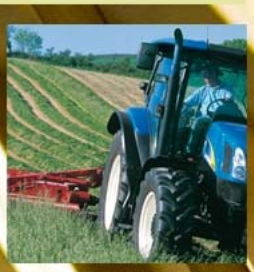
JANVIER 2011

L'AGRICULTURE DE 2050 COMMENCE **MAINTENANT...**



INSTITUT
DE L'AGRICULTURE
DURABLE

L’agriculture de 2050 commence maintenant

Produit par

IAD©
L’Institut de l’Agriculture Durable
38 rue des Mathurins
75008 PARIS
01 45 55 58 18
www.institut-agriculture-durable.fr

Tous droits réservés. Les informations contenues dans cette publication peuvent être reproduites et diffusées à des fins non commerciales sans autorisation préalable de l’IAD à condition que la source de l’information soit clairement indiquée. Aucune utilisation commerciale de ces données ne peut être faite sans l’autorisation de l’IAD.

IAD© Janvier 2011.

TABLE DES MATIERES

NOTE DE SYNTHESE 3

RESUME 4

AVANT-PROPOS 5

INTRODUCTION 7

I. **Pour une agriculture productrice d'environnement !** 8
   a. Quelques évidences oubliées : le fonctionnement des écosystèmes 8
   b. L'écosystème comme modèle pour un puits de carbone agricole 10
   c. Des techniques agricoles favorables à la production de puits de carbone ! 11

II. L'essentiel pour l'environnement : financer l'agriculture puits de carbone 12
   a. Le potentiel des techniques agricoles à séquestrer du carbone 12
   b. La compétitivité de l'agriculture par les crédits carbone 14

III. Le puits de carbone agricole producteur de services écologiques ! 15
   a. Qu'est-ce qu'un service écologique ? 15
   b. La production maximale de biomasse conditionne la production de services écologiques et intéresse toute la société ! 17
   c. Des indicateurs pour mesurer les services écologiques 20

IV. Rémunérer les agriculteurs pour la fourniture de services écologiques 22
   a. Les soutiens aux services écologiques ne sont pas nouveaux 22
   b. Les agriculteurs bénéficiaires de Paiements pour Services Ecologiques (PSE) 24
   c. Exemple de mécanisme de paiement 26
   d. Scenarii des paiements pour services écologiques 27

CONCLUSION ET PERSPECTIVES 30

BIBLIOGRAPHIE 32

GLOSSAIRE 34

LISTE DES FIGURES 36

LISTE DES ABREVIATIONS 37

LISTE DES ANNEXES 38

NOTE DE SYNTHESE

Ce document, rédigé part l'IAD (Institut de l'Agriculture Durable), constitue une base de travail et de réflexion autour du potentiel de l'agriculture à produire des services écologiques et à fournir ses biens pour la société. Les innovations, modèles et résultats présentés dans ce texte, sont issus du tableau de bord des indicateurs développés par l'IAD et testés sur plus de 160 fermes réalisant toutes sortes de productions.

Une agriculture à bout de souffle qui doit évoluer

Dans un contexte particulièrement difficile pour l'agriculture et face à des enjeux de durabilité grandissants, l'agronomie est au cœur d'un objectif fondamental, celui d'associer production et préservation des ressources par le développement de systèmes agricoles innovants. **Ainsi, comment la politique agricole pourrait-elle être un levier de développement rentable en faveur de la protection de l'environnement et de l'aménagement du territoire grâce au travail des agriculteurs ?** L'histoire de l'agriculture est jalonnée d'innovations construites à partir des 5 outils[1] indispensables à l'agriculture et réunis au sein de l'IAD depuis 2008.

L'innovation : la nature comme modèle pour travailler

L'agriculture, par l'amélioration de ses outils, est capable de produire autrement, plus, mieux, avec peu de ressources fossiles. En copiant le fonctionnement de la nature, qui, depuis des millions d'années, séquestre du carbone et produit des services écologiques, l'agriculture développe des techniques pour résoudre les défis posés : participer à nourrir 9 milliards d'êtres humains tout en préservant les ressources naturelles et en s'adaptant au changement climatique.

Des résultats mesurables en faveur de l'agriculture durable

En mesurant les résultats issus d'une série de 26 indicateurs répartis en 7 thèmes fondamentaux (économie, social, efficience des intrants, qualité des sols, qualité de l'eau, émissions de GES, biodiversité), les indicateurs de l'IAD montrent que l'agriculture[2] peut séquestrer du carbone dans les sols et produire de nombreux services écologiques : créer des sols fertiles, épurer l'eau, accroitre la biodiversité, produire de la nourriture de qualité, des biomatériaux (bois, lin, chanvre, …), de l'énergie (biogaz, bois, éthanol, …), des paysages et des espaces de tourisme et de culture.

Une Politique Agricole Commune à élaborer

Parmi les 26 indicateurs opérationnels de l'IAD, 19 mesurent les résultats des services écologiques et 10 ceux du puits de carbone agricole. La présentation d'un cas concret issu des tests réalisés permet de comprendre comment s'élabore facilement la rémunération des services écologiques produits par l'agriculteur. Il est possible d'encourager les bons résultats obtenus tout en gardant 2 piliers à la PAC.

Une Politique « Agriculture & Environnement » peut émerger. En développant l'innovation dans les systèmes de productions associées à la mesure des services écologiques fournis par l'agriculteur, l'agriculture saura, sans aucun doute, faire face aux défis alimentaires, climatiques et énergétiques à venir. La collecte des résultats permettant la rémunération des services écologiques et du puits de carbone agricole pourrait être facilement réalisée par l'intégration des indicateurs aux démarches habituelles des agriculteurs, dans le cadre d'une collaboration entre services publics et enregistrements privés. Il s'agit d'une proposition autour d'un axe Agriculture & Environnement ambitieux pour l'élaboration d'une Politique Agricole Commune favorable à l'indépendance alimentaire et énergétique par l'amélioration des revenus agricoles sur le long terme.

[1] 5 outils agricoles incontournables : un sol vivant véritable puits de carbone hébergeant les fonctions vitales du recyclage et de l'épuration de l'eau, des machines préservant ce sol vivant, toute la variabilité de la génétique, une fertilisation adaptée et toutes les techniques de protection des plantes.

[2] Cette agriculture, certes imparfaite à ce jour, émerge dans le monde entier (Australie, Amérique du Sud et du Nord, Indonésie, Europe, Chine, Inde, …)

Changer Pourquoi ? Plus que jamais en 2010, l'agriculture est un secteur redevenu incontournable, aussi bien pour faire face à la sécurité alimentaire, à la compétitivité et la contrainte économique, à la création d'emplois directs et indirects, à la préservation de l'environnement, que pour contribuer à résoudre la crise énergétique. Fait majeur : 97 % de la société civile dépendra de la politique agricole. Celle-ci concernera environ 3 % de la population, les agriculteurs sur lesquels reposeront toutes les demandes et contraintes. En agriculture, pour avoir assez, il faut produire trop ! Si nous savons « *Pourquoi Changer* », ces quelques pages apportent un éclairage sur « *Changer Pour Quoi* » et les adaptations nécessaires qui doivent marquer les 40 prochaines années : « l'agriculture de 2050 commence maintenant ! ».

Changer Pour Quoi ? Si l'enjeu environnemental apparaît être une priorité pour la survie de la société, il l'est également pour les agriculteurs afin qu'ils puissent, entre autre, rétablir la fertilité des sols. La réforme de la PAC prévue à l'horizon 2013 intègre ces objectifs sur l'environnement à travers la notion de « services écologiques » qui pourraient rémunérer les agriculteurs et venir compléter une équation économique devenue difficile.

L'enjeu environnemental s'élabore à partir d'un modèle élémentaire : l'écosystème ! Si la nature a séquestré durablement le CO_2 atmosphérique par l'intermédiaire de la photosynthèse des plantes, elle produit aussi des services écologiques. Ainsi, l'agriculture devra s'inspirer du fonctionnement de ce « puits de carbone naturel » pour produire des sols fertiles, de l'eau propre, une forte biodiversité, de la nourriture de qualité, des biomatériaux (bois, coton, lin, chanvre, …), de l'énergie (biogaz, bois, éthanol, …), des paysages et des espaces de tourisme et de culture. Tous ces services de la nature dépendent d'une production végétale maximale au sein de l'écosystème.

RESUME

Depuis 2008, à partir des ressources scientifiques internationales, l'IAD travaille à l'identification et à l'utilisation d'indicateurs capables de mesurer la performance des systèmes agricoles à développer des puits de carbone, et à fournir des services écologiques. Par les tests réalisés en 2009 et 2010 dans 160 fermes de différents types (élevages, grandes cultures, légumes), il apparaît que la production des services écologiques est mesurable et qu'elle est le fruit des pratiques « durables » s'inspirant des grands principes de fonctionnement de la nature !

Par ce document, l'IAD propose une réflexion élaborée à partir du travail réalisé. Une présentation de résultats concrets issus de la phase de test démontre que la production alimentaire de l'agriculture produit aussi des services écologiques. La simulation de rémunération met en évidence de très forts potentiels d'amélioration des pratiques étant donné que les écarts de paiement des services écologiques varient de 42 % à 63 % du maximum possible entre système conventionnel et innovant géré selon le modèle naturel. La collecte des résultats des indicateurs pourrait être facilement intégrée aux démarches habituelles des agriculteurs, dans le cadre d'une collaboration entre services publics et enregistrements privés.

Une chose est sûre, pour développer les services écologiques, il faudra une politique publique adaptée, axée sur une stratégie « puits de carbone agricole» à long terme. Cette politique pourrait être alimentée par des « crédits carbone » et par le Paiement pour Services Ecologiques (PSE) au sein de la nouvelle PAC dès l'horizon 2013. Cette nouvelle agriculture ne se fera pas sans une politique structurelle forte, encourageant les agriculteurs à modifier leurs pratiques et à concilier **production** et **protection**.

Si nous le voulons, **L'agriculture de 2050 commence maintenant !**

AVANT-PROPOS

L'agriculture est l'agent structurant l'espace rural, le développement des sociétés et la gestion des ressources naturelles. Elle doit aujourd'hui relever des défis de taille: produire plus, mieux, avec moins de terres, moins d'eau, et moins d'énergie fossile. Cet avant-propos situe le contexte de l'agriculture en Europe, entre gestion de crise socio-économique, perte de compétitivité et pression environnementale. Ces quelques pages souhaitent apporter un éclairage sur les évolutions nécessaires qui doivent marquer l'adaptation de l'agriculture en termes de productivité et de protection de l'environnement pour les 40 prochaines années : les 27 pays de l'Europe ont besoin d'une véritable politique agricole structurelle à long terme. « L'agriculture de 2050 commence maintenant ! ».

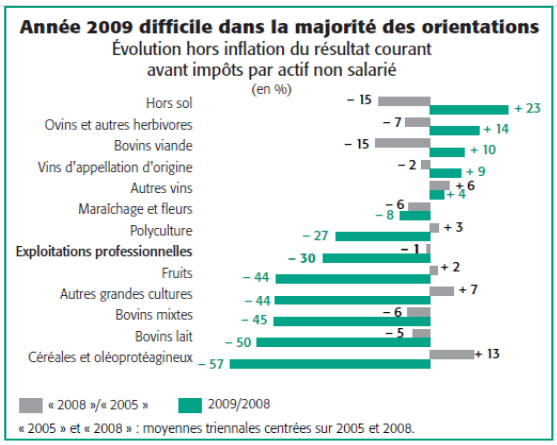
LA FRANCE : ETATS DES LIEUX

Au bilan de l'année 2009, la crise de l'agriculture a fait la Une des journaux notamment avec les données économiques publiés début 2010[3].

L'agriculture est fragilisée depuis des années par des changements structuraux importants tels que l'érosion de la population active (agricole et agroalimentaire) qui passe de 12%[2] en 1980 à seulement 6,2%[2] du total des actifs au 1er janvier 2010. Suivant la même tendance, le nombre de fermes est passé de 1,6 millions en 1970 à 507 000 aujourd'hui sur une surface agricole utile (SAU) de 29,3 millions d'hectares. C'est 1,8% de moins qu'en 2000 et 15% de moins qu'en 1950. La perte de SAU est principalement due à l'urbanisation croissante. Les statistiques agricoles notent une perte de 93 000 ha entre 2006 et 2009.

Outre ces changements structuraux, les difficultés de l'agriculture proviennent du contexte économique particulièrement difficile en 2009 où les revenus ont fortement chuté dans la majeure partie des productions (-16,3%[4], figure 1 ci-dessous).

Figure 1 : Evolution du revenu agricole français par secteur de production par rapport aux données de 2008 et de 2005. Source : Graphique publié dans Agreste Primer N°243 –juin 2010.



Source : Agreste - Comptes nationaux par catégorie d'exploitations

La variation des revenus est d'autant plus impressionnante qu'en 2007-2008 les cours des produits agricoles s'étaient envolés en répondant à l'effondrement des stocks alimentaires mondiaux. Inversement, en 2008-2009, les prix s'effondrent face aux excédents de production (+2,8%[3]des volumes en France) sur les marchés internationaux. Parallèlement, le prix des intrants a augmenté entrainant une hausse des coûts de production. Les matières agricoles sont vendues à perte (lait, vin, …). La volatilité des prix fragilise toute la filière agricole et agroalimentaire qui ne représente plus que 3,5 % du PIB (Produit Intérieur Brut) national, soit une part divisée par deux depuis 1980. Le secteur nécessite une réponse politique capable de garantir viabilité économique et stabilité aux producteurs.

[3] Source : tous les chiffres sont issus d'Agreste, sauf autres sources indiquées en note de bas de page.

[4] Source : « Production et valeur ajouté de l'agriculture » Insee, compte provisoire de l'agriculture fin mai 2009 – base 2000.

Sur le plan européen, la France conservait encore en 2008 le titre de première région agricole avec une part de 18%[5] de la production agricole et agroalimentaire malgré une baisse de 2% en 12 ans (20% en 1998[4]). Cette situation est d'autant plus inquiétante qu'elle s'accompagne d'une perte de compétitivité vis-à-vis de nos voisins européens. En 2009, les exportations agroalimentaires françaises passent derrière l'Allemagne, les pays Bas et les Etats Unis. Même les produits à haute valeur ajoutée n'échappent pas à la crise. A titre d'exemple, le chiffre d'affaires type d'une exploitation agricole en Allemagne est constitué à 20% par la vente d'énergie renouvelable en 2008[6]. Qu'en est-il en France ?

LA SITUATION DE L'EUROPE

Au niveau international, l'Europe détient 17 % des exportations mondiales de produits agricoles avec 127 milliards de dollars, juste derrière les Etats Unis qui exportent pour 134 milliards. Cependant, malgré une situation pédoclimatique plutôt favorable, la perte de parts de marché est importante au cours de ces dix dernières années (en 2000, elle contribuait pour 19 % environ au commerce mondial). L'Europe se retrouve être la 1ère importatrice du monde en valeur agricole (173 milliards de dollars en 2008) avant même les USA (116 milliards) et la Chine (87 milliards). Les principales importations portent sur le maïs, le soja, les huiles végétales, l'alimentation animale, les fruits et légumes, et le sucre. Cette situation se cumule avec une grave détérioration de l'environnement, identifiée par le travail réalisé sur la Directive Cadre de Protection des Sols[7].

AGRICULTURE ET ENVIRONNEMENT : UN BESOIN POUR L'EUROPE

Pour protéger les ressources, les agriculteurs doivent résoudre les problèmes environnementaux tout en continuant à produire pour satisfaire les marchés…
La situation est complexe compte tenu des exigences publiques européennes engagées (directives-cadres sur l'eau, sur la biodiversité, sur les pesticides, sur Kyoto,…) et des traductions réglementaires dans les politiques nationales spécifiques (Directives Nitrates, Plan ECOPHYTO 2018, Grenelle 2, etc. par exemple pour la France). Les résultats observés sont limités : il y a toujours autant de nitrates ou presque dans l'eau, d'algues vertes sur les côtes bretonnes, et d'autres problématiques émergent tel que la perte accélérée des sols (matière organique, érosion et fertilité) ainsi que la dégradation de la biodiversité illustrée principalement par le débat autour des abeilles.

