

La finance verte au service de la multiperformance des agricultures européennes : Illustration dans le cas des exploitations de grande culture de la région Grand Est

Alix Bell, Méline Nugues, Cyrille Nzally, Mathilde Fert, Inès Taurou, Jean-Yves Dourmad, Jean-Louis Peyraud et Hervé Guyomard

INRA (Paris, Reims, Rennes et Bordeaux) et Chaire FINAGRI

Colloque de la SFER - Montpellier - 20 et 21 juin 2018

Politiques agricoles et alimentaires : trajectoires et réformes

Date de rédaction : 16 juin 2018

Introduction

Le processus de réforme de la Politique agricole commune (PAC) à l'œuvre depuis maintenant plus de 25 ans (réforme MacSharry de 1992) est loin d'être achevé. Alors que la nouvelle PAC n'est appliquée que depuis le 1^{er} janvier 2015, celle-ci est déjà entrée dans une nouvelle phase de révision. Après présentation d'une première communication de cadrage à l'automne 2017, la Commission européenne (CE) a dévoilé ses propositions législatives de réforme le 1^{er} juin 2018 (CE, 2017, 2018a). Même si plusieurs aspects, thématiques (par exemple, la gestion des crises et des risques) ou transversaux (par exemple, le nouveau modèle de mise en œuvre de la PAC) font l'objet de discussions, d'avis, de commentaires, de propositions et de contre-propositions par les uns et les autres, la protection augmentée de l'environnement est, sans conteste, un élément central des débats¹.

Force en effet est de constater qu'en dépit de la montée en puissance d'objectifs et d'instruments environnementaux dans la PAC, les effets contraires de l'agriculture sur l'environnement restent beaucoup trop importants, non seulement en termes de réduction des pollutions diffuses du sol, de l'eau et de l'air du fait d'utilisations d'intrants chimiques au-delà des capacités d'absorption des milieux, mais également en termes de dégradation de la biodiversité et d'émissions nettes de gaz à effet de serre d'origine agricole². La nécessité d'une agriculture européenne nettement plus économe en ressources naturelles et plus respectueuse de l'environnement ne se discute pas. Cette nécessité requiert changements de pratiques et de systèmes aux échelles des exploitations agricoles, des filières de production-transformation-distribution, et des territoires d'activité dans lesquels exploitations et filières sont insérées. La multiperformance ne doit pas se limiter à la

¹ Et ce, même si les propositions législatives de la CE présentées le 1^{er} juin dernier peuvent conduire à un affaiblissement des ambitions environnementales de la PAC.

² Dans le cas français, voir, par exemple, Bureau (2015), Ministère en charge de l'environnement (2016).

seule dimension environnementale, et inclure les aspects productifs, économiques, sanitaires et sociaux³.

Cet objectif de la multiperformance s'inscrit dans un contexte économique et budgétaire difficile au niveau de l'Union européenne (UE) et de nombreux Etats membres (EM). Les exploitations agricoles, leur amont et leur aval, font face à une volatilité accrue des marchés et des prix depuis quelques années, et à une multiplication des situations de crise des revenus agricoles. Sur le plan budgétaire, le Brexit entraînera mécaniquement une baisse du budget de l'UE et plus que très vraisemblablement aussi, une réduction du budget de la PAC « à périmètre inchangé ». Ceci sans compter que nombreuses sont les voix qui réclament une attention accrue et donc un soutien budgétaire communautaire augmenté à des priorités jugées plus primordiales telles que, par exemple, la croissance économique, l'éducation ou la politique migratoire. Les perspectives financières pluriannuelles 2021-2027 présentées par la CE au début du mois de mai prévoient ainsi une baisse du budget de la PAC d'environ 5 % en euros courants, baisse plus marquée pour le deuxième pilier que pour le premier (CE, 2018b ; Matthews, 2018).

C'est dans ce triple contexte - prise en compte augmentée d'objectifs environnementaux dans la PAC ; prise en compte simultanée d'autres objectifs et notamment d'objectifs de compétitivité et de performance économique ; tensions sur le budget communautaire et plus spécifiquement celui qui sera alloué à la PAC - qu'il convient d'instruire la révision de la dimension environnementale de la PAC. Cette communication aborde cette perspective générale sous un angle spécifique, à savoir le recours augmenté à des mesures ou à des instruments pouvant bénéficier d'une labellisation environnementale. En particulier, le recours à des instruments financiers verts dans l'agriculture européenne peut faire partie de la palette des solutions pour faire face à l'objectif d'une nécessaire protection augmentée de l'environnement en tenant compte simultanément d'objectifs de modernisation, de compétitivité et de viabilité des exploitations agricoles, ainsi que de la contrainte budgétaire de la PAC.

La transition des différentes formes d'agricultures européennes vers la multiperformance, en particulier environnementale et économique, requiert des changements de pratiques et souvent de systèmes de production, changements qui nécessitent des modifications organisationnelles au sein de l'exploitation agricole avec un travail souvent plus long, plus complexe et plus pénible (Guyomard et al., 2017). Cette transition requiert aussi, très souvent, des investissements, sans doute de façon plus importante dans les élevages (bâtiments) que dans les exploitations de cultures annuelles et permanentes. Mais même dans ces dernières, les besoins d'investissement ne sont pas négligeables qu'il s'agisse de la modernisation des matériels (par exemple, dans le cadre d'une substitution de la protection chimique des cultures par une protection mécanique qui exige des équipements spécifiques), d'investissements de diversification des cultures et plus généralement des sources de revenu, ou encore de l'agriculture de précision. Les travaux de recherche - développement ont trop tendance à considérer les deux aspects des changements de pratiques et des investissements de façon dissociée, même si le levier de l'agroéquipement connaît depuis peu un regain d'intérêt au motif qu'il peut aider à faciliter la transition vers des systèmes de production agricole plus respectueux de l'environnement (Bournigal, 2014). Cette dissociation se retrouve au niveau des politiques publiques ; ainsi, dans le cadre de la PAC, au niveau des mesures agri-environnementales et climatiques (MAECs) pensées de façon trop disjointe des besoins d'investissement soutenus via le Plan d'adaptation et de compétitivité des exploitations (PACAE).

³ La multiperformance comprend aussi la résilience, i.e., la capacité à faire face aux aléas et à s'y adapter, dans un contexte d'instabilités croissantes de plusieurs ordres, climatiques, sanitaires, économiques ou encore politiques.

Cet article propose une méthodologie de qualification (notation) environnementale des investissements des exploitations agricoles, en reliant ces investissements (plus précisément, les équipements qui les composent) aux pratiques agricoles associées, i.e., aux pratiques que ces investissements/équipements permettent de mettre en œuvre. Ce cadre méthodologique est appliqué aux exploitations agricoles de grande culture du Grand Est (GE)⁴.

Le plan de l'article est le suivant. La méthodologie et l'application sont exposées dans les deux premières sections. Dans la troisième section, nous présentons plusieurs utilisations possibles de ce travail de qualification environnementale des investissements/équipements, notamment au titre d'une application de la finance verte à l'agriculture européenne. Des limites de l'approche, qui sont autant de voies de progrès, sont discutées dans la quatrième section.

Section I/ Une méthodologie de qualification des performances environnementales des investissements/équipements des exploitations agricoles via les pratiques associées

Très nombreux sont les travaux ayant pour objectif d'apprécier les impacts des pratiques agricoles et changements de pratiques sur les performances économiques et environnementales⁵. Ces travaux diffèrent principalement en fonction de l'objet d'étude (parcelle ou animal, système de culture ou atelier animal, exploitation agricole, plus rarement mais de façon croissante ensemble d'une filière depuis la production primaire jusqu'à la commercialisation finale dans le cadre d'analyses du cycle de vie), du nombre de performances prises en compte et des indicateurs de mesure de celles-ci, et de la nature *ex-ante*, *in itinere* ou *ex-post* de l'analyse. Ces travaux d'évaluation multicritère relient les pratiques agricoles mises en œuvre et leurs impacts sur les performances, de façon explicite dans le cadre de modèles causaux qui relient pratiques en entrée et performances en sortie, ou de façon implicite et alors un travail additionnel d'expertise et/ou d'analyse est requis, par exemple sous la forme de travaux comparatifs des performances d'exploitations agricoles mettant en œuvre des pratiques distinctes, toutes choses égales par ailleurs.

La méthodologie proposée ci-après de qualification des performances environnementales des investissements s'appuie sur un travail de qualification des performances environnementales des pratiques agricoles développé par Guyomard et al. (2017)⁶.

L'unité d'analyse est l'exploitation agricole. Cette dernière fournit des biens et produit des services et disservices qui sont autant de performances qu'il convient d'apprécier, positivement (biens et services) ou négativement (disservices). Guyomard et al. (2017) distinguent au total 35 performances regroupées au sein de 5 classes correspondant aux métaperformances productives (2 performances), économiques (10), naturelles (4)⁷, environnementales (16) et sociales (3). De façon à lier pratiques agricoles et performances, sont associées à ces dernières un verbe d'action, par exemple « diminuer la consommation directe d'énergie fossile » : une pratique permettant de réduire cette consommation sera donc appréciée positivement. C'est la performance assortie de son verbe d'action qui constitue l'indicateur de ladite performance. La matrice d'analyse associe donc à 235 pratiques agricoles (lignes de la matrice) leurs impacts sur les 35 performances

⁴ Les deux régions pilotes de la Chaire FINAGRI sont le GE et la Nouvelle-Aquitaine. Au sein du GE, trois spéculations productives ont été étudiées à ce jour, soit la grande culture, les bovins lait et les porcs.

