'électricité à l'ensemble du continent, sans parler des nombreux avantages supplémentaires en matière de gestion de l'eau et d'intégration régionale.²⁶

En revanche, l'hydroélectricité peut être complexe et entraîner des risques économiques, sociaux et environnementaux si elle n'est pas exploitée correctement. Exploitée à très petite échelle, l'hydroélectricité a moins d'incidences sur l'environnement. Le développement de la micro-hydroélectricité est une ressource reconnue, intéressante et économiquement prometteuse, particulièrement dans les régions du monde isolées dont les capacités d'investissement massif sont insuffisantes. Elle fonctionne mieux lorsque la terre est saine.

Étude de cas au Kenya²⁷ :

Sortir de la pauvreté grâce à la micro-hydroélectricité

Le projet de micro-hydroélectricité de la communauté de Tungu-Kabiri, financé par le Programme des Nations Unies pour le développement et mis en œuvre par l'organisation Practical Action East Africa et par le ministère kenyan de l'Énergie, a réuni 200 foyers pour qu'ils exploitent leur propre centrale électrique, fournissant ainsi de l'électricité aux entreprises et aux ménages. Une fois les données de débit du fleuve examinées sur 40 ans et le fleuve Tubgu, près de Mbuiru, validé comme approprié, les travaux de construction de la centrale hydroélectrique ont commencé. Pour construire cette dernière, les villageois ont consacré tous leurs jeudis pendant plusieurs mois à creuser, à déplacer des pierres, à couler du béton et à concevoir le déversoir, le canal et la conduite forcée. Le projet a pris deux ans mais profite désormais réellement aux 200 foyers. L'électricité fournie par la centrale permet à la communauté de recharger les batteries de voiture, d'éclairer les maisons et de charger les téléphones portables.

Sur une base géographique, le potentiel inexploité — en pourcentage des quantités potentielles totales — s'élève à :²⁵

- 93 % en Afrique
- 82 % en Asie de l'Est et dans la zone Pacifique
- 79 % au Moyen-Orient et en Afrique du Nord
- 78 % en Europe et en Asie centrale
- 75 % en Asie du Sud
- 62 % en Amérique latine et dans les Caraïbes





L'hydroélectricité est extrêmement sensible aux sécheresses et à la dégradation des terres, ces deux facteurs pouvant affecter le niveau d'eau et le débit et même provoquer un assèchement complet, ce qui a des conséquences sur la productivité de la centrale électrique. La production hydroélectrique californienne a par exemple diminué de manière significative pendant la récente sécheresse, qui a fait chuter le débit d'eau, entraînant des coûts économiques et environnementaux. Une grande partie de l'hydroélectricité perdue a été compensée par l'achat et la combustion de gaz naturel, ce qui a coûté aux contribuables californiens 1,7 milliard de dollars supplémentaires et a produit 13 millions de tonnes de dioxyde de carbone supplémentaires. Il convient de noter que ceci a également entraîné l'émission de quantités substantielles d'autres polluants favorisant l'asthme et contribuant à la formation de smog.²⁸

Si la sécheresse est un phénomène naturel qui ne peut être prévenu, même s'il pourrait être mieux géré, la dégradation des terres est quant à elle évitable. Une terre saine est capable de stocker l'eau. Un hectare de sol entièrement fonctionnel peut retenir 3750 tonnes d'eau. La gestion durable des terres peut assainir les sols et offrir des solutions souples et économiques pour l'approvisionnement en hydroélectricité, en diminuant la production de sédiments et en limitant les conséquences des pénuries d'eau.

Étude de cas au Rwanda²⁹ : restauration des écosystèmes et production durable d'hydroélectricité

En 2003 et 2004, le Rwanda a connu une grave crise de l'électricité. Cette crise a été déclenchée par un fort déclin de la production d'électricité dans la centrale hydroélectrique de Ntaruka, dû à une baisse significative de la profondeur du lac Bulera, le réservoir de la centrale. La perte d'eau a été provoquée par différents facteurs, notamment la mauvaise gestion des marais de Rugezi en amont, la dégradation du bassin hydrologique dans la région de Rugezi-Bulera-Ruhondo en raison de l'activité humaine, le mauvais entretien de la centrale et la baisse des précipitations ces dernières années.

