

Février
2018

AGRICULTURE ET ENERGIES RENOUVELABLES : CONTRIBUTIONS ET OPPORTUNITES POUR LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

SYNTHESE

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------------------------|
| Les Energies renouvelables : un enjeu pour l'agriculture | 4 |
| 1- Quantification de la contribution du monde agricole à la production d'énergies renouvelables | 4 |
| • Méthodes de quantification..... | 4 |
| • Principaux résultats obtenus..... | 6 |
| 2- Analyse économique des énergies renouvelables sur l'activité agricole..... | 8 |
| • Contribution économique des énergies renouvelables | 8 |
| • Impact des énergies renouvelables sur les sols..... | 10 |
| 3- Une diversité des modèles d'affaires adaptés à chaque exploitation | 11 |
| 4- Analyse prospective de la contribution du secteur agricole à la production d'EnR..... | 12 |
| • Approche générale | Erreur ! Signet non défini. |
| • Résultats d'évolution de chaque énergie renouvelable | 14 |
| 5- Principaux enseignements pour le déploiement des ENR en agriculture | 16 |



REMERCIEMENTS

Cette étude est réalisée pour le compte de l'ADEME par le groupement des bureaux d'études I Care & Consult (Benjamin Lévêque, Ali Hajjar, Paul-Emile, Noirot-Cosson), Blézat Consulting (Bertrand Oudin, Olivia Meiffren, Ali Khamlich) et les experts Marc Varchavsky (CERFrance) et Aline Lapierre (CEREOPA).

D'autres experts ont également contribué à la réalisation de cette étude :

- Alain Brinon (Avril)
- Elodie Nguyen (RMT biomasse et territoire, chambre agriculture hauts-de-France)
- Tarek Mhiri et Philippe Bonnard (FAM)
- Bruno Gagnepain (ADEME)
- Joakim Duval (Energie partagé)
- Astrid Cardona Maestro (ADEME)
- Sébastien Huet (ADEME Bretagne)
- Joanna Herrera (GIE Elevages Bretagne)
- Le service EnR de Terrena innovation
- Isabelle Hascuet (Apepha, Chambre Agriculture Bretagne)
- Nicolas Rousselon (Alpes Biotech)
- Denis Ollivier (Association Agri Méthaniseurs de France)
- Benoit Lemaignan (Fond Oser)
- Florian Jager (Hargassner)
- Edwige Porcheyre (Enerplan)
- Christophe Béalu (Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres)
- Madame Dennisger (Ecodenn)
- Nadine Berthomieu (ADEME)
- Fabien Guggemos (SOeS)
- Olivier Théobald (ADEME)
- Axel Richard (SER)
- Paul Duclos (SER)
- Sven Roesner (OFATE)
- Marie Bégué (OFATE)

Le Comité de Pilotage était composé des personnes suivantes :

- Marc Bardinal, Jérôme Mousset, Julien Thual, Alice Fautrad, Guillaume Bastide, Jean-Michel Parrouffe, Anne-Laure Dubilly, Robert Bellini, Raphaël Gerson, Céline Mehl, Bruno Gagnepain, Armand Mainsant, Tristan Carrére, David Marchal (ADEME)
- Timothée Furois (MTES - DGEC)
- Louise Oriol (MTES - DGEC)
- Gérard Denoyer (MTES - DGEC)
- Elisabeth Pagnac-Farbiaz (MTES - DGEC)
- Olivier de Guibert (MTES - DGEC)
- Sandrine Parisse (MTES - SDES)
- Cédric Bozonnat (MTES - SDES)
- Davy Liger (MAA)
- Léa Molinié (MAA)
- Léonard Jarrige (APCA)
- Philippe Bonnard (FAM)
- Tarek Mhiri (FAM)
- Johanna Flajollet-Millan (SER)
- Yoann Méry (Coop de France)
- Virginie charrier (Coop de France)
- Samy Ait Amar (ACTA)

L'ADEME et le groupement des bureaux d'études remercient l'ensemble des participants à la réalisation de ce projet.



Les Energies renouvelables : un enjeu pour l'agriculture

Dans le contexte de transition énergétique et environnementale concrétisé par la loi promulguée le 17 août 2015, la France a confirmé l'objectif de 23% de la part de production d'énergie d'origine renouvelable (EnR) dans la consommation finale d'énergie à l'horizon de 2020, et a fixé un nouvel objectif ambitieux à l'horizon de 2030 de 32%. L'atteinte de cet objectif nécessite une mobilisation de tous les secteurs économiques, et notamment du secteur agricole. En effet, l'agriculture dispose d'un potentiel important de production d'EnR en produisant de la biomasse (biocarburants, méthanisation, bois...) et en gérant des surfaces importantes susceptibles d'accueillir des systèmes de production d'électricité renouvelables (éolien, photovoltaïque...)

Par ailleurs, la production d'EnR par le secteur agricole pourrait directement satisfaire une partie des besoins énergétiques d'un secteur actuellement fortement dépendant des énergies fossiles¹. Actuellement, l'énergie consommée par le secteur agricole ne provient des EnR que pour 4%. Ces EnR autoconsommées dans les exploitations agricoles proviennent essentiellement le bois forestier (38%) ou du bois issu du bocage (26%), ainsi que des résidus agricoles (paille) et des cultures dédiées (23%)².

La présente étude cherche à évaluer la contribution directe et indirecte de l'agriculture dans la production d'EnR en France aujourd'hui et à horizon 2023, 2030, 2050. Elle vise notamment à mieux connaître l'apport économique des énergies renouvelables au secteur agricole et la contribution du monde agricole à la transition énergétique du pays. Les avantages et inconvénients technico-économiques et environnementaux de chaque énergie renouvelable ont été étudiés pour identifier les leviers et les freins au développement des énergies renouvelables dans le secteur agricole.

1- Quantification de la contribution du monde agricole à la production d'énergies renouvelables

- Méthodes de quantification

Dans le cadre de cette étude :

- Sept types d'énergies renouvelables ont été pris en compte. Elles représentent les principales énergies renouvelables produites dans le périmètre agricole (voir tableau 1) ;
- Le secteur agricole a été décomposé en 10 filières ou Orientations Technico-Economiques (OTEX) selon la nomenclature utilisée par le Ministère de l'agriculture (voir tableau 2).

¹ « Analyse économique de la dépendance de l'agriculture à l'énergie », réalisée par I Care & Consult et le Céréopa pour le compte de l'ADEME en 2012.

² L'enquête sur les consommations d'énergie dans les exploitations agricoles en 2011, dont les résultats sont présentés dans la publication n°517 (mai 2014) chiffres et statistiques du CGDD.



Tableau 1 : Type d'EnR considérée dans le cadre de l'étude

| Type d'EnR considérée pour l'étude |
|--|
| Biocarburant |
| Méthanisation |
| Eolien |
| Photovoltaïque |
| Pompes à Chaleur (géothermie et aérothermie) |
| Solaire thermique |
| Biomasse chaleur |

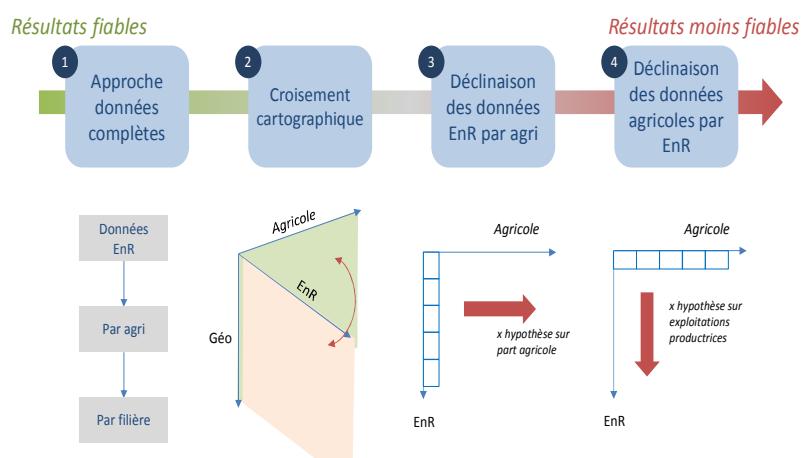
Tableau 2 : Type de filières agricoles considérées dans le cadre de l'étude

| Filières considérées |
|--------------------------------|
| Grandes cultures |
| Maraîchage, horticulture |
| Viticulture |
| Fruits et cultures permanentes |
| Bovins lait |
| Bovins élevage et viande |
| Bovins mixtes |
| Ovins, autres herbivores |
| Elevage hors sol |
| Polyculture, polyélevage |

A partir des données disponibles de l'année 2015, les indicateurs suivants ont été estimés :

- La part de la production d'EnR issue du secteur agricole (%)
- La production d'énergie finale et/ou primaire (en tep ou en unité propre à chaque type d'énergie)
- La puissance installée (si pertinent, c.à.d. pour les EnR électriques principalement)
- Le nombre d'exploitations agricoles contribuant à la production d'EnR ou de biomasse pour la production d'énergie.

