

Pratiques agro-écologiques et stocks de carbone des sols

Paroles d'acteurs du développement

*Adeline LAMBERT-DERKIMBA,
Margaux DANIELS,
Patrice BURGER*

Introduction

Les zones sèches du globe représentent environ 40 % des surfaces émergées de la planète et hébergent près de 35 % de la population mondiale (fig. 1). La majorité de cette population a un mode de vie dépendant des activités agricoles et pastorales et est composée de nombreux agriculteurs pauvres¹. Pour ces derniers, le maintien et l'amélioration des capacités productives du milieu, dont les sols, sont une obligation de survie. Si le milieu est trop dégradé, divers phénomènes surviennent tels que insécurité et migrations. Ainsi il a été estimé que 40 % des conflits internationaux de ces 60 dernières années sont liés à la terre et aux ressources naturelles. Les migrations forcées dont le départ des jeunes qui accompagnent ces phénomènes provoquent une pénurie de main d'œuvre et une perte de savoir-faire qui appauvrissent davantage le potentiel de développement de ces régions².

Face à ces problèmes de migration, le maintien et l'amélioration des services rendus par les écosystèmes et les sols aux modes de vie qui en dépendent, sont

1 74 % selon la Convention des Nations unies de lutte contre la désertification.

2 <https://reporterre.net/Le-changement-climatique-amplifie-les-migrations-mondiales>

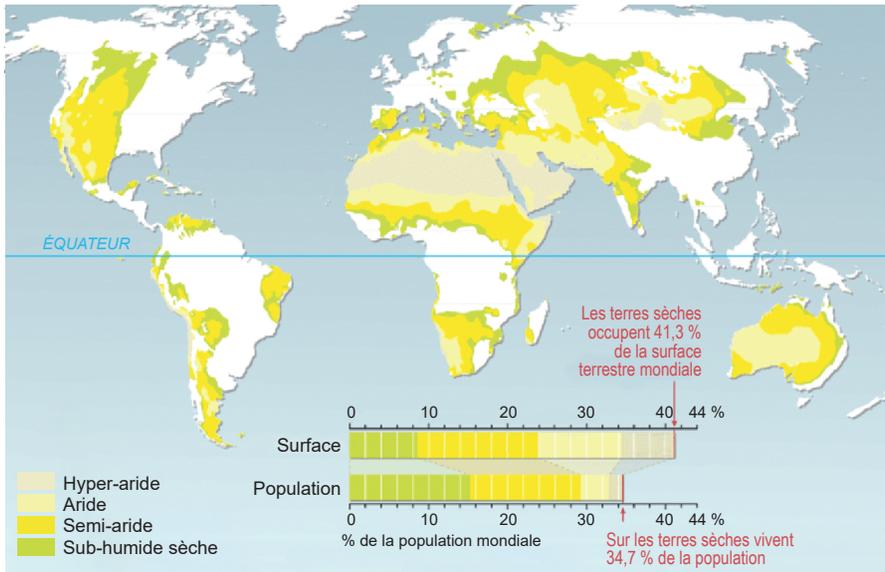


Figure 1
Carte mondiale des zones sèches.
Source : Millenium Ecosystem Assessment.

un enjeu national et international. Dans ces régions arides, répondre à cet enjeu est difficile car à la fragilité des sols due aux conditions pédoclimatiques parfois extrêmes s'ajoutent des processus de dégradation induits par de fortes pressions sur les ressources (FAO³). Cette pression s'explique en partie par une démographie croissante et par des pratiques agricoles inadaptées. C'est ce que la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification⁴, qualifie de désertification dans son article premier « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La désertification est la perte progressive des propriétés et des fonctions des sols, d'un point de vue biologique (fertilité, biodiversité, activité biologique, etc.) et physique ou chimique (structure, capacité de filtration et d'épuration, résistance aux érosions, salinisation, etc.).

Les activités à l'origine de la désertification sont variées selon les contextes et les sociétés. Citons par exemple : la mise en culture de sols fragiles, une gestion de l'eau inadaptée, la réduction des temps de jachère, les défrichements agricoles d'espaces naturels, le surpâturage herbacé et ligneux, la surexploitation des ressources ligneuses (bois énergie), la pratique incontrôlée des feux pour la régénération des pâturages, l'usage d'engins agricoles inadéquats et tout mode de culture sans apport d'éléments organiques et chimiques au sol.

3 Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture : www.fao.org/docrep/V0265F/v0265f01.htm

4 Convention issue de Rio 1992 et ratifiée par 194 États : www.unccd.int

Dans les pays d’Afrique subsaharienne, le coût annuel de la désertification ou de la dégradation des terres est estimé à l’équivalent de leur croissance agricole (MAEE, 2012). Investir dans l’agriculture et le développement rural est l’une des seules options réalistes pour éviter une augmentation de la dégradation des terres, voire favoriser leur restauration au moins à court et moyen termes.

