



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



European Bank
for Reconstruction and Development

Maroc

Adoption de technologies durables en matière climatique dans le secteur agro-alimentaire



ZOOM SUR LES PAYS



CENTRE D'INVESTISSEMENT DE LA FAO

Maroc

Adoption de technologies durables en matière climatique dans le secteur agro-alimentaire

Alessandro Flammini

Spécialiste des ressources naturelles, Centre d'Investissement, FAO

Luis Dias Pereira

Economiste, Centre d'Investissement, FAO

Nuno Santos

Economiste, Centre d'Investissement, FAO

Stefania Bracco

Spécialiste de l'Énergie dans le Secteur Agroalimentaire

Arianna Carita

Economiste, Centre d'Investissement, FAO

Domonkos Oze

Spécialiste en Technologies Climatiques, FAO

Genevieve Theodorakis

Economiste, Centre d'Investissement, FAO

ZOOM SUR LES PAYS

Cette étude a été préparée dans le cadre du programme de coopération entre la FAO et la BERD

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

L'agriculture, la déforestation et les autres utilisations du foncier sont responsables d'environ 25% des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle globale (GES - IPCC, 2014). La contribution de l'agriculture au changement climatique est encore plus importante si l'on ajoute la part des agro-industries. Il est donc capital d'identifier les technologies et pratiques susceptibles de réduire les émissions de GES de ce secteur tout en garantissant un niveau de production agricole élevé et durable.

Ce rapport se propose de tester une méthodologie développée par la FAO pour identifier et évaluer un certain nombre de technologies pouvant contribuer à la réduction des émissions de GES dans le secteur agro-alimentaire. L'analyse a également pour objectif d'identifier les outils de politique agro-alimentaire qui pourraient être mis en œuvre pour promouvoir l'adoption de ces technologies.

La méthodologie utilisée est synthétisée ci-dessous. Elle est suivie par un résumé qui décrit comment cette étude peut contribuer aux efforts déjà substantiels du Maroc pour la réduction des émissions de GES et par une section décrivant les limitations rencontrées en matière de données. Les résultats de l'application de cette méthodologie au Maroc sont ensuite résumés selon le plan suivant: (i) principales activités émettrices de GES au Maroc; (ii) technologies identifiées comme ayant le potentiel de réduire les émissions de ces activités; (iii) coût et efficacité de chacune de ces technologies; (iv) autres aspects de durabilité; (v) obstacles à l'adoption de ces technologies; et (vi) politiques à mettre en œuvre pour promouvoir l'adoption de ces technologies.

Méthodologie

La méthodologie utilisée dans ce document a été développée en 2016 dans le cadre d'un projet conjoint de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et de la Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement (BERD). Elle a considérablement bénéficié d'échanges avec l'Agence Internationale pour l'Energie (IEA) qui est engagée dans une approche similaire avec la BERD pour un ensemble plus large de secteurs économiques.

La méthodologie consiste en une approche par étape ayant pour but de faciliter l'identification – parmi un grand nombre de technologies et pratiques – de celles qui devraient être mises en œuvre en priorité en raison de leur potentiel en termes de réduction des émissions et d'autres critères importants tels que la faisabilité technique, financière et économique et les critères de durabilité. En outre, elle a pour objectif d'identifier les obstacles à l'adoption

de ces technologies et les domaines de politique agro-alimentaires auxquels il conviendrait d'accorder plus d'attention pour en faciliter l'adoption. La méthodologie est articulée autour de quatre étapes, chacune d'entre elles devant permettre aux évaluateurs de répondre aux questions spécifiques suivantes:

- Etape 1: Quelles sont les principales activités agro-alimentaires émettrices de GES?
- Etape 2: Comment les technologies et pratiques capables de réduire les émissions peuvent-elles être prioritisées sur la base de leur part de marché et d'autres paramètres technico-économiques?
- Etape 3: Quels sont les principaux problèmes en termes de durabilité et capacité d'adaptation au changement climatique qu'il convient de prendre en compte lors de la sélection et de la promotion de ces technologies?
- Etape 4: Quels sont les principaux obstacles à l'adoption et comment les surmonter?

Quatre éléments importants doivent être gardés à l'esprit lorsqu'on interprète les résultats fournis par l'application de cette méthodologie.

Premièrement, la méthodologie a été conçue comme un outil d'évaluation rapide: elle utilise une variété de sources de données en fonction de leur disponibilité dans le pays, avec des degrés de couverture et de qualité divers en fonction des sous-secteurs et technologies étudiés. Bien que dans le cadre de cette étude la méthodologie ait été utilisée pour une évaluation rapide, la même approche peut aussi être adaptée à un exercice d'analyse plus approfondie, qui nécessiterait cependant la récolte de données primaires et un travail de terrain plus important (en fonction des ressources et du temps disponibles). Cette étude a principalement utilisé les données officielles fournies par le pays et par les organisations internationales, ainsi que des données fournies par le secteur agro-alimentaire, les organisations de la société civile et des sources universitaires. La qualité de ses résultats a donc été conditionnée par la qualité et la disponibilité des données. L'analyse a été conduite par une équipe d'experts nationaux et internationaux, en collaboration étroite avec les représentants du Gouvernement marocain.

Deuxièmement, le nombre de technologies prises en considération et l'analyse simplifiée en matière de politique agro-alimentaire pourraient être étendus. En tant qu'outils généraux d'analyse, les méthodes et principes de l'évaluation peuvent être appliqués à davantage de technologies si nécessaire. En fait, tout futur travail sur le sujet devra prendre en compte un plus grand nombre de technologies en raison des progrès constants réalisés dans le domaine. L'analyse en matière de politique pourra également être approfondie en vue de formuler des propositions de réforme – le présent document, de par sa nature d'évaluation rapide, s'étant limité à identifier les domaines de politiques agro-alimentaires qui devraient être analysés plus en profondeur. Passer de

l'identification de thèmes en matière de politiques a des propositions concrètes de réformes est en effet un processus impliquant un travail beaucoup plus intense d'échanges avec les différentes parties prenantes sous l'égide du Gouvernement qui pourrait constituer une suite logique à ce présent rapport.

Troisièmement, la méthodologie a été conçue comme un exercice pouvant être répété. En principe, les principales sources de données ayant été identifiées, la méthodologie pourra être mise en œuvre à nouveau dans le futur, à la fréquence qui sera jugée judicieuse. La répétition de l'exercice permettra aux autorités locales de suivre l'adoption des technologies, d'analyser l'efficacité d'éventuelles réformes politiques pour promouvoir l'adoption de technologies spécifiques et d'ajouter de nouvelles technologies à l'étude à mesure qu'elles deviendront disponibles au niveau international.