⁵ Les travaux incorporant les impacts sur les performances sociales sont nettement moins nombreux.

⁶ Pour une présentation de la démarche générale proposée par Guyomard et al. (2017) au cas des bovins laitiers et des poulets de chair, voir Coudurier et al. (2015).

⁷ Plus précisément, performances en termes d'usage de ressources naturelles, non (énergie fossile, phosphore) ou lentement (eau) renouvelables

(colonnes de la matrice). Un impact peut être i) négatif, ii) négatif ou neutre, iii) neutre, iv) neutre ou positif, et v) positif ; il peut également être indéterminé, par exemple quand l'impact d'une pratique sur telle performance varie en signe en fonction des conditions climatiques, du milieu biophysique et/ou du contexte socio-économique. Les pratiques agricoles qualifiées sont également assorties d'un verbe d'action, par exemple « introduire des légumineuses au titre de cultures intermédiaires, en culture pure ou en mélange » ou « utiliser des bâtiments sur paille en élevage de gros ruminants ».

Ce travail d'évaluation qualitative *ex-ante* des impacts des pratiques agricoles sur l'ensemble des performances d'une exploitation agricole est mobilisé ci-après pour définir une méthodologie de qualification environnementale des investissements/équipements de cette même exploitation, ou d'un atelier de cette exploitation. Le besoin de qualification est double. Au besoin de qualification des investissements *per se* au titre qu'ils seraient ainsi éligibles à des conditions privilégiées de soutien (aides) ou de financement (prêts), s'ajoute le besoin de qualification d'un projet d'investissement d'un exploitant agricole, plus généralement d'un projet d'évolution d'une exploitation agricole. Commençons par la qualification environnementale des investissements.

Notation environnementale des investissements/équipements

La première étape a déjà été décrite ci-dessus et correspond à l'évaluation des impacts des pratiques agricoles sur les 4 performances naturelles, les 16 performances environnementales et la performance sociale relative au bien-être animal distinguées par Guyomard et al. (2017).

Dans une deuxième étape, ces 21 performances environnementales (au sens large) élémentaires sont agrégées en 8 performances environnementales, celles-ci différant selon la nature des productions et donc des investissements (Tableau 1). Dans le cas d'une production végétale et d'un investissement « végétal », les 8 performances environnementales capturent les impacts sur i) la consommation directe et indirecte d'énergie fossile, ii) la consommation d'eau, iii) la qualité du sol, iv) la qualité de l'eau (contenu en nitrate, phosphore, médicaments vétérinaires), v) les usages de produits phytosanitaires, vi) la qualité de l'air, vii) les émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) et viii) la biodiversité. Dans le cas d'une production animale et d'un investissement animal, la performance végétale v) ci-dessus est remplacée par l'impact sur le bien-être animal qui est spécifique au monde de l'élevage. Le passage des 21 performances environnementales élémentaires aux 8 performances requiert une agrégation des colonnes de la matrice initiale « pratiques x performances ». A cette fin, la notation qualitative a été transformée en une notation chiffrée en associant, à un impact négatif une note de -1, à un impact négatif ou neutre une note de -0,5, à un impact neutre ou indéterminé une note de 0, à un impact neutre ou positif une note de +0,5, et enfin à un impact positif une note de +1. L'impact d'une pratique sur chacune des 8 performances environnementales agrégées est alors défini comme la moyenne des notes des performances élémentaires qui constituent la performance agrégée, le dénominateur de la division ne prenant en compte que les performances élémentaires n'ayant pas une note nulle. Ce mode de calcul permet de tenir compte que les performances agrégées sont composées d'un nombre variable de performances élémentaires. Elle revient également à ne pas pénaliser ou, inversement, avantager une pratique dès lors que celle-ci a un impact nul sur une ou plusieurs performances élémentaires.

Tableau 1.
Les 8 performances environnementales

Impacts	Productions animales	Productions végétales
(1) Sur les consommations directes et indirectes d'énergie fossile	X	X
(2) Sur la consommation d'eau	X	X
(3) Sur la qualité du sol	X	X
(4) Sur la qualité de l'eau : nitrate, phosphore, médicaments vétérinaires		X
(4bis) Sur la dimension phytosanitaire : réduction des usages de produits phytosanitaires et de leurs impacts	X	X
(5) Sur la qualité de l'air	X	X
(6) Sur les émissions (nettes) de GES	X	X
(7) Sur la biodiversité	X	X
(8) Sur le bien-être des animaux de rente	X	Non applicable

La troisième étape consiste à relier les pratiques agricoles aux investissements/équipements requis pour leur mise en œuvre, pratiques dont les impacts sur les 8 performances environnementales ont pu être évaluées aux étapes 1 et 2. Quatre cas doivent être distingués.

- Cas n°1 : La mise en œuvre de la pratique requiert un seul équipement. Ainsi, la pratique dite de l'écimage (coupure de la végétation au-dessus de la culture de façon à éliminer les adventices avant qu'elles s'égrenent) requiert une écimeuse. Dans ce premier cas, les impacts de l'équipement sur les 8 performances environnementales sont égaux à ceux de la pratique.
- Cas n°2 : La mise en œuvre de la pratique requiert plusieurs équipements. Ainsi, la pratique du « compostage » requiert les équipements « plateforme de compostage », « retourneur d'andain » et « épandeur à compost ». Dans ce deuxième cas, les impacts des différents équipements requis sur les 10 performances sont égaux à ceux de la pratique.
- Cas n°3 : La mise en œuvre de la pratique peut être réalisée en utilisant différents équipements alternatifs. Ainsi, l'évacuation rapide des déjections hors des bâtiments porcins peut être achevée en utilisant un racleur en V, ou un racleur à plat, ou un système hydraulique d'évacuation, ou encore un système d'évacuation à dépression. Dans ce troisième cas, les impacts de chaque équipement alternatif sur les 8 performances sont égaux, sauf cas particuliers, à ceux de la pratique. Les situations particulières, considérées au cas par cas, correspondent à des situations où il existe une base solide (bibliographie, avis d'experts) montrant qu'un équipement donné a une influence significative⁸ sur au moins l'une des 8 performances environnementales relativement à l'emploi d'un autre équipement. Ces cas particuliers conduisent donc à nuancer (revoir) la notation des impacts de la pratique sur les 8 performances environnementales selon l'équipement utilisé pour sa mise en œuvre.
- Cas n° 4 : Un équipement peut être utilisé pour mettre en œuvre plusieurs pratiques. Ainsi, en grande culture, le système de guidage/autoguidage GPS avec correction dGPS ou RTK peut être utilisé pour les pratiques du semis, de la fertilisation et/ou de la protection phytosanitaire. De même, dans le cas de l'élevage porcine, les investissements requis pour

⁸ Par influence significative, on entend la modification de la note d'au moins une des 8 performances environnementales.

l'installation d'élevages porcins en agriculture biologique (AB) peuvent également être mobilisés pour mise en œuvre des pratiques « utilisation de bâtiments sur litière paillée », « accroissement de la surface disponible pour l'animal » et « aménagement des bâtiments de façon à permettre l'expression des comportements naturels des animaux ». Dans ce quatrième cas, les impacts de l'équipement sur une performance environnementale donnée sont égaux à la moyenne arithmétique des impacts des différentes pratiques sur cette même performance.

Cette notation sur les 8 performances environnementales est naturellement conditionnelle au choix des pratiques retenues. La liste des pratiques associées à un équipement n'est en effet pas exhaustive car elle correspond aux différentes pratiques qui ont pu être retenues pour adresser les priorités d'investissement. Ces priorités ont été définies au niveau régional, production par production (cf. section II pour une application aux exploitations de GC dans le GE). Pour une même production, la notation pourra donc (pourrait donc) varier d'une région à l'autre selon les priorités régionales retenues.

A l'issue de l'étape 3, nous disposons d'une matrice où les lignes correspondent aux équipements (et aux pratiques qu'ils permettent de mettre en œuvre), et les colonnes à leurs impacts sur les 8 performances environnementales. L'impact d'un équipement sur une performance se situe dans l'intervalle [-1, +1]. Un impact égal à 0 recouvre deux situations, d'une part une situation d'impact neutre ou indéterminé à l'étape 1 avec maintien de cette nullité tout au long des trois premières étapes, d'autre part une situation de « vrai » zéro correspondant à une moyenne arithmétique réellement égale à 0 par application des étapes 1 à 3.

La quatrième étape de la démarche consiste alors à calculer, pour chaque équipement, une note environnementale unique. Celle-ci est égale à la moyenne arithmétique des notes associées aux 8 performances environnementales. Elle est donc comprise entre -1 et +1.

Le tableau 2 ci-dessous résume la méthodologie en 4 étapes de notation environnementale des investissements/équipements.

Tableau 2.
Les quatre étapes de la démarche

Etape	Description
Etape 1	Impacts qualitatifs des changements de pratiques agricoles sur 21 performances environnementales élémentaires (4 en matière d'usage de ressources naturelles, 16 en matière de protection de biens environnementaux, 1 en matière de bien-être animal)
Etape 2	Agrégation des 21 performances environnementales élémentaires en 8 performances environnementales (agrégation des colonnes de la matrice « changements de pratiques x impacts sur les 21 performances élémentaires ») Impacts des changements de pratiques sur ces 8 performances environnementales
Etape 3	Association des changements de pratiques aux investissements/équipements requis pour leur mise en œuvre Impacts des investissements/équipements sur les 8 performances environnementales
Etape 4	Notation environnementale des investissements/équipements (agrégation des colonnes de la matrice « [équipements & changements de pratiques] x impacts sur les 8 performances »)

Notation environnementale d'un projet d'une exploitation agricole

Par souci de clarté, nous distinguerons deux types de projets, soit un projet d'investissement (d'équipement) et un projet d'évolution des pratiques agricoles. Nous nous plaçons au niveau de « l'agence de conseil technique et financier (ACTF) » à laquelle l'agriculteur s'adresse pour mettre en œuvre son projet. Cette ACTF doit apprécier non seulement la viabilité économique du projet, mais aussi sa pertinence environnementale. Seul ce deuxième aspect est ici considéré.