Les méthodes utilisées pour chacune



Les données statistiques disponibles ne permettent pas d'évaluer directement la contribution du secteur agricole aux productions d'EnR. Aussi, pour réaliser cette estimation, quatre types d'approche complémentaire ont été développés, classés de la plus fiable à la moins fiable.

Figure 1 : Quatre types d'approches ont été développés pour mener l'exercice de quantification

- Approches données complètes** : Cette méthode a été mise en œuvre lorsque les données sur le parc EnR installé sont disponibles dans le secteur agricole.
- Croisement géographique** : En procédant à un croisement cartographique des zones agricoles avec la géolocalisation des projets EnR, la démarche a permis d'identifier les projets installés (avec leur niveau de production) sur terre agricole. Ce croisement permet également de décliner la production de chaque région, ainsi que celui des filières agricoles avec la cartes des OTEX.
- Déclinaison des données EnR sur le secteur agricole** : Cette approche repose sur l'utilisation des données de production d'EnR tous secteurs confondus, et l'estimation directe de la part imputable au secteur agricole à l'aide d'hypothèses issues de l'analyse bibliographique ou à dire d'expert.
- Déclinaison des données agricoles par EnR** : Cette approche consiste à estimer la production d'EnR par unité de production agricole (par exploitation, par hectare de terre, par surface de toiture...) puis de l'extrapoler à l'ensemble du secteur agricole.



- Principaux résultats obtenus

Le monde agricole : un acteur important dans la production d'énergies renouvelables

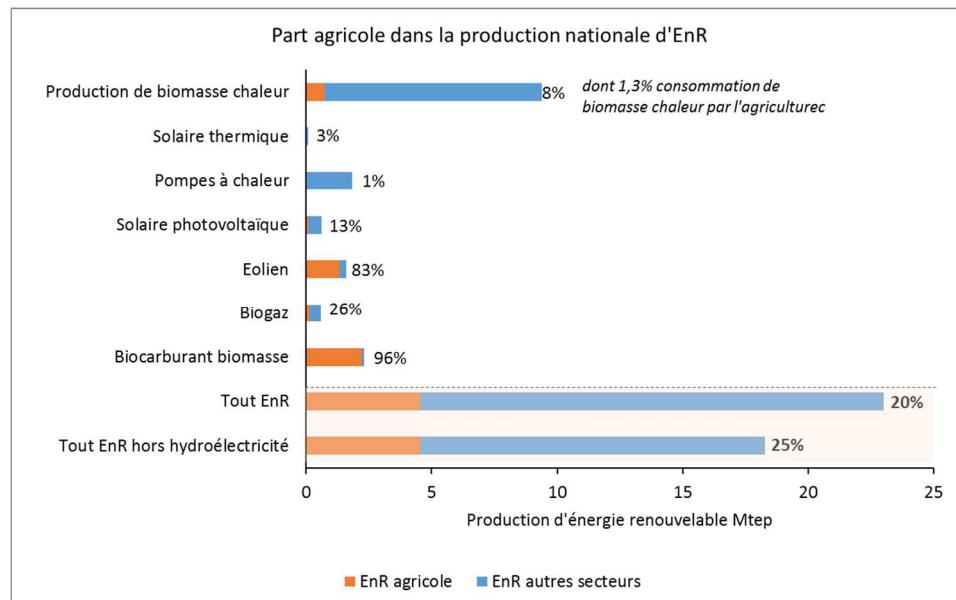


Figure 2 : part agricole dans la production nationale d'EnR, par type d'EnR

La contribution directe et indirecte de l'agriculture à la production d'EnR a été chiffrée à 20% de la production nationale en 2015 (4,6 Mtep / 23 Mtep d'EnR au niveau national). Avec une consommation de près de 4,5 Mtep/an en 2015, cette évaluation montre que le secteur agricole participe globalement autant à la production d'énergies renouvelables qu'il consomme d'énergie non renouvelable. L'analyse montre que la contribution de l'agriculture à la production d'EnR était en 2015 surtout liée aux biocarburants dont la matière première est essentiellement agricole, puis à l'éolien car les terres agricoles sont largement utilisées pour l'installation d'éoliennes et à la production de biomasse solide malgré la faible part agricole comparée à la biomasse forestière.

Toutes les filières agricoles contribuent à la production d'énergies renouvelables

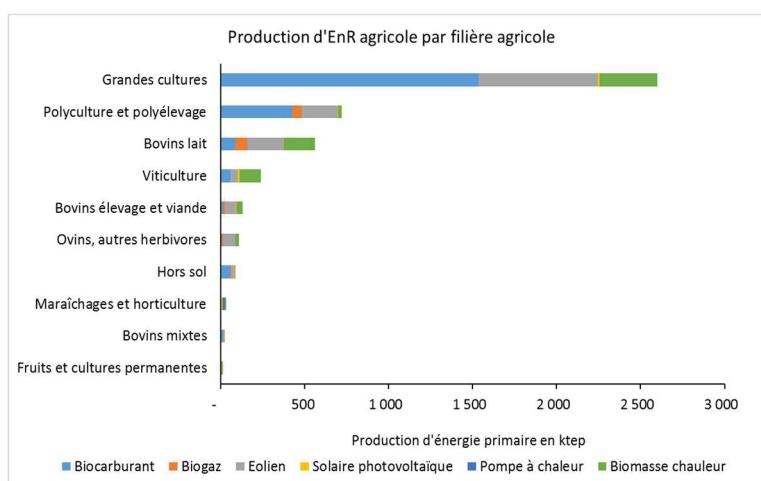


Figure 3 : Production d'EnR agricole par filière agricole

L'analyse des résultats montre que la contribution des différents systèmes agricoles aux énergies renouvelables était très différente en 2015. Les grandes cultures contribuent le plus à la production d'énergies renouvelables par la commercialisation des produits agricoles (blé, maïs, betterave, colza...)



utilisés pour la fabrication de biocarburants (cf fig. 4). Les grandes surfaces planes des systèmes de grandes cultures constituent une opportunité pour l'installation d'éoliennes. Les mêmes raisons, dans une moindre mesure, expliquent que les systèmes de polycultures et polyélevage et de bovins lait, aussi détenteurs de surfaces grandes cultures, soient les 2^e et 3^e plus grands contributeurs d'EnR agricoles.