Face à cette crise énergétique, le Rwanda a cherché à reconstituer le bassin hydrologique dégradé en mettant un terme au drainage continu des marais de Rugezi et en interdisant les activités agricoles et pastorales le long de ses rives, ainsi

qu'autour des lacs Bulera et Ruhondo voisins. Mais ces mesures ont privé les foyers ruraux les plus pauvres de l'accès aux ressources essentielles, compromettant ainsi leurs moyens de subsistance. Le gouvernement a réagi en instaurant des mesures agricoles et de gestion hydrologique supplémentaires, notamment la construction de structures de contrôle de l'érosion, la plantation d'une ceinture de bambous et d'herbes autour des marais de Rugezi, la plantation d'arbres sur les flancs de coteau environnants, la distribution de fourneaux améliorés pour la cuisine, la promotion de pratiques agricoles écologiques et le lancement d'activités génératrices de revenus supplémentaires, telles que l'apiculture.

Aujourd'hui, la centrale hydroélectrique de Ntaruka a retrouvé sa pleine capacité opérationnelle, tandis que les moyens de subsistance dans la région ont été renforcés. Le cas du secteur de l'électricité au Rwanda montre l'importance d'une gestion intégrée du bassin hydrologique pour la sécurité énergétique dans un climat changeant.

TERRES ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

L'énergie géothermique est une autre source intéressante d'énergie renouvelable. Contrairement aux énergies solaire et éolienne, la production d'électricité géothermique ne dépend pas des conditions météorologiques et peut être utilisée tout au long de l'année. Dans la production d'énergie géothermique, l'énergie thermique stockée dans les couches supérieures accessibles du sol est transformée en électricité ou utilisée pour le chauffage.

À ce jour, 24 pays utilisent l'énergie géothermique pour produire de l'électricité. Cinq de ces pays tirent entre 15 et 22 % de leur production nationale d'électricité de l'énergie géothermique (le Costa Rica, le Salvador, l'Islande, le Kenya et les Philippines). On estime que le déploiement futur d'installations géothermiques pourrait satisfaire plus de 3 % de la demande mondiale d'électricité et environ 5 % de la demande mondiale de chauffage d'ici 2050.³²

Comparée aux autres ressources énergétiques, l'exploitation de l'énergie géothermique laisse une empreinte environnementale relativement faible. Parmi les impacts possibles, citons le forage des trous de sonde et des puits d'exploration et de production, ainsi que l'émission de polluants gazeux lors du forage et des essais sur le terrain.³³ Les canalisations d'installation peuvent avoir les mêmes incidences sur l'environnement que celles liées au forage. L'exploitation de l'énergie géothermique ne produit pas au final de dioxyde de carbone supplémentaire, car il n'y a aucun processus de combustion. Cependant, le taux d'émissions normales peut être modifié par la production géothermique, selon la configuration de la centrale.

À l'échelle locale, le développement de l'énergie géothermique devra prendre en compte les impacts sur l'utilisation des terres et de l'eau. Ces impacts sont communs à la plupart des projets de production d'énergie. Il s'agit notamment du bruit, des vibrations, de la poussière, des impacts visuels, des effets sur les eaux en surface et en sous-sol, des impacts sur les écosystèmes et la biodiversité, ainsi que d'impacts géothermiques spécifiques. Ceux-ci peuvent altérer des éléments naturels remarquables comme des sources, des geysers et des fumerolles.³⁴ Il existe plusieurs exemples d'installations discrètes et bien intégrées au paysage³⁵, ainsi que d'installations intégrant la production d'énergie et le tourisme³⁶. Cependant, les questions relatives à l'utilisation des terres limitent encore sérieusement les possibilités de nouvelles installations dans certains pays³⁷, en particulier lorsque les nouveaux projets sont situés à proximité de parcs nationaux ou de zones touristiques.



Energie géothermique. Défis et embuches³⁹

L'Éthiopie a lancé une exploration géothermique à long terme en 1969. Ce travail a culminé entre le début et le milieu des années 80, lorsque des forages d'exploration ont été réalisés à Langano (région des lacs). La centrale électrique pilote d'une capacité nette de 7,2 mW installée à Langano avait été confrontée à des difficultés opérationnelles en raison d'un manque de compétences en gestion.

En Zambie, une mini-centrale géothermique pilote (200 kW) a été installée après des travaux d'exploration limités, et la centrale n'a jamais été opérationnelle.

Des pays tels que le Malawi, le Rwanda et la Tanzanie n'ont à ce jour pas dépassé le stade de l'inventaire des ressources potentielles, ce qui constitue le point de départ des activités géothermiques.