Concilier production agricole et environnement s'avère complexe car une multitude de facteurs entrent en jeu. Ainsi, la redéfinition de l'agriculture ne pourra pas se faire sans une concertation à l'échelle européenne afin de proposer une politique homogène sur l'ensemble de l'Union. Le Parlement Européen, dans le cadre de ses prérogatives, a ouvert la voie.

97 % de la société dépend d'un territoire rural entretenu par à peine 3% des actifs : les producteurs agricoles. Cette situation conduit à la volonté de construire une nouvelle politique « Agriculture & Environnement » qui, d'ici 2050, devra apporter des réponses aux besoins i) d'adaptation aux changements climatiques, ii) de protection des ressources, iii) de compétitivité économique des entreprises, iv) de qualité et quantité des productions, v) d'approvisionnement fiable à un prix abordable, vi) de production d'énergie et de matériaux biodégradables, …

[5] Source : Eurostat - Comptes de l'agriculture « résultats économiques de l'agriculture »-2009

[6] Source : Le télégramme de Brest – 11 juillet 2010

[7] Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil, du 22 septembre 2006, définissant un cadre pour la protection des sols et modifiant la directive 2004/35/CE.

INTRODUCTION

Dans les années 60, la première PAC est adoptée et reprend les objectifs généraux du traité de Rome de 1957. La conjoncture socio-économique d'après guerre réclame une transformation radicale des modes de production pour répondre aux nouveaux besoins sociétaux : il faut accroitre la productivité agricole, assurer un niveau de vie équitable pour la population, stabiliser les marchés, garantir la sécurité alimentaire et assurer des prix rémunérateurs aux agriculteurs tout en restant abordable par le consommateur. Ces enjeux conduisent au développement d'une «*agriculture intensive* » remplissant tous les objectifs primordiaux de l'époque.

CHANGER POURQUOI ?

Aujourd'hui, le contexte socio-économique, la société et ses besoins, ont évolué. L'Europe, loin d'être autosuffisante (protéines, énergie, huiles, sucre, maïs, …) se trouve confrontée aux pollutions et à la dégradation des ressources naturelles (eau, sol, air, biodiversité). Compte tenu des risques que représentent ces dégradations pour la nature et la société[8], l'environnement prend une part importante dans les débats liés au secteur agricole et se trouve intégré dans la réforme de la PAC de 1992.

S'il est communément admis que l'agriculture est en partie responsable des problèmes liés à la dégradation de la nature, elle est aussi la première à en subir les conséquences. *A contrario*, les études récentes des Nations Unies (FAO 2007), de la France (INSEE 2007), et la proposition du Parlement européen pour la réforme de la PAC de 2013 (G.Lyon, S. Le Foll, 2010), démontrent que le secteur agricole offre aussi des solutions pour résoudre les problèmes : certaines pratiques protègent l'environnement, participent à la lutte contre le changement climatique (réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)), améliorent la productivité, renforcent la compétitivité, permettent la production d'énergies renouvelables, etc. …
La réforme de la PAC prévue à l'horizon 2013 (Rapport de G. Lyon §59) propose d'influencer positivement l'orientation des pratiques agricoles par la rémunération de « services écologiques ».

CHANGER POUR QUOI ?

Un nouveau cycle de développement de l'agriculture européenne doit s'amorcer. L'innovation agronomique rassemblée au sein de l'IAD est construite sur la mise en œuvre des « 5 outils » indispensables à la production agricole : un sol vivant véritable puits de carbone hébergeant les fonctions vitales du recyclage, des machines préservant ce sol vivant, la variabilité de la génétique animale et végétale, une fertilisation adaptée et toutes les techniques de protection des plantes. La mise en œuvre de ces « outils » conduit à préserver l'environnement tout en produisant plus, mieux et autrement.

En copiant l'écosystème naturel, les agriculteurs restaurent des sols fertiles qui stockent du carbone et produisent des services écologiques.

Mais quels sont les mécanismes élémentaires qui conduisent à une telle agriculture ? Comment mesurer et rémunérer ce puits de carbone ? Pourquoi l'agriculture *puits de carbone* est elle capable de produire des services écologiques ? Comment les mesurer et les rémunérer afin d'inciter les agriculteurs à utiliser les pratiques favorables ? …

Ce rapport identifie les moyens dont dispose l'agriculture pour séquestrer du carbone et fournir des services écologiques. Compte tenu des contraintes, d'ici 2050, l'agriculture devra réussir la mise en place des techniques appropriées !

[8] Voir les nombreuses recherches faites au GIEC, à la FAO, à l'INRA, au CIRAD, à l'AEE etc.

I – Pour une agriculture productrice d'environnement !

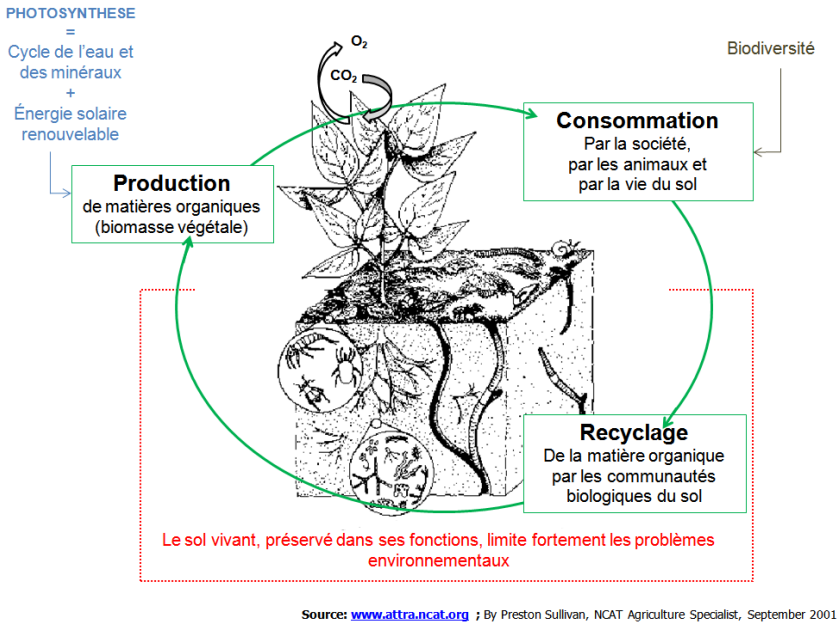
(a) Quelques évidences oubliées : le fonctionnement des écosystèmes

Première évidence : le carbone est un élément majeur qui structure le vivant. Sur Terre, les écosystèmes et la biodiversité associée dépendent du soleil qui fournit une énergie inépuisable et gratuite.

Deuxième évidence : dans la nature, quelques clés régissent le fonctionnement des éléments. La principale est résumée dans la formule célèbre de Lavoisier (1789) énonçant que « **RIEN NE SE PERD, RIEN NE SE CREE, TOUT SE TRANSFORME** » !

Troisième évidence : l'écosystème fonctionne en cycle construit sur un équilibre parfait de 3 fonctions complémentaires : Produire, Consommer et Recycler.

Figure 2 : Les 3 fonctions fondamentales de l'écosystème.
Source : NCAT Agriculture Specialist, September 2001.



Dans la nature, le cheminement de la matière s'élabore dans un cycle, seul capable de générer un développement durable des écosystèmes, et d'obtenir un équilibre entre la **production** de la biomasse végétale, sa **consommation** par la faune, et son **recyclage** par les communautés vivantes du sol en éléments minéraux assimilables (figure 2). Le sol héberge une forte biodiversité qui constitue une véritable entité de recyclage.

Une autre clé de fonctionnement de la nature se trouve dans la couverture permanente des sols qui permet une maximisation de la production végétale et de la séquestration de CO_2 par la photosynthèse.

Une troisième clé est essentielle à la production maximale de biomasse constatée dans les écosystèmes. En effet, pour que le cycle naturel puisse fonctionner à son niveau optimum, le sol ne doit jamais être nu, ni travaillé. Il constitue **LA** maison hébergeant la biodiversité dévolue à la dégradation de la biomasse et des déchets organiques, ce qui permet le stockage temporaire d'une très grande quantité de carbone.

Ainsi, l'écosystème, en intégrant ces trois principes essentiels[9] de fonctionnement, est capable de séquestrer durablement le carbone dans le cycle naturel : produire – consommer – recycler !

En travaillant sur le changement climatique, les experts du GIEC[10] ont mis en évidence un certain nombre de mécanismes contribuant à la séquestration du carbone. Lorsque l'on remonte 500 millions d'années avant notre ère, on s'aperçoit que la concentration de l'atmosphère en gaz carbonique (CO_2) est largement supérieure (au moins 22 fois) à ce qu'elle est aujourd'hui[11].

L'analyse des données présentées dans la figure 3 montre à l'évidence que les plantes sont les championnes de la séquestration du carbone atmosphérique et de l'invention du recyclage. La mise au point de ce processus de fonctionnement en cycle se fait en trois étapes successives au cours des ères géologiques écoulées.

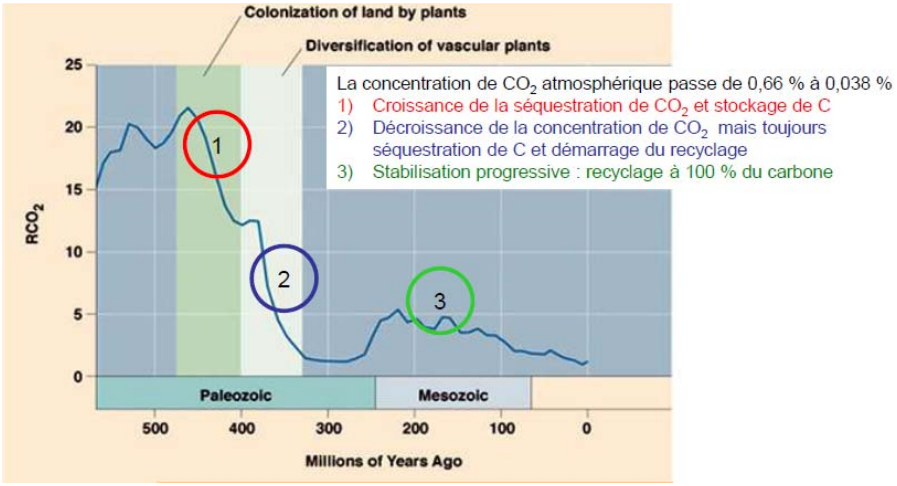
La troisième étape de séquestration du carbone correspond au perfectionnement du cycle de l'écosystème avec la mise en place du recyclage à 100 % du carbone.

Il est aisé de constater que le niveau de CO_2 atmosphérique équivalant au pourcentage actuel (soit 0,038 %) est déjà atteint sur Terre il y a plus de 300 millions d'années.

Cette constante du cycle de l'écosystème permet de valider le modèle de fonctionnement de la nature comme étant performant et durable. S'appuyer sur ce modèle et sur ses grands principes de fonctionnement ne constitue t-il pas le meilleur moyen pour adapter l'agriculture à ses défis à venir ?

Figure 3 : La séquestration du carbone par les plantes

Sources : Brener, Science, 1997 – Travaux du GIEC



[9] a) Maximisation de la photosynthèse et de la captation du CO_2 par la couverture permanente des sols pour une production maximale de biomasse ; b) jamais de travail du sol ni de sols nus, le sol est la matrice du recyclage ; c) fonctionnement en cycle.

[10] GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, chargé d'évaluer les informations scientifiques relatives au dérèglement climatique d'origine humaine.

[11] Source : Brener, Science, 1997

(b) L'écosystème comme modèle pour un puits de carbone agricole

En tant que producteur de biomasse végétale, l'agriculteur est en interaction permanente avec la nature. Pour construire une agriculture durable, c'est donc à lui de produire un maximum de biomasse, de la gérer au mieux dans la phase de consommation, d'en assurer le recyclage optimum et de stocker un maximum de carbone. La mise en place des principes et cycles de l'écosystème en agriculture va pérenniser les fonctions écologiques liées au développement de la biodiversité.

L'enrichissement et le stockage de la matière organique dans le sol dépendent fortement des quantités de carbone entrant et sortant, et de la durée de rétention dans le sol sous forme organique (INRA 2002).

Ainsi, en adoptant le modèle de l'écosystème naturel pour créer une agriculture durable, une évidence s'impose : c'est par la création de puits de carbone agricole qu'il sera demain possible de produire plus, mieux, avec moins d'intrants, tout en développant la biodiversité. Cette agriculture puits de carbone permet de résoudre tous les problèmes de compétitivité économique et de protection de l'environnement.

La Politique Agricole Commune (PAC) doit permettre la création et le financement de ces puits de carbone agricoles qui, grâce à l'immense biodiversité générée tout au long du cycle de durabilité, produiront des services écologiques.

Figure 4 : Propriétés biologiques, chimiques et physiques influencées par l'apport et le stockage de matières organiques dans le sol. D'après les données de l'INRA et de la FAO.

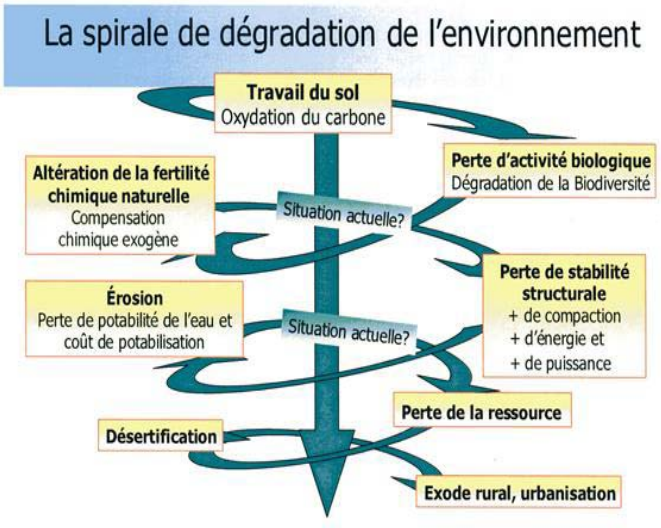
Propriétés	Actions	Bénéfices
Physique	Structure, porosité	-Amélioration de la résistance du sol -Circulation de l'eau, échange gazeux - Stockage de l'eau -Réduction de l'hydromorphie -Limitation du ruissellement -Limitation de l'érosion -Réduction du tassement -stockage du carbone atmosphérique
	Rétention en eau	-meilleure alimentation hydrique
Biologique	Stimulation de l'activité biologique (vers de terre, micro-organismes, bactéries et champignons du sol)	-dégradation, minéralisation, réorganisation, humification de la matière organique -aération du sol (galeries) -biodiversité
Chimique	Dégradation, minéralisation	-Fourniture d'éléments minéraux (N, P, K, oligoéléments, etc.) -Amélioration de la fertilité globale -Nutrition des plantes
	CEC (voir glossaire)	-Stockage et disponibilité des éléments minéraux
	Rétention des ETM (voir glossaire)	-Limitation des toxicités (Cuivre, plomb…) -Epuration de l'eau
	Rétention des micropolluants organiques et des résidus pesticides	-Epuration et filtration de l'eau -Qualité de l'eau

(c) Des techniques agricoles favorables à la production de puits de carbone !

Certaines techniques adoptées en agriculture sont tout à fait capables d'améliorer la situation « écologique » des territoires.
Il est aujourd'hui avéré que le non-travail du sol augmente la séquestration du carbone dans les sols (Rattan Lal, 2001) à la seule condition que la production et la restitution de résidus des récoltes soient maximisées pour une couverture permanente des sols.

Le sol n'est pas qu'un simple support pour la production végétale. Les techniques utilisant le travail du sol sont incapables de copier le fonctionnement de l'écosystème (Cf. figure 2) car détruisant en partie les habitats et la biodiversité associée (*les habitants*). Le travail du sol est sans doute le principal responsable de la spirale de dégradation de l'environnement (figure 5).

Figure 5 : La spirale de dégradation de l'environnement par le travail du sol.
Source : K. Schreiber, 2005, Mesure des résultats du Champ de comparaison de Maure de Bretagne (35),



Celle-ci a été mise en évidence par la mesure de résultats comparant le travail du sol aux techniques copiant l'écosystème (pas de travail du sol ou très peu : semis seulement). Le processus de dégradation lié au travail du sol est toujours identique, dans tous les sols du monde, conduisant à la perte économique et à la dégradation de l'environnement.