Une répartition différente selon les régions

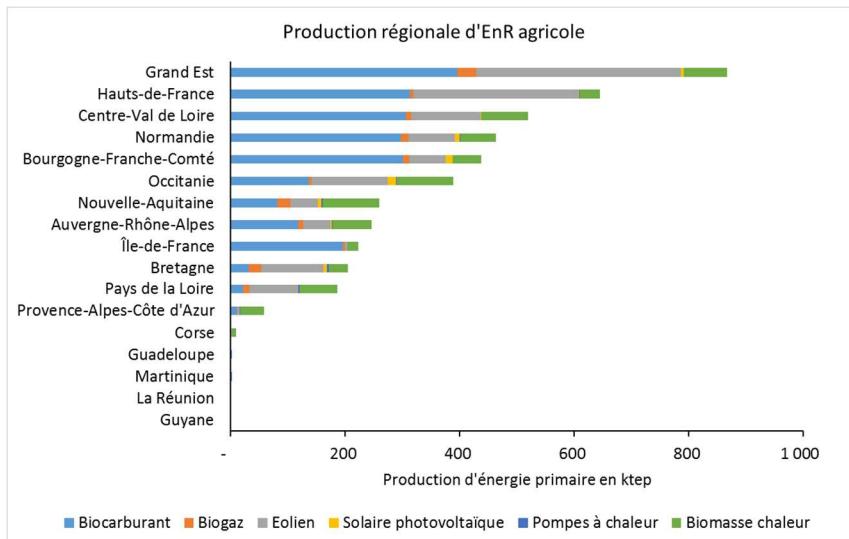


Figure 4 : Production d'EnR agricole par région

45% de la production d'EnR vient des régions Grand-Est, Hauts de France et Centre-Val de Loire. Cette situation s'explique (i) par la taille des régions concernées, (ii) par l'importance des filières de « grandes cultures » et de polycultures et polyélevage permettant une production importante de biocarburant et l'installation d'éoliennes.

Plus de 50 000 exploitations concernées

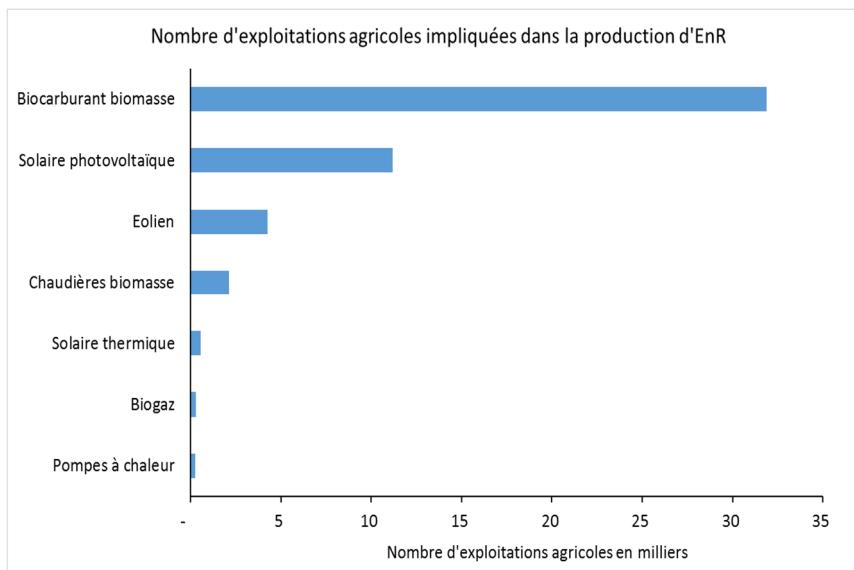


Figure 5 : Nombre d'exploitations impliquées dans la production d'énergies renouvelables

Le nombre total d'exploitations agricoles impliquées dans la production d'EnR est estimé à plus de 50 000. Sans surprise, c'est la filière biocarburant qui implique le plus grand nombre d'exploitations agricoles. En deuxième lieu vient l'énergie solaire photovoltaïque avec 11 000 exploitations agricoles



(la puissance moyenne unitaire d'un système PV agricole est estimée à 50 kWc). Concernant la biomasse, la commercialisation du bois énergie n'a pas été prise en compte.

2- Analyse économique de l'impact des énergies renouvelables sur l'activité agricole

- Contribution économique des énergies renouvelables

L'objectif est d'évaluer l'importance économique (en valeur et en emploi) du développement des EnR pour le secteur agricole (hors effets induits sur les autres maillons de la filière EnR comme le développement d'équipements, la fabrication, l'installation, l'exploitation, la maintenance...). L'analyse porte sur les bénéfices pour les systèmes agricoles, c'est-à-dire le chiffre d'affaire (CA) supplémentaire reçu par les agriculteurs ou la baisse de charges (économie de combustible). L'estimation des emplois s'attache également à évaluer la création d'emplois supplémentaires sur les exploitations agricoles (sans prendre en compte les emplois créés dans les bureaux d'étude, ou chez les installateurs d'équipement par exemple). Les estimations présentées dans le tableau 7 en annexe donnent des ordres de grandeur, car les données disponibles ne permettent pas un calcul précis.

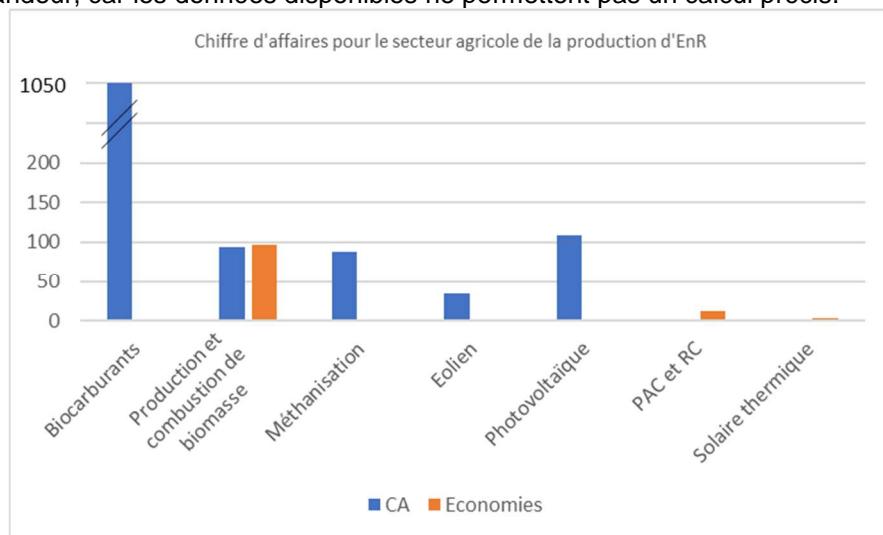


Figure 6 : Chiffre d'affaires pour le secteur agricole de la production d'EnR en 2015

Tableau 3 : Revenus pour le secteur agricole générés par la production d'EnR en 2015

| EnR | Type de revenu | Revenus (millions d'€/an) |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Biocarburants | Marge brute/an | 59 |
| Production et combustion de biomasse | Marge brute/an | 6,5 |
| | Economies/an (yc invest) | 39 |
| Méthanisation | nd | nd |
| Eolien | Revenu/an | 34 |
| Photovoltaïque | Revenu/an | 30,9 |
| PAC et RC | économies/an (yc invest) | -0,4 |
| Solaire thermique | économies/an (yc invest) | 0,7 |

La contribution à la production d'EnR issue du secteur agricole en 2015 représente un chiffre d'affaires pour les agriculteurs de l'ordre de 1 366 millions d'euros, soit l'équivalent de 2% du chiffre d'affaires du secteur agricole. Ce chiffre d'affaires est développé principalement par la vente de biomasse pour les biocarburants (1057 millions d'euros). Le photovoltaïque (105 millions), La méthanisation (88 millions), et la production de biomasse (85 millions) pour la combustion génèrent également un chiffre d'affaires



important. A ce chiffre d'affaires, s'ajoutent 112 millions d'euros d'économies sur la facture énergétique des exploitations par l'autoconsommation de biomasse, la mise en place d'installations de solaire thermique et de pompes à chaleur, soit 3,4% des dépenses énergétiques.

Ces chiffres, encore mesurés par rapport à l'ensemble du secteur agricole, génèrent néanmoins un impact économique significatif pour les agriculteurs engagés dans ces projets. Le développement des EnR leur permet de diversifier, de renforcer et de stabiliser leur revenu, pour des montants pouvant aller de quelques milliers d'euros de réduction de leur facture énergétique à plus de 15000 € de revenus complémentaires. Ces chiffres sont à mettre en perspective avec le revenu agricole moyen en 2015, évalué à 25 400 € pour l'ensemble des filières.