Enfin, cette méthodologie par étapes cherche à réduire les émissions du secteur agro-alimentaire en maximisant les avantages collatéraux. L'adaptation au changement climatique est donc seulement un des critères guidant la classification des technologies – avec d'autres considérations en matière de durabilité basées notamment sur l'évaluation de critères techniques, commerciaux et économiques. Une telle approche peut aider les décideurs à sélectionner des technologies et attirer des financements internationaux pour réduire les émissions, tout en maximisant les avantages collatéraux. Une telle démarche est cependant moins adaptée si l'objectif est l'adaptation au changement climatique. Pour cette raison, des technologies pouvant jouer un rôle important pour accroître la résilience de l'agriculture au changement climatique, comme les petits barrages, la production de biogaz à partir de résidus agricoles ou la gestion des pâturages, ont des scores moindres par rapport à d'autres technologies. Néanmoins, une analyse alternative utilisant une pondération spécifique pour les avantages collatéraux peut également être mise en œuvre.

Une contribution à un processus déjà dynamique au Maroc

Le Maroc est activement engagé en faveur de l'atténuation du changement climatique et, sur beaucoup d'aspects, peut être cité en exemple. Il s'est engagé tôt en faveur d'une croissance verte inclusive dans tous les secteurs d'activité, au travers d'une amélioration de la gestion des ressources naturelles et en mettant l'accent sur l'ajout de valeur (tout en devant tenir compte de problématiques sociales sensibles). Sur beaucoup d'aspects, le pays a donc avancé rapidement et a pris des engagements avant même l'adoption des Objectifs de Développement Durable des Nations Unies en Septembre 2015. Cela a ouvert la voie à l'accueil par le Maroc de la conférence sur le climat COP22 en Novembre 2016.

Parmi les principaux documents stratégiques produits pour démontrer son engagement en faveur de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique, le Maroc a publié en Février 2016 sa 3ème communication nationale

à la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC) sur les GES et son rapport biennal (Biennial Update Report, BUR) incluant une analyse complète des émissions et une liste d'initiatives proposées, y compris pour le secteur agro-alimentaire.

Il est donc attendu que ce document, préparé en consultation avec le Département de la Stratégie et des Statistiques du Ministère de l'Agriculture et des Pêches Maritimes, contribue à cet important processus. Deux mini-ateliers de présentation des résultats préliminaires ont été organisés à Rabat en mars et en mai 2016 et ont confirmé l'intérêt du Gouvernement pour cette approche. En outre, ces ateliers ont mis en évidence la possibilité d'utiliser cette étude pour soutenir d'autres initiatives en cours dans le pays comme la préparation de la Stratégie sobre en carbone, menée par le Département du Changement Climatique, de la Biodiversité et de l'Economie Verte au Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, ou la préparation de la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) dans le cadre de l'UNFCCC.

Une autre dimension importante de cette analyse est qu'elle devrait contribuer ou apporter un complément à d'autres études et documents stratégiques sur l'utilisation des terres au Maroc. Par exemple, la FAO a produit quatre études de cas sur l'application de son *Ex Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT)* au Maroc, incluant une estimation du bilan carbone du Plan Maroc Vert (PMV) 2010-2030 (FAO, 2012d). La gestion de l'utilisation du foncier joue un rôle important dans l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation de l'agriculture car elle peut induire l'émission ou la séquestration de quantités importantes de dioxyde de carbone en fonction des tendances et des décisions prises en matière d'utilisation des sols. Par souci de simplification, l'utilisation des terres et les émissions liées aux changements d'utilisation n'ont pas été incluses dans l'analyse des émissions de GES effectuée lors de l'Etape 1 et, à ce titre, cette étude est complémentaire d'autres études ayant traité le thème de l'utilisation des terres. Le rôle potentiel du sol dans la séquestration du carbone a été néanmoins pris en compte lors de l'examen des technologies pertinentes dans les autres étapes de l'étude.

Problèmes liés aux données

Il faut souligner qu'une large part de l'analyse est basée sur une combinaison de données FAOSTAT en matière d'émissions de GES (estimations produites par la FAO selon la méthode par défaut de niveau 1 des Directives pour les Inventaires Nationaux des GES du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC)), de données communiquées aux organisations internationales par différentes institutions marocaines, ainsi que de données officielles communiquées à l'UNFCCC. En dépit des incertitudes entourant les estimations en matière d'émissions de GES, les données fournissent des indications utiles en termes de tendances et de fiabilité relative des sources. Bien que toutes les

catégories d'émissions de GES prévues par le GIEC ne soient pas documentées dans les communications officielles et l'inventaire national des GES du Maroc, les données additionnelles fournies ont permis un rapprochement avec les données FAOSTAT. En outre, les émissions associées à la consommation d'énergie sont entachées d'une grande incertitude et les données fournies par différentes agences diffèrent significativement. Autant que possible, le rapport a cherché à mettre en évidence les différences constatées dans les données utilisées, clarifier leur typologie et exposer les hypothèses ou les paramètres techniques utilisés pour produire les estimations finales.

L'approche utilisée pour les données en matière d'émissions a également été utilisée au niveau de l'évaluation technico-économique de l'Étape 2, qui a couvert 12 technologies et pratiques différentes. Les données sur la diffusion des techniques utilisées au niveau de cette Étape ont été extrapolées d'une variété de sources officielles (chaque fois que possible) combinées avec des sources sectorielles et des opinions d'experts. Cela a été le cas, par exemple, pour des équipements comme les chaudières, les pompes et tracteurs à énergie solaire et en partie pour les améliorations génétiques et alimentaires dans le secteur de l'élevage et l'utilisation du fumier comme amendement du sol. Par ailleurs, pour calculer la rentabilité financière des investissements dans une technologie donnée, les données qualitatives recueillies lors de discussions avec différents opérateurs ont été combinées avec des modèles simplifiés utilisant des études de cas. De par sa nature d'évaluation rapide, une telle analyse ne peut pas être considérée comme pleinement représentative de la diversité des contextes dans lesquels les nouvelles technologies et pratiques peuvent être utilisées au Maroc mais doit plutôt être vue comme une illustration de la rentabilité financière potentielle des différentes technologies. De même, en ce qui concerne l'analyse économique, un effort a été fait pour prendre en compte les différentes subventions, taxes et autres possibles distorsions qui créent des écarts entre les valeurs financières et économiques. Dans un grand nombre de cas, le manque de données a obligé à procéder à des simplifications.