Les Nations Unies (FAO 2002) confirment cette hypothèse. La matière organique est l'indicateur principal de la qualité des sols, à la fois pour ces fonctions agricoles (fertilité, rendements) qu'environnementales, même si elle ne représente que 0,5 à 10% du sol sous les différents climats. Il existe un lien étroit entre la perte de la fertilité liée à la baisse des taux de matière organique, et la perte de nombreux services rendus par la nature. La dégradation de la qualité de l'eau, l'érosion, la perte de biodiversité, le transfert des polluants, les émissions de GES, la désertification, etc., ne sont ils pas le résultat de l'agriculture actuellement pratiquée ?

En 2002, l'INRA conclut que **le stockage du carbone dans les sols** est d'autant plus élevé que les rendements des cultures et les restitutions des résidus aux sols sont importants ; que l'apport de matières organiques peut compenser les exportations ; et enfin, que le **recyclage des matières organiques** lié à l'activité des organismes du sol doit fonctionner lentement.

Ce regard sur le modèle de « l'écosystème naturel » et sur les voies de stockage du carbone évoquées ci-dessus montre que trois principes agissent sur le stock de matière organique (de carbone) et, par extension, sur les services rendus et la « *santé* » du sol : **une couverture permanente** pour nourrir la vie du sol, **l'absence de travail mécanique** pour préserver les habitats, la **maximisation et la diversité des entrées de biomasse** pour palier à l'exportation des récoltes.

L'application de ces principes par les techniques identifiées dans les recherches sur l'agroécologie (travail réduit, semis direct sous couverture végétale, couverts végétaux, …) **produit une agriculture puits de carbone et, par extension, comme dans la nature, tous les services écologiques liés au développement de la biodiversité.**

II - L'essentiel pour l'environnement : financer l'agriculture puits de carbone

L'échec de Copenhague, l'abandon de la taxe carbone, sont autant d'éléments qui semblent contrarier les objectifs de lutte contre le réchauffement climatique.

En proposant l'élaboration d'une politique agricole européenne favorisant la création des puits de carbone agricoles, il apparaît évident qu'il serait possible de lutter facilement contre l'effet de serre par la séquestration du carbone dans les sols (mais aussi dans les plantes et la biodiversité). Comment inciter durablement les agriculteurs à changer leurs pratiques agricoles ? La question de la rémunération de ce service rendu à la société se pose dorénavant !

(a) Le potentiel des techniques agricoles à séquestrer du carbone !

Depuis sa création en 2008, l'IAD héberge les outils et partenaires engagés dans les innovations techniques autour des puits de carbone agricoles. Ceux-ci sont une réalité et peuvent être mesurés. La mesure de la séquestration de carbone dans les sols est une étape majeure qui permet la mise en place des innovations en toute transparence et connaissance de cause.

Depuis 2009, l'IAD teste les indicateurs nécessaires pour réaliser la mesure et le suivi de la séquestration du carbone dans les sols, la biomasse et la biodiversité. Pour cela, elle a identifié des indicateurs capables de mesurer des résultats.

Les 2 figures suivantes (6 et 7) présentent les résultats issus d'enquêtes relatives aux historiques des analyses de terre.

Figure 6: L'augmentation de la matière organique du sol. *Source : IAD 2010, historique des fermes ayant changé de pratiques agronomiques : Semis direct (SD) avec couverture des sols*

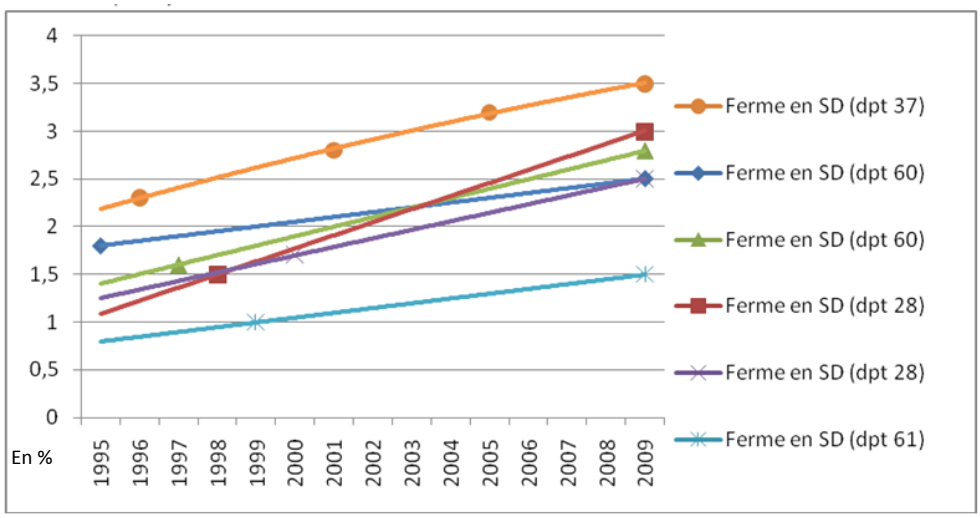
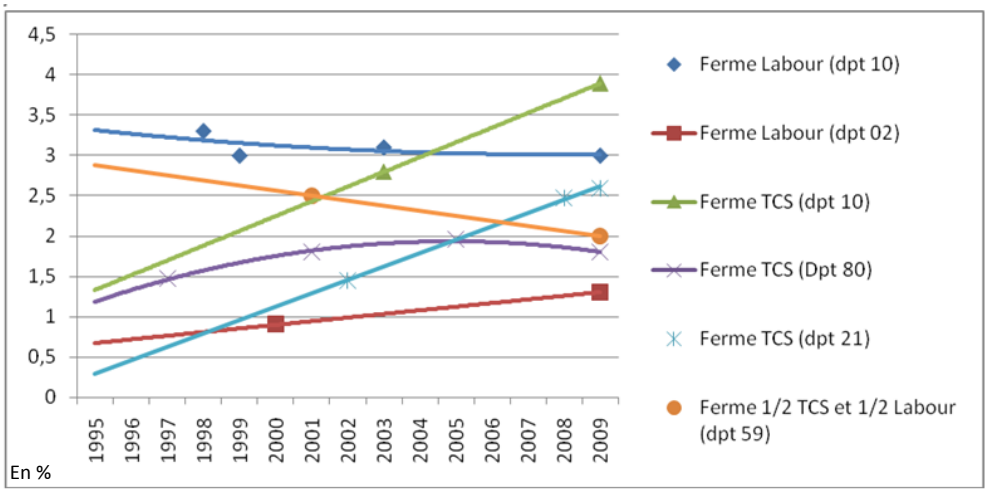


Figure 7: variation des taux de matière organique du sol. Source : IAD 2010, historique des fermes ayant changé de pratiques agronomiques : Techniques Culturales Simplifiées (TCS) et labour avec plus ou moins de couverture des sols



Les données issues des enquêtes montrent clairement qu'il est possible d'enregistrer une variation du taux de matière organique dans les sols. Celle-ci est directement sous la dépendance de l'intensité du travail du sol et du taux annuel de couverture avec une restitution importante de biomasse. Ainsi, tous les résultats avec des taux de matière organique en progression sont issus des techniques copiant au mieux le fonctionnement de l'écosystème : pas de travail du sol (ou peu), une couverture permanente, et un recyclage de la biomasse optimisé. Sur la figure 7 on observe un cas d'augmentation de la matière organique chez un agriculteur avec travail du sol. Cette augmentation est corrélée à une bonne couverture des sols, mais le taux de matière organique reste bas pour le département : 1,3%.

Ces résultats sont intéressants à plus d'un titre. Non seulement ils confirment que le sol est un puits de carbone, mais il devient possible d'en mesurer les flux et le rythme de séquestration. En 2011, l'IAD produira des résultats relatifs à ce travail.

Même si le taux de matière organique est un bon indicateur, il apparait mal adapté à la mesure annuelle. Ceci handicape la mesure des puits de carbone agricoles par les analyses de sol. La réalisation annuelle du bilan humique améliorerait l'indicateur « taux de matière organique ».

L'utilisation du bilan humique simplifie la mesure de séquestration de carbone dans le sol. Un bilan positif montre un stockage de carbone, un bilan négatif une émission de CO_2. **L'agriculteur disposerait de deux indicateurs d'évolution des sols ; un à court terme, le bilan humique, et un à long terme, le taux de matière organique complétant le premier.**

Les meilleurs chiffres de séquestration mesurés au cours des phases de tests et d'enquêtes de l'IAD avoisinent **2 tonnes de carbone par ha et par an (soit 7,4 t CO_2) et des émissions de GES très faibles en élevages**.

En extrapolant une moyenne de 1 tonne de carbone par hectare de grandes cultures[12] en France par exemple, il devient possible de séquestrer 13,5 millions de tonnes de carbone annuellement (soit 50 millions de tonnes de CO_2) soit 50 % des émissions de l'agriculture[13]. Cet exemple illustre le **potentiel de l'agriculture à contribuer au Plan Climat**, c'est-à-dire à la division par 4 des émissions de CO_2 comme l'envisage la France d'ici 2050.

Avec un tarif du CO_2 fixé à 20 € par tonne au niveau des projets domestiques de la CDC[14], il devient possible de rémunérer un puits de carbone en l'affectant d'un « crédit carbone ».

[12] 13,5 millions d'hectares

[13] Source : CITEPA 2007

[14] Caisse des Dépôts : appels à projets domestique 10/2007

(b) La compétitivité de l'agriculture par les crédits carbones

Une économie se doit d'être compétitive afin de fournir des produits et des services aux meilleurs rapports qualité/prix pour le « citoyen consommateur ».

En élaborant une stratégie exclusivement construite sur la taxation des activités polluantes, par exemple les émissions de CO_2, la taxe dégrade la compétitivité des entreprises en augmentant les coûts de production et accélère la perte de parts de marché face à la concurrence mondiale ou intra – européenne, moins ou pas taxée.

Mais l'inefficacité d'une taxe carbone n'est peut être qu'apparente. Pour lui rendre son effet favorable à la lutte contre les émissions de CO_2, il faudrait que cette stratégie de taxe soit systématiquement accompagnée d'une stratégie de paiements compensatoires par le financement des « crédits carbone ».

L'exemple des « certificats verts » autour de l'énergie renouvelable en Belgique pourrait être repris à grande échelle pour toute l'agriculture européenne. L'avantage d'un crédit carbone réside dans le gain de compétitivité économique donnée à un acte de production capable de séquestrer du carbone ou d'en émettre de moins en moins. Ainsi une politique qui rémunèrerait des puits de carbone agricoles par un crédit carbone ou un « *certificat carbone* » favoriserait la compétitivité de l'économie développant les bonnes pratiques agro-environnementales.

Il devient alors facile d'aiguiller les pratiques en gérant des seuils de pollution. Au dessus d'un certain seuil, la taxe s'applique, c'est le principe « pollueur-payeur ». En-dessous du seuil, la rémunération s'applique, c'est le principe de l'aide à la compétitivité des pratiques vertueuses favorables à la protection de l'environnement, en l'occurrence : la lutte contre les émissions de carbone et l'adaptation au changement climatique.

D'autres sources de financement peuvent aussi être intégrées dans cette réflexion sur le carbone. Une autre piste pour limiter l'impact environnemental de l'agriculture pourrait être le **recours à une compensation carbone**. Un mécanisme de compensation à l'intérieur même des filières de production serait envisageable.

Aujourd'hui, si l'on étudie le bilan carbone d'un produit alimentaire de grande consommation, 70%[15] du carbone est lié à sa production, et 30% à sa transformation et sa commercialisation. Pour améliorer ce bilan, il faut que toute la filière se mobilise. Abaisser les émissions de GES passera par la modification des modes de production des matières premières.

Afin de rester dans les principes du Développement Durable (ici l'éthique et l'équitable), il est souhaitable d'instaurer des mécanismes de compensation carbone. Les bénéficiaires de l'étiquetage et des pratiques vertueuses des agriculteurs (les commerçants et les transformateurs) financeraient en retour les investissements favorables à la baisse des émissions de CO_2. Ces compensations amélioreront la productivité et la compétitivité des systèmes agricoles, notamment l'investissement dans la production d'énergie renouvelable.

Une dizaine d'indicateurs identifiés par l'IAD permettent de mesurer la performance du puits de carbone agricole.

Comme dans la nature, seuls les sols qui séquestrent du carbone, grâce à la photosynthèse végétale et à l'activité biologique, sont capables de préserver l'environnement et de produire des services écologiques pour la société.

[15] Source interne à l'IAD

III – Le puits de carbone agricole producteur de services écologiques !

(a) Qu'est ce qu'un service écologique ?

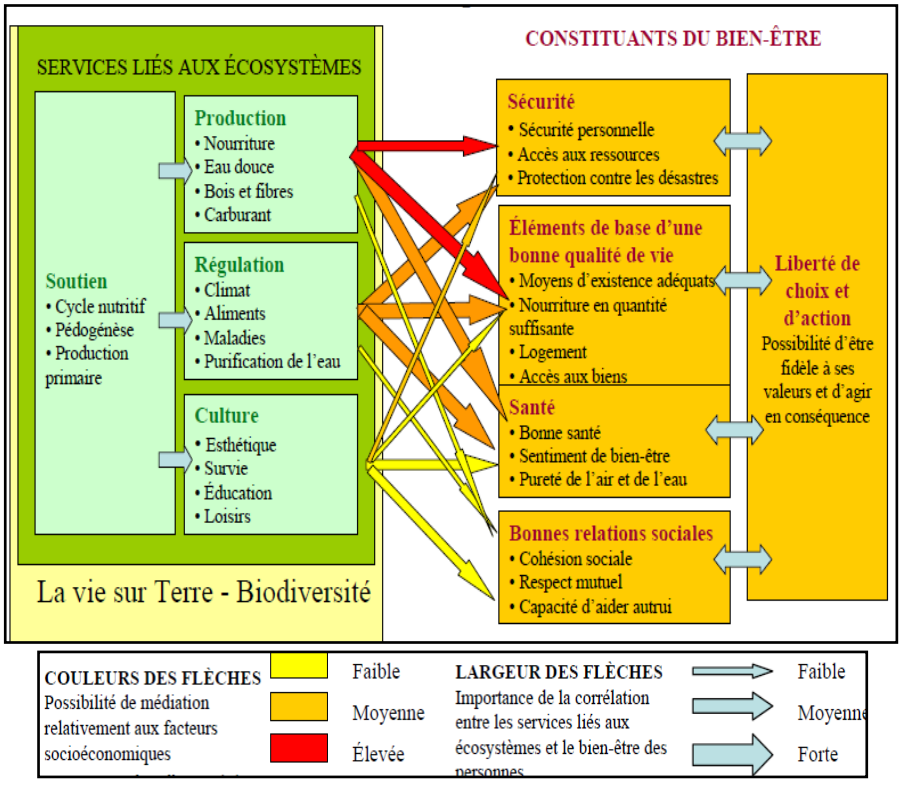
Par l'utilisation de certains des services de la nature, particulièrement ceux liés aux plantes (alimentation, fibres, …), l'agriculture a permis de créer des produits et des marchés ignorant par ce fait les services sans valeur apparente tels que la qualité de l'air, de l'eau, la fertilité du sol, ou encore la biodiversité. Cependant, dans la nature, tous les maillons de la chaîne de l'écosystème sont étroitement liés les uns aux autres. En 2010, une majorité de scientifiques qualifient ces fonctions naturelles de **SERVICES** des écosystèmes qui sont, **TOUS,** indispensables à la pérennité des communautés humaines.

L'IAD, en suivant l'impulsion de la réforme de la PAC en 2013, propose une réflexion sur le potentiel de l'agriculture à fournir des services écologiques pour répondre aux défis et demandes de la société.

QU'EST-CE QU'UN SERVICE ECOLOGIQUE ?

Les écosystèmes naturels produisent un large éventail de biens et services vers les populations. C'est *l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire* (étude mondiale majeure réalisée à l'initiative de l'ONU au début du siècle) qui a permise de mettre en lumière l'importante contribution des écosystèmes au bien-être de l'Homme.

Figure 8 : Liens entre les services rendus par les écosystèmes et les constituants du bien-être de la société. Source : FAO 2007.