A titre indicatif, sont générées au niveau de la « ferme France »³ :

- Un chiffre d'affaires (production de biens agricoles) 2016 de 69,2 milliards €
- Des dépenses énergétiques des exploitations agricoles 2016 de 3,3 milliards €
- Des emplois en 2015 de 716 000 UTA (Unités de Travail Agricole, équivalent temps plein)

En 2015, seuls 370 emplois supplémentaires sont générés par la production d'EnR dont 213 par l'activité liée à une chaudière biomasse et 155 par celle liée à un méthaniseur. Il n'a pas été compté les emplois liés à l'exploitation et la maintenance des EnR car hors du périmètre de l'étude. Pour les biocarburants et la production de biomasse pour la combustion, le travail agricole représente une activité potentiellement importante (jusqu'à 3 330 ETP) non comptabilisée dans ce bilan, car les emplois associés ne sont pas additionnels aux activités agricoles classiques. L'activité générée par l'exploitation des haies et la valorisation des coproduits n'a pas pu être estimée.

³ Données AGRESTE



• Impact des énergies renouvelables sur les sols

L'installation des énergies renouvelables dans les exploitations agricoles peut nécessiter la mobilisation de terres agricoles, et dans certains cas entraîner une substitution de la production agricole d'origine et une modification de la qualité des sols.

Pour le solaire thermique, les PAC, le PV toiture, l'utilisation de chaudière biomasse n'entraîne pas de consommation des sols significative. Parmi les EnR considérées, les biocarburants de 1^{ere} génération mobilisent la plus grande surface de terres agricoles, soit 769 000 ha de grandes cultures. Les études disponibles montrent qu'il n'y a pas ou peu de changement d'usage direct des sols, mais un changement d'utilisation de la production agricole, pouvant générer un changement d'usage indirect des sols ailleurs dans le monde. Lorsqu'il y a valorisation énergétique des coproduits ou résidus agricoles comme c'est le cas pour les biocarburants avancés ou la méthanisation, il peut y avoir effet sur la teneur en matière organique des sols par l'augmentation des exports (pailles par exemple). L'effet du niveau de prélevement de la biomasse et l'effet sur le stock de carbone des sols fait actuellement l'objet d'études. Pour la méthanisation, il y a possibilité d'utiliser des cultures intermédiaires à vocation énergétique qui ne génère pas de substitution de culture alimentaire, ou l'utilisation d'une culture classique dédiée. La surface de cultures dédiées à la méthanisation en France reste actuellement très faible. Elle est estimée à 14 850 ha. L'impact de l'implantation d'éoliennes sur les surfaces agricoles est négligeable sur l'activité agricole. La surface liée à l'implantation de l'éoliennes et les chemins d'accès est estimée à 583 ha. Enfin, les centrales PV au sol concerneraient en 2015 de l'ordre de 450 ha de foncier productif. Les cahiers des charges des appels d'offres photovoltaïques autorisent des installations sur les zones sans activité agricole ou avec maintien du pâturage ou les productions sous serres garantissant la compatibilité de la production électrique avec la production agricole.



3- Une diversité des modèles d'affaires adaptés à chaque exploitation

Les modèles d'affaires se définissent par un type d'activité, mobilisant des ressources et permettant une valorisation économique. Cette activité est organisée en lien avec des acteurs : partenaires, clients, fournisseurs. Ce qui caractérise les modèles d'affaires en lien avec la production EnR dans les exploitations agricoles sont le type d'installation EnR, parfois le type de culture valorisée, les acteurs investisseurs et exploitants de l'EnR, ainsi que le canal de valorisation.

Quatre principaux modèles d'affaires plus ou moins intégrés au système agricole de l'exploitation ont été identifiés:

- L'autoconsommation d'énergie renouvelable (chaleur, électricité ou gaz) pour réduire la facture énergétique de l'exploitation (géothermie, solaire thermique, photovoltaïque, méthanisation) ;
- La production et la vente de biomasse pour la production d'énergies renouvelables (cultures pour les biocarburants et la méthanisation, bois pour la chaleur) ;
- La vente d'électricité ou gaz directement sur les réseaux (photovoltaïque, méthanisation) ;
- La mise à disposition de surfaces (éolien, photovoltaïque).

Au-delà de ces 4 modèles d'affaires, l'étude a identifié plus finement une cinquantaine de montages offrant aux agriculteurs une diversité de solutions selon les systèmes agricoles, le contexte pédo-climatique, le niveau d'implication dans la gouvernance des projets, d'investissements financiers, de temps de travail, de risques et d'acceptabilité sociale.

Onze modèles d'affaires (surlignés) ont été analysés en détail (cf. annexe 2 fiches détaillées dans rapport complet). Les modèles d'affaires choisis sont soit très répandus, mais leur pertinence économique fait d'eux des modèles d'affaires encore en développement, soit pas développés mais présentent un potentiel futur.



4- Analyse prospective de la contribution du secteur agricole à la production d'EnR

L'objectif de cette analyse prospective est de déterminer la part de production directe et indirecte d'EnR issue du secteur agricole aux horizons 2023, 2030 et 2050. Ces horizons de temps correspondent aux objectifs de la politique nationale concernant les énergies renouvelables : la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), la loi sur la transition énergétique pour la croissante verte (LTECV) à l'horizon de 2030, l'objectif Facteur 4 à l'horizon de 2050.

Une méthodologie a été développée pour déterminer la production future d'EnR issue du secteur agricole. Elle se base sur un croisement de l'évolution des **capacités d'énergies renouvelables agricoles** (appelé rythme annuel agricole moyen) et d'un facteur correspondant à **l'évolution de la part agricole de la production de cette EnR** (facteur de modulation) basé sur l'analyse qualitative FFOM (Forces-Faiblesses-Menaces-Opportunités). Le rythme annuel agricole moyen est calculé sur la base de l'évolution de la production d'EnR tout secteur confondu tel que prévu par les politiques publiques mentionnées (tableau 4) et la part actuelle d'EnR issue du secteur agricole. Le facteur de modulation est exprimé en % et sert à moduler le rythme annuel agricole moyen. Ces deux variables sont calculées pour chaque EnR et chacune des périodes 2015-2023, 2023-2030 et 2030-2050. Ci-dessous sont expliqués en détails le calcul de la capacité de contribution des Enr agricoles.

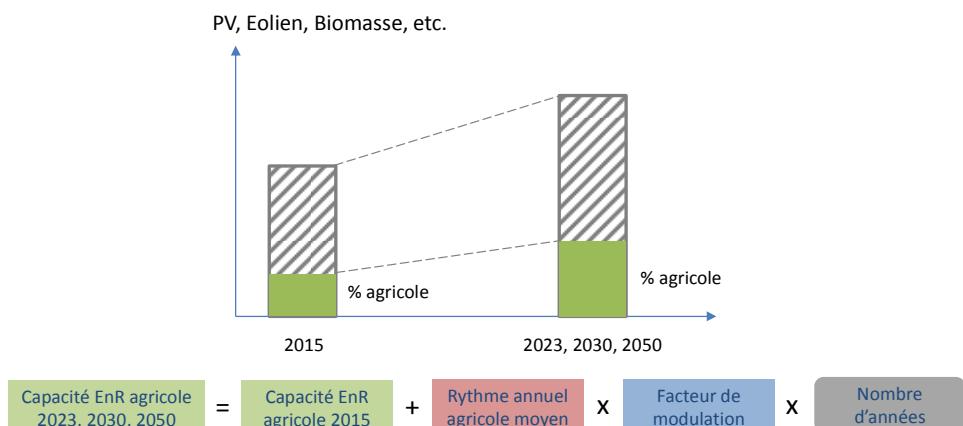


Figure 1 : Illustration de l'équation de calcul prospectif de la part renouvelable Agricole