Finalement, il est important de noter que cette analyse utilise une notation qui va de une à trois étoiles. Cela autorise une certaine flexibilité d'interprétation et ouvre l'espace aux discussions. L'intention de ce rapport est de fournir des éléments techniques utiles pour nourrir le débat sur l'adoption des technologies dans le secteur agro-alimentaire, le potentiel en matière d'investissement et les politiques d'accompagnement. Les résultats peuvent être interprétés de façon différente et les différentes parties pourront les utiliser en fonction de leurs besoins et objectifs spécifiques.

Résultats pour le Maroc

Principales activités émettrices de GES au Maroc

Dans le cadre de cette étude, les principales activités émettrices dans le secteur agro-alimentaire ont été analysées par source (par exemple fermentation entérique, engrais de synthèse ou résidus de récolte) et en fonction du produit final (par exemple viande, lait, céréales). L'analyse montre que la distribution des émissions des différentes activités agricoles au Maroc est tout à fait cohérente avec ce qui est observé dans les pays voisins et également proche des valeurs observées dans une sélection de pays du Proche-Orient et d'Afrique du Nord. Dans le secteur agricole, la principale source d'émissions au Maroc – comme dans les autres pays du Maghreb – est la fermentation entérique et le fumier laissé sur les pâturages, qui ensemble représentent un peu plus de 80% des émissions totales du secteur agricole.¹ Si l'on inclut la consommation d'énergie dans le secteur agro-alimentaire (qui représente moins d'un quart des émissions totales), la fermentation entérique, la gestion du fumier et le fumier laissé sur les pâturages représentent légèrement moins de 70% des émissions totales.

En revanche, très peu ou quasiment aucune émission n'est associée à des activités comme le brûlage des résidus de récolte, la culture des sols organiques et la culture du riz – tant au Maroc que dans les pays voisins.

D'après les résultats fournis par l'Étape 1, les principales sources d'émissions dans le pays sont (Figure 1):

- (i) La gestion du fumier: les émissions représentent une part plus importante que dans la région de référence et la tendance est à la hausse. Parallèlement, la production de viande bovine a une haute intensité d'émission de GES;
- (ii) Fumier laissé sur les pâturages: la part des émissions est plus basse que dans la région de référence; cependant, en termes absolus, ces émissions augmentent. Elles contribuent de façon importante à la haute intensité d'émission de GES de la production de viande bovine;
- (iii) Consommation d'énergie en agriculture: la part des émissions est similaire à celle constatée dans la région de référence; la tendance était à l'augmentation jusqu'à récemment, suivie par une légère diminution;
- (iv) Consommation d'énergie dans la transformation alimentaire: la part des émissions est plus basse que celle constatée dans la région de référence; cependant, la tendance est à la hausse;

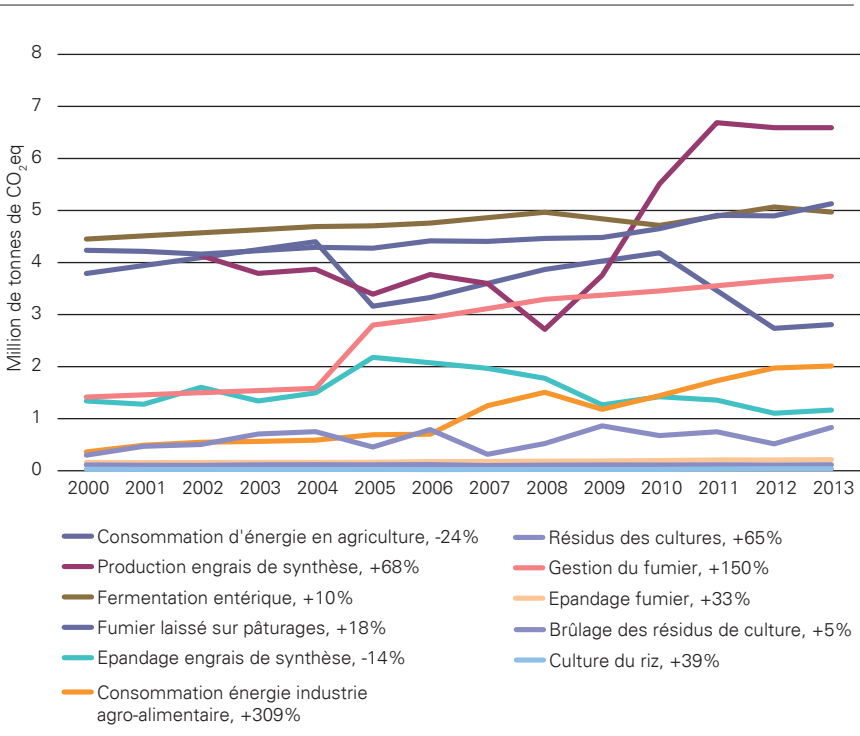
1 Les GES émis par la fermentation entérique et le fumier sont du méthane et de l'oxyde d'azote, qui sont des gaz ayant un impact bien plus fort en matière de changement climatique que le dioxyde de carbone. Toutes les analyses ici sont faites sur la base d'équivalents-CO2 (CO2-eq).

- (v) Fermentation entérique: le secteur de l'élevage est un émetteur majeur de GES au Maroc mais la part des émissions dues à la fermentation entérique est plus basse que celle constatée dans la région de référence. Les émissions sont en augmentation (+10% en 2013 par rapport à 2000). La fermentation entérique est aussi un important contributeur à la haute intensité d'émission de GES de la production de viande bovine;
- (vi) Engrais de synthèse: la part des émissions dues aux engrais de synthèse (libération d'oxyde d'azote lors de l'épandage) est similaire à celle constatée dans la région de référence. Les émissions dues à l'épandage des engrais sont en baisse, cependant la consommation des engrais augmente, ce qui induit une augmentation des émissions par l'industrie de production (émissions de dioxyde de carbone dues à la consommation d'énergie fossile).

Ces résultats sont globalement cohérents avec la contribution déterminée à l'échelle nationale (Intended Nationally Determined Contribution, INDC) récemment présentée par le Maroc² dans le cadre de l'UNFCCC pour atténuer et s'adapter au changement climatique. L'INDC du Maroc prévoit en effet que les principaux secteurs couverts seront: (i) la fermentation entérique; (ii) la gestion du fumier; (iii) les systèmes de culture (y compris l'utilisation des sols); et (iv) le secteur énergétique, qui inclut l'agriculture et l'industrie agro-alimentaire.

² Pour plus d'information, voir Maroc INDC, 2015.