Les fonctions des écosystèmes dont bénéficie la société sont appelés services « écosystémiques », « écologiques » ou encore « environnementaux ». Nous emploierons ici le terme de « service écologique » car ce sont bien les processus écologiques au sein de la nature et de la production des plantes, qui sont à l'origine de l'ensemble des services produits.

On entend par « services écologiques » les avantages que la population retire des écosystèmes : nourriture, habits, qualité de l'eau, bois, énergie, régulation du climat, protection contre les risques naturels, contrôle de l'érosion, médicaments, loisirs…

La politique agricole initiée dans les années 60, en se focalisant sur la production alimentaire, a provoqué des problèmes environnementaux conséquents : émissions de gaz à effet de serre ; érosion des sols et perte de fertilité ; pollution de l'eau par les nitrates, le phosphore et les pesticides ; etc. Les politiques conduisent les agriculteurs à être aussi bien des grands perturbateurs des écosystèmes que les premiers à disposer des solutions pour protéger la nature. Il existe en effet de nombreuses techniques agricoles adaptées à la fourniture de l'ensemble des services liés au bon fonctionnement des écosystèmes et utiles à la société.

Cette notion de « services » est importante. En effet, pour sortir de la spirale de dégradation de l'environnement, il suffirait que la Politique Agricole Commune rémunère les services de la nature précédemment citées et jusqu'à présent « oubliés ». L'agriculture se positionnerait en tant que « pourvoyeuse de biens publics », indispensables au bien-être humain. La PAC post - 2013 pourrait devenir une politique Agriculture & Environnement.

DIFFERENTS TYPES DE SERVICES

Les services écologiques liés à l'agriculture peuvent être classés de différentes façons, mais l'approche la plus commune est celle adoptée par le Millenium Ecosystem Assessment (figure 9 ci-après), qui a classé les services en 4 catégories distinctes :

- Les services **d'approvisionnement**
- Les services **de régulation**
- Les services **socioculturels**
- Les services **de soutien**

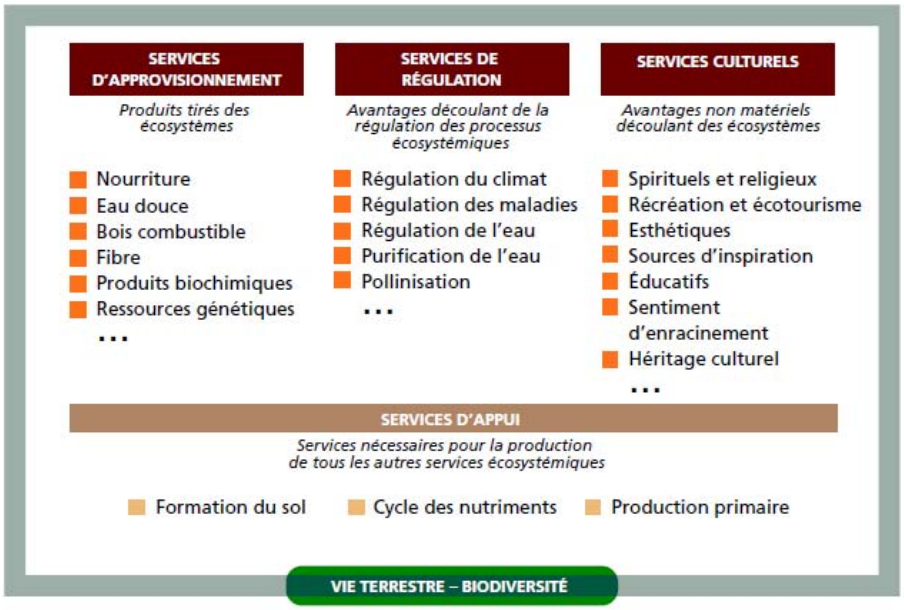
Tous ces services reposent sur la biodiversité du vivant associée à la production primaire de biomasse (en partie grâce à la pollinisation qui garantit la reproduction d'environ 30 % des espèces cultivées). La biodiversité, garante de la conservation des ressources génétiques, conditionne la valeur esthétique des paysages ruraux. Elle est ainsi intimement liée à la production de services écologiques et l'agriculture, présente sur plus de la moitié des territoires, doit en devenir productrice.

Il est urgent de trouver un compromis entre utilisation et restauration des ressources pour que la production agricole évolue vers des pratiques durables. Demain, à la fois productive et compétitive, l'agriculture sera aussi amélioratrice des ressources.

Mais quelles sont les techniques permettant d'assurer une production agricole performante et la fourniture de services écologiques vers la société ? Comment un agriculteur peut-il modifier ses pratiques et techniques pour produire un maximum de services et de biens publics ?

C'est à partir d'une production maximale de biomasse et de la préservation des habitats que se réalise la fourniture des services écologiques. Nous l'avons vu, la production d'un puits de carbone agricole oblige à « préserver les habitats et à nourrir les habitants ». Cette approche identifie les itinéraires techniques adéquats à la production maximale de biomasse et à la gestion de la matière organique comme moteur de la production des services écologiques par l'agriculture.

Figure 9 : Les différentes catégories de services écologiques (Source : FAO 2007)

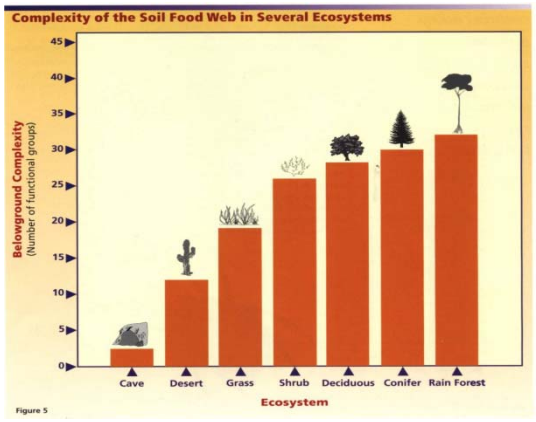


Source : Rapport FAO 2007, lui même adapté de 'Ecosystems and human well-being: a framework for assessment' par le Millennium Ecosystem Assessment. Copyright © 2003 Institut des ressources mondiales. Autorisation de reproduction de Island Press Washington.

(b) La production maximale de biomasse conditionne les services écologiques et intéresse toute la société !

L'analyse du fonctionnement des écosystèmes montre que chaque milieu pédoclimatique favorise une production maximale de biomasse végétale jusqu'au niveau d'équilibre qui est le « climax »[16].

Complexité de la chaîne alimentaire du sol dans différents écosystèmes



La diversité des groupes fonctionnels des principaux climats européens varie de 25 à 35 selon Rose et Ellliot (1999). Ils sont systématiquement en relation avec une couverture optimale des sols.

Certaines techniques agronomiques, notamment la pratique du travail minimum et du semis direct sous couvert végétal (SCV) sont capables de protéger les habitats. C'est un premier pas vers la fourniture de services écologiques.

Le deuxième consiste à produire de la biomasse. Les services écologiques dépendent tous des « services d'appui » (Figure 9). Ces services auxquels l'agriculteur est directement confronté concernent la formation des sols, le cycle des nutriments et la production de biomasse végétale. C'est l'agriculteur qui gère, bien ou mal, la formation et la préservation des sols, le cycle des nutriments et la production totale des plantes par les rendements. L'objectif est de bien gérer et de produire beaucoup !

[16] - ROSE, S., ELLIOT, E.T., 1999 – *The Soil Food Web* – Soil Biology Primer, pp 1, Natural Resources Conservation Service, Soil Quality Institute – http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml

Le simple bon sens, en dehors de toutes considérations techniques, scientifiques ou politiques, indique que la production de plantes doit être maximale. L'agriculteur doit obtenir les meilleurs rendements possibles sans jamais dégrader le sol et plutôt favoriser sa formation, ni perdre les fertilisants en optimisant le recyclage. L'obtention d'un rendement maximum doit se faire avec le moins d'intrants possibles pour rester économiquement rentable.

Le bénéfice que la société peut tirer d'un fort rendement est énorme. Plus les rendements agricoles augmentent, plus il devient possible d'organiser la valorisation de ces productions pour une économie locale. De nombreux débouchés sont accessibles à la biomasse qu'il s'agit de produire. L'agriculteur devient l'arbitre d'une bonne gestion des rendements et la société doit l'y aider. Il existe un ordre naturel de gestion de la biomasse et comprendre l'établissement de cet ordre est important :

1. La couverture des sols ;
2. Le stockage du carbone dans le sol ;
3. L'alimentation humaine et animale ;
4. L'énergie renouvelable ;
5. Les biomatériaux.

1. La couverture des sols

La formation du sol est directement sous la dépendance de l'activité biologique que le sol héberge. Les êtres vivants, qu'ils soient microscopiques ou géants ont tous les mêmes besoins : ils doivent manger, se protéger et habiter quelque part. La couverture des sols remplit ces fonctions. Non seulement les plantes nourrissent, mais en plus elles protègent et servent à construire les habitats. Il est fondamental d'avoir un sol couvert toute l'année pour que cette couverture protège et nourrisse l'activité biologique. L'agriculteur doit restituer une partie conséquente de résidus de culture au sol afin de permettre sa formation et sa préservation. Le seuil minima de résidus est de 5 tonnes d'équivalent paille par an.

Seulement, laisser une partie des récoltes aux champs est une perte nette pour l'agriculteur car l'exportation des pailles (par exemple) à une valeur financière. La société doit aider à laisser une partie des résidus aux champs. C'est un service écologique à laquelle elle doit participer financièrement.

2. Le stockage du carbone dans le sol

C'est le grand service rendu aux sociétés par la nature. En effet, l'activité biologique, en se nourrissant de résidus de plantes, utilise aussi une fraction organique pour élaborer son habitat. Un exemple connu est la galerie du vers de terre. C'est un souterrain construit dans la terre dont les parois sont enduites de matière organique pour en faciliter la fonctionnalité : souplesse, solidité, ambiance, viabilité. Et qui reste opérationnel plus de 30 ans après décés.
La nature, par l'incorparation de la matière organique dans le sol via l'activité biologique, réalise le stockage du carbone à la seule condition que ces habitats ne soient pas détruits ! Ainsi, plus les rendements sont élevés, plus la part de résidus de plantes restant au sol peut être forte, plus l'activité biologique augmente, et plus le stockage de carbone est important.

La société doit là aussi aider l'agriculteur à favoriser ce stockage de carbone dans le sols. La lutte contre le changement climatique se réalise par la création des puits de carbone. Créer ces puits est un service écologique fondamental. Il favorise le développement d'une très forte biodiversité productrice de services écologiques. L'agriculteur, en créant un puits de carbone par la protection des sols, permet aux générations futures de profiter de sols fertiles. Mais, cela ne suffit pas, il doit encore produire à manger pour la société!

3. L'alimentation

Si, impérativement, une partie des rendements doit rester sur le sol, il est aussi indispensable qu'une autre partie soit utilisable pour la société. L'urgence est la nutrition. Si en Europe la sécurité alimentaire semble acquise, qu'en sera-t-il vraiment si les agriculteurs doivent laisser 50 % des biomasses et des rendements des plantes sur

le sol, puits de carbone et biodiversité oblige ? Une agriculture qui ne produit pas de rendements élevés sera-t-elle capable d'approvisionner la société sans riques de pénuries ? Une agriculture sans rendement sera-t-elle capable de rendre des services écologiques ?

Un autre argument milite pour des rendements le plus élevés possibles. C'est la nécessaire solidarité dont devra faire preuve l'Europe envers des peuples moins bien lotis en terre et en climat. L'Asie, mais aussi l'Afrique, sont directement concernés par le changement climatique, et la pénurie alimentaire, compte tenue de l'augmentation de population, y est déjà difficle.

L'Europe doit se doter d'une Politique Agricole Commune capable de sécuriser des réserves stratégiques. Compte tenue de son histoire, il serait incompréhensible aux yeux du Monde qu'un continent jouissant d'un climat aussi favorable ne produise pas l'effort de solidarité nécessaire face au changement climatique et à la croissance démographique.

4. L'énergie renouvelable

Dans le contexte de raréfaction des ressources d'énergies fossiles facilement accessibles, l'augmentation du coût de l'énergie est inéluctable. La question qui se pose aujourd'hui est de comprendre comment et à quel coût l'agriculture pourra produire des rendements élevés. Un fait souvent oublié est la forte dépendence énergétique de l'agriculture aux énergies fossiles. Il semble peu probable que notre approvisionnement en nourriture (transports, production, récolte, …) fonctionnent un jour à l'énergie nucléaire. La souveraineté alimentaire passe par la sécurité énergétique.

En permettant la production des bioénergies , la PAC permet de sécuriser l'alimentation de la société quel que soit le contexte de crise énergétique. La production de biogaz et de biocarburant doit prioritairement alimenter l'autonomie des systèmes de production et de distribution des denrées agricoles… au cas ou. L'agriculture possède un potentiel élevé de production d'énergie. Le biocarburant peut s'obtenir facilement avec une 2^{e} récolte annuelle d'oléagineux dont le tourteau issu de la trituration des graines, nourrit du bétail.
Celui-ci produira non seulement de la viande et des produits laitiers, mais aussi du biogaz grâce aux déjections …, et les pailles des plantes couvrent et nourrisssent le sol vivant…

En développant l'autonomie de l'agriculture, la production d'énergie permet la gestion des stocks stratégiques et de solidarité. Il devient alors possible de faire disparaître la « surproduction », de s'adapter aisément au marché, et de respecter la souveraineté alimentaire des peuples. Mais cela est impossible sans rendements élevés.
L'indépdance de l'agriculture dans un contexte de production d'un puits de carbone et de services écologiques appelle des rendements conséquents.

5. Les biomatériaux

A ce stade de développement, il est probable qu'un certain nombre de solutions énergétiques et scientifiques nouvelles apparaissent. La chimie verte et les technologies algales sont déjà sur les startings blocs de l'innovation. L'agriculture devra aussi alimenter demain ce formidable réservoir d'activité économique. Relever ce challenge passe lui aussi par la production d'un rendement le plus élevé possible à l'hectare. L'éco-conception des matériaux contribuera demain au cycle de durabilité de la société !

L'obtention d'un rendement important et son recyclage permanent est la clé de voûte de la durabilité. Il est possible de protéger les sols par une couverture permanante, de créer des puits de carbone agricoles, de produire l'alimentation y compris celle nécessaire pour la solidarité des peuples, de sécuriser l'aprovionnement et les prix à la production agricole par l'énergie renouvelable et d'alimenter les innovations de la chimie verte. Avec les bonnes techniques de gestion agronomiques, **l'obtention de rendements élevés est fondamental pour rendre tous les services écologiques possibles à la société !**

(c) Des indicateurs pour mesurer les services écologiques

Pour connaître les impacts de toutes les pratiques agricoles conduisant à la fourniture bénéfique des services écologiques, l'utilisation d'outils qui mesurent des résultats est indispensable.

L'Institut de l'Agriculture Durable (IAD) travaille à l'identification et à l'utilisation d'indicateurs capables de mesurer le résultat des pratiques agricoles sur les services écologiques et les critères de durabilité.
La durabilité de l'agriculture est définie par sa capacité à maintenir dans le temps une production agricole économiquement viable et compétitive, socialement équitable, et respectueuse de l'environnement. Sous l'étiquette « environnement », l'agriculture durable intègre très largement la biodiversité, la qualité du sol et de l'eau, le potentiel d'adaptation aux changements climatiques, la lutte contre l'effet de serre et la production d'énergie renouvelable.

En 2008, les indicateurs ont été identifiés et sélectionnés depuis le niveau international jusqu'au niveau local sur des critères de pertinence, de neutralité, d'occurrence et de mesure de résultat.