Comme indiqué précédemment, la PPE détaille ces objectifs pour chaque énergie renouvelable à l'horizon 2023. D'autre part, les capacités d'énergies renouvelables modélisées dans les scénarios énergétiques de l'ADEME ont été utilisés pour 2030 et 2050. Ce document, réalisé en 2012, a été mis à jour en octobre 2017, et propose une trajectoire pour chaque énergie renouvelable permettant à la France d'atteindre son objectif Facteur 4 à l'horizon 2050. Le tableau suivant présente les objectifs de développement de chaque EnR considérées pour cette étude prospective :



Tableau 4 : Capacité de production d'EnR française et objectifs aux horizons 2023, 2030, 2050

| Type d'EnR | Capacité 2015 | Objectif 2023 | Objectif 2030 | Objectif 2050 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Production de biomasse pour les biocarburants | 2 308 ktep | 2 604 ktep | 3 000 ktep | 3 000 ktep |
| Biogaz cogénération | 440 ktep | 1 283 ktep | 1 548 ktep | 1 548 ktep |
| Biogaz injection de biométhane | 135 ktep | 800 ktep | 3 000 ktep | 5 600 ktep |
| Eolien terrestre | 10,3 GW | 24 GW | 34 GW | 40 GW |
| Photovoltaïque | 6,2 GW | 19 GW | 33 GW | 65 GW |
| Pompe à chaleur | 1 840 ktep | 3 475 ktep | 4 800 ktep | 7 100 ktep |
| Solaire thermique | 92 ktep | 335 ktep | 1 000 ktep | 1 700 ktep |
| Production de biomasse | 9 384 ktep | 13 500 ktep | 18 000 ktep | 21 000 ktep |

Le facteur de modulation détermine la part attribuable au secteur agricole. Il dépend de : (i) la sensibilité de la part agricole et (ii) la tendance future d'évolution de celle-ci. La **Sensibilité de la part agricole** exprime la propension de la part agricole à varier au cours du temps. La **Tendance future de la part agricole** exprime la trajectoire probable de la part agricole aux horizons de temps étudiés.

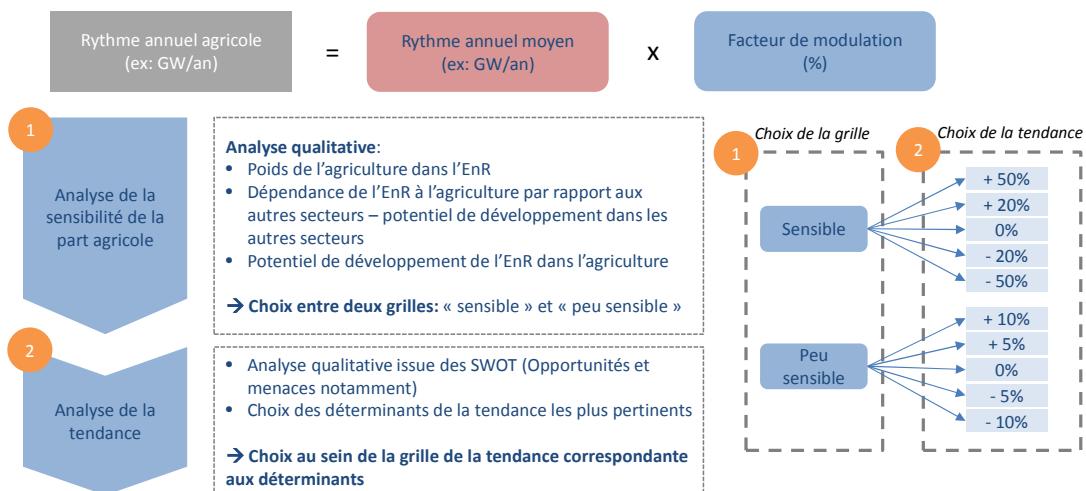


Figure 8 : Illustration de l'approche de détermination du facteur de modulation

Une fois le facteur de modulation déterminé, une analyse de sensibilité a été effectuée en simulant la progression de production d'EnR issue du monde agricole avec un facteur de modulation juste supérieur et un facteur de modulation juste inférieur tels que prévus dans grille de la figure ci-dessus.

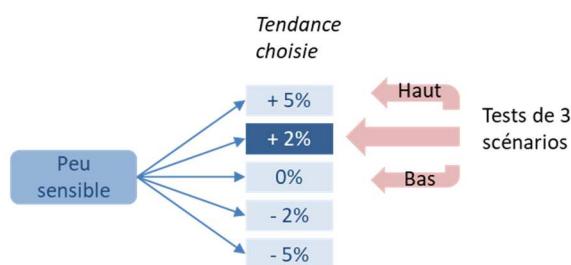


Figure 9 : Illustration de l'approche de construction des scénarios prospectifs

Enfin, la production d'EnR calculée pour le secteur agricole a été traduite en nombre d'exploitations impliquées, sur la base de la méthode proposée au chapitre précédent.



- Trajectoire d'évolution de chaque énergie renouvelable

Les déterminants de l'évolution de la part agricole et les hypothèses réalisées sur ces derniers ayant permis le calcul des facteurs de modulations sont explicités dans le rapport principal.

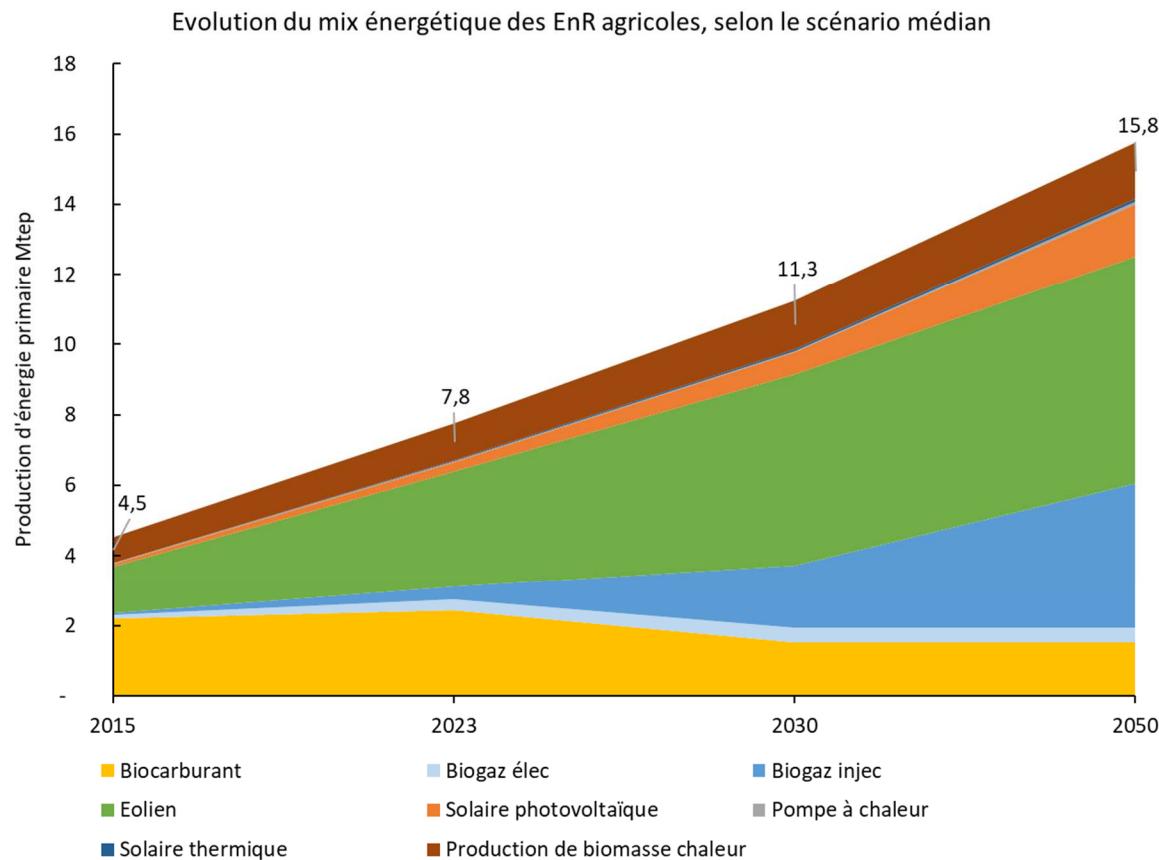


Figure 10 : Evolution du mix énergétique de production des EnR dans le secteur agricole, selon le scénario médian

L'analyse prospective montre que la contribution de l'agriculture à la production d'énergies renouvelables pourrait être multipliée par 2 entre 2015 et 2030 et par 3 entre 2015 et 2050. La production d'énergies renouvelables passerait de 4.5 Mtep à 15,8 Mtep. L'analyse souligne une évolution forte du mix énergétique (part respective de la production de chaque énergie renouvelable agricole). Selon les hypothèses prises pour cette prospective, l'éolien et le biogaz deviendraient les premières énergies renouvelables issues du secteur agricole.