Figure 1: Tendances en matière de sources d'émissions de GES dans le secteur agricole (incluant la consommation d'énergie pour la production agricole et la production d'engrais) et industrie agro-alimentaire au Maroc, 2000-2013



Source: FAOSTAT (2015) et inventaire national des GES pour les émissions agricoles, incluant la consommation d'énergie en agriculture; IEA (2015), HCP (2015) et calculs des auteurs pour la consommation d'énergie dans l'industrie agro-alimentaire et la fabrication des engrais.

Note: Bien que les émissions de GES dues au brûlage des résidus de récolte et à la culture du riz soient négligeables ou non-existantes au Maroc, elles sont reportées ici par souci de cohérence avec les directives du GIEC (IPCC, 2006). Les mesures ont été faites selon la méthode par défaut de niveau 1 du GIEC. Le terme "agriculture" inclut ici les sous-secteurs "cultures" et "élevage".

Choix des technologies

L'analyse des données en matière d'émissions permet d'identifier les activités les plus critiques (à l'exclusion de l'utilisation des sols), ce qui est la base pour l'identification et la sélection de technologies et pratiques susceptibles de réduire les émissions du secteur. Le choix des technologies à évaluer a également été fait sur la base des meilleures technologies disponibles dans le pays et après de nombreuses discussions avec les experts locaux, en particulier les représentants du Gouvernement.

Les technologies et pratiques considérées peuvent être définies comme “technologies climatiques” puisqu’on s’attend à ce qu’elles réduisent les émissions avec un haut niveau de fiabilité. Au total, 12 technologies et pratiques ont été évaluées dans cette étude: (i) l’agriculture de conservation (définie ici principalement comme semis direct); (ii) un équipement agricole efficace; (iii) l’irrigation goutte-à-goutte; (iv) le pompage de l’eau à énergie solaire ou éolienne; (v) la gestion des pâturages; (vi) l’utilisation du fumier comme amendement des sols; (vii) l’amélioration génétique et alimentaire des vaches laitières; (viii) des chaudières efficaces; (ix) un stockage frigorifique efficace; (x) la production de biogaz à partir du fumier et des résidus de récolte (digestion anaérobie); (xi) des systèmes basés sur les énergies renouvelables; et (xii) les petits barrages.

D’autres technologies comme les technologies innovatrices de culture en serre ou les séchoirs solaires ont été considérées dans les premières phases de l’analyse, mais ont été abandonnées par la suite en raison de leur faible pertinence dans le contexte du secteur agro-alimentaire marocain. Comme indiqué plus haut, les futures mises à jour de cette étude par des intervenants locaux ou internationaux pourront aisément élargir la liste des technologies étudiées si nécessaire.

Potentiel des différentes technologies en matière de réduction des émissions de GES et coûts

L’analyse technico-économique conduite durant l’Etape 2 a permis d’évaluer toutes les technologies retenues selon sept critères: (i) performance par rapport aux meilleures pratiques internationales; (ii) maturité des services techniques d’appui; (iii) potentiel de réduction des émissions de GES; (iv) taux de diffusion actuel; (v) tendances en matière de différentiel entre le taux d’adoption actuel et le potentiel technique; (vi) attractivité financière, et (vii) coût de l’atténuation des émissions.

Les résultats de l’application de cette méthodologie indiquent que dans le contexte marocain les technologies/pratiques ayant le plus haut potentiel technico-économique pour une large adoption et un impact sur la réduction des émissions sont les suivantes: agriculture de conservation, équipement agricole efficace, stockage frigorifique efficace et systèmes basés sur des énergies renouvelables – suivies par le pompage à énergie solaire ou éolienne, l’irrigation goutte-à-goutte, les chaudières efficaces, l’utilisation du fumier comme amendement du sol, les améliorations génétiques et alimentaires dans le secteur de l’élevage et la gestion des pâturages.

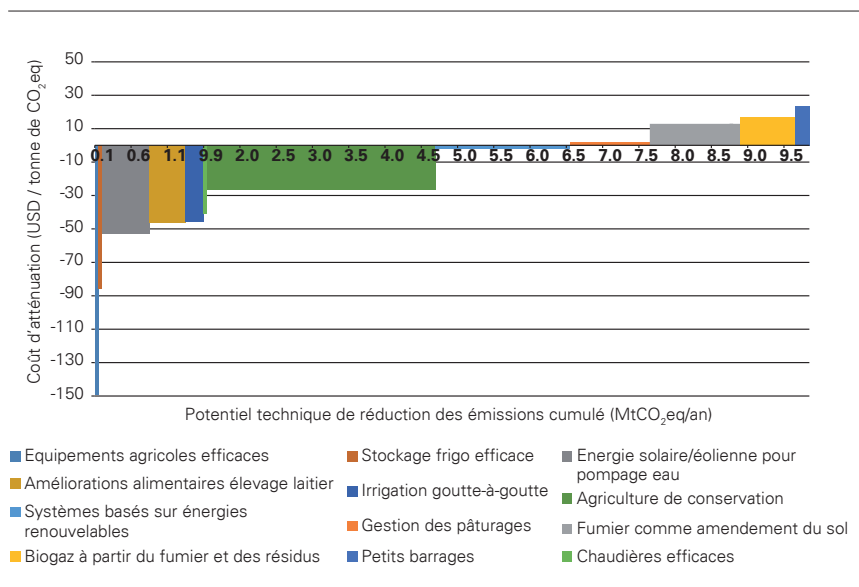
Les petits barrages et la production de biogaz à partir de résidus agricoles apparaissent à la fin de la liste des technologies et pratiques lorsque celles-ci sont considérées seulement d’un point de vue technico-économique. Il faut souligner que certains impacts positifs et négatifs, y compris en matière

d'adaptation au changement climatique ou d'autres conséquences possibles, n'ont pas été pris en compte à ce niveau de l'étude.

Sur la base de l'analyse effectuée au cours de l'Etape 2, il a été possible de tracer des courbes de coûts marginaux de réduction des émissions présentant, pour chaque technologie: (i) le coût estimé de réduction des émissions; et (ii) le potentiel technique de réduction des émissions. La Figure 2 donne une indication de quel niveau de réduction serait techniquement possible, la zone sous la courbe donnant quant à elle une indication du coût total associé. Cette analyse montre que des technologies et pratiques comme l'équipement agricole efficace, le stockage frigorifique efficace et les chaudières efficaces pourraient être mis en œuvre à très bas coût (en fait à coût négatif) mais qu'elles ont un potentiel technique de réduction des émissions relativement bas, alors que d'autres comme l'agriculture de conservation ou l'énergie photovoltaïque et éolienne auraient à la fois un coût négatif et un potentiel élevé de réduction des émissions. En revanche, des technologies et pratiques comme la gestion des pâturages, l'utilisation du fumier comme amendement du sol et la production de biogaz auraient un coût plus élevé mais aussi un haut potentiel technique de réduction des émissions.