Dans le cas d'un projet d'investissement, deux sous-cas doivent être distingués. Le premier sous-cas est le plus simple car correspondant à une situation où l'investissement envisagé est celui d'un seul équipement. L'agriculteur s'adresse alors à l'ACTF qui lui demande de préciser son projet en termes de pratiques qui seront mises en œuvre à l'aide de cet équipement.

- Si l'équipement et les pratiques sont recensées dans la base de données, il est facile d'associer à cet équipement 8 notes sur chacune des 8 performances environnementales, et une note environnementale unique agrégée.
- Si au moins une des pratiques n'est pas dans la base, elle doit être notée sur les 8 performances environnementales en appliquant les étapes 1 à 4 décrites précédemment.
- Si les pratiques sont dans la base mais l'équipement ne l'est pas, ce dernier hérite des notes des pratiques associées selon la méthodologie de l'étape 3.
- Enfin, si ni les pratiques ni l'investissement ne sont dans la base, la situation doit être instruite au cas par cas avant, possiblement, de se lancer dans un enrichissement de la base par notation de ces pratiques sur les 8 performances environnementales, ceci parce qu'il s'agit aussi de considérer la pertinence de cet investissement, dans l'absolu et en regard des alternatives qui sont renseignées dans la base.

Le deuxième sous-cas, celui d'un projet d'investissement dans plusieurs équipements, est plus long à traiter mais sans être conceptuellement plus difficile. Dans un premier temps, on considère successivement chaque investissement/équipement en lui appliquant la démarche du premier sous-cas. On dispose ainsi d'une matrice où les lignes sont les différents investissements (équipements) et les colonnes leurs impacts sur les 8 performances environnementales. La moyenne « en colonne » de chaque investissement/équipement sur les 8 performances permet d'associer à chaque investissement une note environnementale unique. La note environnementale du projet est alors obtenue en calculant la moyenne « en ligne » des notes environnementales uniques de chaque investissement/équipement.

Le tableau 3 résume la méthodologie de notation environnementale d'un projet d'investissement d'une exploitation agricole.

Tableau 3.

Notation environnementale (NE) d'un projet d'investissement d'une exploitation agricole

Premier sous-cas - Un seul investissement/équipement

		Performances environnementales	Note environnementale unique NE
Equipement	Pratique	P1 à P8	Somme (P1 à P8) / 8 = NE
ou			
Equipement	Pratique 1 Pratique 2 ... Pratique N	P11 à P18 P21 à P28 ... PN1 à PN8	$\frac{\text{Somme (P11 à P18) / 8} + \text{Somme (P21 à P28) / 8} + \dots + \text{Somme (PN1 à PN8) / 8}}{X}$ $X/N = NE$

Deuxième sous-cas - Plusieurs investissements/équipements (cas d'un projet de 3 équipements)

		Performances environnementales	Note environnementale unique NE
Equipement A	Pratique A	PA1 à PA8	Somme (PA1 à PA8) / 8 = NEA
Equipement B	Pratique B1 Pratique B2 ... Pratique BN	PB11 à PB18 PB21 à PB28 ... PBN1 à PBN8	$\frac{\text{Somme (P11 à P18) / 8} + \text{Somme (P21 à P28) / 8} + \dots + \text{Somme (PN1 à PN8) / 8}}{XB}$ $XB/NB = NEB$
Equipement C	Pratique C	PC1 à PC8	Somme (PC1 à PC8) / 8 : NEC
			$(NEA + NEB + NEC) / 3 = NE$

Dans le deuxième cas, le projet de l'agriculteur se présente comme un projet d'évolution de son système de production, au sens large : par exemple, passage au non labour, réduction des usages de produits pharmaceutiques, diminution des émissions (nettes) de gaz à effet de serre, ajout d'un nouvel atelier de production ou encore engagement dans une activité de diversification des revenus. Un premier dialogue doit alors s'engager entre l'agriculteur et l'ACTF, dialogue qui doit permettre de situer le projet de l'agriculteur relativement aux priorités régionales (cf. section II), puis en matière de leviers (méta-pratiques) et de pratiques à l'intérieur de ces leviers. De façon générale, il s'agit donc, dans le cadre d'un dialogue entre l'ACTF et l'agriculteur, de préciser le projet d'évolution de ce dernier en termes de pratiques à mettre en œuvre. Une fois cette liste de pratiques identifiée, il convient de recenser les équipements nécessaires à leur mise en œuvre, et dans cet ensemble d'identifier ceux que l'agriculteur possède déjà ou doit acquérir, de façon individuelle ou collective, voire en faisant appel à un prestataire de services. On retombe ainsi sur le premier cas décrit précédemment, du moins pour ce qui est des équipements (investissements) requis pour la mise en œuvre du projet d'évolution de l'exploitation.

Il est possible, et même probable, que certaines pratiques identifiées ne requièrent pas d'équipements/d'investissements matériels. Ces dernières font néanmoins partie intégrante du projet et concourent à déterminer son impact sur les 8 performances environnementales et *in fine*, la note environnementale unique du projet. L'ACTF pourra notamment être amenée à conseiller, relativement au projet initial, la mise en œuvre de pratiques additionnelles parce qu'elles permettent d'améliorer certaines des performances environnementales (sans détériorer, ou seulement de façon marginale/acceptable, les autres performances, notamment économiques) et ainsi, la note environnementale unique du projet.

Le tableau 4 résume la méthodologie d'évaluation environnementale d'un projet de changement des pratiques agricoles.

Tableau 4.
Notation environnementale (NE) d'un projet de changement des pratiques d'une exploitation agricole

		Performances environnementales	Note environnementale unique NE
Equipement A	Pratique A	PA1 à PA8	Somme (PA1 à PA8) / 8 = NEA
Equipement B	Pratique B1	PB11 à PB18	Somme (P11 à P18) / 8
	Pratique B2	PB21 à PB28	+ Somme (P21 à P28) / 8

	Pratique BN	PBN1 à PBN8	+ Somme (PN1 à PN8) / 8
			XB
			XB/NB = NEB
Equipement C	Pratique C	PC1 à PC8	Somme (PC1 à PC8) / 8 = NEC
-	Pratique D	PD1 à PD8	Somme (PD1 à PD8) / 8 = NED
-	Pratique E	PE1 à PE8	Somme (PE1 à PE8) / 8 = NEE
			(NEA + NEB + NEC + NED + NEE) / 5 = NE

La note environnementale unique d'un projet d'évolution d'une exploitation agricole, qu'il s'agisse d'un projet d'investissement (premier cas) ou d'un projet de changement de pratiques (deuxième cas), pourra en outre être considérée comme définitive que si des conditions additionnelles ayant trait à la protection de l'environnement sont respectées. Il nous semble ainsi pertinent d'exiger le respect des règles de la conditionnalité, des bonnes conditions agricoles et environnementales et du verdissement de la PAC. Pourra s'ajouter le respect d'une liste fermée d'autres pratiques et donc applicables quelles que soient les spécialisations productives, ou spécifiques à certaines productions, parce que l'on sait que ces pratiques sont peu coûteuses, faciles à appliquer et source de gains environnementaux sur une ou plusieurs des 8 performances environnementales.

Section II/ Application aux investissements des exploitations de grande culture dans la région Grand Est

On illustrera la démarche de la section précédente par le cas des exploitations de grande culture (GC) dans le GE.

Estimation des besoins d'investissement

Les besoins d'investissement de ces exploitations à un horizon de 5 ans ont pu être estimés dans le cadre d'une démarche collaborative associant le Conseil régional et les professionnels agricoles de la région (coopératives, chambres d'agriculture, etc.). Ces besoins ont été évalués sur la base de priorités régionales d'évolution des exploitations de GC de la région GE au regard d'enjeux économiques et environnementaux. Ces priorités sont de réduire les consommations d'intrants chimiques (engrais et pesticides de synthèse) par le biais d'une plus grande efficacité d'utilisation et le recours à des alternatives, d'augmenter les capacités de stockage des grains à la ferme, de développer des systèmes collectifs d'irrigation, et de diversifier les sources de revenu agricole. Dans un deuxième temps, nous avons recensé les leviers qu'il était possible de mobiliser pour adresser ces enjeux. Ces leviers correspondent à des ensembles de pratiques ou métapratiques, qui ont ensuite été décomposées en pratiques et équipements associés, c'est-à-dire requis pour la mise en œuvre des pratiques ainsi identifiées. Ce sont les besoins d'investissement dans ces équipements qui ont été mesurés. Ils sont synthétisés dans le tableau 5 ci-dessous⁹.

⁹ Pour plus de détails, voir Bell et al. (2018).