Les projets géothermiques doivent être acceptés par la population locale pour réussir. Pour qu'il soit accepté, le projet ne doit entraîner aucun effet nocif sur la santé des personnes, avoir une incidence minimale sur l'environnement et offrir des avantages directs et durables aux communautés. Le développement de l'énergie géothermique peut créer des emplois locaux pendant la période d'exploration, de forage et de construction, d'une durée approximative de quatre ans. Il peut également créer des emplois permanents à temps plein lorsque la centrale commence à fonctionner, étant donné que le gisement géothermique à partir duquel les fluides sont extraits doit être géré localement. Ces projets peuvent réduire la pauvreté dans les campagnes des pays en voie de développement, en particulier en Asie, en Amérique centrale et en Amérique du Sud, ainsi qu'en Afrique où les ressources géothermiques sont souvent situées dans des régions montagneuses isolées.

Il est utile de mettre en place des dispositifs d'utilisation polyvalente des terres qui favorisent l'emploi en intégrant l'extraction d'énergie géothermique souterraine aux activités agricoles à forte intensité de main d'œuvre.

Avec un potentiel estimé à 20 000 mW, l'énergie géothermique pourrait contribuer en grande partie à résoudre le problème de pénurie énergétique en Afrique. Toutefois, cet énorme potentiel est largement inexploité à l'heure actuelle, car le continent doit encore relever des défis en matière de qualification des ressources humaines et de développement d'un savoir-faire technologique.³⁸



Étude de cas du Kenya⁴⁹ : Le succès de l'énergie géothermique

Au Kenya, la centrale géothermique d'Olkaria, la plus grande au monde, est capable de produire 280 MW, et est entrée en exploitation commerciale en 2015. La centrale produit près de 20 % de la capacité énergétique totale du pays. Le Kenya fait partie des régions les plus actives au monde en matière de développement géothermique, et cette énergie renouvelable représente désormais 51 % de sa capacité énergétique installée, remplaçant ainsi l'hydroélectricité comme première source énergétique.



La relation entre les énergies solaire et éolienne et le sol peut paraître obscure, notamment parce que ces méthodes ne tirent pas directement leur énergie du sol, mais ces dernières occupent des terres et les exploitent. Si l'impact direct des éoliennes sur la productivité des terres peut paraître faible, l'empreinte environnementale des projets peut se révéler plus importante en termes d'émissions causées par la production et de terres rendues inexploitable. Ces deux sources d'énergie ont une empreinte

environnementale mesurable dont il faut tenir compte lors de la planification de l'utilisation des terres.

Cette empreinte environnementale varie d'une technologie à une autre. Toutefois, il ressort des données du laboratoire national pour les énergies renouvelables des États-Unis (NREL) que l'installation d'un grand parc solaire photovoltaïque à angle d'inclinaison fixe nécessite 1,1 hectare par GWh/an de production. Autrement dit, une installation photovoltaïque qui s'étend sur 13 hectares pourrait alimenter 1 000 foyers.⁴¹

La connectivité en milieu rural⁴³

Les centrales électriques à grande échelle, adaptées à un environnement urbain, ne conviennent pas forcément pour alimenter des zones isolées et à faible densité de population. Les solutions de mini-réseaux et hors réseau contribuent à créer un environnement favorable permettant aux entrepreneurs ruraux de devenir des petits producteurs d'énergie et de répondre aux besoins d'électrification rurale. Un mini-réseau peut fournir aux ménages et aux entreprises locales la même qualité de service que le réseau national. Pour les ménages isolés dont la demande en électricité est limitée, les systèmes individuels (par exemple, les installations solaires, éoliennes ou systèmes picohydroélectriques domestiques) conviennent mieux.



Étude de cas : « la Ceinture et la Route »