Le maintien des propriétés des sols est lié à la teneur en matière organique des sols c’est-à-dire à la teneur en carbone organique. Stocker du carbone dans les sols est une des solutions avancées pour atténuer le changement climatique (voir p. 232). Face au défi de nourrir 9 milliards d’humains à l’horizon 2050, une agriculture centrée sur la gestion organique des sols semble être une solution pour maintenir les terres durablement productives tout en contribuant à l’atténuation du changement climatique. L’agro-écologie de plus en plus prônée comme une des solutions est-elle une des solutions ? Est-ce que les teneurs en carbone des sols augmentent grâce aux pratiques agro-écologiques ? Si elle a, *a priori*, de nombreux atouts pour faire face aux multiples formes de dégradation des terres et des ressources naturelles, qu’en disent ceux qui la pratiquent ? Et quelles sont les évidences scientifiques qui corroborent ces affirmations ?

Dans ce chapitre, la parole est donnée aux acteurs de terrain pratiquant l’agro-écologie dans des contextes et des pays variés en zones sèches. Ce chapitre s’appuie sur différents travaux de la société civile conduits par les ONG de développement rural : (1) des anciens projets (2010-2013), (2) le projet de capitalisation d’expériences d’acteurs pour le développement de techniques agro-écologiques résilientes en Afrique de l’Ouest (CALAO, 2016-2017) porté par le Groupe de travail sur les transitions agro-écologiques (GTAE)⁵, (3) des enquêtes (2017-2018) réalisées auprès d’ONG du Sud dans le cadre du projet AVACLIM⁶ du Centre d’actions et de réalisations internationales (CARI) ainsi que (4) deux publications du Groupe de travail désertification (GTD⁷, 2013, 2015).

Après une première analyse des perceptions locales de la dégradation des terres, une analyse des potentialités de l’agro-écologie en termes de restauration des terres, d’atténuation et d’adaptation des activités agricoles au changement climatique sera présentée.

5 Le GTAE regroupe quatre ONG françaises : le Centre d’actions et de réalisations internationales (CARI), Agronomes et vétérinaires sans frontières (AVSF), le Groupe de recherche et d’échange technologique (GRET) et Agrisud International.

6 AVACLIM (*Agro-ecology, ensuring food security and sustainable livelihoods while mitigating climate change and restoring land in dryland regions*) est un projet porté par le CARI et financé par le Fonds français pour l’environnement mondial (FFEM) et le Global Environment Facility (GEF). Il a pour objectif d’évaluer les effets des pratiques agro-écologiques et de diffuser ces pratiques à large échelle dans les zones arides.

7 Le GTD est un ensemble d’acteurs français (ONG, scientifiques, collectivités locales) portant un plaidoyer pour la participation de la société civile dans une mise en œuvre accrue et effective de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification et cherchant à accompagner les actions de ses membres à travers divers chantiers thématiques (dont un sur l’agro-écologie).

Une agriculture déjà sous contrainte, menacée par le réchauffement

En régions arides, les contraintes des agriculteurs sont nombreuses, fortes et variées : un approvisionnement en eau dépendant d'une saison humide aléatoire, une faible fertilité des sols et une densité élevée d'adventices et de ravageurs. L'agriculture est principalement vivrière, basée sur des céréales et des légumineuses, mais aussi sur des productions de racines, fourrages, fruits et légumes. La production s'appuie essentiellement sur des systèmes pluviaux et plus faiblement sur des techniques et aménagements d'irrigation. La pression démographique sur les terres et ses conséquences sur la dégradation des sols réduisent les rendements des céréales et les surfaces arables utiles⁸. Les populations des zones arides de nombreux pays du Sud sont ainsi exposées à des problèmes d'insécurité alimentaire, parfois aggravés par une instabilité des prix des céréales au niveau mondial.

Les prévisions climatiques prévoient une augmentation des températures moyennes et une diminution de la pluviométrie moyenne annuelle des zones sèches, en particulier sur les pourtours du Sahara. Ces tendances moyennes risquent d'être accompagnées d'une intensification des événements climatiques extrêmes et aléatoires : augmentation des fréquences des périodes de sécheresse, vagues de chaleur, fortes précipitations concentrées sur de courtes périodes avec des risques d'inondation. Ces évolutions climatiques peuvent aggraver les contraintes que subit l'agriculture de ces zones fragiles.