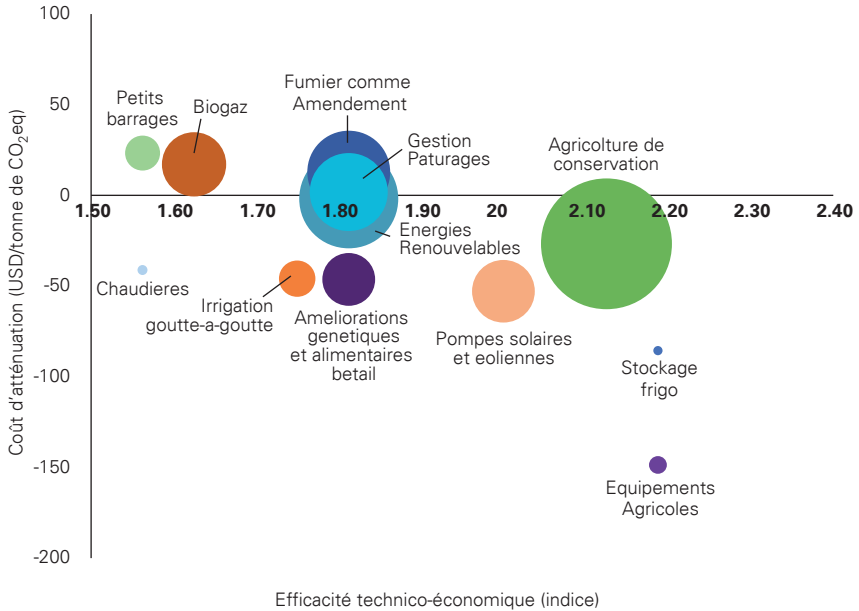
En complément à cette analyse, la Figure 3 fournit un index mesurant la performance de chaque technologie sur la base de tous les critères évalués lors de l'évaluation technico-économique (Etape 2). Sur ce deuxième graphique, l'axe des ordonnées est le même (coût de réduction des émissions), alors que l'axe des abscisses représente un score final agrégé pour chaque technologie, calculé sur la base d'un système à trois points et excluant les scores en matière de coût et de potentiel technique de réduction des émissions de GES. Plus le score agrégé est haut et plus le classement de la technologie est élevé. En outre, le potentiel technique de réduction des émissions est représenté pour chaque technologie par la taille de sa bulle. Les enseignements de la Figure 3 sont cohérents avec ceux de la Figure 2.

Figure 2: Coût estimé et potentiel technique (cumulé) de réduction des émissions de GEH pour différentes technologies et pratiques dans le secteur agro-alimentaire au Maroc



Source: Calculs des auteurs.

Figure 3: Coût estimé de réduction des émissions, autres critères technico-économiques et potentiel technique de réduction des émissions par technologie/pratique



Source: Calculs des auteurs.

Note: La taille de la bulle indique le potentiel technique de réduction des émissions.

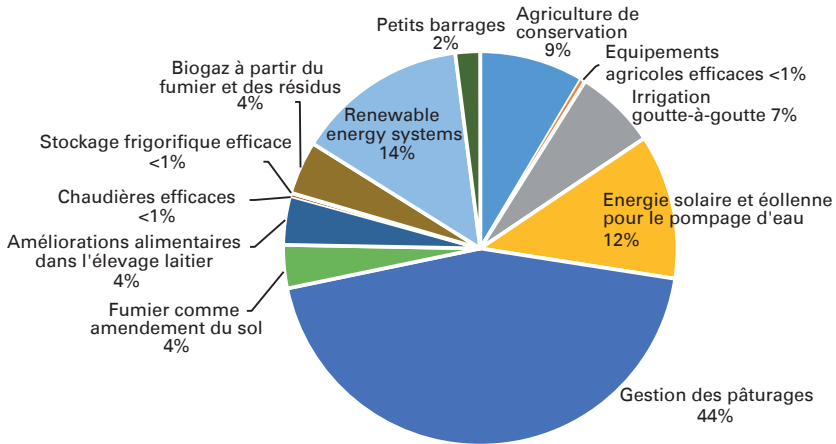
Pour pouvoir interpréter correctement les résultats présentés dans la Figure 3, l'évaluateur doit considérer qu'ils ont été obtenus au travers: (i) d'une classification selon un système à trois points pour chaque critère; (ii) d'une moyenne pondérée des scores obtenus pour les différents critères; et (iii) d'évaluations menées souvent avec peu de données, en particulier en ce qui concerne l'indicateur relatif à l'attractivité financière. Les résultats présentés dans le graphe sont donc seulement indicatifs du potentiel de chaque technologie et pourraient faire l'objet d'une analyse plus approfondie. Pour résumer:

- Toutes les technologies disponibles au Maroc ont des performances satisfaisantes au regard des meilleures pratiques internationales et, même s'il n'y a pas de services techniques d'appui bien formés partout dans le pays, un certain degré de service d'appui existe déjà et pourrait être répliqué. Une exception est le biogaz, pour lequel il y a peu d'expérience et un savoir technique limité au Maroc.

- L'agriculture de conservation, les systèmes basés sur les énergies renouvelables, l'utilisation du fumier comme amendement du sol et la gestion des pâturages ont le plus grand potentiel en matière de réduction des émissions.
- Toutes les technologies ont d'énormes marges de progrès en termes d'adoption, même si l'irrigation goutte-à-goutte, les améliorations génétiques et alimentaires dans le secteur de l'élevage et les systèmes basés sur les énergies renouvelables ont considérablement progressé dans les dix dernières années, très probablement grâce à des politiques incitatives. Il se peut que la diffusion des autres technologies soit freinée par des réticences plus importantes qui devraient être levées.
- La gestion des pâturages, l'utilisation du fumier comme amendement, la production de biogaz et les petits barrages ont des retours financiers faibles, des coûts initiaux d'investissement élevés et/ou ne produisent des bénéfices qu'à long terme, ce qui les rend actuellement moins attractifs pour les investisseurs.
- Les équipements agricoles, chaudières et stockages frigorifiques efficaces présentent des coûts de réduction des émissions extrêmement bas (négatifs), en partie parce que leur potentiel en matière de réduction des émissions (dénominateur) est faible; les pompes à énergie solaire et éolienne et les améliorations génétiques et alimentaires dans le secteur de l'élevage ont à la fois un coût limité et un potentiel de réduction des émissions considérable.