La Chine a fortement investi dans l'énergie solaire et est le premier producteur de panneaux photovoltaïques au monde, avec 70 % des parts de marché du secteur. Nommé en hommage au père fondateur du Pakistan, l'audacieux parc solaire Quaid-e-Azam (QASO), installé dans le Punjab, compte quelque 400 000 panneaux solaires orientés vers le soleil et occupant une surface de plus de 200 hectares de désert. La construction du parc solaire photovoltaïque, d'une capacité de 100 MW, a été réalisée par l'entreprise chinoise Xinjiang SunOasis en seulement trois mois, pour un coût de quelque 130 millions de dollars US (833 millions de yuans). Le parc a commencé à vendre l'électricité au réseau national en août 2015. Il s'agit d'une phase pilote qui s'inscrit dans un projet plus ambitieux consistant à construire le plus grand parc solaire au monde. À son achèvement, prévu pour 2017, le site pourrait avoir une capacité de 5,2 millions de cellules photovoltaïques produisant jusqu'à 1 000 MW, l'équivalent de la production d'une centrale électrique au charbon de taille moyenne, ce qui permettra d'alimenter environ 320 000 foyers en électricité.⁴² Avec le fonds chinois « Route de la soie » de 40 milliards de dollars pour financer les projets liés à l'initiative chinoise « One Belt, One Road » (une ceinture, une route) en train de passer à la vitesse supérieure, cette initiative devrait permettre de créer des conditions favorables pour l'exploitation et le développement énergétiques. La part des énergies renouvelables augmente dans le bouquet énergétique global.



LES CONDITIONS DU SUCCÈS : PRÉSERVER LE LIEN ENTRE L'ÉNERGIE ET LES TERRES

Les sources d'énergie abordables, fiables et durables peuvent augmenter les revenus dans les zones rurales, ouvrir de nouvelles possibilités économiques et servir de base à un développement rural plus large. L'énergie renouvelable durable dépend en grande partie d'écosystèmes fonctionnels et sains. La production d'énergie renouvelable nécessite l'utilisation d'une quantité supplémentaire de terre et d'eau, ce qui peut affecter la disponibilité de ces

deux ressources pour les générations futures, particulièrement lorsqu'on les associe aux effets engendrés par le changement climatique et la croissance démographique. L'unique solution réaliste réside dans la planification conjointe de la gestion et de l'approvisionnement durables des ressources énergétiques, en eau et en terres.

Voici quelques enseignements et conditions de réussite clés dans la mise en œuvre de projets énergétiques à même d'avoir des impacts positifs sur les communautés pauvres dans les pays en développement :

Comprendre les relations :

Comprendre les liens qui existent entre l'approvisionnement des ressources énergétiques, en terre et en eau. Examiner les conséquences inattendues éventuelles d'une décision ou d'un compromis.

L'échelle importe :

La plupart des sources d'énergie renouvelables, en particulier les biocombustibles (plantes, bois), peuvent contribuer à résoudre le problème, mais les solutions à petite échelle et propres à un site sont à privilégier, car elles occasionnent moins d'effets négatifs sur l'environnement.

Planifier en tenant compte du paysage :

Penser à la superficie des terres et à l'empreinte hydrique de chaque méthode de production énergétique. Opter pour un juste équilibre entre les sources d'énergie et l'utilisation des terres, de manière à prendre en compte l'ensemble des besoins des parties intéressées.

Privilégier des solutions naturelles :

Utiliser une infrastructure écologique lorsque c'est rentable. Par exemple, il a été prouvé que les bassins hydrographiques forestiers régulent, filtrent et fournissent de l'eau à moindre coût, et consomment beaucoup moins d'énergie qu'une infrastructure classique.

Fournir des niveaux adéquats de connectivité :

Les mini-réseaux peuvent constituer une solution viable et rentable en matière d'électrification, particulièrement dans les zones trop éloignées du réseau et à trop faible densité de population pour justifier économiquement un raccordement au réseau.

Sensibiliser les populations locales et encourager la propriété :

Ce conseil vaut tant pour les projets énergétiques que fonciers. Il est essentiel de protéger les droits de propriété. Cela passe notamment par des consultations équitables.

Développer les compétences locales :

Les projets d'énergie renouvelable souffrent généralement d'un transfert limité des compétences après l'installation initiale, ce qui engendre des problèmes d'entretien de plus en plus nombreux par la suite. De la même manière, les pratiques durables en matière de gestion des terres sont trop méconnues. Le développement des compétences au sein des communautés locales contribue à encourager l'appropriation, à augmenter la viabilité des systèmes et à maximiser la création de valeur locale.

Soutenir un environnement favorable :

Encourager les activités du secteur public qui créent et améliorent un environnement propice aux investissements du secteur privé dans la gestion durable des ressources énergétiques, en eau et en terres. L'accès à des capitaux et à des crédits abordables à différents stades du développement est essentiel pour favoriser les investissements sur le long terme. Cela comprend la mise en place de régimes politiques, réglementaires et juridiques qui fournissent des règles claires et prévisibles pour le développement, la mise en œuvre et l'exploitation des projets.