Afin d'apprécier la perception au niveau local des causes et conséquences de la dégradation des terres dans un contexte de changement climatique, une enquête a été réalisée en 2018 auprès d'ONG de sept pays du Sud : Burkina Faso (Association pour la recherche et la formation en agro-écologie, ARFA), Sénégal (Environnement Développement Action pour la protection naturelle des terroirs, ENDA PRONAT), Maroc (Agrisud International), Éthiopie (Institute for Sustainable Development, ISD), Afrique du Sud (Environmental Monitoring Group, EMG), Brésil (Caatinga) et Inde (Gram Bharati Samiti, GBS). Les résultats illustrent une réelle perception de la désertification et du changement climatique (tabl. 1), par exemple la difficile planification du calendrier agricole due à l'augmentation de l'irrégularité de la pluviométrie. Les articulations entre désertification, insécurité alimentaire et pauvreté sont perçues et en partie expliquées par les acteurs locaux. Les causes principales citées sont une mauvaise gestion des sols et une réduction du couvert végétal (déforestation, surpâturage). La mention directe de la diminution des teneurs en carbone ou en matière organique des sols est rare. La teneur en matière organique des sols est mentionnée indirectement comme une cause et une conséquence de la dégradation des sols via la réduction

⁸ La Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULD) estime que 12 millions d'hectares de terres productives deviennent stériles chaque année uniquement du fait de la désertification et de la sécheresse.

Tableau 1
Perception des causes et conséquences de la dégradation des terres dans un contexte de changement climatique.

Pays	Problèmes de dégradation des terres		Impacts du changement climatique observé		
	Diminution du couvert végétal	Érosion et pertes en matière organique	Imperméabilisation et compaction	Températures	
Burkina Faso	Déboisement, pâture	Pratiques agricoles sans apport de matière organique ni lutte contre l'érosion, exploitation anarchique des abords des cours d'eau	Surpâturage	Des instabilités pluviométriques provoquant inondations et sécheresse et une installation difficile des campagnes agricoles	La chaleur excessive compromet les aménagements antiérosifs
Sénégal	Monoculture, surpeuplement, utilisation abusive des engrais, mauvaises pratiques agricoles, feux de brousse, déforestation	Relief accidenté, ruissellements, déforestation, mauvaises pratiques agricoles	-	Baisse des précipitations, irrégularités pluviométriques, saison des pluies plus courte	Températures en hausse surtout à l'intérieur du pays
Éthiopie	Déforestation, mauvaise gestion des terres et impacts du changement climatique	Inondations, mauvaise gestion des terres, surpâturage, érosion des sols	Surpâturage	Précipitations irrégulières, sécheresse, pénurie d'eau, inondations	Augmentation des températures
Afrique du Sud	Sécheresse, impacts du changement climatique	Surpâturage et impacts du changement climatique	Surpâturage	Baisse des précipitations, sécheresses prolongées et plus extrêmes, augmentation des périodes sèches en milieu de saison	Températures plus élevées (moyennes et extrêmes)
Maroc	Dégradation/disparition des couverts végétaux	Baisse de fertilité des sols	-	Dérèglement de la pluviosité principalement, affaiblissement des ressources en eau	Hivers doux et épisodes de froid tardifs

Tableau 1 (fin)

Pays	Problèmes de dégradation des terres		Impacts du changement climatique observé		
	Diminution du couvert végétal	Érosion et pertes en matière organique	Imperméabilisation et compactation	Précipitations et ressources en eau	Températures
Brésil	Déforestation pour agriculture et pâturage (monocultures de graminées) et pour le bois de chauffage, utilisation abusive de produits agrochimiques	Dégradation par compactage, augmentation des processus d'érosion, utilisation de produits agrochimiques	Surcharge animale, utilisation agricole intensive du sol avec des machines	Diminution du volume et de l'intensité des précipitations, augmentation de l'irrégularité temporelle et spatiale des précipitations	Augmentation de la température
Inde	Déforestation et pâturage	Surpâturage, déforestation et gestion forestière négligente, mauvaises pratiques agricoles, glissements de terrain et inondations	Urbanisation, exploitation minière, travail du sol excessif et utilisation de machines lourdes	Diminution des précipitations, sécheresse, rareté de l'eau et faible taux d'humidité	Augmentation de la température

des apports organiques et l'érosion. Les sols sont peu alimentés en ressources organiques via des résidus de culture ou des amendements et deviennent sensibles à l'érosion. De nouvelles pratiques agricoles basées sur la gestion de l'eau, des biomasses produites et des matières organiques pourraient enrayer la tendance de la dégradation des sols d'autant plus vulnérables aux impacts du changement climatique.

L'agro-écologie : une opportunité pour les zones sèches ?

Les atouts de l'agro-écologie

Dans ce contexte, l'approche et les techniques agro-écologiques offrent des caractéristiques intéressantes. Elles s'appuient sur des techniques de conservation des sols et de l'eau et s'attachent à maintenir ou améliorer la fertilité des sols, voire à restaurer les propriétés des sols dégradés. De plus, elles sont variées et ont une forte capacité de contextualisation dans des environnements diversifiés (encadré 1). Elles associent généralement nouvelles connaissances et connaissances traditionnelles et ont un coût modéré. Elles ont donc un fort potentiel d'appropriation par les agriculteurs. Elles nécessitent cependant d'être caractérisées et évaluées scientifiquement, ce qui est encore peu le cas.