L'analyse montre par ailleurs une diminution de la part agricole de production de biocarburants de première génération et le développement des biocarburants de 2^{ème} génération à l'horizon 2050, utilisant davantage de biomasse forestière et de déchets. Aussi, la quantité totale de biocarburants issue en partie de biomasse forestière serait en augmentation, mais n'apparaît pas dans ce graphique qui se limite à la biomasse agricole. Si à ces horizons temporels la production de biocarburants reste sur les techniques de première génération, il y aurait alors une part plus importante de biocarburants issus de l'agriculture.

L'analyse prospective montre également une augmentation de la part agricole des productions photovoltaïque, de l'éolien et de la méthanisation. Ces énergies renouvelables en plein développement nécessitent de l'espace pour l'implantation des installations (surfaces de toitures centrales au sol, éoliennes, ...) et des ressources en biomasse disponibles pour la méthanisation.



Tableau 5 : évolution du mix énergétique de production des EnR dans le secteur agricole, selon le scénario médian

| En ktep | 2015 | 2023 | 2030 | 2050 |
|--|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Biocarburants biomasse | 2 208 | 2 436 | 1 510 | 1 510 |
| Biogaz cogénération | 97 | 320 | 418 | 418 |
| Biogaz injection de biométhane | 51 | 350 | 1 795 | 4 129 |
| Eolien | 1 341 | 3 288 | 5 432 | 6 439 |
| Solaire photovoltaïque | 81 | 270 | 613 | 1 504 |
| Pompes à chaleur (géothermie et aérothermie) | 13 | 28 | 40 | 63 |
| Solaire thermique | 3 | 13 | 44 | 81 |
| Biomasse chaleur | 738 | 1 061 | 1 398 | 1 619 |
| Total ENR agricole | 4 532 | 7 765 | 11 250 | 15 763 |

Evolution de la part agricole dans la production EnR nationale, selon les trois scénarios

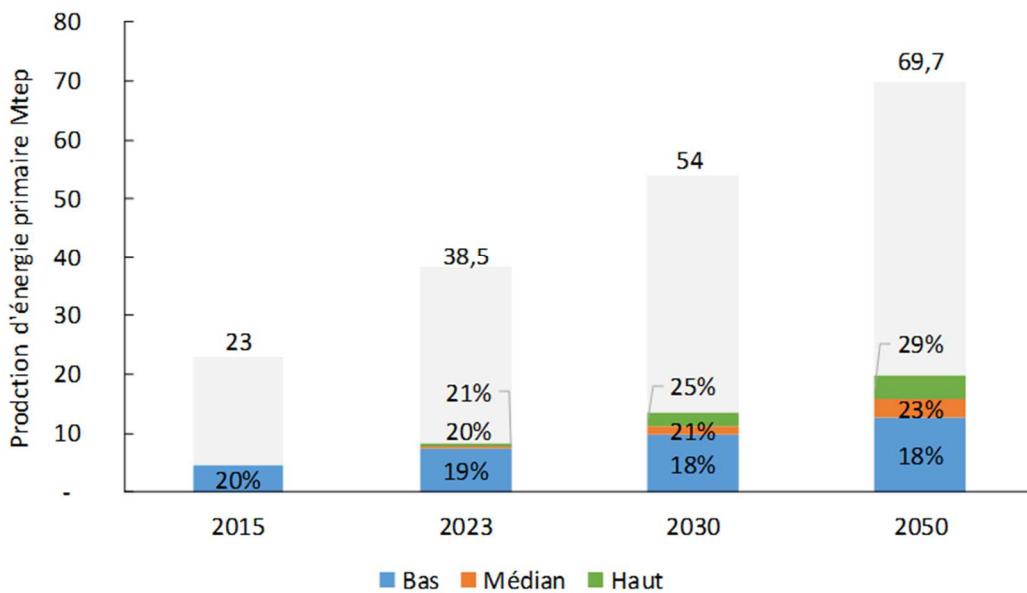


Figure 11 : Evolution de la part agricole dans la production EnR nationale, selon les trois scénarios

Dans le scénario médian étudié, la part des EnR produites dans le périmètre agricole passerait de 20% en 2015 à 23% en 2050. Cette augmentation s'expliquerait par l'augmentation de la part agricole de l'éolien (40%), du biogaz (29%) et du solaire photovoltaïque (10%). L'analyse de sensibilité a révélé une part agricole maximale de 29%, et minimale de 18% à l'horizon de 2050.

Sur la base de la taille des exploitations d'aujourd'hui, l'évolution des énergies renouvelables conduirait l'équivalent de 280 000 exploitations contribuant à la production d'EnR. Ces simulations montrent que la part du chiffre d'affaires engendré par le développement des énergies renouvelables devrait se développer fortement. Dans ce contexte, les énergies renouvelables devraient devenir une véritable filière agricole économiquement équivalente aux autres. D'où l'enjeu crucial de renforcer dès aujourd'hui, l'animation et l'organisation de cette filière pour renforcer la dynamique croissante existante, et maximiser les retombées économiques pour le secteur agricole.



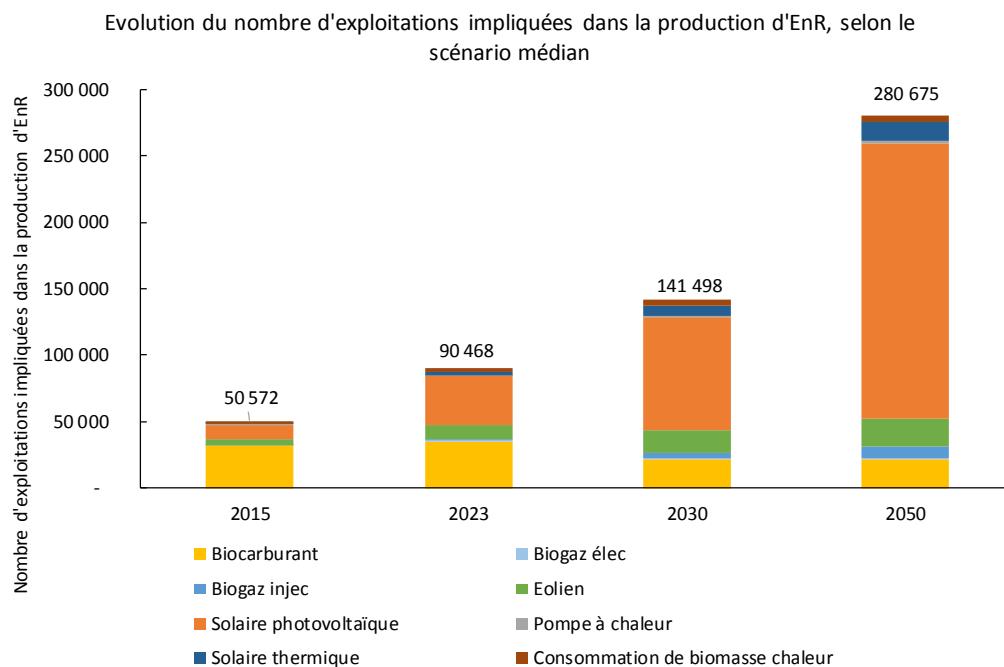


Figure 22 : Evolution du nombre d'exploitations impliquées dans la production d'EnR, selon le scénario médian

5- Principaux enseignements pour le déploiement des ENR en agriculture

En 2015, la contribution du secteur agricole à la production d'énergies renouvelables était de 4.6 Mtep. La participation de l'agriculture à la production d'énergies renouvelables est du même ordre de grandeur que sa consommation d'énergie non renouvelable. Cette production représente près de 20% de la production française d'EnR et un développement très important est attendu. L'analyse confirme le rôle stratégique de l'agriculture dans le développement des EnR en France. Il faut donc l'organiser, le suivre et l'animer.