L'énergie pour tous et la neutralité en termes de dégradation des terres : les deux faces de la même médaille

La protection de la faune et de la flore terrestres (objectif 15) et le recours aux énergies renouvelables fiables (objectif 7) occupent une place importante dans les Objectifs mondiaux pour le développement durable. Abordés correctement, il ne fait aucun doute que ces objectifs sont complémentaires.

Étant donné que les émissions de gaz à effet de serre engendrées par la production d'énergie ne cessent d'augmenter alors que la capacité d'absorption de l'atmosphère est limitée, le monde doit adopter un mode de vie différent, à faibles émissions de carbone, tout en continuant à fournir les services énergétiques nécessaires pour garantir une croissance durable et équitable. S'il est vrai que les sources d'énergie renouvelables dépendant de la terre telles que les biocombustibles, la biomasse et l'hydroélectricité peuvent être considérées comme « respectueuses du climat », cela ne garantit pas pour autant la durabilité environnementale. La production d'énergie renouvelable nécessite l'utilisation d'une quantité supplémentaire de terre et d'eau, ce qui peut affecter la disponibilité de ces deux ressources pour les générations actuelles et futures, particulièrement lorsqu'on les associe aux effets engendrés par le changement climatique, la croissance démographique et la sécurité alimentaire.

Neutralité en termes de dégradation des terres

La neutralité en termes de dégradation des terres vise à maintenir ou à augmenter la superficie des terres saines et productives en un lieu et un temps donnés.

Ce phénomène se produit de façon naturelle, mais peut être accéléré par le biais d'une gestion améliorée des terres et de la restauration de l'écosystème.

Pour réellement atténuer le changement climatique et pérenniser l'énergie, en particulier dans les pays en développement, il est essentiel de gérer les terres de manière durable et équitable. Ce n'est qu'en utilisant et en gérant le plus efficacement possible les ressources mondiales disponibles en terres et en eau, et inversement, que nous parviendrons à répondre aux futures demandes croissantes en nourriture, fibre et combustibles issus de la biomasse.

Les Objectifs mondiaux pour le développement durable peuvent contribuer à promouvoir une gestion efficace des ressources en eau et en terres et à fournir de l'énergie à l'ensemble de la population mondiale. En réalisant l'objectif 15.3 relatif à la neutralité en termes de dégradation des terres, nous préserverons les services écosystémiques vitaux, renforcerons la sécurité énergétique, nous adapterons, et atténuerons le changement climatique sans mettre en péril la sécurité alimentaire. La neutralité en termes de dégradation des terres doit devenir la nouvelle norme. Pour ce faire, nous devons avoir recours à des initiatives favorisant la réhabilitation des terres dégradées et l'adoption générale de pratiques de gestion durable des ressources en eau et en terres.

La terre a besoin de l'énergie. L'énergie a besoin de la terre. Un travail de développement et de planification est nécessaire pour qu'elles fonctionnent en harmonie. Elles constituent toutes deux une énergie vitale.