L'ensemble de ces pratiques, en préservant voire en améliorant la fertilité des sols, peuvent également réduire la déforestation, le défrichement de nouvelles terres sur des espaces naturels souvent riches en carbone. L'agro-écologie est ainsi proposée comme une solution pour atténuer le réchauffement climatique (stockage de carbone dans les biomasses végétales et les sols) et adapter l'agriculture aux effets du changement climatique (restauration des sols, lutte contre les sécheresses, les baisses de productivité et l'insécurité alimentaire, etc.).

Atténuation du changement climatique

Les pratiques agro-écologiques contribuent à entretenir le statut organique des sols. Ainsi le CO₂ de l'atmosphère capté par photosynthèse via la production végétale est stabilisé dans les sols sous forme de matière organique (retour au sol des biomasses comme les engrais verts), et le carbone n'est pas libéré sous forme de CO₂ dans l'atmosphère (non brûlis, évitement de la déforestation), ce qui *in fine* contribue à la lutte contre le réchauffement climatique. De plus, l'agro-écologie privilégie le recyclage et le recours aux énergies renouvelables. Elle améliore les performances énergétiques de l'exploitation agricole en cherchant à maintenir les boucles écologiques les plus fermées possible. L'autonomie, l'autosuffisance alimentaire et le recours modéré à l'énergie fossile,

Encadré I Exemples de pratiques agro-écologiques

Les pratiques en agro-écologie reposent en grande partie sur une bonne gestion des ressources organiques, de la teneur en matière organique – et donc du carbone organique – des sols. Ces pratiques favorisent la production de biomasse et augmentent les entrées de carbone dans les sols des parcelles cultivées tout en essayant d'en limiter les pertes. Ce sont par exemple :

- une fertilisation organique fondée sur les engrais verts, le compostage ou le fumier, avec parfois l'apport de certains minéraux (en évitant les engrais de synthèse émetteurs de gaz à effet de serre en particulier pour les engrais azotés) ;
- l'intégration de l'agriculture et de l'élevage à travers la fertilisation organique ;
- une gestion de l'eau basée sur l'optimisation de l'efficacité de chaque goutte pour la production de biomasse ;
- des haies vives pour protéger du vent le développement des plantes cultivées, favoriser le bien-être des animaux d'élevage et protéger les sols de l'érosion éolienne ;
- le reboisement des surfaces disponibles et dénudées avec une diversité d'espèces ;
- l'agroforesterie ;
- des rotations de cultures protégeant la surface des sols fragiles ;
- un travail du sol réduit afin de limiter les pertes de carbone du sol ;
- l'absence de brûlis des pailles ;
- des travaux antiérosifs de surface (diguettes, micro-barrages, digues filtrantes, etc.) qui permettent de tirer parti des eaux pluviales et de combattre l'érosion des sols et les inondations ;
- le recours, au sein de l'exploitation agricole, à des formes d'énergie renouvelable et peu émettrices de gaz à effet de serre. Ces énergies, d'origine mécanique ou animale selon le contexte, évitent souvent un suréquipement coûteux. Moins puissantes, ces énergies préviennent une déstructuration éventuelle des sols ;
- la réhabilitation et la prise en compte des savoir-faire traditionnels conformes à une gestion écologique et économique du milieu.

notamment par refus de la systématisation de l'utilisation des machines agricoles et de produits chimiques de synthèse, engagent l'agro-écologie dans un processus de limitation des émissions de gaz à effet de serre.

Adaptation de l'agriculture au changement climatique

L'agro-écologie tend à renforcer la résilience des systèmes de production agricole, en particulier autour de la gestion des ressources naturelles. L'entretien et le renouvellement de la matière organique et la préservation de la structure des sols doivent permettre de maintenir leur productivité grâce à une meilleure

rétenion d'eau, ce qui leur donne une plus grande flexibilité de production en cas de pénurie d'eau.

Une plus grande résilience des populations face au changement climatique grâce à l'agro-écologie peut également être perçue grâce à (1) une moindre dépendance à l'économie globalisée, (2) une diversification des productions agricoles, (3) un accroissement de la sécurité alimentaire et des revenus et (4) un renforcement de la cohésion sociale.

Si ces pratiques conduisent théoriquement à des conséquences positives pour les populations, il existe encore peu de données et d'évaluation objective de ces aspects. De même, il existe encore peu de données quantifiées précises sur l'impact des pratiques agro-écologiques sur les stocks de carbone des sols ou, plus globalement, sur la santé des sols. En particulier, les pratiques agricoles économes en eau n'ont pas, à notre connaissance, été étudiées du point de vue de leurs impacts sur les stocks de carbone (impacts sur la production de biomasse et sur les entrées de carbone ainsi que sur l'activité biologique des sols stimulée par les apports d'eau et donc sur les sorties de carbone du sol). De même, les bilans carbone des exploitations agricoles en agro-écologie sont généralement réalisés en pays tempérés et très rarement en milieu tropical ou dans les zones sèches.