Avant de brièvement commenter ce tableau, trois observations. En premier lieu, les besoins de renouvellement simple (à l'identique) d'un matériel existant ne sont pas comptabilisés car ce renouvellement ne permet pas, généralement, d'améliorer les performances économiques et/ou environnementales. En deuxième lieu, pour estimer ces besoins d'investissement, la région GE a été découpée en trois territoires correspondant à, respectivement, i) l'Alsace, ii) l'ensemble Aube et Marne, et iii) le reste de la région, soit les Ardennes, la Haute-Marne et la Lorraine. Ce découpage géographique a été défini avec les acteurs régionaux pour tenir compte des caractéristiques différentes des exploitations agricoles de GC dans ces trois zones, et de dynamiques différenciées d'évolution. En troisième lieu, dans chacune de ces trois zones, on a cherché à estimer le nombre d'exploitations de GC qui investiraient à un horizon de 5 ans dans les différents équipements recensés, ceci pour adresser les 4 priorités régionales. Les exploitations prises en compte sont les unités spécialisées dans la seule GC, et les exploitations de polyculture-élevage (PCE). Il n'a pas toujours été possible d'identifier clairement les nombres d'exploitations concernées : dans certains cas, les besoins d'investissement ont donc été évalués en nombre d'hectares à équiper (par exemple, pour les équipements d'irrigation de précision) ou en nombre de kilomètres de linéaires (par exemple, pour l'implantation et l'entretien des haies). D'où la présentation du tableau 5 en deux parties, la première correspondant aux besoins d'investissement dans des équipements pour lesquels il a été possible d'estimer les nombres d'exploitations de GC concernées (qui investiraient à un horizon de 5 ans), la seconde aux besoins d'investissement dans des équipements pour lesquels il n'a pas été possible d'évaluer les nombres d'exploitations qui seraient concernées (les besoins d'investissement sont alors évalués sur la base d'autres métriques).

Les besoins d'investissement ainsi estimés à une échéance de 5 années sont considérables, soit 1,02 milliard d'euros dans un scénario bas (204 millions par an) et 1,24 milliard d'euros dans un scénario haut (248 millions d'euros par an)¹⁰. Le premier poste de dépenses correspond aux unités de méthanisation (60 projets d'une puissance unitaire de 850 kWe pour un total de 360 millions d'euros et 60 projets d'une puissance unitaire de 200 kWe pour un total de 109 millions). Il n'a pas été possible de différencier l'origine des projets de méthanisation selon la spécialisation productive des exploitations ; les montants des investissements (469 millions d'euros dans les deux scénarios, bas et haut) s'appliquent donc à l'ensemble des exploitations agricoles de GE quelle que soit leur orientation productive. Hors projets d'installations de méthanisation, les besoins d'investissement des exploitations de grande culture du GE sur 5 ans restent substantiels, 552 millions d'euros dans le scénario bas (110 millions d'euros par an) et 770 millions d'euros dans un scénario haut (154 millions d'euros par an).

Les agriculteurs de GC du GE peuvent mobiliser un grand nombre d'équipements (et de pratiques associées) pour réduire les usages d'engrais minéraux et de produits phytosanitaires (priorité régionale n°1) : ces équipements et pratiques ont trait à l'agriculture de précision (modulation des apports d'engrais minéraux et de pesticides de synthèse, coupure de tronçons, etc.), au désherbage mécanique, à l'amélioration de la qualité des sols (gestion de leur couverture par le biais de techniques culturales simplifiées (TCS), apport de compost, etc.), à l'utilisation de solutions de biocontrôle ou à l'implantation d'infrastructures agro-écologiques. Les besoins d'investissement correspondants à un horizon de 5 ans s'élèveraient à 371 millions d'euros dans le scénario bas (74 millions d'euros par an) et à 486 millions d'euros dans le scénario haut (97 millions d'euros). Dans le scénario bas, le premier poste de dépenses serait le semoir de précision (25,5% des 371 millions d'euros, soit 95 millions d'euros) ; puis viennent le pulvérisateur, qu'il

¹⁰ De façon générale, les écarts entre les deux scénarios bas et haut s'expliquent par deux facteurs, i) un prix unitaire de l'équipement plus faible dans le scénario bas *versus* haut et ii) un nombre de projets d'investissement plus faible dans le scénario bas *versus* haut.

soit porté ou traîné (11,9%, soit 44 millions d'euros), la bineuse autoguidée (10,4%, soit 38 millions d'euros) et le coût des expertises de sol (10,1%, soit 37 millions d'euros). Dans le scénario haut, les investissements dans les matériels de guidage/autoguidage GPS avec correction dGPS ou RTK seraient plus élevés, respectivement à 63 millions d'euros (*versus* 27 millions d'euros dans le scénario bas) et 53 millions d'euros (*versus* 21 millions d'euros dans le scénario bas). Dans le scénario haut, le premier poste de dépenses serait ainsi le matériel de guidage/autoguidage GPS avec correction dGPS ou RTK (24,1 % des 486 millions d'euros, soit 117 millions d'euros), suivi par le semoir de précision (19,5%, soit 95 millions d'euros), le pulvérisateur (9,1%, soit 44 millions d'euros), la bineuse autoguidée (7,9%, soit 38 millions d'euros) et le coût des expertises de sol (7,7%, soit 37 millions d'euros). Le scénario haut se distingue donc du scénario bas d'abord par des investissements plus importants dans les équipements de l'agriculture de précision (matériels de guidage/autoguidage GPS avec correction dGPS ou RTK, matériels de semis, d'épandage et d'irrigation de précision).

Les investissements mobilisables pour adresser les trois autres priorités régionales sont moins nombreux. Ce constat est la conséquence directe du contour de deux priorités (augmentation des capacités de stockage des grains à la ferme et développement de systèmes collectifs d'irrigation) plus ciblées et circonscrites que la première priorité (réduction des usages d'engrais minéraux et de produits phytosanitaires). Dans le cas de la quatrième priorité (diversification des sources de revenu de l'exploitation agricole), il est lié au fait que nous n'avons pas été en mesure de quantifier les besoins d'investissement correspondant à des projets de transformation et de vente à la ferme et/ou en circuits courts. Mais ce n'est pas parce que les équipements sont moins nombreux que les besoins d'investissement sur 5 ans ne sont pas importants. Les besoins d'investissement en équipements de stockage à la ferme seraient ainsi de 27 millions d'euros dans le scénario bas (dont 20 millions d'euros pour les exploitations en AB) et de 92 millions d'euros dans le scénario haut (20 millions pour les exploitations en AB et 72 millions pour les exploitations en agriculture conventionnelle). Les besoins d'investissement en matériels d'irrigation (irrigation de précision, extension des surfaces irriguées) seraient de 120 millions d'euros dans le scénario bas et de 150 millions d'euros dans le scénario haut. Enfin, les besoins d'investissement en panneaux photovoltaïques et en installations de méthanisation seraient de 20 et 469 millions d'euros, respectivement (rappelons que les besoins en installations de méthanisation correspondent aux besoins de l'ensemble des exploitations agricoles du GE, toutes orientations productives prises en compte).

Tableau 5.

Besoins d'investissement des exploitations de grande culture (exploitations spécialisées de grande culture & exploitations de polyculture-élevage) du Grand Est à un horizon de 5 ans

Priorité(s) concernée(s) [a]				Equipements	Hypothèse basse (HB)					Hypothèse haute (HH)					
					Coût moyen €	Nombre total d'EAs	% d'EAs du GE	Besoins Hypothèse basse	% du besoin total (i) HB	Coût moyen €	Nombre total d'EAs	% d'EAs du GE	Besoins hypothèse haute	% du besoin total (i) HH	
1	2	3	4												
X				Semoir de précision	52500	1801	12	94 534 125 €	25,5	52500	180&	12	94 534 125 €	19,5	
X				Pulvérisateur porté ou traîné	62950	703	5	44 232 919 €	11,9	62950	703	5	44 232 919 €	9,1	
X				Bineuse autoguidée	21100	1822	12	38 451 058 €	10,4	21100	1822,33	12	38 451 058 €	7,9	
X				Expertise sol	19500	1913	12	37 309 545 €	10,1	19500	1913,31	12	37 309 545 €	7,7	
X				Bineuse classique pour désherbage mécanique classique et de précision	11930	2393	16	28 550 816 €	7,7	11930	2964	19	35 361 295 €	7,3	
X				GPS, autoguidage dGPS	9000	2951	19	26 557 200 €	7,2	21500	2951	19	63 442 200 €	13,1	
X				GPS, autoguidage RTK	12000	1774	12	21 290 400 €	5,7	30000	1774	12	53 226 000 €	11,0	
			X	Panneaux photovoltaïques	61200	316	2	19 339 200 €	5,2	61200	316	2	19 339 200 €	4,0	
X				Semis direct	25000	584	4	14 601 000 €	3,9		1303	8	32 576 250 €	6,7	
X				Aire de lavage-remplissage individuelle	17500	568	3,7	9 941 138 €	2,7	17500	568	3,7	9 941 138 €	2,0	
X				Herse étrille	21100	425	3	8 962 679 €	2,4	21100	711	5	14 999 357 €	3,1	
X				Console coupure de tronçons	2000	2811	18	5 621 340 €	1,5	4000	2811	18	11 242 680 €	2,3	
X				Epandeur	19000	292	1,9	5 548 380 €	1,5		292	1,9	5 548 380 €	1,1	
X				Houe rotative	12330	425	3	5 245 614 €	1,4	12330	711	5	8 765 027 €	1,8	
X				Capteur de rendement	3000	957	6	2 869 965 €	0,8	3000	1913	12	5 739 930 €	1,2	
X				Ecimeuse	18200	103	2,0	1 871 688 €	0,5	18200	103	2,0	1 871 688 €	0,4	
X				Epandeur de fumier	40000	45	0,3	1 815 600 €	0,5	40000	45	0,3	1 815 600 €	0,4	
X				Rouleau destructeur	10300	146	0,9	1 503 903 €	0,4	10300	146	0,9	1 503 903 €	0,3	
X				Retourneur d'andain	65000	45	0,3	983 450 €	0,3	65000	45	0,3	983 450 €	0,2	
X				Strip till	27000	29	0,2	788 454 €	0,2	27000	29	0,2	788 454 €	0,2	
X				Plateforme de compostage	10000	45	0,3	453 900 €	0,1	10000	45	0,3	453 900 €	0,1	
X				Aire de lavage-remplissage collective	7500	23	0,1	169 200 €	0,0	7500	23	0,1	169 200 €	0,0	
X				Console Isobus	3500	0	0	0 €	0,0	3500	957	6	3 348 293 €	0,7	
					(i) Sous-total à l'échelle des EAs, HB				370 641 573 €	(i) Sous-total à l'échelle des EAs, HH					485 643 591 €