SOURCES

- 1 International Energy Agency's New Policies Scenario - http://www.iea.org/bookshop/700-World_Energy_Outlook_2015
- 2 Overseas Development Institute (ODI) et al. (2012): The 2011/2012 European Report on Development, Confronting Scarcity: Managing Water, Energy and Land for Inclusive and Sustainable Growth p. 106
- 3 Overseas Development Institute (ODI) et al. (2012): The 2011/2012 European Report on Development, Confronting Scarcity: Managing Water, Energy and Land for Inclusive and Sustainable, p. 73.
- 4 IRENA (2013): Africa's renewable future. The path to sustainable growth, p. 22.
- 5 IRENA (2013): Africa's renewable future. The path to sustainable growth, p.5.
- 6 IRENA (2013): Africa's renewable future. The path to sustainable growth, p.5.
- 7 IRENA (2015): Renewable Energy in the Water, Energy & Food Nexus, p. 52.
- 8 Searchinger, T. and R. Heimlich (2015): "Avoiding Bioenergy Competition for Food Crops and Land." Working Paper, Installment 9 of Creating a Sustainable Food Future Washington, DC: World Resources Institute, <http://www.worldresourcesreport.org> p. 3.
- 9 Overseas Development Institute (ODI) et al. (2012): The 2011/2012 European Report on Development, Confronting Scarcity: Managing Water, Energy and Land for Inclusive and Sustainable, p. 7.
- 10 Overseas Development Institute (ODI) et al. (2012): The 2011/2012 European Report on Development, Confronting Scarcity: Managing Water, Energy and Land for Inclusive and Sustainable, p. 7, UNEP (2009): Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels, p. 56.
- 11 UNEP (2009): Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels, p. 75.
- 12 UNEP (2009): Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels; Schnoor, Jerald, L. (2007): Biofuels and the Environment, APBN, p. 565.
- 13 UNEP (2009): Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels p. 75-76.
- 14 Tilman, David et al (2006): Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass, *Science* 314 , p. 1598-1600, p. 1598.
- 15 Cai, Ximing et al (2011): Land availability for biofuel production , *Environmental science & Technology*, Vol. 45/ 1 p. 334-339(334).
- 16 UNEP (2009): Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels with further references , p. 76. AETS(2013): Assessing the impact of biofuels production on developing countries, p. 92, Hart Energy Consulting/CABI(2010): Land Use Change: Science and Policy Review, p. 9.
- 17 Giovanetti, Giorgia/ Ticci, Elisa (n.d.): Sub-Saharan Africa in global trends of investment in renewable energy. Drivers and the challenge of the water-energy-land nexus, http://erd-report.com/erd/report_2011/documents/dev-11-001-11researchpapers_giovanetti-ticci.pdf p. 32.
- 18 IUCN (2008): Factsheet on Biofuels, from https://cmsdata.iucn.org/downloads/biofuels_fact_sheet_wcc_30_sep_web.pdf p. 2.
- 19 Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) and Policy Innovation Systems for Clean Energy Security (PI-SCES) (2009): Small-Scale Bioenergy Initiatives: Brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa, p. 12
- 20 Taken from: Griscom, Bronson et al (2009): The Hidden Frontier of Forest Degradation, http://www.rainforest-alliance.org/resources/documents/hidden_degradation.pdf
- 21 Taken from : Griscom, Bronson et al (2009):The Hidden Frontier of Forest Degradation, http://www.rainforest-alliance.org/resources/documents/hidden_degradation.pdf
- 22 Energy Sector Management Assistance Program ESMAP (2012): Commercial woodfuel production. Experience from Three Locally Controlled Wood Production Models, https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/FINAL-CommercialWoodfuel-KS12-12_Optimized.pdf p. 23.
- 23 http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics : Viewed on 30/10/2015
- 24 The World Bank (2009): Directions in Hydropower, p. 1.
- 25 The World Bank (2009): Directions in Hydropower, p. 6.
- 26 The World Bank (2009): Directions in Hydropower, p. 5
- 27 Klunne Wim (2011): Micro Hydropower in rural Africa, http://energy4africa.net/klunne/publications/challenge_Spring2011_hydropower.pdf p. 9.
- 28 Christian Smith, Juliet et al (2011): Impacts of the California Drought from 2007 to 2009, http://www.pacinst.org/wp-content/uploads/sites/21/2013/02/ca_drought_impacts_full_report3.pdf p. 7.
- 29 Rwanda: Ecosystem Restoration and Sustainable Hydropower Production, <http://www.wri.org/our-work/project/world-resources-report/rwanda-ecosystem-restoration-and-sustainable-hydropower>, Accessed 20/06/2014
- 30 Rogner, H.-H.et al. (2012): Chapter 7 - Energy Resources and Potentials. In *Global Energy Assessment — Toward a Sustainable Future*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, Austria, pp. 423-512, p. 497.
- 31 Rogner, H.-H.et al. (2012): Chapter 7 - Energy Resources and Potentials. In *Global Energy Assessment — Toward a Sustainable Future*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg, Austria, pp. 423-512, p. 497.
- 32 Goldstein, B., G. et al. (2011): Geothermal Energy. In *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, p. 432.
- 33 Rogner, H.-H., (2012): Chapter 7 - Energy Resources and Potentials. In *Global Energy Assessment — Toward a Sustainable Future*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Luxembourg , Austria, pp. 423-512, p. 500-501.
- 34 Goldstein, B., G. et al. (2011): Geothermal Energy. In *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, p. 432.
- 35 For example Matsukawa, Japan.
- 36 For example Wairakei, New Zealand and Blue Lagoon, Iceland.
- 37 Indonesia, Japan, the USA and New Zealand.
- 38 UNEP (2015) Press release : Homegrown Experts to Tap into Africa's 20,000 MW Geothermal Energy Thanks to New Excellence Centre, <http://www.unep.org/NewsCentre/default.aspx?DocumentID=26840&ArticleID=35391>
- 39 Examples taken from: Overseas Development Institute (ODI) et al. (2012): The 2011/2012 European Report on Development, Confronting Scarcity: Managing Water, Energy and Land for Inclusive and Sustainable Growth, p. 76.
- 40 Bayar, Tildy (2015): World's largest geothermal plant opens in Kenya as global development steams ahead, <http://www.powerengineeringint.com/articles/2015/02/world-s-largest-geothermal-power-plant-opens-in-kenya.html>
- 41 <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2013/08/calculating-solar-energys-land-use-footprint.html>
- 42 <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/8160-China-helps-Pakistan-build-world-s-largest-solar-farm>
- 43 All taken from IRENA (2013): Africa's renewable future. The path to sustainable growth, p. 22- 23.