Expériences réussies d'agro-écologie en zones sèches africaines

Des initiatives en agro-écologie existent dans les zones sèches africaines. Elles sont développées par des agriculteurs, des organisations paysannes et elles sont parfois soutenues par des ONG grâce à des projets de développement rural. Ces projets ont différents objectifs. Si le stockage du carbone dans les sols n'est jamais leur objectif affiché, il est souvent un objectif indirectement visé à travers la lutte contre la désertification ou la restauration de la fertilité des sols (tabl. 2). Les actions conduites dans ces projets (reboisement, installation de haies-vives, lutte contre l'érosion) favorisent la production de biomasse végétale et le retour au sol d'une partie de cette biomasse (aérienne ou souterraine) et donc le stockage de carbone dans les sols.

Une enquête menée auprès des bénéficiaires de 9 projets en agro-écologie et des ONG coordinatrices de ces projets, met en évidence les critères de réussite des projets, critères perçus ou mesurés (tabl. 2). Là encore, peu de témoignages évoquent directement la question du carbone. Différents critères, environnementaux et de production agricole (restauration des sols, reboisement, économie d'eau, meilleurs rendements), économiques (revenus augmentés, diversifiés) et sociaux (renforcement des actions collectives, formations en nouvelles pratiques agricoles) sont évoqués.

Les parties prenantes de l'agro-écologie revendiquent fréquemment un ensemble de valeurs ajoutées par rapport aux approches plus conventionnelles. Comment le vérifier objectivement ? Des impacts de ces projets de développement de l'agro-écologie sur les populations grâce à du matériel, des aménagements

Tableau 2
**Résultats perçus ou mesurés lors de projets agro-écologiques conduits par des ONG de développement rural (perçus et mesurés par les acteurs locaux et les ONG).
 En gras, les actions et les résultats directement en lien avec les stocks de carbone dans les biomasses végétales et les sols.**

Pays	Projet/ONG	Objectifs du projet	Résultats perçus ou mesurés
Maroc	Agro-écologie oasienne pour la sauvegarde et le développement des oasis du sud marocain / CARI	Lutte contre la désertification et la pauvreté en maintenant la capacité productive d'un agrosystème oasien sur la base du palmier dattier.	<ul style="list-style-type: none"> – Diversification des modes de fertilisation ; – diminution des adventices et faible érosion du sol ; – économie d'eau dans les systèmes d'irrigation localisée ; – création de nouvelles filières, valorisation des produits ; – création d'un groupement d'intérêt économique et aménagement de 2 coopératives.
Sénégal	Restauration des milieux naturels et promotion des systèmes de production agricole durables dans la zone des Niayes au Sénégal / SOS Sahel	Restauration du milieu naturel et diffusion de systèmes de production agricole durables par le reboisement , le développement de techniques adaptées (irrigation en goutte à goutte), le renforcement des associations paysannes et l'amélioration des conditions d'hygiène.	<ul style="list-style-type: none"> – Économie d'eau ; – diminution de l'érosion éolienne ; – accroissement des résultats d'exploitation des groupements forestiers ; – amélioration de la qualité sanitaire des légumes ; – renforcement du tissu social.
Sénégal	Reboisement et agro-écologie pour la récupération des terres des abords du lac Tanna au Sénégal / ENDA PRONAT	Ralentir la salinisation et améliorer la qualité des sols pour récupérer des terres et développer une agriculture biologique.	<ul style="list-style-type: none"> – Eau de nouveau disponible et utilisable pour l'agriculture ; – 1 sur 8 km de terres récupérées pour l'agriculture biologique ; – capacités d'expérimentation individuelle et collective renforcées ; – capacités de négociation des agriculteurs renforcées.
Mali	Aménagement des eaux de surface et gestion des ressources naturelles du bassin-versant du Térékolé, Kollimbé et Lac Magui (TKLM) dans la région de Kayes au Mali / Groupe de recherche sur le développement GRDR	Améliorer, sécuriser et valoriser le potentiel agro-sylvo-pastoral du TKLM par la maîtrise des eaux de surface et la définition des règles de gestion concertée durable des ressources naturelles.	<ul style="list-style-type: none"> – Recharge de la nappe ; – reboisement et installation de haies vives autour de deux écoles et des terres maraîchères ; – augmentation des cultures de contre-saison, expansion du maraîchage sur les zones aménagées ; – augmentation des rendements de cultures céréalières et amélioration de la production piscicole ; – 35 ha cultivés avec des techniques de conservation des eaux et sols ; – diversification des cultures et sécurisation des revenus ; – accès au foncier sécurisé pour des femmes et des familles les plus vulnérables.