Priorité(s) concernée(s)*				Equipements	Coût moyen	Nombre total d'EAs	% d'EAs du GE	Besoins hypothèse basse	% du besoin total (ii) HB	Coût moyen	Nombre total d'EAs	% d'EAs du GE	Besoins hypothèse haute	% du besoin total (ii) HH
1	2	3	4											
			X	Unités de méthanisation de 850 kWe [b]	1 785 000 €/projet	60 unités		360 000 000 €	55,4	1 785 000 €/projet	60 unités		360 000 000 €	47,8
			X	Unités de méthanisation de 200 kWe [b]	5 975 000 €/projet	60 unités		108 625 000 €	16,7	5 975 000 €/projet	60 unités		108 625 000 €	14,4
		X		Equipement d'irrigation de précision	1000€/ha	60000 ha		60 000 000 €	9,2	1000	60000 ha		60 000 000 €	8,0
		X		Extension de l'irrigation	3000 €/ha	20000 ha		60 000 000 €	9,2	3000	30000 ha		90 000 000 €	11,9
	X			Stockage de grains en AB	147€/t	133 522 t		19 627 734 €	3,0	147€/t	133 522 t		19 627 734 €	2,6
			X	Panneaux photovoltaïques	61 200 € / projet	316 EAs	2,0	19 339 200 €	3,0	61200	316 EAs	2	19 339 200 €	2,6
X				Epandage de trichogrammes sur 5 ans	51 €/ha/an	30 000 ha		7 650 000 €	1,2	51 €/ha/an	60 000 ha		1 530 000 €	2,0
	X			Stockage de grains en AC	147€/t	49 275 t		7 243 425 €	1,1	147€/t	49 275 t		7 243 425 €	9,6
X				Implantation de haies : prestation de service	664 €/100 ml	1000 km linéaires		6 640 000 €	1,0	664 €/100 ml	1000 km linéaires		6 640 000 €	0,9
X				Entretien des haies pendant 4 ans, après implantation	40 €/100 ml	1000 km linéaires		400 000 €	0,1	120 €/100 ml	1000 km linéaires		1 200 000 €	0,2
X				Haies	6 €/100 ml	1000 km linéaires		60 000 €	0,0	15 €/100 ml	1000 km linéaires		150 000 €	0,0
					(ii) Sous-total au niveau régional HB				649 585 359 €					
									(ii) Sous-total au niveau régional HH				753 316 184 €	
					Besoins d'investissement totaux (i) + (ii) HB				1 020 226 932 €					
									Besoins d'investissement totaux (i) + (ii) HH				1 238 959 775 €	
									551 601 932 € [c]				770 334 775 € [c]	

[a] Priorité 1 : Réduction des usages d'intrants chimiques (engrais et pesticides de synthèse) via une plus grande efficacité d'utilisation et le recours à des alternatives ; Priorité 2 : Stockage des grains ; Priorité 3 : Développement de systèmes collectifs d'irrigation ; Priorité 4 : Diversification des sources de revenu.

[b] Les besoins d'investissement en installations de méthanisation s'appliquent à toutes les exploitations du GE, et pas seulement aux exploitations spécialisées dans la grande culture ou de polyculture-élevage.

[c] Besoins d'investissement totaux hors installations de méthanisation.

Notation environnementale des investissements

Les différents équipements dont les besoins d'investissement ont pu être estimés ont des impacts différenciés sur les 8 performances environnementales résumés dans le Tableau 6. L'impact d'un équipement donné sur chacune de ces 8 performances environnementales est compris entre -1 et +1. Il en est de même pour la note environnementale de synthèse. De façon à faciliter la lecture, le Tableau 6 classe les équipements selon leur note environnementale agrégée, de la plus grande note à la plus faible, avec classement « à part » des installations de méthanisation parce que ces dernières correspondent aux projets de l'ensemble des exploitations agricoles du GE et pas seulement des exploitations de GC¹¹. Un impact compris entre -1 et -0,49 sera considéré comme très négatif, entre -0,50 et -0,11 comme négatif, entre -0,10 et +0,10 comme neutre, entre +0,11 et +0,49 comme positif, et entre +0,50 et +1 comme très positif.

Trois équipements seulement bénéficient d'une note environnementale agrégée qualifiée de très positive. Il s'agit des dépenses liées à l'acquisition du matériel végétal, à l'implantation (via un prestataire de services) et à l'entretien des haies au titre d'infrastructures agro-écologiques. Ces trois équipements ont des impacts très positifs, positifs ou nuls sur les différentes performances environnementales. Les besoins d'investissement correspondants sont modestes à l'échelle du GE (8 millions d'euros sur 5 ans dans le scénario haut¹²).

Majoritaires en nombre sont les équipements avec une note environnementale agrégée positive. Dans ce deuxième ensemble, on distinguera les équipements associés au compostage dans la perspective de remplacer des engrais minéraux par une fertilisation organique (plateformes de compostage, épandeurs de fumier, retourneurs d'andain). Ces équipements ont des impacts très positifs sur plusieurs performances environnementales (qualités du sol et de l'air, biodiversité) contrebalancés par des impacts négatifs en matière de consommation directe d'énergie directe et d'émissions de GES associées. Il en est de même pour les aires de lavage-remplissage des produits phytosanitaires (impacts très positifs sur la quantité et la qualité de l'eau compensés par un impact négatif sur la consommation d'énergie). Dans les deux cas, les besoins d'investissement correspondants sont modestes à l'échelle régionale (respectivement, 3,2 et 10,1 millions d'euros). Les autres équipements de ce deuxième ensemble correspondent, à l'exception des panneaux photovoltaïques et des dépenses requises pour la mise en œuvre de solutions de biocontrôle (épandage de trichogrammes par un prestataire de services à l'aide d'un enjambeur mécanique) à des équipements requis pour la mise en œuvre d'une agriculture de précision (capteurs de rendement, consoles Isobus, dépenses liées aux expertises du sol, pulvérisateur portés ou trainés entièrement équipés, systèmes de guidage/autoguidage GPS avec correction dGPS ou RTK, consoles de coupures de tronçons, équipements requis pour la mise en place d'une irrigation de précision). Les besoins d'investissement correspondants sont très élevés à l'échelle de la région GE (284 millions d'euros).

Les équipements du troisième groupe (note environnementale agrégée neutre) ont des impacts très positifs ou positifs sur certaines des 8 performances environnementales, mais très négatifs ou négatifs sur d'autres. C'est le cas, par exemple, du strip-till qui permet de mettre en place un semis direct en se concentrant sur la seule ligne de semis. Ses impacts très positifs ou positifs sur la consommation (directe) d'énergie, la consommation d'eau, la qualité du sol et la biodiversité doivent être mis en regard des impacts très négatifs en matière de consommation de produits phytosanitaires et de qualité de l'air. De façon générale, on distinguera au sein de ce deuxième

¹¹ Ces installations de méthanisation bénéficient d'une note environnementale agrégée qualifiée de positive. Elles ont des impacts très positifs sur la consommation (directe) d'énergie fossile et les émissions de GES associés à cette consommation, mais un impact négatif sur la qualité de l'air.

¹² Dans cette sous-section, tous les besoins d'investissement correspondent aux besoins à 5 ans dans le scénario haut.

ensemble d'équipements, ainsi qu'au sein du « bas de la liste » du deuxième groupe, deux trade-offs principaux. Le premier trade-off a trait aux équipements qui certes permettent de réduire la consommation d'énergie et de diminuer les émissions de GES liées, mais au prix d'un usage augmenté de produits phytosanitaires, notamment pour détruire couverts et adventices (rouleau destructeur, semoir direct, strip-till). Le deuxième trade-off a trait aux équipements qui, à l'inverse, permettent de diminuer les utilisations de produits phytosanitaires, mais au prix d'une consommation augmentée d'énergie et d'émissions de GES (écimeuse, bineuse autoguidée, bineuse classique pour un désherbage mécanique traditionnel, herse étrille et houe rotative, équipements qui au total représentent des besoins d'investissement estimés à 100 millions d'euros). Enfin, un équipement, le semoir de précision, mérite un focus particulier du fait de sa neutralité sur les 8 performances environnementales à l'exception de la consommation directe d'énergie qui est légèrement diminuée relativement à un semoir classique. Les besoins d'investissement en semoirs de précision à l'échelle du GE ont été estimés à 95 millions d'euros.