La production d'EnR rapporte au monde agricole l'équivalent de 2% du chiffre d'affaires du secteur. Certaines énergies comme le photovoltaïque, l'éolien ou la méthanisation permettent de bénéficier de recettes supplémentaires et diversifiées significatives, participant ainsi à l'équilibre économique des exploitations. L'analyse prospective montre que cette contribution économique est amenée à s'accentuer dans les prochaines années.

L'analyse Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces (FFOM ou SWOT en anglais) a été utilisée pour déterminer les options envisageables pour développer les EnR dans le secteur agricole. Une matrice FFOM permet de mettre en avant et de classer les éléments selon :

- Leur incidence **positive** ou **négative** pour atteindre l'objectif
- Leur origine **interne** (facteurs sur lesquels on peut jouer, qui sont maitrisables – du point de vue de l'exploitant agricole) ou **externe** (éléments qui s'imposent au secteur énergétique et/ou agricole, contexte politique, réglementaire, sociétal...)

Contribution à la production de biocarburants

La production de matière première utilisée pour la production de biocarburants de première génération, est à 96% assurée grâce au secteur agricole, et notamment les exploitations orientées en grandes cultures (l'importation de matière première est non prise en compte). La part agricole de cette production



représente **2 208 ktep**. Le développement de cette filière énergétique pose les questions des concurrences d'usage avec les surfaces destinées à l'alimentation et du changement d'affectation des sols. Avec l'évolution du mix énergétique dans le domaine des transports routiers (électro-mobilité, BioGNV), la part agricole de la production de cette EnR pourrait diminuer à l'avenir en fonction notamment du caractère techniquement opérationnel et économiquement compétitif des biocarburants avancés valorisant différentes ressources de biomasse (bois, coproduits industriels, algues). L'évolution de la production de biocarburants est donc dépendante des progrès des technologies, de l'émergence de modèles économiques qui permettraient le développement industriel de ces biocarburants de 2^e génération et du choix des manufacturiers du secteur automobile de privilégier le développement de motorisations favorables à l'émergence de ce type de carburant.

Pour les agriculteurs, les modèles d'affaires liés à la production de matière première pour les carburants de 1^{ère} génération ne sont pas différents de ceux de la production agricole classique. Les modèles d'affaires liés aux carburants de 2^e génération relèvent du prospectif et reposent sur la maturation des technologies et de leur développement industriel.

Il est à noter que les modèles d'affaires liés à la production de cultures dédiées (miscanthus, switchgrass, taillis à courte rotation) pourraient présenter des avantages environnementaux car elles sont potentiellement peu gourmandes en intrants et permettraient d'intégrer les autres enjeux environnementaux. L'articulation avec les autres usages alimentaires et non alimentaires constitue également un enjeu fort.

Méthanisation

La part agricole de production d'énergie par la méthanisation est de **148 ktep** soit **26%** de la production totale de cette énergie. Le développement du biogaz est fortement soutenu par les politiques publiques, particulièrement dans le secteur agricole. La méthanisation constitue une nouvelle source de revenus pour les exploitations agricoles d'élevage. Cette technique permet également de mieux gérer la fertilisation en valorisant mieux l'azote organique permettant la réduction des apports azotés de synthèse.

Les modèles d'affaires de méthaniseurs individuels ou en petit collectif associés à la cogénération d'électricité et de chaleur sont bien développés en France. Le modèle d'affaire reposant sur l'injection de gaz se développe aussi.

La rentabilité des modèles d'affaires n'est pas encore totalement assurée, et les aides à la méthanisation doivent être maintenues. Les modèles d'affaires de méthanisation centralisée et dépendant d'un approvisionnement extérieur sont plus complexes et plus difficiles à gérer. Ils génèrent des transports importants et nuisances liées. Les modèles en injection lorsqu'ils sont possibles sont plus rentables et énergétiquement plus efficaces donc à privilégier.

Eolien

La production éolienne se fait essentiellement sur les terres agricoles. La part produite sur des terres agricoles est de 1341 ktep ce qui représente 83% de la production totale. Une grande majorité des exploitations (grandes cultures, polycultures élevage, ...) disposant de surfaces peuvent accueillir des éoliennes. Les terres agricoles sont souvent les espaces les plus propices à l'installation d'éoliennes (topographie, accessibilité, environnement) et le gisement reste important.

L'installation de parcs éoliens (grand éolien) sur les terres agricoles représente une source de revenu très importantes pour les agriculteurs (indemnisation) et les propriétaires (location) pour une utilisation très faible de surface de sol, et un risque faible.

Le développement de l'éolien est néanmoins freiné par les réticences issues de problèmes d'acceptabilité locale. Les modèles d'affaires en financement participatif ou citoyen permettent une concertation accrue et des solutions mieux acceptées.

Photovoltaïque

La production photovoltaïque (PV) par le secteur agricole représente **81 ktep** soit **13%** de la production tous secteurs confondus. Les gisements du secteur agricole sont importants (nombreuses et grandes toitures). Le contexte est favorable au PV sur toitures et un peu plus controversé concernant les



centrales au sol, lié à la compétition d'usage de sol qu'elles pourraient représenter. Au global, la part agricole de production d'énergie PV devrait augmenter.

Pour les agriculteurs, les modèles de PV sur moyennes et grandes toitures pour vente d'électricité sont bien développés, et ceux en autoconsommation sont en développement. Les filières ayant des surfaces de bâtiments importantes et des consommations électriques non négligeables (porcins, volailles, voire serres) devraient trouver un intérêt au développement de l'autoconsommation. De manière générale, le photovoltaïque permet une bonne valorisation économique de surfaces improductives (toitures) ou peu productives (terres de faible valeur agronomique). Certaines compatibilités entre les centrales au sol photovoltaïques et les productions agricoles existent mais méritent encore d'être démontrées. Les premiers retours d'expérience devraient nous fournir des références sur l'agrivoltaïsme. De la même manière que pour l'éolien, l'investissement participatif et citoyen pourrait améliorer l'acceptabilité des projets de centrales au sol associant une activité agricole et pourrait améliorer les bénéfices économiques pour les agriculteurs et autres acteurs du territoire.

La rentabilité du PV est encore dépendante des tarifs d'achat de l'électricité en complément de rémunération, ou d'autoconsommation. Dans un premier temps, les modèles sur toiture doivent être privilégiés pour éviter d'occuper des sols agricoles et nuire à l'image de cette EnR.

Pompes à chaleur (géothermie et aérothermie) et récupérateur de chaleur

Le secteur agricole produit 13 ktep grâce aux pompes à chaleurs ce qui correspond à 1% de la production tous secteurs confondus. Certaines filières (maraîchage, élevage de granivores) ont des besoins en chaleur pour le chauffage des serres et des bâtiments d'élevage qui justifierait un développement accru de cette EnR dans ces secteurs.

De nombreuses solutions techniques existent et offrent aux agriculteurs l'opportunité de substituer des énergies fossiles par des énergies renouvelables adaptées à leurs besoins en chaleur et leur système agricole. Ils présentent l'intérêt principal de rendre l'agriculture plus autonome en chaleur et moins vulnérable aux fluctuations des prix des énergies fossiles.