Pays	Projet/ONG	Objectifs du projet	Résultats perçus ou mesurés
Madagascar (Centre)	Nouvelles cultures, approche terroir et nouvelles techniques agro-écologiques à base d'agroforesterie à Androy / GRET	Améliorer la sécurité alimentaire, limiter l'impact des crises alimentaires et améliorer les conditions de vie des ménages vulnérables.	<ul style="list-style-type: none"> - Développement de cultures résistantes à la sécheresse sur des sols dégradés ; - lutte contre l'érosion et restauration de la fertilité des sols ; - diminution de la déforestation ; - mise en place de boutiques et points de vente : réseaux de vente de semence efficaces.
Madagascar	Appui à la professionnalisation d'une agriculture soucieuse du développement durable dans la région d'Itoasy à Madagascar / Agrisud International	Soutien des actions de professionnalisation de la région. Formation d'agriculteurs pour une production soucieuse de développement durable.	<ul style="list-style-type: none"> - Création de sites de démonstration en aménagements agro-écologiques ; - formation des ménages aux pratiques agro-écologiques (embocagement des parcelles de culture, gestion de la fertilité, gestion de l'eau, préservation de la diversité) ; - sécurisation et augmentation des revenus ou des revenus complémentaires.
Burkina Faso (Nord)	Le zaï mécanisé pour la récupération agro-écologique des zones dégradées dans les zones subarides / AVSF	Restaurer le potentiel productif des sols tout en diminuant fortement la pénibilité du travail par l'utilisation d'un zaï mécanisé (kassine avec traction asine).	<ul style="list-style-type: none"> - Limitation du ruissellement et régénération des sols dégradés ; - formation d'une végétation ligneuse ; - utilisation collective de la kassine (matériel pour travaux agricoles) pour différents travaux ; - réorganisation du temps de travail et amélioration des revenus.
Burkina Faso	Amélioration des conditions de vie de la population de la région de Fada N'gourma par la mise en place des techniques agro-écologiques, Burkina Faso / ARFA	Engager les collectivités villageoise pour une production agricole durable en agro-écologie (aménagement de cordons pierreux, de zaï). Renforcer leurs capacités d'adaptation au changement climatique (compostage, éviter les brûlis, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> - Installation de haies vives et brise-vent en association avec les cultures ; - augmentations de rendements des cultures* ; - augmentation des teneurs en carbone, azote et potassium disponibles dans les sols de surface** ; - réduction effective de la pénibilité des travaux agricoles et ménagers par l'équipement en matériel agricole ; - renforcement des connaissances des producteurs sur les techniques de conservation des eaux et des sols.
Niger (Centre)	Sécurité alimentaire et développement économique local au Niger / Agrisud International	Réduire les causes de l'insécurité alimentaire par une diversification des activités agricoles.	<ul style="list-style-type: none"> - Replantation de zones dégradées, installation de haies vives et brise-vent ; - aménagements hydro-agricoles sur les sites maraichers ; - formation des ménages aux pratiques agro-écologiques (gestion de la fertilité, gestion de l'eau, préservation de la diversité) ; - augmentation des productions et des revenus par famille.

* Ces rendements sont, en moyenne supérieurs de 37 % et 81 % respectivement en 2015 et 2016 dans les parcelles où diverses pratiques agro-écologiques sont combinées (aménagements + apport matière organique) par rapport aux parcelles non aménagées, ou bénéficiant d'un simple apport de fumure organique. Les différences ne sont pourtant statistiquement pas significatives compte tenu de l'importante variabilité des résultats.

** Les teneurs en carbone du sol à 0-10 cm de profondeur sont significativement supérieures (+ 42 %) lors de combinaisons de pratiques de conservation des eaux et des sols et d'applications de fumure organique (5 à 10 t/ha* tous les 2 ou 3 ans) par rapport à des parcelles témoins où ces pratiques ne sont pas mises en œuvre. Des différences sont également notables pour les teneurs en azote, le potassium disponible et le pH.

Tableau 3

Les sept affirmations de l'agro-écologie utilisées dans l'analyse.

En gras, les trois affirmations liées à la gestion des matières organique et du carbone des sols.

1. L'agro-écologie valorise les savoir-faire locaux.
2. L'agro-écologie préserve et participe au renouvellement des ressources naturelles (sols, eau, biodiversité), voire restaure les systèmes dégradés.
3. L'agro-écologie favorise l'articulation optimale entre la culture et l'élevage vus comme un ensemble non dissociable.
4. L'agro-écologie met en jeu des pratiques de bonne gestion de l'espace. Elle optimise les usages des sols dans le territoire entre espaces agricoles et espaces naturels (souvent plus riches en carbone).
5. L'agro-écologie est compatible avec l'augmentation des rendements à l'hectare et la diversification des systèmes de production tout en conservant la fertilité des sols (et leurs stocks de carbone).
6. L'agro-écologie offre des réponses pour la sécurité alimentaire (diversité, régularité en quantité et qualité de production).
7. L'agro-écologie accroît la sécurité sanitaire des populations, aussi bien des exploitants que des consommateurs.

hydro-agricoles, des formations, des créations de filières et de marchés sont évoqués mais jamais vérifiés et encore moins quantifiés. Est-ce que l'agro-écologie est une réponse pertinente face aux enjeux de préservation des ressources naturelles, de production durable et d'équité sociale ? Les bénéficiaires des 9 projets agro-écologiques (tabl. 2) ont été enquêtés sur 7 valeurs ajoutées souvent proposées par l'agro-écologie au cours d'ateliers de travail collectifs. Les questions posées concernaient l'évaluation de la pertinence de chacune de ces 7 valeurs ajoutées ou affirmations listées dans le tableau 3.