Enfin, se dégage un quatrième ensemble d'équipements qui pâtissent d'une note environnementale agrégée qualifiée de négative. Il s'agit des équipements requis pour le stockage des grains en agriculture conventionnelle¹³ (72 millions d'euros) et des équipements requis étendre l'irrigation (60 millions d'euros). Dans les deux cas, les impacts sur une très grande majorité de performances sont neutres, à l'exception d'une ou deux performances qui sont impactées très négativement (consommation d'énergie et d'eau).

¹³ La note environnementale des équipements de stockage des grains en AB est légèrement supérieure à celle des équipements de stockage des grains en agriculture conventionnelle du fait de l'interdiction du recours aux pesticides de synthèse en AB.

Tableau 6.

Notation environnementale des équipements : impacts des équipements sur les huit performances environnementales et note environnementale agrégée

Equipements	Besoins d'inv. HB	Besoins d'inv. HH	Energie	Quantité d'eau	Qualité du sol	Phyto sanitaires	Qualité de l'eau	GES	Qualité de l'Air	Biodiversité	Note environnementale agrégée
Entretien des haies pendant 4 ans	400 000 €	1 200 000 €									
Haies (matériel végétal)	60 000 €	150 000 €									
Prestation de service d'implantation des haies	6 640 000 €	6 640 000 €									
Aire de lavage - remplissage collective	169 200 €	169 200 €									
Aire de lavage - remplissage individuelle	9 941 138 €	9 941 138 €									
Capteur de rendement	2 869 965 €	5 739 930 €									
Console Isobus	0 €	3 348 293 €									
Expertise sol	37 309 545 €	37 309 545 €									
Epandeur engrais solide	5 548 380 €	5 548 380 €									
Pulvérisateur	44 232 919 €	44 232 919 €									
Console coupeure de tronçon	5 621 340 €	11 242 680 €									
Epandeur à fumier	1 815 600 €	1 815 600 €									
Plateforme de compostage	453 900 €	453 900 €									
Retourneur d'andain	983 450 €	983 450 €									
GPS autoguidage dGPS	26 557 200 €	63 442 200 €									
GPS autoguidage RTK	21 290 400 €	53 226 000 €									
Equipement irrigation de précision	60 000 000 €	60 000 000 €									
Epandage de trichogramme par un prestataire avec enjambeur mécanique	7 650 000 €	15 300 000 €									
Panneaux photovoltaïques	19 339 200 €	19 339 200 €									
Rouleau destructeur	1 503 903 €	1 503 903 €									
Semoir direct	14 601 000 €	32 576 250 €									
Strip-till	788 454 €	788 454 €									

Semoir de précision	94 534 125 €	94 534 125 €											
Ecimeuse	1 871 688 €	1 871 688 €											
Bineuse autoguidée	38 451 058 €	38 451 058 €											
Bineuse classique pour un désherbage mécanique traditionnel ou de précision	28 550 816 €	35 361 295 €											
Herse étrille	8 962 679 €	14 999 357 €											
Houe rotative	5 245 614 €	8 765 027 €											
Stockage des grains en AB	19 627 734 €	19 627 734 €											
Stockage des grains en AC	7 243 425 €	72 434 250 €											
Extension irrigation	60 000 000 €	90 000 000 €											

Unité de méthanisation de 200 kWe	360 000 000 €	360 000 000 €											
Unité de méthanisation de 850 kWe	108 625 000 €	108 625 000 €											

Echelle de notation	Impact très négatif	
	Impact négatif	
	Impact neutre	
	Impact positif	
	Impact très positif	

Section III/ Utilisation de la notation environnementale des investissements pour faciliter la transition écologique de l'agriculture, et au-delà sa double performance économique et environnementale

La notation environnementale des investissements/équipements et des projets d'évolution des exploitations agricoles proposée dans la section II peut être utilisée pour faciliter la transition écologique de l'agriculture européenne tout en améliorant ses performances économiques. Que l'agriculture européenne doive être plus économe en ressources naturelles et plus respectueuse de l'environnement est une urgente nécessité. Que cette même agriculture européenne doive améliorer ses performances économiques est tout aussi urgent et nécessaire, dans un contexte de mondialisation des économies agricoles et de concurrence exacerbée entre agricultures du monde, y compris entre agricultures des différents EM européens, et de très forte variabilité spatiale et temporelle des revenus conduisant à une multiplication de situations de crise des revenus agricoles. Pour relever ce double défi, il n'existe pas une solution unique applicable en tout lieu et en tout temps, mais une palette de solutions à adapter aux conditions locales, que celles-ci aient trait au climat, au milieu biophysique ou au contexte économique, social et sociétal. Ce localisme des solutions fait que celles-ci sont difficiles à définir, mettre en œuvre et évaluer, en particulier relativement à la situation antérieure d'une doctrine très majoritaire visant à s'affranchir au maximum des contraintes locales par apport d'intrants achetés en dehors de l'exploitation (engrais minéraux, produits phytosanitaires, aliments du bétail, etc.) dans un schéma que d'aucuns qualifient d'artificialisation du milieu ou de l'agriculture (voir, par exemple, Bourg, 2000 ; Larrère, 2002). On ne peut pas se permettre le luxe d'ignorer un levier de progrès. La modernisation des exploitations agricoles et les investissements qui la sous-tendent font partie des solutions, tout comme la génétique, l'agriculture de précision, l'agro-écologie ou le choix de l'agriculture biologique. Les analyses de Guillou et al. (2013) et Guyomard et al. (2017) suggèrent que performances économiques et environnementales ne sont pas nécessairement, ni même le plus souvent, antinomiques. La double performance économique et environnementale se heurte néanmoins à quatre freins qui limitent la vitesse de la transition, à savoir i) l'absence, déjà mentionnée, d'une solution unique « clefs en mains » et son corollaire, la nécessité d'adapter les changements aux conditions locales, ii) un accompagnement souvent défaillant de la prise de risque inhérente à tout changement, sur les plans financier (compensation) et humain (conseil), iii) l'augmentation du temps de travail de l'agriculteur et de ses salariés, travail en outre souvent plus technique, plus complexe, parfois plus pénible, et enfin iv) l'augmentation des besoins en capital et possiblement de la charge d'endettement, souvent déjà élevée, des exploitations agricoles.

La transition écologique de l'agriculture européenne exige des changements substantiels de pratiques et de systèmes agricoles. Elle requiert aussi, très souvent, de nouveaux équipements et donc des investissements. Ces derniers peuvent être une voie d'amélioration des performances productives (efficacité) et économiques (compétitivité), à condition que la charge annuelle de la dette liée aux emprunts requis pour le financement des investissements ne menace pas la viabilité de l'exploitation et ses résultats économiques (résultat courant avant impôt). Les investissements peuvent donc être un facteur de double gain, économique et environnemental. Il en sera ainsi sur le plan économique si les conditions d'accès aux prêts sont facilitées et favorables : faibles taux d'intérêt, prêts sur des durées longues (notamment pour les bâtiments, plus spécifiquement encore les bâtiments d'élevage), garantie publique augmentée si défaillance de remboursement par l'exploitant agricole, possibilité de bénéficier simultanément des aides du second pilier de la PAC accordées au titre des mesures de soutien à l'investissement (PACAE), etc. Il en sera ainsi sur le plan environnemental si les investissements peuvent être qualifiés de « verts » au titre qu'ils permettent d'améliorer les performances environnementales de l'exploitation agricole.

Une première utilisation de la notation environnementale des investissements/équipements et des projets d'évolution des exploitations agricoles est donc de permettre de sélectionner les investissements qui seraient soutenus par les pouvoirs publics aux niveaux européen, national et régional en privilégiant ceux qui ont un impact positif sur l'environnement. Il serait possible, par exemple, de différencier la garantie publique des prêts aux agriculteurs et les niveaux de soutien budgétaire (aides) octroyés au titre du PCAE en fonction de la note environnementale des investissements. Il serait également intéressant de coupler les aides accordées au titre du PCAE et celles versées au titre des mesures agri-environnementales et climatiques (MAECs) ; ces deux dispositifs sont aujourd'hui instruits de façon trop disjointe alors que pratiques (changements de pratiques) et équipements (investissements) sont, très souvent, liés et complémentaires.

Une deuxième utilisation, non exclusive, est celle de la finance verte appliquée à l'agriculture européenne. Le financement de cette dernière est aujourd'hui très majoritairement assuré via des prêts bancaires et les ressources personnelles des acteurs, très peu en recourant aux marchés financiers. Sur ces derniers se développe aujourd'hui, très rapidement, un nouveau type d'instruments, les obligations vertes (*green bonds*). De création récente (2007), le marché mondial des obligations vertes est en plein essor, les émissions étant passées de 3 milliards de dollars en 2012 à 81 milliards de dollars en 2016 ; elles devraient dépasser les 100 milliards de dollars en 2017 (Berrou, 2017). Les obligations vertes sont aujourd'hui le premier actif sur le marché de l'investissement socialement responsable (ISR).