Au final, et suite à 2 années de tests dans 160 fermes, la démarche a donné naissance à un véritable tableau de bord (ANNEXE II) constitué de 26 indicateurs regroupés en 7 thèmes pertinents dont certains restent à améliorer par la science (ANNEXE III) :

- **Thème 1 : la viabilité économique**
  - *EBE par ha ou/et par UGB*
  - *EBE/UTH*
  - *Coûts de production par ha ou UGB*
- **Thème 2 : la viabilité sociale**
  - *Taux de travail éq. temps plein (1800 h)*
  - *IS - Indice de Satisfaction*
- **Thème 3 : l'efficience de l'utilisation des intrants**
  - *IFT - Indice de fréquence des traitements phytosanitaires*
  - *Bilan NPK (azote- phosphore- potassium)*
  - *Bilan énergétique*
  - *Taux d'indépendance énergétique*
  - *Consommation en eau (irrigation)*
  - *Taux d'autonomie alimentaire*
  - *Rendement ha, atelier d'élevage*
- **Thème 4 : Gaz à effet de serre**
  - *Bilan GES*
- **Thème 5 : la qualité du sol**
  - *Rendement/ha SAU*
  - *Rendement/ha SFP*
  - *Indice de travail du sol*
  - *Taux de couverture annuelle du sol*
  - *Taux de matière organique*
  - *Activité biologique du sol*
- **Thème 6 : la qualité de l'eau**
  - *Taux de NO3- des forages et puits*
  - *Taux de NO3- des rivières*
- **Thème 7 : la biodiversité**
  - *Utilisation du sol*
  - *Surface en biodiversité*
  - *Diversité des cultures*
  - *STOC « oiseaux »*
  - *STERF « insectes »*

Parmi ces indicateurs, 19 sont identifiés capables (en bleu) de mesurer directement ou indirectement les services écologiques conformément aux références scientifiques disponibles dans le Millenium Ecosystem Assessment. (Cf. figure 7)

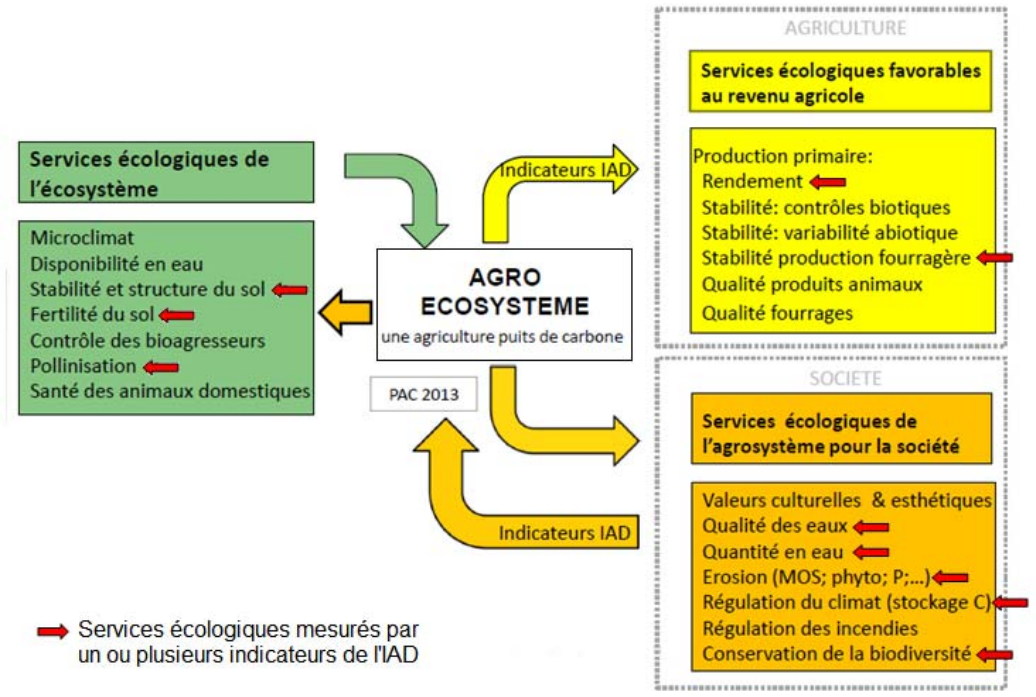
Avec les indicateurs, il s'agit de mesurer les pratiques agricoles, d'en déceler les points faibles et les points forts, afin d'encourager les agriculteurs dans une dynamique de réflexion, les conduisant à progresser vers la production de services écologiques. Il s'agit de s'EVALUER pour EVOLUER et entrer dans une DEMARCHE DE PROGRES. Ainsi, cette démarche d'amélioration continue permet de développer une agriculture pérenne et

compétitive, s'inscrivant dans un projet Agriculture & Environnement favorable au développement de la société.

Les premiers résultats des tests en cours en 2009 et 2010 de ces indicateurs montrent qu'il est facile de mesurer les résultats des pratiques agricoles.

L'incitation des agriculteurs à s'engager vers la fourniture de services écologiques pourrait prendre la forme d'une rémunération des résultats acquis indépendamment des moyens mis en œuvre. La rationalité économique impose la maîtrise des moyens au meilleur rapport qualité/prix ce qui reste du ressort de l'entreprise.

Figure 10 : les indicateurs de l'IAD peuvent mesurer une partie des services écologiques identifiés par le Millenium Ecosystem Assessment
(Source : présentation IAD 2010 d'après les données du MEA)



IV- Rémunérer les agriculteurs pour la fourniture de services écologiques

L'agriculture a un grand rôle à jouer dans la création de services écologiques. Mais ce rôle est étroitement lié aux instruments politiques et économiques incitatifs mis en place. Une rémunération versée en contrepartie des services rendus à la société constituerait une solution pour changer de modèle agricole, réconcilier l'Agriculture et l'Environnement, et pérenniser la production agricole. Une nouvelle politique agricole doit redonner de la perspective et accompagner le monde rural vers un avenir serein.

Les dernières enquêtes d'opinion révèlent un intérêt grandissant de la population pour la protection de l'environnement.

La majorité des personnes interrogées se considèrent « *très concernées* » par la problématique environnementale, et 84% des Français estiment que « *l'écologie ne peut être considérée comme un luxe* » et « *qu'on agit pas assez pour préserver notre environnement* » (d'après une enquête Obea/Infra Forces pour France-Info).

Pour se réconcilier avec la société et atteindre une reconnaissance de son statut de gestionnaire majeur des écosystèmes, l'agriculture doit développer les solutions à ses problèmes fondamentaux. Une nouvelle politique agricole, rémunératrice des services écologiques, doit inciter les agriculteurs à modifier leurs pratiques et à **concilier production et protection.**

(a) Les soutiens aux services écologiques ne sont pas nouveaux

Différents modes de soutien aux fonctions environnementales liées à la production agricole ont d'ores et déjà été mis en place.

En 1992, la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) introduit les mesures agro-environnementales. Les agriculteurs ont pour la première fois la possibilité de s'engager, volontairement, et sur au moins 5 ans, à adopter des techniques favorables à l'environnement. Parmi ces mesures, on peut citer la *Prime Herbagère Agro-Environnementale (PHAE)*; le *Contrat Territorial d'Exploitation (CTE)* ; les *Contrats d'Agriculture Durable (CAD), les MAE* … De nombreuses autres mesures concernent la conversion vers l'agriculture biologique, le maintien des races menacées, la diversification des cultures dans la rotation, …

Toutes ces mesures prévoient de financer la perte de revenu liée à un changement de pratique, ou le coût d'investissement engendré, mais elles excluent l'incitation nécessaire à l'adoption des mesures agro environnementales.

L'enjeu est pourtant capital. Les indicateurs européens suggèrent un sous approvisionnement de biens publics associés à l'agriculture[17]. Ces indicateurs révèlent entre autres une diminution des populations d'oiseaux communs des milieux agricoles, des niveaux élevés d'érosion des sols, un mauvais état écologique de nombreux points d'eau, … Selon les rares études faites sur le sujet, la perte d'un service écologique comme celui de la pollinisation par les abeilles pourrait coûter

[17] D'après l'étude « Provision of public goods through agriculture in the European Union » Décembre 2009, IEEP (Institut pour la Politique Environnementale Européenne).

à la société 153 milliards d'euros[18] chaque année, soit un dixième de la valeur totale de la production alimentaire agricole mondiale. La dégradation de ces services naturels représente ainsi la perte d'un patrimoine essentiel, et nécessitera des alternatives coûteuses.

Face à de telles perspectives, une intervention publique est requise pour une large proportion des terres agricoles, intervention qui devra encourager les agriculteurs vers des pratiques permettant le maintien des fonctions du sol, la réduction des GES, la conservation de la biodiversité… Investir aujourd'hui dans notre capital naturel revient ainsi à réaliser des économies, et à préserver le potentiel des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.

Dans le contexte actuel de négociation autour du projet de réforme de la politique agricole commune d'ici fin 2013, on peut imaginer que la future PAC propose une gamme d'instruments capables d'encourager la fourniture de services écologiques et de biens publics requis pour répondre à la demande de la société.

La rémunération des services écologiques répond au besoin de diminuer l'impact des activités humaines sur l'environnement. Rémunérer les agriculteurs pour leurs actions favorables sur les écosystèmes impose de considérer les impacts à la fois sur l'environnement, sur l'économie de la filière, et sur le bien-être social de ses acteurs. Il s'agit de prendre en compte tous les critères constituant la durabilité.

Comment inciter les agriculteurs à changer leurs pratiques pour produire des services écologiques ? Par quel(s) mécanisme(s) rémunérer les agriculteurs par des « Paiements pour les Services Environnementaux (PSE) » ?

[18] D'après Gallai, N et al. (2008) "Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline ".

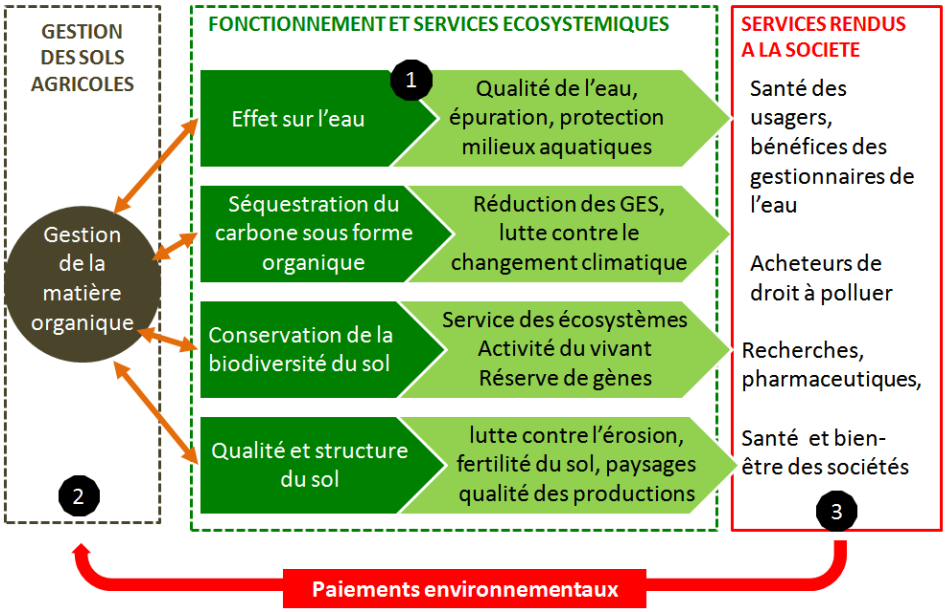
(b) Les agriculteurs bénéficiaires de Paiement pour Services Ecologiques (PSE)

Jusqu'à aujourd'hui, les politiques agricoles ont imposé l'enjeu environnemental comme une contrainte, une pénalité à la production et à l'économie des filières. Les applications politiques et la reprise médiatique ont fortement contribué à rendre antagonistes l'agriculture et l'environnement.

Socialement, les rémunérations ou paiements pour les services écologiques constituent une petite révolution car ils se basent sur une démarche volontaire de l'agriculteur et récompensent son action en faveur de l'environnement. Le processus de décision entre l'envie d'agir pour la protection de la nature et l'action à entreprendre dépend de nombreux facteurs.

Dans son rapport de 2007, l'Organisation des Nations unis pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a souligné le fait que l'agriculteur agit en faveur de l'environnement si les objectifs et les mesures de mise en œuvre influent positivement sur son bien-être et celui de sa famille. De plus, les décisions prises concernant la gestion des ressources naturelles (sol, eaux, espèces végétales, animaux…) et économiques (capitaux) sont fortement dépendantes du rendement et des bénéfices issus de son activité. Pour finir, la prise de décision dépend également des technologies disponibles, des marchés, et des contraintes politiques.

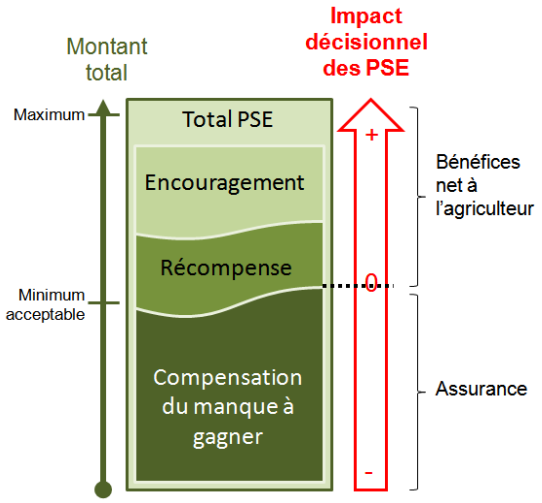
Figure 11 : De la théorie à la pratique dans la mise en place des paiements environnementaux pour les services écologiques. Adaptation du schéma de Pagiola et Platais (2006) à l'agriculture



(1) Comprendre le fonctionnement et les services des écosystèmes et leurs impacts socio-économiques
(2) Faire payer les usagers et les bénéficiaires de ces services écosystémiques
(3) Payer les usagers directs et les fournisseurs de services écosystémiques

La mise en place de rémunérations pour les services écologiques à destination des agriculteurs doit donc intégrer ces facteurs pour transformer les contraintes politiques liées à l'environnement en opportunités. Pour ce faire, les paiements doivent intégrer trois composantes telles que le montre la figure 12 ci-après.

Figure 12 : Découpe du montant acceptable des paiements pour les services écologiques (PSE) et de son impact sur la prise de décision de l'agriculteur. D'après les données FAO 2007



(1) **La compensation** du manque à gagner et des aléas de production par l'adoption de nouvelles pratiques susceptibles de fournir des services écologiques. Cette composante correspond au montant minimum acceptable et constitue un filet de sécurité le temps que le système se mette en place. **C'est donc l'assurance financière indispensable** à la viabilité économique de l'agriculteur.

(2) **Une part supplémentaire** par rapport au montant minimum **récompense** l'utilisation des bonnes pratiques produisant des services écologiques tant pour la société que pour l'agriculteur lui-même.

(3) La dernière part des PSE correspond à **une « prime » d'encouragement**. Ce supplément est incitatif et donne un « coup de pouce » dans la prise de décision. L'encouragement financier est donc favorable au développement des bonnes pratiques productrices de services écologiques à destination de la société, des entreprises privées et publiques, du consommateur.

Ainsi, le « pouvoir » incitatif des rémunérations « PSE » n'est efficace que si la compensation entre le coût supporté par l'agriculteur pour changer de pratiques et la rémunération qu'il reçoit lui est avantageuse économiquement, mais aussi socialement. Toujours selon la FAO, et dans l'hypothèse d'une incitation financière adéquate, il apparait que les agriculteurs sont prêts à changer leurs pratiques pour répondre à la demande de services écologiques, d'autant plus que les techniques existent, et qu'elles produisent des résultats.

PRINCIPE ET MODALITES DU SYSTEME DE REMUNERATION

Rémunérer les agriculteurs sur la base des services écologiques rendus à la société est une manière efficace de protéger les ressources, et de solidariser les agriculteurs dans les démarches de production respectueuse de l'environnement.

Il s'agit de créer un système de rémunération qui, d'une part, encourage les agriculteurs à aller vers les pratiques les plus favorables au bon état de l'environnement, et d'autre part, favorise la production de services écologiques.