Cover:
Off the grid but on the up Solar power. Copyright © A. Traylor-Smith/Panos Pictures/UK Department for Int'l Development. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/dfid/4058016979/in/photolist-7bAp4Z>.

p. 2:
Child of Zambia. Copyright © J. Walker CIFOR 2009. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/cifor/5594789860/in/photolist-9woJrQ-9woKSO-9woP57-9woPfu-9woHkV-9woJih-9woVyT-9woL79-9woKJfP-9woRlJQt-9woRmJV-9woKtZK-9woLxW-9woPpf-9woPBh-9woVik-9woMYm-9woLUP-9woVca-9woGS7-8qNohs-8qKqMr-8qKqGwn-8qKqWX-8qKkKv-Bpw8Gm-8qNosw-8qNpou-8qNpeu-8qNoXW-8qKh54-8qNp5S-8qNoY9>.

p. 3:
Teresia Oloitai / Power Africa in Tanzania. Copyright © USAID 2015. Taken from Flickr CC, https://www.flickr.com/photos/usaid_images/16115739034/in/photolist-qy6nKy-rdveDb-rdCKLi-AE6LmK-ABMqye-8NV5CX-ruYWT9-ruYXQJ-e52kGj-v8S-6RN-5dxBm6-ABMHcq-ALtWfTggxta-5dxCNF-h6XZp7-bjgdeT-bUKYZP-as6PF5-ruZnQ3-rdCSEn-rdwrW7-ruZ3HL-ruZ2rh-rdvuNu-ruVUWhL-qyickR-qyisE8-rv2VQu-qyid8x-rlbL8JM-ruZnjo-ruYG5a-ruZkqy-rdvqKu-rycwGT-ruYQ8W-rdvY7j-rdCRYH-rd-wmZG-rdwiY3-rgCe2N-rdw6hw-5dBXGs-rv5Z2P-rlLEhM-rgDaPf-rdD5na-psg3RN-puiavT.

p. 5:
Ghana Women carry everything on their heads. Copyright © G-lish Foundation 2011. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/glish/6197554218/in/photolist-arE5X5-fME7iw-docwgy-bWhaz5-gj4csu-gj1wpl-9CYQs4-mErEKv-ajt7ca-djoVpX-9vXStD-4cmypL-ddiSEZ-bt2pNP-8cDxb8-cAuTuq-cC6e8q-86piWA-cAuSZ9-6GV7Aa-cSZhpQ-cAuUHS-cSbU87-clZAY1-djHtzC-cSZk5b-ddIT9F-cwhzdA-ddITb3-njR2t7-cSZJMU-clZAt9-dGSvPX-pxBSCa-pxyvyK-cAuTZE-cAuTed-cSZuY-4yxyU9-aKGtfx-ac4kpn-dfpUth-cl1Ees-aAGFSv-bkacxN-dfjD5K-delHYA-9uu4mT-aAHwS1-5abGxS>.

p. 6:
Jatropha Biofuel plant. Copyright © „Fluffymuppet“ 2010. Taken from Flickr CC, 5482111002_37ffc88a39_o.

p. 7:
Switchgrass (Panicum Virgatum). Copyright © R. Potterfield 2015. Taken from Flickr CC, 22046536489_f27b2f493a_o.

p. 8:
8621823304_0302b886d3_o Firewood Delivery Burkina Faso Copyright © CIFOR 2013 Flickr CC.tif

p. 10:
Bunda Firewood Seller. Copyright © A. Moore 2009. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/andryn2006/3705091406/in/photolist-6DpyAj>.