Globalement, l'ensemble des bénéficiaires des projets perçoivent l'agro-écologie comme un moyen de préserver la fertilité des sols (affirmation 2, 4 ou 5). Il existe néanmoins une diversité des niveaux de perception de la pertinence de l'agro-écologie pour répondre aux enjeux de protection des ressources naturelles, d'organisation des terroirs et de production agricole selon les projets et les régions concernées (tabl. 4).

Comment arbitrer en faveur de l'agro-écologie ?

La perception des acteurs de l'agro-écologie et les premiers résultats des projets de développement rural promouvant cette approche semblent positifs en termes d'économie de l'eau, d'accroissement de la productivité (y compris du travail

Tableau 4

Perception de l'agro-écologie par l'ensemble des acteurs des projets (tabl. 2) selon trois des affirmations présentées dans le tableau 3.

	Affirmation 2 Ressources naturelles	Affirmation 4 Organisation des terroirs	Affirmation 5 Productivité agricole
Maroc (oasis)	++	NP	++
Sénégal (Niayes)	++	++	NP
Sénégal (Niyaes Diender)	++	++	NP
Mali Ouest	+	+++	NP
Burkina Nord	++	+	+++
Burkina Est	+	NP	++
Niger central	NP	++	++
Madagascar central	+	+++	+++
Madagascar Sud	+	NP	++

La notation (+) à (+++) signifie la pertinence du postulat pour le projet. La notation NP signifie non pertinente aux yeux des acteurs du projet.

dans le cas de la traction animale) et de diversification des revenus. Une méta-analyse conduite par l'Alliance pour la sécurité alimentaire en Afrique en 2016, a elle aussi montré le potentiel de l'agro-écologie à l'atteinte des Objectifs du Développement Durable au travers de 50 études de cas dans 22 pays africains (FARRELLY, 2016). Cependant, la faiblesse de certains dispositifs et l'absence de mesures objectives sur un nombre suffisant d'initiatives agro-écologiques empêchent la compréhension fine de la variabilité des résultats observés ou à dire d'acteurs.

L'agro-écologie et ses diverses formes sont pourtant pratiquées par des milliers, voire des millions, d'agriculteurs dans le monde. Ces agriculteurs vivent dans des contextes très variés et ont fait ces choix en prenant en compte un ensemble de facteurs bien plus complexes que le seul rendement à l'hectare. Ces facteurs sont le maintien de l'écosystème et de ses services rendus dont dépendent leur mode de vie, la durabilité du système agraire, une volonté plus ou moins affirmée d'être indépendant en termes d'engrais ou de semences, une méfiance envers les substances chimiques, le maintien d'une qualité gustative et nutritionnelle des produits agricoles et l'accès à une alimentation à laquelle ils sont habitués, etc.

L'ensemble de ces facteurs de choix dans une variété de contextes différents implique l'absence de paquet technique unique en agro-écologie. Le conseil en agro-écologie s'envisage ainsi plus comme une démarche qui s'appuie sur des principes d'intensification de processus écologiques et de recherche de co-bénéfices économiques et sociaux, que comme un arbitrage *a priori* en faveur de telles ou telles techniques.

Un système agricole très discuté mais encore trop peu étudié

Du terme polysémique recouvrant un mouvement social, une science et une communauté de pratiques à la nature complexe de l'agro-écologie avec un spectre allant de points de vue quasi théologiques à des réalités très physiques (ALTIERI, 1986 ; DALGAARD *et al.*, 2003), l'agro-écologie embrasse une diversité de courants de pensée, d'appellations, voire des discours d'intensité dogmatique variable, qui entretiennent une certaine confusion à son égard. L'agro-écologie est ainsi restée longtemps un objet de controverse, ce qui explique l'absence de son évaluation objective malgré la multitude des agriculteurs qui la pratiquent dans le monde.

Aujourd'hui, les choses changent. Le rapport 2019 du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) reconnaît la gestion des terres comme faisant partie de l'agenda des solutions pour atténuer et s'adapter au changement climatique en ces termes : « la gestion durable des terres, et des forêts, peut prévenir et réduire la désertification, aider à maintenir la productivité des terres et parfois inverser les effets indésirables du changement climatique sur les terres. Elle peut aussi contribuer à l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Par ailleurs, réduire, et inverser la dégradation des terres, aux différentes échelles, peut apporter des bénéfices immédiats et de long terme aux communautés et encourager la mise en œuvre de plusieurs objectifs du développement durable ». De même, la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULD) s'attache à éviter, réduire et restaurer les sols dégradés. L'agro-écologie, si elle est adoptée à de larges échelles, et l'ensemble des pratiques qu'elle recouvre, font partie des solutions de gestion durable des terres.