Ces paiements peuvent s'établir sur de nombreux points importants des fermes dont les résultats sont mesurables. Par exemple, sur 19 indicateurs identifiés l'IAD pour mesurer des services écologiques, 13 sont directement utilisables :

- le bilan phytosanitaire (IFT)
- le bilan azote
- le bilan énergétique
- la production d'énergie renouvelable
- la consommation d'eau d'irrigation
- le bilan GES
- le rendement hectare
- l'intensité du travail du sol
- la couverture des sols
- le taux de matière organique
- l'utilisation du sol
- la surface en biodiversité
- la diversité des cultures

Pour chacun de ces points est défini un seuil minimum donnant lieu au montant minimal de la prime soit « **l'assurance** » qui pourrait concerner 30 % du paiement total. Le seuil maximum souhaité et mesuré, lorsqu'il est atteint, donne lieu à un versement égal à 100% de la prime soit « **l'encouragement** ». Entre ces deux extrêmes existe le « palier » intermédiaire de « **la récompense »** qui pourrait se situer à 65 % de la prime maximale par exemple. Le montant de la prime porte bien sur le *résultat* et non sur les *moyens* mis en œuvre pour l'atteindre.

La rémunération doit concerner l'ensemble des agriculteurs, pour qu'ils soient incités à s'inscrire dans une démarche productive et protectrice de l'environnement. Un agriculteur dont le système produit de faibles résultats sur les services écologiques touchera le plus petit montant de la prime soit **le niveau d'assurance**. L'objectif est de n'exclure personne. Afin que chacun se sente concerné et puisse envisager les changements nécessaires pour progresser dans une démarche de progrès, **une récompense** financière à la hauteur des efforts entrepris est octroyée.

Un suivi des performances des pratiques agricoles en faveur des services écologiques peut être mesuré annuellement. L'IAD a identifié des indicateurs capables d'une telle performance. La mesure des résultats pourrait facilement s'intégrer dans les enregistrements comptables rendant ceux-ci opérationnels pour le suivi régulier des entreprises. Le lien entre la comptabilité et les indicateurs de services écologiques constituerait une excellente base statistique pour la politique agricole, évitant ainsi des problèmes de double ou triple saisies, et établissant un excellent outil de contrôle des résultats pour la fonction publique. Une telle stratégie de PSE est facilement intégrable pour la future PAC (2013) au meilleur rapport coût – service – enregistrement – contrôle par simple déclaration à partir d'une copie des résultats mesurés.

(c) Exemple de mécanismes de paiement

La présentation des mécanismes de paiements est volontairement simplifiée. Ce point nous semble essentiel afin d'en faciliter la compréhension. Cependant, il n'appartient pas à l'IAD de fixer le montant de la prime. En l'absence d'étude économique définissant les lois et la valeur des transactions de chaque service, il est difficile de donner une appréciation juste du coût réel d'un service, ni même du coût de sa mise en place sur les fermes. Ainsi pour ne pas discréditer la démarche en fixant un montant arbitraire, l'IAD choisit d'établir une valeur fictive : soit « y » le montant maximum du paiement environnemental. Ainsi, cette valeur sera affectée du pourcentage de PSE consécutif aux résultats mesurés :

- « y » x 30 % pour le niveau d'assurance ;
- « y » x 65 % pour le niveau de récompense ;
- « y » = 100 % pour le niveau d'encouragement.

Le niveau de performance des services écologiques de l'agriculture est basé sur la mesure des résultats par les indicateurs identifiés par les tests de l'Institut de l'Agriculture Durable. Chaque indicateur en lien avec un impact environnemental est un outil de mesure à partir duquel le montant de la prime peut être calculé.

12 indicateurs de l'IAD sont actuellement retenus dans cette simulation comme pouvant servir de base aux mécanismes de rémunération. Ils sont présentés dans le tableau suivant :

Indicateurs / Valeur	Intensité du travail du sol : indice	Taux annuel de couverture du sol en %	Bilan humique Positif ou négatif	Bilan azote Kg/ha	IFT Doses homologués/ha	Utilisation du sol Ha/TEP produite	Bilan GES TeqC/ha	Bilan énergétique TEPprod/TEPconso	Indépendance énergétique en %	Surface en biodiversité en %	Distance en haies En km	Diversité des cultures en qté ≥ 10%
Variabilité des résultats issus des tests des indicateurs de l'IAD (2010 et 2009)	0 à 1,4	40 à 100%	+ ou -	≤ 10 à ≥ 40	≤ 3,5 à ≥ 7	≤ 0,2 à ≥ 1	≤ 0,6 à ≥ 1	≤ 1,2 à ≥ 7	+60% à +10% et moins	+10% à moins de 3%	5 km et + à 1km et moins	5 et + à moins de 2
PSE assurance Y = 30 %	> 0.7	<60 %	/	> 40	>7	> 1	+ de 1	< 5	< 10 %	< 3%	<1 km	<2
PSE récompense Y = 65 %	0.1 à 0.6	de 60 % à 90 %	/	de 10 à 40	de 3,6 à 7	0,2 à 1	de 0,60 à 1	5 à 8	entre 10 et 60 %	de 3 % à 9 %	de 1km à 4 km	de 3 à 4
PSE encouragement Y = 100 %	< 0.1	+ de 90 %	+	< 10	< ou = à 3,5	< 0,2	≤0,60	> 8	+ de 60%	10 %	5 km et +	5 et +

(d) Scenarii des paiements pour les services écologiques (PSE)

Pour garder de la simplicité à cet exercice, un seul cas type est étudié dans les scenarii de rémunération des pratiques. L'IAD propose en outre une réflexion ouverte sur différents mécanismes utilisables.

Suite aux différents tests réalisés dans les réseaux agricoles de l'IAD, 2 pratiques agricoles différentes sont présentées.

D'un coté un agriculteur avec des pratiques dites « conventionnelles » où le sol est encore travaillé, et de l'autre un agriculteur innovant dans les « Systèmes sous Couverts Végétaux » (SCV).

L'objectif est de tester si la rémunération des services écologique est réalisable. L'exemple compare l'octroi des rémunérations selon le résultat des pratiques, et différencie le montant réel des paiements octroyés à l'entreprise agricole.

Le bilan humique qui pourrait compléter l'indicateur « taux de matière organique » ainsi que la distance en haies et la présence des arbres ne sont pas encore intégrés dans le calcul puisque non renseignés par les agriculteurs pour l'instant. D'autre part, le bilan humique est en cours de réévaluation par l'INRA.

Scénarii de Paiement des Services Ecologiques (PSE) Hypothèse n° 1 : 100% de la PAC mobilisée (1er et 2ème pilier) Source : IAD, phase de test des indicateurs, 2009 et 2010				
	Agriculture conventionnelle 2009		**Agriculture innovante SCV 2010**	
indicateurs	Résultat	% de PSE	Résultats	% de PSE
Intensité du travail du sol	0,88	30 % Y €/ha	0	100 % Y €/ha
% de couverture annuelle du sol	48 %	30 % Y €/ha	100 %	100 % Y €/ha
Bilan azoté	21 kg N/ha	65 % Y €/ha	45 kg N/ha	0 €/ha
IFT	1,73	100 % Y €/ha	1,70	100 % Y €/ha
Utilisation du sol	0,21 ha/TEP p	65 % Y €/ha	0,9 ha/TEP p	65 % Y €/ha
GES	0,94 TéqC/TEP p	65 % Y €/ha	0,6 TéqC/TEP p	100 % Y €/ha
Bilan énergétique	4,80 TEP p/TEP c	30 % Y €/ha	5,60 TEP p/TEP c	65 % Y €/ha
Indépendance énergétique	0 %	30 % Y €/ha	62 %	100 % Y €/ha
Surface en biodiversité	1,45 %	30 % Y €/ha	5,30 %	65 % Y €/ha
Diversité des cultures	3	65 % Y €/ha	4	65 % Y €/ha
Kilométrage de haies	Non renseigné	/	Non renseigné	/
Bilan humique	Non réalisé	/	En cours	/
Cumul Y = 30 €/ha		5,1 Y €/ha 153 €/ha		7,6 Y €/ha 228 €/ha
Surface réelle	163 ha	24 939 €	233 ha	53 124 €
Potentiel de 100 % des PSE 12 indicateurs à 30 € PSE maxi des fermes		12 Y €/ha 360 €/ha 58 680 €		12 Y €/ha 360 €/ha 83 880 €/ha
Différence entre situation réelle et optimale en €/fermes Rémunération des PSE en %		-33 741 € 42 %		-30 756 € 63 %

L'hypothèse de cet exemple envisage une contribution de l'ensemble du budget de la PAC pour la rémunération des paiements des services écologiques (PSE). Partant d'un budget de 54 milliards[19] d'euros, et d'une SAU européenne de 172,5 millions d'hectares (Europe à 27), la répartition équitable des sommes représente environ 320 euros/ha. Cette somme est à diviser par le nombre d'indicateurs servant à l'attribution des paiements qui sont au nombre de 12 dans notre exemple : 320/12 = 27 €/ha que l'on arrondira à 30 €/ha pour plus de simplicité. Cette somme constitue le « y » de nos PSE, soit 100% du PSE au niveau « encouragement » pour chaque service écologique mesuré.

La phase de test des indicateurs se poursuit en 2010. Cet exemple de scénario montre :

- qu'il est possible de mesurer des résultats ;
- que les résultats diffèrent d'une ferme à l'autre ;
- qu'il existe des pratiques plus favorables que d'autres ;
- que le paiement des services écologiques est envisageable ;
- que certaines pratiques sont favorables à l'amélioration globale des Services Ecologiques ;
- qu'il serait relativement simple de collecter les résultats avec l'amélioration des indicateurs existants et le développement des collaborations entre services publics et enregistrements privés.

[19] Source : www.euopa.eu

Cette simulation est riche d'enseignements. En intégrant la totalité des 1er et 2ème piliers de la PAC en PSE, on obtient des niveaux de financement des pratiques agricoles qui sont incitatifs. Les écarts de rémunération des PSE varient de 42 % à 63 % du maximum possible pour notre exemple. Il reste beaucoup de travail à faire pour produire la totalité des services écologiques.

Cet exemple de PSE apporte d'autres informations.

- La première est l'identification d'une rémunération équitable quelle que soit la surface et le pays européen concerné : ce qui fonctionne en France fonctionnera aussi dans toute l'Europe. La répartition du budget total de la PAC sur chaque ha de SAU permet aussi bien de valoriser des systèmes herbagers que des systèmes de cultures ou mixtes.

- D'importantes marges de manœuvre existent. Entre une pratique « conventionnelle » et « innovante SCV », la différence de rémunération des PSE/ha est de 75 €. De plus, les résultats et les rémunérations sont perfectibles d'au moins 60% pour l'agriculture conventionnelle et de 40% pour « l'innovation SCV ».

- Le scénario testé ne mobilise pas la totalité du budget de la PAC disponible. Il est donc possible de mettre à disposition des Etats les sommes en souffrances afin de produire des mesures complémentaires favorables à l'investissement dans les systèmes agronomiques produisant des PSE. Cette situation valide de fait un 1er et un 2ème pilier pour la PAC d'après 2013. Par exemple, il serait judicieux de financer de la formation, le remplacement en cas de formation, des semoirs et pneumatiques adaptés aux sols vivants puits de carbone, des aides au semis de couverts végétaux, du financement d'infrastructures d'irrigation, etc.

- Il resterait 2 piliers à la PAC après 2013. Ceux-ci deviennent variables et sont des vases communiquant.

- Le niveau minimum « d'assurance » est atteint en agriculture conventionnelle. Les agriculteurs seront d'autant plus encouragés à adapter leurs pratiques agricoles que le niveau de rémunération des PSE est important. Ainsi, ce qu'ils gagneront au fur et à mesure dans les PSE se trouvera déduit des systèmes d'incitations annexes élaborés avec les surplus de budgets non octroyés (2ème pilier = % de Services Ecologiques non financés par le 1er pilier).

- Le suivi budgétaire de la PAC constitue un excellent outil de mesure des résultats de la politique européenne. Le niveau de PSE octroyé sur le 1er pilier est un baromètre des services rendus à la société par les agriculteurs. La disponibilité du budget du 2ème pilier permet à tout moment une orientation des crédits vers les dossiers environnementaux.

- Les agriculteurs pourront choisir et adapter leurs techniques de production en fonction des résultats économiques et des PSE rémunérés. Ainsi, à priori, aucun système d'agriculture n'est en difficulté. Seulement, une telle politique orientera les techniques de production vers les meilleurs systèmes vertueux capables de produire et de protéger l'environnement, ce qui est le but recherché.

Cet exemple de scénario de rémunération est construit à partir du travail conduit à l'IAD avec des indicateurs neutres et factuels. Ce travail n'est qu'un exemple.
Ce scénario peut être amélioré ou modifié à souhait. Il faudra toutefois rester vigilant : une trop faible rémunération des services écologiques conduira la PAC d'après 2013, si elle prend une telle option, à un échec. Les sommes allouées aux services écologiques doivent être incitatives.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES
Changer pour quoi ?

L'agriculture de 2050 commence maintenant ! Une nouvelle ère débute, tournée vers l'écologie et la durabilité des systèmes agricoles. Les études sur la durabilité des pratiques agricoles montrent que la forte productivité des systèmes et la protection de l'environnement passent systématiquement par le respect du cycle naturel. L'investigation réalisée sur le fonctionnement de la nature indique que la création d'un puits de carbone est un préalable au rétablissement de toutes les fonctions écologiques. La création des puits de carbone passe par l'optimisation de la gestion du sol et la compréhension des mécanismes régissant le recyclage par les communautés biologiques.

Ainsi, pour les agriculteurs puissent assurer un approvisionnement durable à 97% de leurs concitoyens en biens de consommation et services écologiques, il faudra que la politique agricole agisse sur deux niveaux :

- Le premier niveau concerne la création de puits de carbone. Les outils politiques, par l'intermédiaire des crédits carbone, doivent permettre aux agriculteurs d'élaborer des stratégies de séquestration de carbone dans le sol et la biomasse végétale.
- Le deuxième niveau découle du puits de carbone agricole. Le bon état biologique et structurel des sols favorise le développement d'une forte biodiversité capable de produire les services écologiques pour la société.

La rémunération des crédits carbone est possible à partir du principe pollueur payeur. Il s'agit d'établir les niveaux de seuil à partir desquels une taxe sur les émissions de CO_2 est prélevée. Ce même seuil servant à rémunérer des pratiques vertueuses de séquestration de carbone afin d'améliorer la compétitivité du nouvel acte de production. Des mécanismes de compensation peuvent être mis en place à l'intérieur même des filières de production. Il semble logique et équitable que les bénéficiaires du puits de carbone (les transformateurs, les commerçants et les citoyens) aident les agriculteurs à la création des puits de carbone pour lutter contre les effets du réchauffement climatique.

Les enquêtes relatives à la séquestration du carbone dans les sols montrent que les pourcentages de matière organique augmentent au fur et à mesure que les agriculteurs modifient leurs techniques de production. Le semis direct sous couvert végétal semble plus performant que d'autres pratiques agronomiques plus conventionnelles. Cependant, la mesure en continu de l'indicateur « taux de matière organique » n'est pas facile. L'investigation autour de cet indicateur semble montrer que le calcul simplifié du bilan humique pourrait être plus pertinent et plus simple à utiliser.

Une véritable logique a été identifiée dans ce travail. L'agriculture qui séquestre du carbone est sans doute aussi celle qui produit le plus de services écologiques pour la société. Les 2 dossiers vont de pair. Les innovations disponibles autour de la « conservation de la fertilité des sols » qui copient pour l'agriculture le fonctionnement des écosystèmes produisent une agriculture durable. Ce résultat constitue une nouvelle hypothèse de recherche pour la science agronomique.

Depuis sa création en 2008, l'IAD travaille à l'identification d'indicateurs favorables à la mesure des points forts et faibles de toutes les pratiques agricoles. Les indicateurs identifient les puits de carbone et les services écologiques. La mesure des résultats dans les fermes permet la présentation d'un exemple de rémunération appelé « paiement pour services écologiques ou PSE ».

Bien qu'un seul mécanisme de rémunération soit proposé dans l'exemple traité, il est basé sur les résultats de pratiques mesurés. L'innovation du Semis sous Couvert Végétal (SCV, dénomination du CIRAD) obtient de bons résultats (63 % de PSE – Paiement pour Services Ecologiques) et s'établit au niveau « récompense » dans notre exemple. Un gros travail de développement reste à faire pour l'ensemble des agriculteurs.