La Figure 4 présente, pour chaque technologie, la part de l'investissement total requis. Ce dernier est défini comme le coût en capital et services nécessaire pour réaliser le potentiel de réduction des émissions de chaque technologie. Il n'inclut pas les coûts additionnels d'opération. Les estimations ont été faites sur la base de l'investissement prévu dans le modèle financier développé pour chaque technologie, mis à l'échelle pour réaliser le potentiel de réduction des émissions total de chacune des technologies. La plupart des modèles développés n'étant pas représentatifs, ces résultats doivent être considérés comme seulement indicatifs du niveau des investissements requis pour que chaque technologie atteigne sa pleine capacité de réduction des émissions.

Figure 4: Investissements estimés requis pour réaliser le potentiel de réduction des émissions, par technologie/pratique (coût total: 14 milliards USD)



Source: Calculs des auteurs.

La gestion des pâturages représente, de loin, la plus grande part de l'investissement total. Ceci est dû à la nécessité d'intervenir sur des surfaces très étendues (4,2 millions ha) avec en outre des coûts unitaires d'investissement élevés (1.470 USD/ha), incluant le clôturage et les plantations. La gestion des pâturages présente un des plus hauts potentiels en matière de réduction des émissions de GES parmi les différentes technologies étudiées, mais le coût d'investissement par tonne de CO₂-eq de réduction d'émission reste le plus haut (il faut néanmoins souligner que l'on a utilisé des estimations prudentes en matière de séquestration de carbone par les parcours améliorés). Les investissements nécessaires suivants en termes de taille sont pour les systèmes basés sur les énergies renouvelables et les pompes à énergie solaire et éolienne. Pour les systèmes basés sur les énergies renouvelables, qui ont un potentiel élevé de réduction des émissions, on obtient un coût d'investissement par tonne de CO₂-eq médian. Les pompes à énergie solaire et éolienne en revanche, du fait de leur potentiel de réduction des émissions plus faible, présentent un coût d'investissement plus haut par tonne de CO₂-eq. Il en est de même pour l'agriculture de conservation et l'irrigation goutte-à-goutte, puisque la première a un potentiel de réduction des émissions bien plus élevé que la seconde. Les autres technologies requièrent des investissements plus bas et présentent des ratios coût d'investissement sur potentiel de réduction des émissions autour ou en-dessous de la médiane.

Durabilité

Au niveau de l'Étape 3, l'analyse se concentre sur la durabilité: il arrive souvent que les solutions technologiques qui obtiennent de bons scores pour les paramètres techniques et économiques ne soient pas faciles à déployer en raison de contraintes sociales ou environnementales, ou d'autres coûts cachés pour la société.³ Lors de l'Étape 3, les technologies et pratiques sélectionnées sont évaluées en fonction de possibles implications positives ou négative qu'elles pourraient avoir sur: (i) le secteur de l'eau (incluant sa qualité, son utilisation et sa disponibilité); (ii) le secteur de l'énergie (incluant la dépendance aux énergies fossiles); (iii) l'alimentation (incluant les problèmes fonciers et la sécurité alimentaire); (iv) les implications sociales; et (v) la contribution à l'adaptation au changement climatique.

L'analyse indique que certaines technologies et pratiques comme l'agriculture de conservation, l'utilisation du fumier comme amendement du sol, les systèmes basés sur les énergies renouvelables, les petits barrages et les technologies visant à une plus grande efficacité énergétique ont de bonnes performances dans toutes les dimensions étudiées: elles sont soit très pertinentes en matière d'adaptation au changement climatique, avec quelques soucis mineurs en termes de durabilité, ou non pertinentes en matière d'adaptation au changement climatique et sans soucis en termes de durabilité. En revanche, d'autres technologies comme l'irrigation goutte-à-goutte, les pompes à énergie solaire et éolienne, la gestion des pâturages et la production de biogaz peuvent connaître des problèmes de durabilité après leur adoption. En particulier, l'irrigation goutte-à-goutte a des implications positives en matière de foncier et de sécurité alimentaire mais peut mener à une hausse de la consommation d'énergie dans certains contextes en raison de l'intensification de l'agriculture ou générer des variations des conditions hydrologiques dans le bassin-versant au préjudice des autres utilisateurs de l'eau en aval. Les pompes à énergie solaire et éolienne induisent une moindre consommation d'énergie fossile et des améliorations en matière de foncier, de sécurité alimentaire et de conditions sociales mais peuvent conduire à une surexploitation des nappes phréatiques. L'introduction de pratiques améliorées en matière de gestion des pâturages peut avoir des implications positives mais nécessite une consommation accrue d'énergie (pour la restauration des terres et les infrastructures).

Une analyse préliminaire indique que la technologie pouvant présenter le plus de problèmes en matière de durabilité est la production de biogaz. Malgré des implications positives sur le plan énergétique, le biogaz peut en effet avoir un impact négatif sur l'eau (accroissement des besoins en eau, risques de pollution), sur l'utilisation des terres et la sécurité alimentaire (compétition avec les autres utilisateurs des résidus de récolte), ainsi que des implications sociales (besoin de main-d'œuvre plus qualifiée), bien que cette dernière

3 La viabilité financière et économique est traitée principalement au niveau de l'Étape 2.

contrainte puisse aussi représenter un encouragement au développement des qualifications professionnelles au sein de la main d'œuvre locale.

Une analyse plus approfondie a été conduite pour cette technologie, en utilisant la méthode d'Évaluation Rapide Nexus développée par la FAO, qui considère l'augmentation (ou diminution) de l'efficacité de l'utilisation des ressources de la technologie dans le contexte du pays. Dans ce cas spécifique, l'analyse n'a pas mis en évidence de modifications importantes du point de vue du nexus eau-énergie-alimentation, à moins que des quantités importantes d'eau soient nécessaires pour diluer la matière première nécessaire à la production de biogaz.

Obstacles à l'adoption des technologies

L'analyse de l'environnement en matière de politiques, en plus des résultats des Étapes 2 et 3, fournit des informations intéressantes sur les principaux obstacles à l'adoption des technologies évaluées. Les résultats de l'Étape 4 montrent que, pour l'ensemble des 12 technologies et pratiques étudiées, l'accès au capital et son coût, les retours financiers et des problèmes réglementaires (réglementation, spécifications techniques) sont des contraintes importantes à une adoption plus large des technologies climatiques au Maroc. Les contraintes organisationnelles et sociales (incluant les normes sociales et de comportement, les problématiques liées aux actions collectives), ainsi que les services et structures d'appui (recherche locale, couverture et efficacité des opérateurs de maintenance, etc.) sont des obstacles moins importants à l'adoption des technologies.