Malheureusement, les données et connaissances sur l'agro-écologie sont éparpillées. La coopération des agriculteurs, du convaincu au moins convaincu, des organisations paysannes, des opérateurs du développement rural, des chercheurs de diverses disciplines est indispensable. À court terme, un recensement et une caractérisation des projets ou des initiatives en agro-écologie, la constitution de bases de données et le développement d'échanges entre acteurs de l'agro-écologie, devraient mutualiser et formaliser les acquis. Une alliance internationale des opérateurs du développement pour une « agro-écologie au service du développement » aurait toute sa place.

Récemment, de nombreuses initiatives portées par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ou des collectifs d'ONG vont dans ce sens. La FAO a ainsi défini une méthode pour organiser et formaliser les données issues de projets en agro-écologie. Une grille de critères d'une dizaine de domaines dotés d'une batterie d'indicateurs de performance de la transition agricole est en cours de finalisation et sera prochainement testée⁹. Le

⁹ www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/fr/

GTAE propose également des critères et des indicateurs d'évaluation des impacts socio-économiques et agro-environnementaux de l'agro-écologie dans un mémento pour l'évaluation de l'agro-écologie (LEVARD *et al.*, 2019). Divers projets dans lesquels ONG et scientifiques collaborent avec les agriculteurs et les organisations paysannes, se mettent également en place pour tester les indicateurs proposés et/ou établir des démarches multicritères d'évaluation. Un des objectifs de ces projets est de construire des plaidoyers pour favoriser l'émergence de politiques publiques en faveur de l'agro-écologie et favoriser son adoption à de larges échelles.

Le contexte international est marqué par la publication de rapports de plus en plus alarmistes qui posent l'urgence d'une transition agricole. Ils convergent sur « la nécessité de changer de cap vers une agriculture durable qui maintienne la productivité tout en protégeant les ressources naturelles » (IAASTD, nd) et « la nécessité d'un changement de paradigme d'une révolution verte à une approche d'intensification écologique » (UNCTAD, 2013). L'agro-écologie est enfin perçue comme une solution pour le climat, la préservation des ressources mais aussi pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE, 2019). Tous ces rapports confirment que l'agro-écologie est une voie prometteuse. Il reste à le confirmer.

Bibliographie

ALTIERI M. A., 1986

L'agro-écologie. Bases scientifiques d'une agriculture alternative. Paris, Éditions Debard.

DALGAARD T., HUTCHINGS N. J., PORTER J. R., 2003

Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 100 (1) : 39-51.

FARRELLY M., 2016

Agroecology contributes to the Sustainable Development Goals. *Farming Matters*, 32 : 32-34. Téléchargeable : www.ileia.org/2016/09/22/agroecology-contributes-sustainable-development-goals/

GTD, 2013

Agro-écologie, une transition vers des modes de vie et de développement viables. France, GTD. Téléchargeable : www.fao.org/agroecology/database/detail/fr/c/453496/

GTD, 2015

Pour une transition agro-écologique dans les territoires soumis à la désertification, proposition d'une démarche d'accompagnement. Téléchargeable : www.cariassociation.org/Publications/Pour-une-transition-agroecologique-dans-les-territoires-soumis-a-la-desertification

HLPE, 2019

Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. 162 p. Téléchargeable : www.fao.org/cfs/cfs-hlpe

IAASTD, nd

Agriculture et développement. Un résumé de l'évaluation internationale des sciences et technologies agricoles pour le développement. Téléchargeable : http://pfsa.be/IMG/pdf_IAASTD_Leaflet_French.pdf

LEVARD L., MATHIEU B., 2018

Agro-écologie : capitalisation d'expériences en Afrique de l'Ouest. Rapport, février 2018, 82 p.

**LEVARD L., BERTRAND M.,
MASSE P. (COORD.), 2019**

Mémento pour l'évaluation de l'agro-écologie. Méthodes pour évaluer ses effets et les conditions de son développement. France, GTAE-AgroParisTech-CIRAD-IRD, mars 2019.
Téléchargeable : www.cariassociation.org/Publications/Memento-pour-l-evaluation-de-l-agroecologie

MAEE, 2012

Systèmes de production durables en zones sèches : quels enjeux pour la coopération au développement ? Paris, MAEE, Direction générale de la mondialisation, du développement et des partenariats, 150 p.

UNCTAD, 2013

Trade and environment review 2013. Wake up before it is too late. Make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate. Genève, UNCTAD. Téléchargeable : https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditcted2012d3_en.pdf