Le sujet des services écologiques s'est peu à peu imposé comme un axe de développement à suivre depuis 2007 et le rapport de la FAO. D'un idéal hier, le développement des services écologiques par l'agriculture est aujourd'hui possible et devient un objectif majeur des politiques publiques dans le cadre de la réforme de la PAC de 2013. Pour répondre aux objectifs convenus (Ecophyto 2018 en France, Fertilisation, Biodiversité, …) il s'agit d'agir grâce aux techniques agronomiques sur les causes fondamentales entraînant les conséquences souhaitées.

Les services écologiques constituent une base solide pour élaborer des projets interdisciplinaires sur les enjeux économiques (productions agricoles), environnementaux (qualité de l'eau, du sol, changement climatique, biodiversité) et sociétaux (bien être, qualité des produits, paysages, biodiversité, …).

La proposition du Parlement Européen pour la réforme de la PAC 2013 encourage largement l'adoption de techniques culturales combinant « *un travail adapté et simplifié du sol assurant une couverture végétale et permettant des intercultures et une rotation des cultures* » dans le but de maximiser la photosynthèse et d'enrichir les sols en matières organiques. D'autres pratiques telles que la réduction des émissions de gaz à effet de serre par l'intégration des énergies renouvelables sont également mises en avant. Pour favoriser l'engagement des agriculteurs dans ces techniques, la proposition du Parlement Européen pour la réforme de la PAC 2013 est d'intégrer un régime particulier de paiements financé par le budget de l'Union Européenne.

Il est connu que la dimension spatio-temporelle de l'agriculture est problématique car les bénéfices d'un changement de pratiques ne sont pas immédiats et peuvent avoir un impact à plus ou moins « grande » échelle (locale, nationale, internationale). Ainsi, une politique prenant en compte l'Agriculture & l'Environnement par la création et la rémunération des puits de carbone et des services écologiques sur l'ensemble des territoires serait favorable à la protection des ressources. En s'adressant à tous, et en ciblant toutes les surfaces, en misant sur l'incitation financière, une politique de services écologiques pourra se développer sur le long terme.

Mettre en place les rémunérations répond à une forte demande sociétale dans un contexte mondial autour des objectifs du millénaire, de l'implication de la FAO, de l'OCDE, de la Commission Européenne ou encore du MAAP et du MEEDDM au niveau local. De plus, cette solution **serait compatible avec la boîte verte de l'OMC.**

Le développement de pratiques agricoles fournissant des services écologiques par le biais de la construction des puits de carbone doit être prioritaire dans nos actions en regard des résultats qu'ils rendent à la société. Nous avons toutes les cartes en main pour permettre à l'agriculture de répondre aux grands défis alimentaires, énergétiques, et climatiques de demain. Les techniques sont disponibles, des indicateurs permettent de mesurer des résultats et d'identifier les meilleures pratiques, la mise en commun d'outils existants facilite le suivi et le développement, … il ne reste plus qu'à agir.

L'agriculture de 2050 commence véritablement maintenant. En créant l'IAD en 2008, les agriculteurs et leurs partenaires proposent aux citoyens en charge de la gestion des biens publics, un document de réflexion stratégique dans l'objectif de créer une véritable démarche de progrès, bénéficiant au développement des richesses, et à la « réconciliation » entre agriculteurs et société civile.

BIBLIOGRAPHIE

ADEME, ARVALIS, Institut du végétal, INRA, APCA, AREAS, ITB, CETIOM, IFVV, 'Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturales Sans Labour (TCSL) en France, Juillet 2007, 390 pages.

AEA Energy & Environment, 'Adaptation to Climate Change in the agricultural sector, Rapport élaboré pour la DG AGRI de la Commission Européenne, Décembre 2007, 245 pages.

AGRESTE, MAAP. Toutes les données et publications sur la statistique, l'évaluation et la prospective agricole sont disponible en ligne à l'adresse suivante : http://agreste.agriculture.gouv.fr/

AGRESTE. ''Les comptes provisoires de l'agriculture 2009 par région et catégorie d'exploitations''. Agreste Primeur n° 243 –juin 2010.

AZNAR O. (Cemagref), JEANNEAUX P. (ENITA Clermont), DEPRES C. (ENITA Clermont), décembre 2009. ''Les services environnementaux fournis par l'agriculture, entre logique sectorielle et logique territoriale : un cadre d'analyse économique ''. INRA-SFER-CIRAD : Acte de la 3éme journées de recherche en sciences sociales. 20 pages.

CEPII, Centre d'analyse stratégique. ''Quels défi pour l'agriculture mondialisée ?'' Les Dossiers de la Mondialisation, Dossier n°14 de juillet 2009. 4 pages. Disponible sur www.rdv-mondialisation.fr

Commission Européenne, 'Biens et services écosystémiques', Septembre 2009. 4 pages.

Communauté Européennes, 2008. ''L'économie des écosystèmes et de la biodiversité. Rapport d'étape. 68 pages.

European Environment Agency, 2010. "10 messages for 2010 Agricultural ecosystems". 13 pages. Disponible sur www.eea.europa.eu/publications/10-messages-for-2010

FAO, OCDE, 2009. ''Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2009-2018. Documents de synthèse. 91 pages.

FAO, 2007. ''La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture – Payer les agriculteurs pour les services environnementaux''. *Collection FAO : Agriculture n°38*. 152 pages.

FAO, 2002. ''Rapport sur les ressources en sols du monde – la séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion de terres''. Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. 13 pages.

GALLAI N., SALLES J.M., SETTELE J., VAISSIERE B.E., 'Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline', 2008.

GIEC, '*Le quatrième rapport d'évaluation*' ("Fourth Assessment Report" ou AR4). 2007.

HARTFIELD J.L., B.A. STEWART . 1994. Crops residue management. Advances in Soil Science. Lewis publication Boca Raton USA. 220 pages.

IEEP, Institut pour la Politique Environnementale Européenne, 'Provision of public goods through agriculture in the European Union' Décembre 2009, 396 pages.

INRA, octobre 2002. Par ARROUAYS D., BALESDENT T., GERMON J.C., JAYET P.A., SOUSSANA J.F., STENGEL P. ''Stocker du carbone dans les sols agricole de France ? –contribution à la lutte contre l'effet de serre''. Expertise scientifique Collective. 334 pages.

INSEE. Toutes les données statistiques et les publications sur l'agriculture sont disponibles à l'adresse suivante : http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=10&nivgeo=0&type=2

INSEE, division agriculture, Blonde M.H., LESDOS-CAUHAPE C., juin 2010. ''L'agriculture en 2009 en France et en Europe-baisse des prix et des revenus''. Insee Première n°1303. Disponible sur http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=98&ref_id=ip1303

INSEE, 2007. ''L'agriculture, nouveaux défis''. Edition 2007. 297 pages.

JANISHEVSKI L., CUNG A., MULONGOY J., Millenium Ecosystem Assessment, Evaluation des écosystèmes pour le millénaire, préparé par 1 360 experts de 95 pays, 2005. Rapport de synthèse. 155 pages. Disponible sur www.maweb.org/en/index.aspx

LE FOLL S., PARLEMENT EUROPEEN. 24/03/2010. ''RAPPORT sur l'agriculture de l'UE et le changement climatique (2009/2157(INI))''. Commission de l'agriculture et du développement Durable. 23 pages.

LEVREL. H. Présentation PPt ''Le Millenium Ecosystem Assessment : quelle faisabilité pour la France ?'' Ladyss, Université de Paris 1, CERSP, MNHN. Conseil scientifique de l'Ifen du 29 mars 2007.

LIMOGES B., 'Biodiversité, services écologiques et bien-être humain', Le Naturaliste Canadien, 133 N°2, Eté 2009.

LEVRAULT F., 'Atouts et vulnérabilité des cultures face au changement climatique', Actes du Colloque CLIMATOR organisé par l'INRA et ARVALIS, Juin 2010, 74 pages.

LYON G., PARLEMENT EUROPEEN. 21/06/2010. ''RAPPORT sur l'avenir de la politique agricole commune après 2013 (2009/2236(INI))''. Commission de l'agriculture et du développement durable. 37 pages.

MOLLARD. A., CHATELLIER, V., CODRON, J.M., DUPRAZ, P. et JACQUET, F. 2003. L'agriculture contre l'environnement ? Diagnostic ; solutions et perspectives économiques. *Annales des Mines n° 30*.

PAGIOLA S., PLATAIS G. April 2006. Présentation PPt ''Introduction to Payments for Environmental Services''. ESSD Week 2005 –Lerning Days.

RATTAN L., 'Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security', 2001.

VERT J. *(Chef du Bureau de la prospective, MAP)*. ''La rémunération des services environnementaux rendu par l'agriculture''. MAP Document de travail PROSPECTIVE ET EVALUATION n°2 –Mars 2009. 25 pages.

GLOSSAIRE

Agriculture de conservation : L'agriculture de conservation (AC) vise des systèmes agricoles durables et rentables et tend à améliorer les conditions de vie des exploitants au travers de la mise en œuvre simultanée de trois principes à l'échelle de la parcelle : le travail minimal du sol ; les associations et les rotations culturales et la couverture permanente du sol. C'est un moyen de concilier production agricole, amélioration des conditions de vie et protection de l'environnement. (Définition FAO, BASE)

CEC : Capacité d'Echange Cationique : mesure chimique permettant d'approcher la capacité du sol à fixer de façon réversible les cations échangeables (Ca++, Mg++, K+…).

Composés humiques (substances humiques, humus) : ce sont des macromolécules de poids moléculaire élevé, composées d'un assemblage de différentes chaînes hydrocarbonées sans répétition d'une séquence définie (contrairement aux molécules biologiques). L'ensemble de ces composés forme la matière organique stable. Ils sont issus de l'évolution biochimique lente des diverses matières organiques des sols (humification).

Compétitivité (économique) : La **compétitivité** est l'aptitude pour une entreprise, un secteur ou l'ensemble des entreprises d'une économie à faire face à la concurrence effective ou potentielle. (Source : TRADER-FINANCE.fr)

Écotoxicologie : L'écotoxicologie étudie les impacts des agents polluants sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Sachant qu'un agent polluant est une substance naturelle ou de synthèse que l'homme introduit dans l'environnement ou dont l'homme modifie la répartition dans les différents compartiments de la biosphère. Les effets d'un agent polluant dépendent de plusieurs facteurs, comme par exemple l'évolution du polluant dans le milieu, le mode et la voie d'administration du polluant. L'écotoxicologie caractérise le risque d'une substance qui est fonction du danger de la substance et de la probabilité d'exposition à cette substance. (Source : SDAGE RMC)

ETM : Elément Trace Métallique. Exemple : cuivre, aluminium, plomb…

Labour (technique culturale) : Le labour est une technique de travail du sol effectuée grâce à une charrue ouvrant la couche arable du sol pour ensuite la retourner avant le semis d'une culture.

Maillon, chaîne écosystémique : Une chaine écosystémique est une suite d'être vivants en interaction les uns avec les autres, mais aussi avec le milieu pour l'accès aux ressources, l'alimentation, l'eau, les habitats, la compétition entre deux espèces, les services qu'ils apportent… Chaque niveau de la chaine est un maillon écosystémique.

Métabolites : molécules issues du métabolisme microbien.

Micro-organisme : très petit organisme vivant. Ce sont essentiellement des bactéries et des champignons.

Minéralisation : les débris sont dans un premier temps dépolymérisés par les enzymes. Les petites molécules (sucres, acides aminés) sont utilisées par la microflore du sol (champignons, bactéries).

Cette dernière attaque les molécules plus importantes et les dégrade plus ou moins rapidement, libérant entre autres des éléments minéraux. C'est la minéralisation.

PAC ou Politique agricole Commune est une politique mise en place à l'échelle de l'Union européenne, fondée principalement sur des mesures de contrôle des prix et de subventionnement, visant à moderniser et développer l'agriculture. Créée en 1957 et mise en place à partir de 1962, la PAC consiste en deux piliers : le premier touche à la régulation des marchés ; et le second pilier pour le développement rural et l'environnement. La PAC subira plusieurs réformes, notamment en 1992 avec l'intégration du volet environnementale. La prochaine réforme en date est prévu pour 2013.

Produits phytosanitaires : De la famille des pesticides, les **produits phytosanitaires** sont utilisés pour soigner ou prévenir les maladies des organismes végétaux. Les produits phytosanitaires sont composés d'une substance active ou d'une association de plusieurs substances chimiques ou micro-organismes, d'un liant et éventuellement d'un solvant éventuellement accompagnés d'adjuvants ou d'un tensioactif.

Qualité ou salubrité des aliments : la qualité ou salubrité des aliments sont une composante de l'hygiène des aliments définie par l'AFNOR (NF V01-002 :2003). La qualité des aliments concerne les caractéristiques intrinsèques en terme de qualité organoleptique (gout, odeur, texture, couleur, présence de dégradations…) et est définie comme "*l'assurance que les aliments, lorsqu'ils sont consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés, sont acceptables pour la consommation humaine* ". A cela s'ajoute l'innocuité du produit (assurance que les aliments ne causeront pas de dommage au consommateur).

Ressources naturelles : Ressources tirées de la nature et qui servent à produire des biens et des services : la terre, l'eau, le bois, la pêche, le pétrole et les minéraux, la fertilité du sol, les conditions climatiques nécessaires à l'agriculture, ...

SD ou Semi-Direct (technique culturale) : Le semis direct désigne une technique culturale basée sur le non travail du sol et l'implantation directe de la graine dans l'horizon superficiel sans labour préalable.

Sécurité alimentaire : selon la FAO, la sécurité alimentaire est définie par 4 composantes : la **disponibilité alimentaire** en quantité suffisante, qualité appropriée et socialement acceptable : l'**accessibilité** à la nourriture en terme de droit, de ressources adéquates (économiques) pour y accéder ; l'**utilisation** pour permettre de répondre à tous les besoins physiologiques (eau potable, nutrition…) ; et la **stabilité** (des productions, des fournisseurs) qui doit permettre à tout moment d'avoir un accès à la nourriture.

TCS (Techniques culturales simplifiées) : Les Techniques Culturales Simplifiées regroupent toutes les méthodes de travail du sol limitant les interventions mécaniques.

Traité de Rome : a été ratifié en 1957 et a donné naissance à la Communauté économique européenne (CEE). La CEE a pour mission, par l'établissement d'un marché commun et le rapprochement progressif des politiques économiques des États membres, de promouvoir un développement harmonieux des activités économiques dans l'ensemble de la Communauté, une expansion continue et équilibrée, une stabilité accrue, un relèvement accéléré du niveau de vie, et des relations plus étroites entre les États qu'elle réunit.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution du revenu agricole par secteur de production par rapport aux données de 2008 et de 2005. Source : Graphique publié dans Agreste Primer N°243 –juin 2010

Figure 2 : Les 3 fonctions fondamentales de l'écosystème. Source : NCAT Agriculture Specialist, September 2001

Figure 3 : La séquestration du carbone par les plantes. Sources : Brener, Science, 1997 – Travaux du GIEC.

Figure 4 : Propriétés biologiques, chimiques et physiques influencées par l'apport et le stockage de matières organiques dans le sol. D'après les données de l'INRA et de la FAO Les fonctions de l'écosystème représentatives de la durabilité. Source : IAD 2010

Figure 5 : La spirale de dégradation de l'environnement. Source : K. Schreiber, 2005, Mesure des résultats du Champ de comparaison de Maure de Bretagne - 35

Figure 6 : L'augmentation de la matière organique du sol. Source : IAD 2010, historique des fermes ayant changé de pratiques agronomiques : Semis Direct (SD) avec couverture des sols.

Figure 7 : Variation des taux de matière organique du sol. Source : IAD 2010, historique des fermes ayant changé de pratiques agronomiques : Techniques Culturales Simplifiées (TCS) et labour avec plus ou moins de couverture des sols.

Figure 8 : Liens entre les services rendus par les écosystèmes et les constituants du bien être de la société. Source : FAO 2007.