De plus, l'analyse indique qu'il peut y avoir des différences significatives parmi les diverses technologies. Par exemple, dans le cas de l'agriculture de conservation, le manque de connaissances sur la technologie et comment la mettre en œuvre efficacement, combinée avec l'absence de services d'appui, semble être un obstacle important à l'adoption. Dans le cas des équipements agricoles efficaces, l'accès au capital et son coût joue aussi un rôle important. Pour le stockage frigorifique, la rentabilité financière et l'accès au capital sont perçus comme les obstacles les plus importants avec les aspects réglementaires. Ces résultats ne sont pas surprenants et suggèrent la nécessité d'une approche au cas par cas pour déterminer l'accompagnement en termes de politiques susceptible de promouvoir une plus large adoption des diverses technologies.

Des politiques incitatrices pour promouvoir l'adoption des technologies

Outre à l'identification des principaux obstacles à leur adoption (sur la base des Étapes 2 et 3), il a été également procédé durant l'Étape 4 à un examen du taux de diffusion historique des différentes technologies ainsi que des principaux changements en matière d'environnement politique, afin de pouvoir tirer des conclusions sur les principales réformes politiques qui pourraient être mises en œuvre pour favoriser une plus grande diffusion. Il n'est cependant pas toujours aisé de trouver un lien de causalité entre une politique spécifique et l'adoption d'une technologie, le développement d'un marché étant en général

le résultat d'un nombre de facteurs externes à l'environnement politique et même quelquefois complètement exogènes (par exemple, une baisse des prix internationaux des modules photovoltaïques peut avoir un effet direct sur l'adoption des pompes solaires).

Par exemple, dans le cas de l'agriculture de conservation, il est clairement trop tôt pour trouver un lien de cause à effet entre l'introduction d'une subvention sur les équipements de semis direct et les surfaces concernées par ce type d'agriculture. Il semble qu'une corrélation positive existe, mais cela pourrait être dû à d'autres facteurs comme la mise en œuvre de projets de développement spécifiques (comme le PMV).

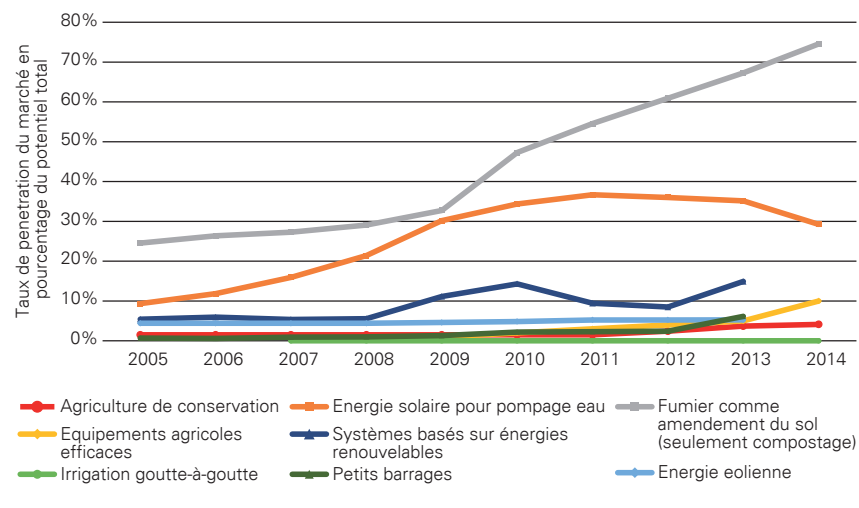
A l'opposé, l'analyse montre aussi la possible absence de corrélation entre une intervention politique et l'adoption d'une technologie.

La Figure 5 retrace l'évolution de l'adoption de chaque technologie sur la période 2005-2014, en indiquant également les différentes politiques entrées en vigueur sur la période. Le graphique montre que la génération d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable (seules les électricités d'origine éolienne et hydraulique sont représentées) a augmenté significativement au Maroc depuis 2008 (en dépit d'une chute de la génération d'hydroélectricité en 2011 et 2012 qui n'a pas correspondu à une baisse des capacités de production); 2008 est l'année à partir de laquelle la stratégie énergétique nationale et la loi sur la production privée d'électricité ont été mises en œuvre. Le développement de l'énergie éolienne en particulier s'est accentué après la mise en œuvre de la loi relative aux énergies renouvelables en 2009. L'énergie photovoltaïque n'est pas incluse dans la courbe des énergies renouvelables par manque de données mais on peut penser qu'elle a suivi un développement similaire à celui de l'énergie éolienne. De la même façon, le pompage de l'eau à énergie solaire a augmenté significativement depuis 2009, date de mise en œuvre de la Stratégie Nationale de l'Eau jusqu'en 2030. La diffusion de cette technologie semble avoir été également accélérée par le lancement, en 2010, du Projet National Intégré pour le Développement de l'Energie Solaire, l'établissement de l'Agence Nationale pour l'Energie Solaire (MASEN) et de l'Agence Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique (ADEREE), ainsi que par l'élimination, en 2013, des subventions sur le gasoil et le fioul utilisé pour la génération d'électricité.

La diffusion de l'irrigation goutte-à-goutte a connu une augmentation significative après le démarrage du PMV. Le PMV inclut un nombre de politiques qui ont eu et continuent d'avoir un impact sur l'ensemble du secteur agricole au Maroc, bien au-delà des technologies analysées dans ce document – et toutes les politiques ne sont pas mentionnées individuellement ici par souci de simplification. Si l'on considère le PMV comme un paquet unique introduit en 2008, il semble qu'il puisse y avoir une corrélation positive entre le PMV et la diffusion du pompage de l'eau à énergie solaire et l'introduction de nouveaux

tracteurs plus efficaces. On ne peut en revanche trouver de corrélation évidente entre le lancement du PMV et l'agriculture de conservation, ou avec la production et l'utilisation de compost. Pareillement, il semble que la loi de 2006 sur la gestion de l'élimination et du traitement des déchets agricoles n'ait pas eu d'impact évident sur la production et l'utilisation du compost au Maroc.

Figure 5: Historique de la diffusion des technologies



Source: Calculs des auteurs.