Dans le cadre de la finance verte et des obligations vertes, l'emprunteur garantit que les sommes qu'il emprunte sont affectées à des investissements et des projets verts, i.e., qui permettent d'améliorer l'état de l'environnement. L'orientation de l'épargne mondiale, notamment celle gérée par les fonds de pension et les assurances, vers des investissements écologiques ne va cependant pas de soi, du fait de la concurrence de placements plus courts et plus rémunérateurs, par exemple dans l'immobilier. La préférence pour la liquidité est un frein au financement de projets verts de plus long terme, notamment dans le domaine climatique où une priorité est le développement d'infrastructures (Lalonde B., 2017). Les pouvoirs publics ont ici un rôle à jouer pour favoriser la transition écologique des économies mondiales par le biais de réglementations et d'incitations. Au sein de l'UE, le Plan Juncker¹⁴ de stimulation de la croissance via l'investissement peut ainsi être mobilisé pour orienter cet investissement sur des projets écologiques. Les applications du Plan Juncker à l'agriculture sont à ce jour très limitées, ceci pour deux raisons principales : d'une part, la taille économique limitée de la très grande majorité des exploitations agricoles européennes et par suite, la modestie des projets d'investissement¹⁵, et, d'autre part, l'absence d'un cadre unifié et reconnu permettant de qualifier ces projets de verts.

Le travail de quantification des besoins d'investissement de l'agriculture européenne et de qualification environnementale de ces investissements pourrait ainsi être mis à profit pour développer des obligations vertes appliquées à l'agriculture. Dans la seule région du GE et pour les seules exploitations de GC, les besoins d'investissement à 5 ans se situeraient dans une fourchette allant de 552 millions d'euros (scénario bas) à 771 millions d'euros (scénario haut) ; plus encore si on ajoute les projets d'installations de méthanisation évalués, toujours à un horizon de 5 ans, à 469 millions d'euros pour l'ensemble des exploitations agricoles du GE, toutes productions agricoles confondues ; plus encore si les projets de reprises et d'installations sont comptabilisés. Et les équipements dont les besoins ont été estimés peuvent, dans leur grande majorité, bénéficier d'une labellisation verte (cf. section II). Il y a donc matière à constituer, à l'échelle des régions administratives françaises, une plateforme d'investissement qui émettrait

¹⁴ Pour une présentation rapide, voir : <https://www.touteurope.eu/actualite/qu-est-ce-que-le-plan-juncker.html>

¹⁵ En 2014, les projets d'investissement des exploitations agricoles européennes sur la période 2014-2020 étaient en moyenne de 176 000 euros (Berrou, 2017).

des obligations vertes dans la mesure où un ordre de grandeur d'une émission typique est de l'ordre de 150 millions d'euros (Berrou, 2017). Il est naturellement possible de développer une telle plateforme à une échelle inter-régionale.

Différents schémas peuvent être imaginés. Un premier mécanisme consisterait à mettre en place au niveau régional un fonds de garantie publique des prêts octroyés aux exploitations agricoles en mobilisant des ressources du FEADER (Fonds européen agricole pour le développement rural), des ressources du Conseil Régional et des ressources d'autres investisseurs institutionnels (Caisse des dépôts, Banque publique d'investissement, etc.)¹⁶. Les ressources publiques ainsi collectées seraient mises à disposition de la banque, retenue après appel d'offres, qui octroierait les prêts aux agriculteurs. Les ressources disponibles seraient donc constituées des ressources publiques et des ressources propres de la banque, avec un effet levier de 3,5 environ : si les pouvoirs publics apportent 30 millions d'euros, la banque apporte 105 millions d'euros pour une capacité totale de financement de 135 millions d'euros¹⁷. Un tel fonds de garantie pourrait être mis en place à une échelle inter-régionale dans le cadre d'une plateforme éponyme, et d'une mutualisation des ressources du FEADER gérées par chaque région et des autres ressources régionales. Il pourrait aussi bénéficier de ressources de fonds européens autres que le FEADER, plus spécifiquement de ressources du Fonds européen pour les investissements stratégiques (FEIS). Les avantages économiques pour l'agriculteur de tels schémas de fonds de garantie publique seraient de lui permettre d'accéder à des conditions améliorées de financement en termes de taux des prêts, de durée de ceux-ci, et de moindres exigences de garanties personnelles grâce à la garantie publique. Ces mécanismes pourraient simultanément être mobilisés pour favoriser la transition écologique de l'agriculture régionale/française. Il s'agirait alors de limiter les possibilités de prêts aux seuls projets doublement performants, sur les plans économique et environnemental. Au projet seraient donc associées deux notes, une note financière permettant d'apprécier la viabilité économique du projet et une note extra-financière environnementale permettant d'apprécier son impact *ex-ante* sur l'environnement.

Un tel schéma de fonds régional ou inter-régional de garantie publique n'est pas exclusif d'autres mécanismes. Il peut ainsi être mis en place un fonds de garantie publique et d'investissement en mobilisant les ressources financières d'autres investisseurs publics et privés (fonds de pension, assurances, etc.). Ces derniers peuvent trouver un intérêt à investir dans l'agriculture au titre de la diversification de leur portefeuille d'actifs. Ils peuvent aussi et même surtout¹⁸ y trouver un intérêt si les prêts octroyés grâce à leurs ressources peuvent être qualifiés de verts, et par suite l'instrument financier se prévaloir de la finance verte. Par ailleurs, le fonds peut n'être que privé, sans apport de ressources publiques et donc sans garantie publique.

Section IV/ Limites méthodologiques

Ce travail propose une méthodologie permettant d'associer une note environnementale aux investissements (équipements) et aux projets d'évolution des exploitations agricoles, que ces

¹⁶ C'est le mécanisme envisagé à l'heure actuelle dans la région de la Nouvelle Aquitaine, deuxième région pilote de la Chaire FINAGRI.

¹⁷ Un tel fonds régional de garantie publique pourrait être mis en place dans le cadre du Plan de développement rural (PRD) actuel de la région (celui-ci devant néanmoins être révisé pour introduire l'instrument financier dans la liste des mesures offertes) ou dans le cadre de la prochaine programmation pluriannuelle, au-delà de 2020. Le guichet serait ouvert sur plusieurs années, le remboursement des prêts s'étalant sur une période plus longue. A l'issue de cette dernière, les pouvoirs publics régionaux récupéreraiient les fonds publics non utilisés, i.e., qui n'ont pas été mobilisés pour la garantie publique.

¹⁸ Ceci parce qu'investir dans l'agriculture n'offre pas, en général, des perspectives de rentabilité (taux de rendement) élevés, du moins relativement à d'autres secteurs ou placements.

projets soient définis comme des projets d'investissement ou comme des projets de changements de pratiques, voire de systèmes, qui requièrent des investissements (équipements) pour leur mise en œuvre. C'est en reliant les pratiques aux investissements que nous avons pu évaluer les impacts de ces derniers sur les différentes performances environnementales et in fine, leur associer une note extra-financière environnementale. Ce travail permet ainsi de pallier une limite d'une grande majorité de travaux relatifs à, de façon générale, la transition écologique de l'agriculture française et européenne, à savoir un focus sur les seules pratiques agricoles au détriment de la prise en compte simultanée des pratiques (changements de pratiques) et des investissements. Ce travail présente néanmoins plusieurs limites qui sont autant de voies de progrès.

La première limite tient au caractère qualitatif de la mesure des impacts des changements de pratiques sur les différentes performances environnementales élémentaires de l'étape 1 de la démarche. La décomposition de la mesure en six classes permet certes une différenciation de l'impact selon que celui-ci est i) négatif, ii) négatif ou neutre, iii) neutre, iv) neutre ou positif, v) positif, et possiblement vi) indéterminé. Mais cette mesure en six classes ne permet pas de tenir compte de l'ampleur de l'impact à l'intérieur d'une classe donnée. Il n'est ainsi pas possible de distinguer entre deux pratiques qui ont toutes deux pour conséquence de réduire les émissions nettes de GES. Comme l'ont montré Pellerin et al. (2013), les pratiques agricoles permettant de diminuer les émissions de GES d'origine agricole ont des potentiels de réduction très variables, aux deux niveaux de l'action elle-même (potentiel de réduction par unité, qu'il s'agisse de la surface, de l'animal ou du produit agricole) et de l'importance de l'assiette (nombre d'hectares, nombre d'animaux ou volume de produits concernés).

D'autres limites méthodologiques liées à l'étape 1 méritent d'être mentionnées. En premier lieu, l'évaluation des impacts des changements de pratiques sur les différentes performances élémentaires suppose que ces pratiques sont parfaitement maîtrisées par l'agriculteur, ce qui n'est évidemment pas toujours le cas et peut conduire à une estimation biaisée des impacts. En deuxième lieu, le choix de l'exploitation agricole, ou d'un atelier au sein de l'exploitation agricole, comme unité d'analyse fait que ne sont pas pris en compte les avantages à mettre en œuvre des pratiques à une échelle supérieure à celle de l'exploitation agricole / de l'atelier alors que leur application à cette échelle supérieure aurait des effets positifs augmentés sur au moins certaines performances environnementales (non prise en compte des aspects spatiaux). Enfin, l'analyse pratique par pratique sous-estime le fait que l'impact d'une pratique sur une performance environnementale donnée peut être augmenté ou, au contraire, diminué par la mise en œuvre conjointe d'autres pratiques. Ceci est lié à ce que des alternatives à la chimie exigent, souvent, qu'un ensemble cohérent de pratiques complémentaires soient mobilisées de sorte que leurs effets partiels se renforcent mutuellement (Meynard et al., 2012). Deux observations sur cette troisième limite. Cette dernière est en quelque sorte intrinsèque à l'objectif du travail, à savoir évaluer les performances environnementales d'un investissement/équipement et *in fine* associer à ce dernier une note environnementale unique permettant, ou non, de le qualifier de vert. En outre, cette limite peut être, au moins pour partie, dépassée dans le cadre d'un projet d'évolution d'une exploitation agricole dans la mesure où ce projet peut inclure plusieurs équipements et plusieurs pratiques, y compris des pratiques conseillées et non prévues initialement de façon à maximiser les impacts positifs sur les performances environnementales.