p. 10:
Carrying Kindling, Rwanda. Copyright © A. Cohn 2011. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/adamcohn/5540718243/in/photolist-9rBCuT-ALJfWF-sER28H-eQMmiM-xDTKA5-f3LvgM-4YxBEF-g9aGxS-yheDPA-gtWedQ-6ueqM8-5DnT7x-fsA8zQ-5BV1NX-9w2BEo-ybVfWQ-ad4Ymi-4TdKu3-7SPR6F-iW8uAr-dPNRc5-7opR2W-iW8td6-rQQTEK-j8S15-76e6Dn-oV4DcS-gfhvLi-cQaJrh-acd1To-6U4P4a-fuZcox-dSuQUc-egVxWx-pswiKY-dMBAhF-8Hr9PV-atgZML-a6a64H-9VNmX6-c4Mird-qT-Cqx7-5ssW49-64Wp9T-5QKLUdu-bdtKzE-bsNpCK-j8M8rd-cu7ZQW-8pBEZ9>.

p. 10:
Duke Energy Turbines at Los Vientos Wind Farm. Copyright © Duke Energy. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/dukeenergy/17379674148/in/photolist-sLjDq8-stMnCh-SHZtRE-stRbMt-4EUmVr-sLj7Li-rPvdTt>.

p. 10:
Hydropower plant in Ghana. Copyright © A. Hoel/World Bank 2006. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/worldbank/5094784084/in/photolist-8Ld6NU-ddYze8-ddYz6d-ddYz6g>.

p. 10:
Algeria unveils renewable energy strategy 03 / Magharebia Algerian Renewables Strategy. Copyright © Magharebia 2010. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/magharebia/5263617050>.

p. 11:
Syalque microhydro in Temang Manang Copyright © R. Goodier/Engineering for Change. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/44221799@N08/8982216666/in/photolist-eFJd5A>.

p. 12:
Sierra Leone Bumbuna Hydropower Station. Copyright © R. Vriesema 2014. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/57597477@N03/6820744284/in/photolist-boJ6r7-boJ6Do-bBD12D-boJ6MU-bBcZrZ-boJ6aw-boJ64h-bBcZrv-bp-cgyd-jG6BXU-jG5Nj5-jG6s95/>.

p. 13:
Hells Gate Geothermal Power II. Copyright © J. Fisher 2015. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/jaundicedferret/18407075263/in/photolist-sPaowf-r59Nqy-sPanma-Ahpn9n-fqr7aR-4Kszh-8oNpu9-b7rXn-2XlSjy-u3z5bB-u3psXQ-9b94Ly-5mRkH4>.

p. 14:
Geothermal Plant Olkaria II, Kenya. Copyright © AdobeStock, 59661532.

p. 15:
Studying with solar lamp light in Senegal. Copyright © IFC 2010. Taken from Flickr CC, 4663992338_9696dfef44_o

p. 15:
Women Barefoot Solar Engineers of Africa Copyright © BSE 2008. Taken from Flickr CC, <https://www.flickr.com/photos/barefootcollege/4028688322/in/photolist-8kElar-8kEl9P-7915Fu-78WdDK-bVnHnu-78WduB-7XkGXd-7915q3-8svYj-7XhtuX-7XkGXE-7915xG-7CxZkR-7915sm-7915Ah-7WTFcZ-mpePRB-e2Qd4M>.

p. 15:
Aerial view of Quaid e Azam Solar Power. Copyright © Quaid e Azam Solar Power, http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fi.dawn.com%2Fprimary%2F2015%2F09%2F55edcbf8bf23.jpg%253Fr%253D141787821&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.pakistanaffairs.pk%2Fthreads%2F89373-World-s-largest-solar-park-to-light-up-Pakistan-s-future&h=480&w=800&tbnid=1ofdpQniqLEpM%3A&docid=D-LEyht3s4ti1M&ei=IY5bVou9KMZuUrfHUA&tbnm=isch&iact=rc&uact=3&dur=1797&page=1&start=0&ndsp=13&ved=0ahUKEwjL26zj6LbJAHVMtBQKHtd_AQgQrQMIKjAE.



United Nations Convention to Combat Desertification
UN Campus, Platz der Vereinten Nationen 1, 53113 Bonn, Germany
Postal Address: PO Box 260129, 53153 Bonn, Germany
Tel. +49 (0) 228 815 2800
Fax: +49 (0) 228 815 2898/99
E-mail: secretariat@unccd.int
Web-site: www.unccd.int