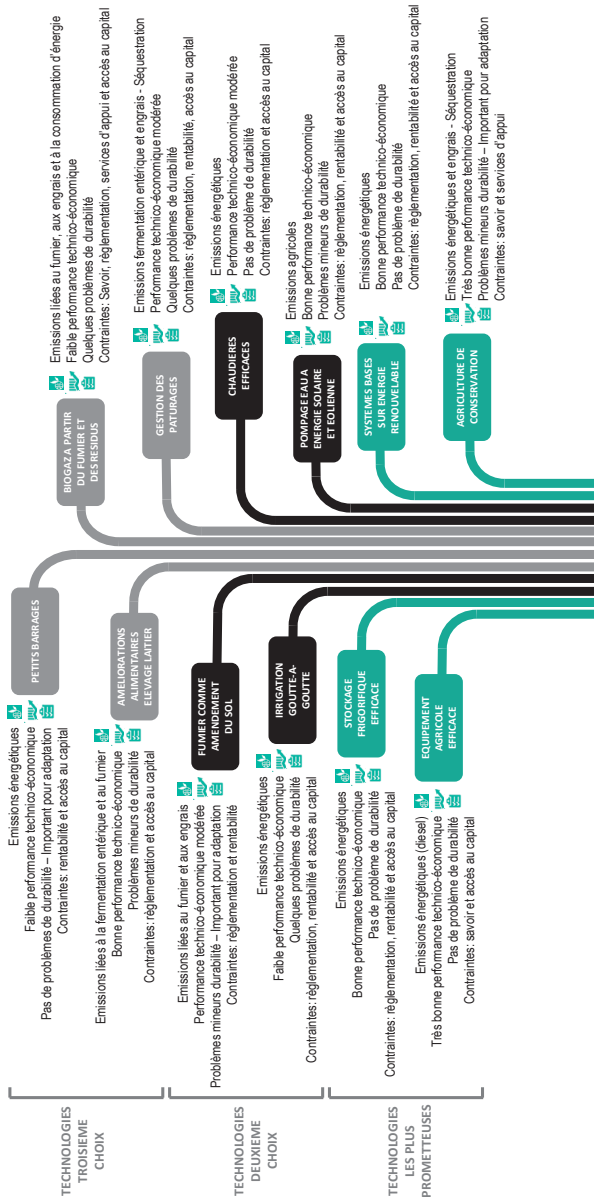
Note: (i) Pour l'irrigation goutte-à-goutte, le numérateur est le nombre total d'hectares concernés par cette technologie tel que rapporté par le MAF (par exemple, 410.000 ha en 2014) et le dénominateur est l'objectif de 550.000 ha fixé par le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) du PMV – ce qui explique pourquoi les réalisations se rapprochent du potentiel total d'adoption. Si en revanche on utilisait comme dénominateur le potentiel total en matière d'irrigation de surface, soit 1 million ha, le taux d'adoption serait réduit de presque moitié. (ii) En ce qui concerne les tracteurs efficaces, le taux d'adoption est estimé comme étant la proportion des tracteurs de moins de 5 ans (iii) Le taux d'adoption des énergies renouvelables est ici la proportion d'électricité d'origine éolienne et hydraulique produite chaque année.

Sur la base de l'analyse conduite au travers des Etapes 1 à 4, il est possible pour un investisseur institutionnel ou un décideur politique dans le secteur du développement durable (Gouvernement, organisations multilatérales et bailleurs de fonds) d'identifier les technologies et pratiques climatiques durables qui constituent des investissements à rentabilité immédiate. En d'autres mots, les technologies climatiques prometteuses à privilégier sont celles qui peuvent réduire les émissions de GES (identifiées lors de l'Etape 1), qui présentent de bonnes performances technico-économiques (Etape 2),

de bonnes performances sur le plan social et environnemental (Etape 3) et ne rencontrent pas d'obstacle à leur adoption qui soit trop difficile ou qui requière trop de temps pour le résoudre (Etape 4). Les autres technologies ont été classées comme technologies de deuxième ou troisième choix, comme illustré dans la Figure 6 et détaillé ci-dessous. A nouveau, il faut souligner que cette classification a été établie en utilisant un système de notation à trois points et avec une pondération pour chaque indicateur. Ont été privilégiés des indicateurs reflétant le potentiel de diffusion et des critères économiques, commerciaux et techniques. Au niveau de l'Etape 3, la classification a aussi pris en compte l'évaluation de possibles contraintes ou avantages collatéraux environnementaux et socio-économiques. Il est clair cependant que les résultats pourraient être différents, même significativement, si le choix et la pondération des critères venaient à être modifiés.

Les résultats de l'application de cette méthodologie en quatre étapes au Maroc montrent que l'agriculture de conservation, les équipements agricoles efficaces, les systèmes basés sur les énergies renouvelables et les stockages frigorifiques efficaces peuvent être considérés comme des investissements à rentabilité immédiate pour réduire les émissions de GES du secteur agro-alimentaire tout en maximisant les bénéfices connexes et minimisant les impacts négatifs sur les autres secteurs. L'accompagnement politique nécessaire pour promouvoir la diffusion de ces technologies impliquerait des réformes de moyenne à basse intensité. La priorité devrait donc être donnée à ces technologies. Elles sont suivies par le pompage de l'eau à énergie solaire et éolienne, l'irrigation goutte-à-goutte, les chaudières efficaces et l'utilisation du fumier comme amendement du sol. Cependant, au sein de ce second groupe, il est à craindre que le pompage à énergie solaire et éolienne et la gestion du fumier aient besoin d'une intensité de réforme des politiques d'accompagnement plus élevée pour pouvoir attirer les investissements et augmenter leur taux de pénétration du marché. Enfin, la gestion des pâturages, l'amélioration alimentaire dans le secteur de l'élevage laitier, la production de biogaz et les petits barrages auraient besoin d'un soutien encore plus fort dans le contexte marocain actuel, leur potentiel de diffusion apparaissant limité par différentes contraintes pour le moment. Ceci ne veut pas dire que ces dernières technologies ne devraient pas être soutenues, au contraire, elles nécessiteraient un ensemble de mesures de soutien pour surmonter les obstacles à leur diffusion (qu'ils soient d'ordre technique, économique, social ou réglementaire) et/ou la mise en place de mesures de sauvegarde sociales ou environnementales pour éviter tout effet collatéral négatif non désiré.

Figure 6: Résumé des résultats de l'évaluation en 4 étapes



Source: Auteurs.

Veillez adresser vos commentaires et demandes à:

Division du Centre d'investissement

Organization des Nations Unies pour l'alimentation
et l'agriculture (FAO)

Viale delle Terme di Caracalla - 00153 Rome, Italie

investment-centre@fao.org

www.fao.org/investment/en

Rapport n. 29- Novembre 2016

ISBN 978-92-5-109445-7



9 789251 094457

16242E/1/10.16