La dernière limite qu'il convient de mentionner, et liée au moins pour partie aux limites déjà mentionnées ci-dessus, a trait à la méthodologie en quatre étapes retenue pour associer une note environnementale unique à chaque investissement/équipement.

L'étape 2 d'agrégation des 21 performances environnementales élémentaires en 8 performances suppose implicitement que les différentes performances élémentaires composant une performance environnementale agrégée sont « équivalentes ». Ainsi, les émissions d'ammoniac,

les émissions d'odeurs et les rejets de polluants organiques comptent « à parts égales » pour définir l'impact d'un équipement donné sur la performance « qualité de l'air ». Des alternatives sont possibles, par exemple en donnant un poids plus important aux émissions d'ammoniac. L'avantage de notre méthodologie est qu'elle permet de définir différentes règles d'agrégation, et de comparer leurs conséquences en matière d'impacts des équipements sur les 8 performances environnementales.

L'étape 4 de transformation des impacts d'un investissement/équipement sur les 8 performances environnementales en une note extra-financière environnementale unique souffre des mêmes maux que l'étape 2, vraisemblablement plus dommageables encore compte tenu la plus grande hétérogénéité des 8 performances environnementales relativement à celle des performances élémentaires qui composent chacune des performances agrégées. Tout se passe comme si, par exemple, l'impact très négatif d'un équipement sur les émissions de GES pouvait être annulé par l'impact très positif de ce même équipement sur l'une des 8 autres performances, toutes choses égales par ailleurs (i.e., impacts neutres sur les 6 autres performances). Ici aussi, des alternatives sont possibles, par exemple en donnant un poids plus important aux émissions de GES compte tenu de l'urgence climatique. Il serait même concevable de considérer que la note environnementale unique d'un équipement ne puisse être qualifié de positif, *a fortiori* très positif, qu'à la condition qu'il ne conduise pas à une augmentation des émissions de GES. Ces règles alternatives d'agrégation peuvent être définies en accord avec les acteurs pour adresser des enjeux que ceux-ci considèrent comme prioritaires à l'échelle régionale, possiblement en distinguant les performances selon qu'elles correspondent à un bien public global (émissions de GES, préservation de la biodiversité) ou à un enjeu de santé publique (réduction des usages de produits phytosanitaires et de leurs impacts sur la santé), des biens publics plus locaux tels que les qualités de l'eau ou du sol. Il faut toutefois prendre garde à ce que les acteurs régionaux n'accordent un poids « excessif » aux seconds aux conséquences plus directes et plus tangibles à court terme relativement aux premiers aux effets plus diffus et potentiellement plus lointains. En sens inverse, les acteurs de la finance pourraient avoir tendance à privilégier les enjeux de santé publique et les biens publics globaux, notamment ceux ayant trait au changement climatique dans la perspective d'extension au secteur agricole de la couverture sectorielle des *green bonds* aujourd'hui mis en œuvre ou envisagés. L'équilibre est donc délicat. On recommandera donc de proposer aux acteurs régionaux comme à ceux de la finance différents schémas d'agrégation de sorte que les décisions de qualification verte de tel ou tel investissement/équipement soient prises sur la base d'un état des connaissances aussi exhaustif que possible en termes de conséquences *a priori* des choix.

Conclusion

Nous avons proposé une méthodologie permettant i) d'estimer les besoins d'investissement des exploitations agricoles en réponse à des enjeux considérés comme prioritaires et ii) d'évaluer les impacts des équipements dont les besoins d'investissement ont pu être estimés sur plusieurs performances environnementales et *in fine*, d'associer à ces équipements une note extra-financière environnementale unique. Dans le cadre de la chaire FINAGRI, cette méthodologie est mise en œuvre à l'échelle régionale dans le cadre d'une collaboration avec les acteurs régionaux qui ont défini les enjeux prioritaires à adresser. Ce travail répond donc à un double impératif. Il s'agit en premier lieu de dépasser les affirmations selon lesquelles l'agriculture (qu'elle soit régionale, française ou communautaire) requiert tant de milliards d'investissement. A notre connaissance, aucun document public n'existe en support à ces affirmations, et les échanges avec de nombreux acteurs régionaux ou nationaux ont conforté notre sentiment que ces affirmations sont très peu étayées. Il s'agit en deuxième lieu de proposer un cadre permettant de qualifier les

équipements de verts, possiblement en distinguant plusieurs nuances de vert. Ce deuxième objectif vise à permettre un ciblage du soutien public sur les équipements qui seraient reconnus comme verts et une application de la finance verte au secteur agricole, secteur dans lequel elle est aujourd'hui très peu développée.

La méthodologie proposée, plus spécifiquement celle relative à la notation extra-financière environnementale des équipements, souffre de plusieurs limites qui ont été décrites dans la quatrième section. Pour partie au moins, ces limites sont inhérentes aux insuffisances des outils aujourd'hui disponibles pour apprécier les impacts des investissements/équipements sur les différentes performances environnementales, y compris en matière de coût d'accès et d'utilisation des outils d'évaluation de tel ou tel compartiment environnemental, quand ils existent. Nous souhaitons étendre le travail présenté dans cet article par une analyse quantitative dont les principes seraient les suivants : i) réalisation d'un diagnostic initial quantitatif des performances économiques, environnementales et sociales de l'exploitation agricole, cette étape nécessitant le recours à plusieurs modèles et outils d'évaluation ; ii) identification des performances à améliorer de façon prioritaire ; iii) élaboration du projet d'évolution de l'exploitation sous forme d'un ensemble de pratiques et d'équipements à mettre en œuvre ; iv) analyse quantitative *ex-ante* des impacts du projet sur les performances économiques, environnementales et sociales, étape qui requiert, tout comme l'étape i), l'utilisation de plusieurs modèles et outils d'évaluation et pouvant conduire à réviser/parfaire le projet initial de l'exploitant agricole ; et v) suivi du projet dans le temps et de ses impacts sur les performances économiques, environnementales et sociales (avec possibilité de révision du projet au fil du temps). Les informations ainsi collectées doivent permettre de dépasser les limites de l'approche telle que proposée dans cet article. Leur collecte, leur gestion et leur analyse représentent un coût que nul ne contestera. Tous les acteurs agricoles ont à gagner à la mutualisation de leurs efforts dans une perspective d'obligations de résultats qui seule pourra permettre de réconcilier agriculture et société. Cet effort relevant d'un bien public, son financement sera, à n'en pas douter, difficile.

Références bibliographiques

Bell A., Fert M., Guyomard H., 2018. Estimation des besoins d'investissement des exploitations de grande culture dans la région Grand Est. INRA (chaire FINAGRI), rapport pour le Conseil régional du Grand Est, 35 pages.

Berrou R., 2017. La finance verte et le secteur agricole. Le magazine des professions financières et de l'économie, décembre 2017, n°13, 59-62.

Bourg D., 2000. La responsabilité écologique. In Les Cahiers philosophiques de Strasbourg, T. 10, page 55.

Bournigal J.-M., 2014. Définir ensemble le futur du secteur des agroéquipements. IRSTEA, Rapport de la mission agroéquipements pour les Ministres en charge de l'agriculture et de l'économie, et la secrétaire d'état à l'enseignement supérieur et à la recherche, 150 pages.

Bureau D., 2015. Les instruments d'une agriculture doublement verte et compétitive. Document de travail, Ecole Polytechnique et France Stratégie.

Commission européenne (CE), 2017. The Future of Food and Farming. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM (2017) 713 final, 27 pages.

Commission européenne, 2018a. Future of the Common agricultural policy.

https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/future-cap_en

Commission européenne, 2018b. EU budget: Commission proposes a modern budget for a Union that protects, empowers and defends. European Commission, Press release 2 May 2018.

Coudurier B., Peyraud J.-L., Blesbois E., Jeuland F., Urruty N., Huyghe C., Guyomard H., 2015. Méthodologie d'aide à la conception et à l'évaluation de systèmes de production multiperformants : application à l'élevage de bovins laitiers et à la production de poulets de chair. INRA Productions Animales 28 (1) : 51-76.

Guillou M., Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.-L., Vert J., Claquin P., 2013. Le projet agro-écologique : vers des agricultures doublement performantes pour concilier compétitivité et respect de l'environnement. Agreenium et INRA, Rapport pour le Ministre en charge de l'agriculture, 163 pages.

Guyomard H., Huyghe C., Peyraud J.-L., Boiffin J., Coudurier B., Jeuland F., Urruty N., 2017. Les pratiques agricoles à la loupe : Vers des agricultures multiperformantes. Editions Quae, Versailles, 460 pages.

Lalonde B., 2017. La finance face au climat. Le magazine des professions financières et de l'économie, décembre 2017, n°13, 7-9.

Larrère R., 2002. Agriculture : artificialisation ou manipulation de la nature ? Cosmopolitiques 1, juin 2002, 158-173.

Matthews A., 2018. Commission assaults rural development spending to protect direct payments. CAP Reform.eu (<http://capreform.eu/>).

Meynard J.M., Dedieu B., Bos A.P., 2012. Re-design and co-design of farming systems: An Overview of methods and practices. In Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic, Darnhofer I., Gibbon D., Dedieu B. (editors), Dordrecht: Springer, 4017-432..

Ministère en charge de l'environnement, 2016. Chiffres clés de l'environnement, édition 2016. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 72 pages.

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude de l'INRA, pour l'ADEMME, le MAAF et le MEDDE, 92 pages.