Cette EnR souffre d'une méconnaissance de ces différentes technologies et applications par les acteurs du monde agricole. Son développement pourrait être accru par une meilleure communication sur les bénéfices technologiques associés à cette EnR auprès de ces acteurs. Enfin, le maintien voire le renforcement du Fonds chaleur (ou de la taxe carbone) faciliterait le financement du surcoût de l'investissement que représente la géothermie par rapport à des solutions fossiles et augmenterait la rentabilité économique des projets.

Solaire thermique

La production d'énergie en solaire thermique par le secteur agricole s'élève à **3 ktep** soit 3% de la production totale de solaire thermique en France. Certaines filières ont des besoins en eau chaude et de séchage (fourrages, céréales, biomasse énergie). L'élevage de veaux de boucherie et l'élevage laitier sont de gros consommateurs d'eau chaude justifiant ce type d'installation. L'ensemble des filières ruminants peut également être intéressé par le séchage de fourrage, pour garantir la qualité de ces fourrages. Ces besoins en chaleur et les ressources (surface de toitures) de ces filières justifieraient un développement accru de cet EnR dans ce secteur.

Ces solutions présentent l'intérêt principal de rendre l'agriculture plus autonome en chaleur, moins vulnérable aux fluctuations des prix des énergies fossiles et aux conditions climatiques pour le séchage en grange.

Cette EnR souffre principalement d'une faible rentabilité. Son développement serait amélioré par un renforcement des dispositifs d'aides (ex : Fonds chaleur) ou améliorant la rentabilité de l'EnR par rapport à la solution de substitution fossile (ex : CCE - Contribution Climat Energie).

Production et combustion de biomasse

La production de biomasse du secteur agricole (bois bocager, cultures lignocellulosiques, résidus de cultures) pour produire de la chaleur ou de l'électricité par combustion dans tous les secteurs s'élève à **738 ktep** soit 8% de la production de chaleur à partir de biomasse. La consommation de biomasse (issue de l'agriculture et de la forêt) utilisée pour chauffer les serres et les bâtiments agricoles correspond à une énergie de **126 ktep** et à 1% de la production de biomasse tous secteurs confondus.



Le secteur agricole dispose de besoins en chaleur et de ressources (surface) qui justifierait un développement accru de cette EnR en agriculture. Le développement de la production de biomasse via les cultures dédiées (miscanthus, switchgrass, taillis à courte rotation) nécessite de veiller à la concurrence d'usage de sols. La récolte des résidus de cultures pour fournir la matière première aux chaudières est freinée par la faible structuration de cette filière et le risque d'appauvrissement des sols en matière organique.

Pour les agriculteurs, les modèles d'affaires reposant sur l'investissement dans une chaudière sont rentables et adaptés aux exploitations à fort besoin de chaleur. Ils présentent l'intérêt principal de rendre les exploitations plus autonomes en chaleur et moins vulnérables aux fluctuations des prix des énergies fossiles. Les modèles liés à la production de biomasse via des cultures dédiées ne sont pas développés.

Le maintien voire le renforcement du Fonds chaleur et l'augmentation de la CCE faciliteraient les investissements parfois lourds que représentent les chaudières et sécuriseraient la rentabilité économique de l'EnR souvent faible. Le développement de la production de biomasse de haies est à privilégier car ces cultures n'entrent pas en concurrence avec les autres productions. Les cultures dédiées, peu gourmandes en intrants, sont adaptées à la protection de la qualité de l'eau et pourraient être soutenues dans cet objectif, en particulier dans les zones sensibles.

Recommandations transverses

En premier lieu, l'efficacité énergétique, des exploitations agricoles pour le secteur agricole, doit être améliorée. Pour réduire la dépendance aux énergies fossiles et la vulnérabilité aux fluctuations de leurs prix, le développement de la production d'EnR est pertinente surtout quand les besoins énergétiques sont importants. La production d'EnR par l'agriculture de manière générale est vertueuse car elle contribue à la transition énergétique du pays et constitue, dans certains cas, une nouvelle source de revenus pour les exploitations agricoles. Par ailleurs, les EnR donnent une image positive d'un secteur agricole contribuant aux défis de notre société.

Renforcer l'animation du déploiement des énergies renouvelables dans le secteur agricole

Les EnR dans l'agriculture souffrent encore d'un manque de connaissances sur les différentes solutions existantes pour les exploitations agricoles. Les avantages économiques, leurs intégrations aux systèmes de production et la diversité des modèles d'affaires sont à diffuser. Des modèles d'affaires montrent déjà une bonne adaptation au secteur agricole en général. Une plus grande communication ciblée sur ces modèles d'affaires pourrait bénéficier efficacement au développement des EnR dans le secteur agricole. Le partage de connaissance peut se faire par l'animation de réseaux d'experts et entre agriculteurs eux-mêmes. Ce mode de fonctionnement existe déjà avec la méthanisation et pourrait s'appliquer aux autres EnR et modèles.

Proposer des dispositifs de financement adaptés

Pour certaines EnR, leur développement peut représenter des investissements lourds pour les agriculteurs ayant alors besoin de financement. La difficulté d'accès au financement, par prêts bancaires pour des projets dont la rentabilité est parfois incertaine, est un frein au développement des EnR. Des programmes de financement, dédiés aux EnR dans le secteur agricole, relayés par les banques pourraient contribuer à lever ce frein. En Allemagne, la Rentenbank, banque de développement pour l'agriculture et les zones rurales, institution de droit public, propose un programme de crédits pour promouvoir la transition énergétique dans le secteur agricole. Il subventionne les PME du secteur agricole qui investissent dans les EnR. Ce programme est relayé par les banques de proximité telles que les Sparkasse.

L'agriculture bénéficie actuellement de nombreuses incitations fiscales notamment concernant l'amortissement du matériel incitant fortement à des investissements importants (excédant parfois les besoins réels en matériel). Une fiscalité orientée vers les EnR serait un signal incitatif important pour l'investissement des agriculteurs dans les EnR et faciliterait l'investissement des revenus agricoles dans leur développement.



Faciliter les démarches administratives

Pour de nombreuses EnR (méthanisation, PV, éolien...), le développement des projets est limité par la lourdeur des démarches administratives. La simplification de ces dernières doit se poursuivre. Une organisation qui serait l'interlocutrice et le guichet unique pour les aides aux agriculteurs et démarches concernant les EnR pourrait permettre cette simplification.

Proposer et faire la promotion des modèles d'affaires adaptés au monde agricole

Co-construire avec les partenaires agricoles, l'évolution et la diffusion des modèles d'affaires adaptés
Un travail de rationalisation et d'amélioration des modèles d'affaires les plus performants et adaptés aux divers systèmes agricoles reste à réaliser. De plus, la diffusion de ces modèles d'affaires doit être portée à travers une animation territoriale renforcée, et les organisations professionnelles représentatives du secteur agricole.

Développer l'autoconsommation

De nombreuses solutions EnR existent et présentent des intérêts selon leur degré d'intégration dans le système de production agricole, leur dimension, leur contexte d'exploitation ou autre. Dans un contexte d'autoconsommation, l'adaptation des solutions EnR aux besoins et ressources de chaque exploitation agricole est impérative pour une appropriation plus efficace de la production d'EnR par le secteur agricole. Effectivement, les modèles d'affaires reposant sur l'autoconsommation d'EnR répondent bien aux besoins particuliers des filières agricoles en électricité et/ou, chaleur et permettent d'améliorer l'autonomie des exploitations agricoles et l'indépendance aux aléas des prix de l'énergie.

Favoriser les projets intégrés au territoire

Le déploiement de certaines solutions EnR impliquent plusieurs acteurs du territoire (ex : financement partagé, chaudière centralisée...). Ces solutions améliorent l'acceptabilité des EnR par la société, et donnent une bonne image de l'agriculture en général. De plus, ces modèles, en particulier en financement participatif et citoyen, permettraient des retombées économiques supérieures pour les territoires⁴.

⁴ Les collectivités territoriales, parties prenantes des projets participatifs et citoyens d'énergie renouvelable. Energie Partagée. 2017.