Figure 9 : Les différentes catégories de services écosystémiques. Source : FAO 2007

Figure 10 : Les indicateurs de l'IAD pour mesurer des services écologiques. Source : IAD 2010

Figure 11 : De la théorie à la pratique dans la mise en place des paiements environnementaux pour les services écosystémiques. *Adaptation du schéma de Pagiola et Platais (2006) à l'agrosystème.*

Figure 12 : Découpe du montant acceptable des paiements pour les services écologiques (PSE) et de son impact sur la prise de décision de l'agriculteur. *Source : IAD 2010*

LISTE DES ABREVIATIONS

AEE, Agence Européenne pour l'Environnement

CIRAD, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

FAO, Food and Agriculture Organization

GES, Gaz à Effet de Serre

GIEC, Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IAD, Institut de l'Agriculture Durable

IFT, Indice de Fréquence des Traitements

INRA, Institut National de Recherche Agronomique

INSEE, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

MAE, Mesure Agro-Environnementale

MAAP, Ministère de L'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche

MEA, Millenium Ecosystem Assessment

MEDDEM, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable, et de la Mer

OCDE, Organisation de Coopération et de Développement Economique

OMC, Organisation Mondiale de Commerce

ONU, Organisation des Nations Unies

PAC, Politique Agricole Commune

PSE, Paiement pour Service Ecologique

SAU, Surface Agricole Utile

SCV, Système sous Couvert Végétal

SD, Semis-Direct

TCS, Techniques Culturales Simplifiées

TEP, Tonne Equivalent Pétrole

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Les services écologiques et leurs fonctions

ANNEXE II : Tableau de bord des indicateurs de l'agriculture durable

(a) Tableau de bord de 20 indicateurs développées en 2008-2009 pour les exploitations en Grandes Cultures (GC) céréalières et industrielles

(b) Exemple de résultats des enquêtes de 2009 auprès des fermes en grandes cultures céréalières et industrielles

ANNEXE III : Fiches techniques des indicateurs

ANNEXE I : Les services écologiques et leurs fonctions

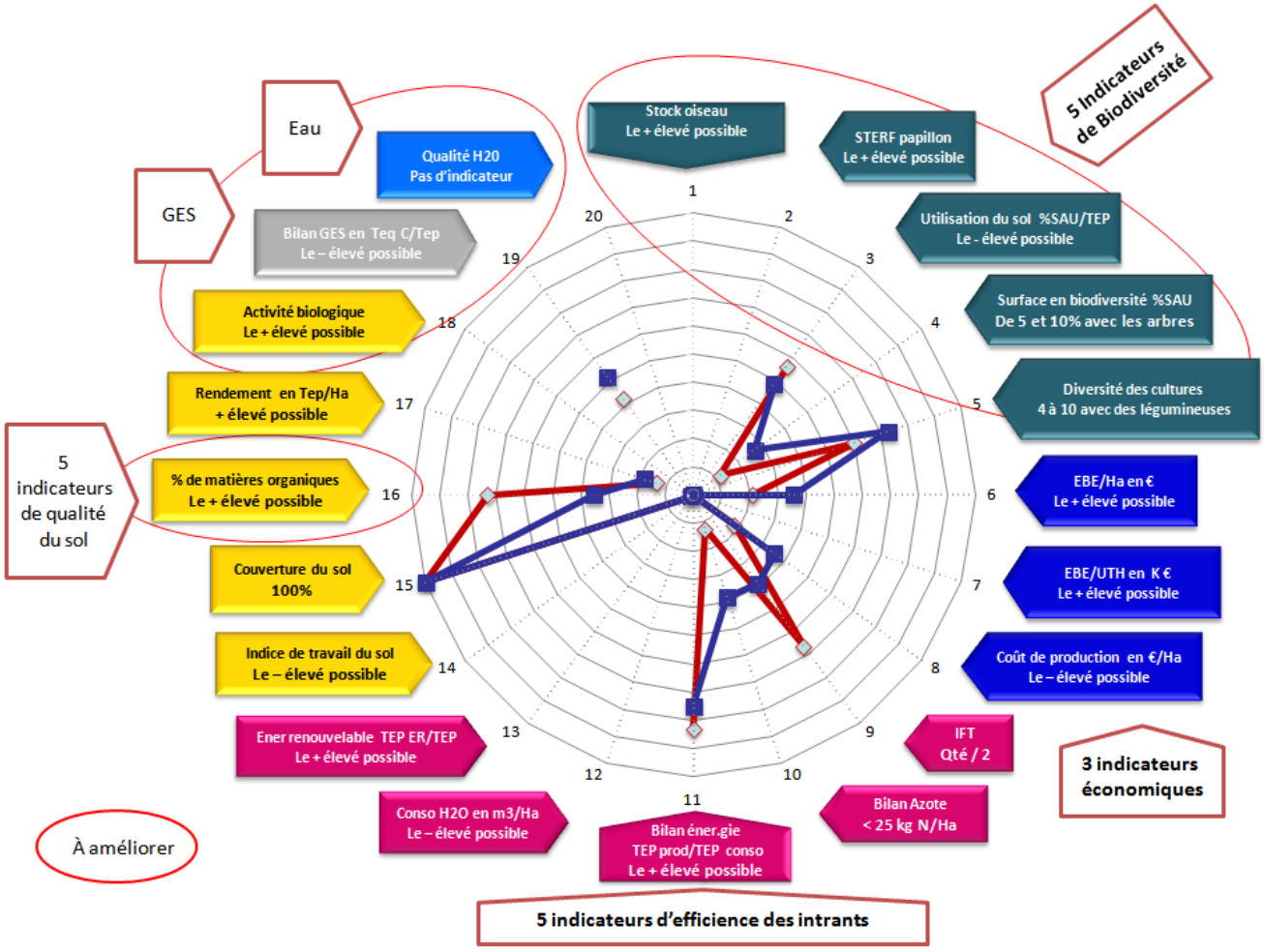
Les différents services produits par les agro-écosystèmes et leurs propriétés. Le lien est également fait avec le revenu agricole et l'impact que pourrait avoir l'agriculteur en fournissant ces services.

Source : FAO 2007

	SERVICES	FONCTIONS / PROPRIETES ECOSYSTEME
Services intrants	Stabilité structurale du sol (contrôle de l'érosion, résistance à la compaction)	Structuration des sols : porosité, agrégation Stabilisation par les racines Matière organique du sol
	Disponibilité en eau pour la production primaire	Cycle de l'eau
	Fertilité des sols	Dynamique de la MO : minéralisation, décomposition Dynamique des éléments nutritifs : transformations élémentaires, solubilisation
	Régulation du microclimat	Variation journalières et saisonnières de température, Hygrométrie ; brise-vent
	Pollinisation	Transfert et dispersion du pollen
	Contrôle des bioagresseurs	Habitats et ressources pour les auxiliaires Prédation, parasitisme, pathogènicité
	Contrôle des invasions biologiques	Résistance aux invasions
	Santé des animaux domestiques	Résistances des animaux aux maladies et parasites Limitation de la toxicité alimentaire Limitation des allergies
Services produits contribuant au revenu agricole direct	Production végétale (alimentaire, fibres, énergie, etc.)	Production primaire : rendement Production primaire : stabilité des rendements (climat, phytophages, pathogènes, etc.)
	Production animale	Qualité des fourrages (azote, fibres, molécules particulières) Motivation alimentaire Production secondaire (produits laitiers et carnés) Qualités organoleptiques des produits
Services produits hors revenu agricole direct	Disponibilité en eau (potable, irrigation, hydroélectricité, industrie, etc.)	Evapotranspiration Interception des précipitations Flux latéraux d'eau Capacité de rétention en eau du sol
	Purification de l'eau	Cycles N et P : piégeage / lessivage / transformations (par ex. dénitrification) Biodégradation des xénobiotiques Séquestration des xénobiotiques Rétention des pathogènes
	Régulation du climat global et régional	Séquestration du Carbone (sol et végétation) Emissions de gaz à effet de serres Propriétés de surface : albédo, rugosité, etc.
	Mitigation des incendies	Inflammabilité Connectivité spatiale
	Conservation de diversité ordinaire et patrimoniale	Habitats et ressources Migration, allogamie, interactions biotiques Habitats Hétérogénéité spatio-temporelle
	Valeur esthétique, touristique, spirituelle	Patrons spatiaux Biodiversité quantitative ou qualitative

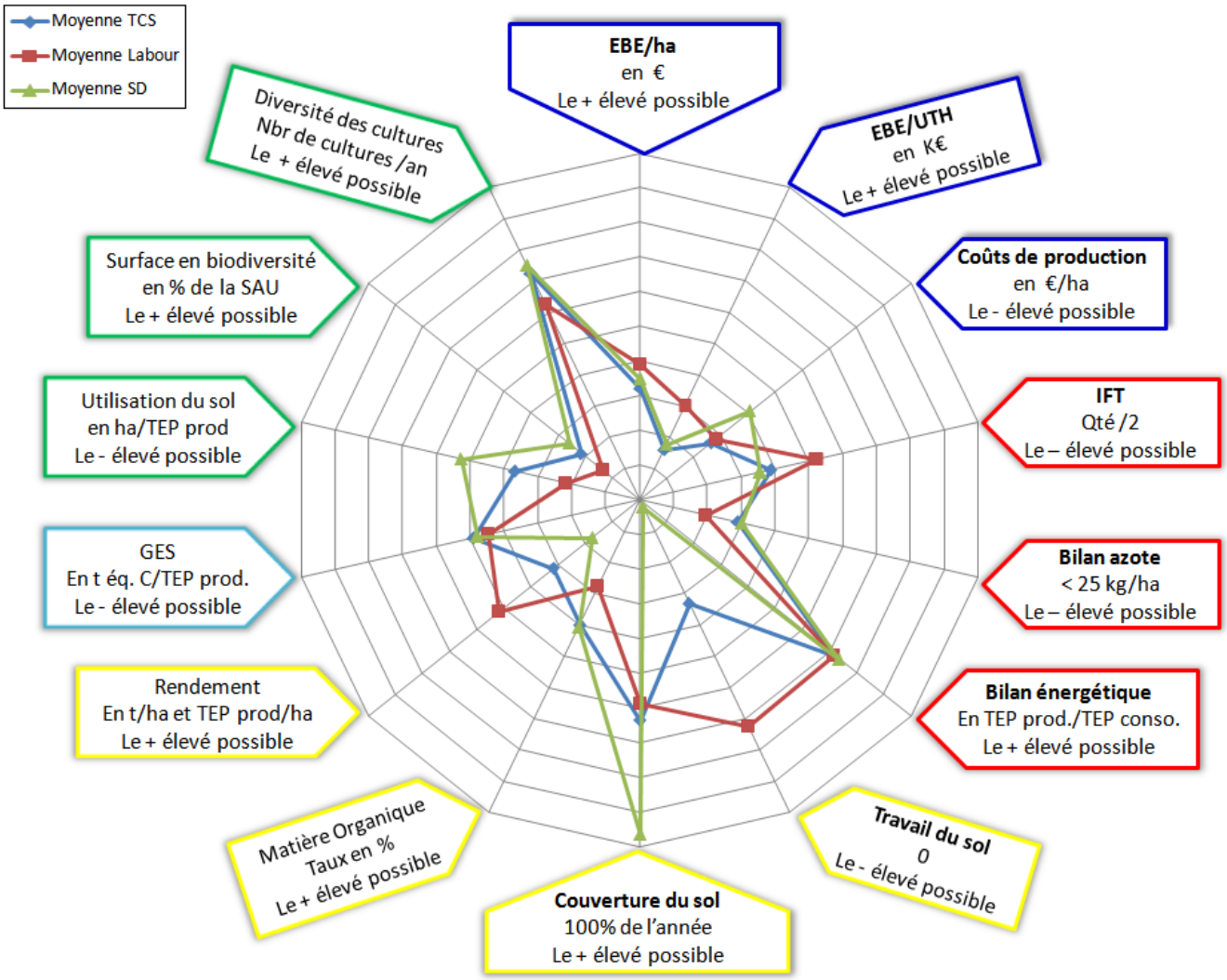
ANNEXE II : Tableaux de bord des indicateurs de l'agriculture durable

(a) Tableau de bord de 20 indicateurs développés en 2008-2009 pour les exploitations en Grandes Cultures (GC) céréalières et industrielles. En 2010, 7 indicateurs supplémentaires sont venus compléter le tableau pour s'adapter aux fermes d'élevage. Source : Présentation des Indicateurs ; Konrad Schreiber ; 2009



Sur les 20 indicateurs de départ, seuls 16 mesurent des résultats intéressants pour la gestion des exploitations. Les indicateurs entourés de rouge sont à améliorer. Notamment, les indicateurs qualité de l'eau, activité biologiques des sols et de biodiversité spécifique (STOC oiseaux et STERF papillons) sont mal renseignés. Il n'existe actuellement aucun indicateur de résultat capable de mesurer précisément la pollution de l'eau ou le maintien de la biodiversité en lien avec les pratiques agricoles. La recherche agronomique devra aider à répondre à certaines questions, notamment celles relatives aux liens existants (ou non) entre la qualité des sols et la qualité de l'eau, les pratiques agronomiques et la biodiversité des champs afin de proposer des indicateurs de résultats corrélés aux pratiques agronomiques.

(b) Exemple de résultats lors de la phase d'enquête auprès des fermes en grandes cultures céréalières et industrielles. La figure présente la comparaison entre les moyennes des diverses pratiques culturales (Conventionnelles 'Labour', Techniques culturales simplifiées 'TCS' et Semis-Direct 'SD') obtenues suite aux résultats des enquêtes de 2009 effectuées sur les exercices comptables de 2007-2008. Source : IAD 2010.



Les phases de tests sur le terrain ont démontré l'efficacité des indicateurs à mesurer un résultat probant et à éclairer les différences entre pratiques culturales et modes de gestion des productions. Ici, on identifie bien les différences marquantes au niveau du travail du sol, de la couverture du sol, des rendements et même de l'IFT.

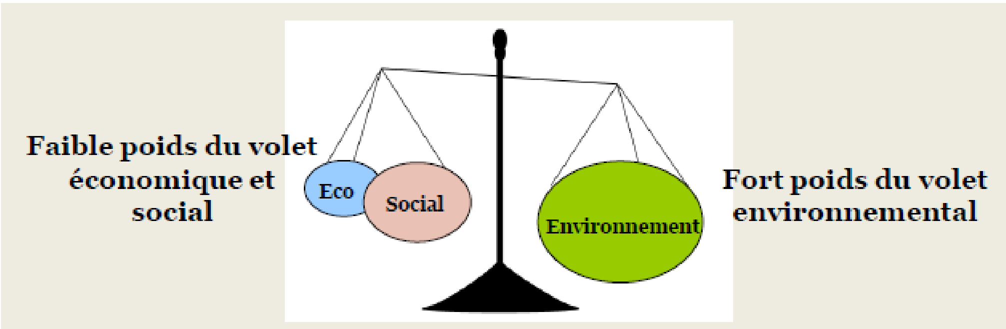
ANNEXE III : Fiches techniques des indicateurs

Genèse des indicateurs de l'agriculture durable

Constats autour de l'agriculture :

Depuis l'harmonisation des indicateurs du développement durable, les pays s'auto-évaluent et se comparent entre eux de façon à opposer les performances de chacun.

Qu'en est-il du développement durable en agriculture ? La dynamique d'harmonisation est beaucoup plus lente à se mettre en place et les systèmes d'indicateurs qui en résultent ne sont pas équilibrés.



Pour l'Institut de l'Agriculture Durable, l'agriculture durable doit être guidée par des pratiques agricoles, soucieuses des enjeux économiques, environnementaux et sociaux, et surtout capables de répondre au challenge « de subvenir de façon durable aux besoins alimentaires de 9 milliards d'individus d'ici 2050». Il est clair que l'agriculture française, compte tenu de sa situation pédoclimatique très favorable, devra participer à cet effort.

Pour éviter une crise mondiale de la faim, la seule solution serait de produire plus, soit par augmentation des rendements, soit par augmentation des surfaces agricoles, soit par la combinaison des 2 approches.

Les enjeux de l'agriculture durable sont désormais énormes. Il s'agit de Produire PLUS pour participer à l'effort de nutrition et MIEUX pour préserver les ressources – eau, sol, air, climat – de la planète. Mais aussi produire plus pour répondre aux défis énergétiques, pour rester compétitif et rentable… pour s'adapter aux marchés locaux et mondiaux et pour pérenniser les entreprises agricoles.

Pour atteindre ces résultats, l'IAD propose une démarche innovante aux agriculteurs : **s'évaluer pour évoluer dans une démarche de progrès**. Cette démarche est construite à partir d'indicateurs mesurant des résultats facilement disponibles dans les fermes et accessibles aux agriculteurs.

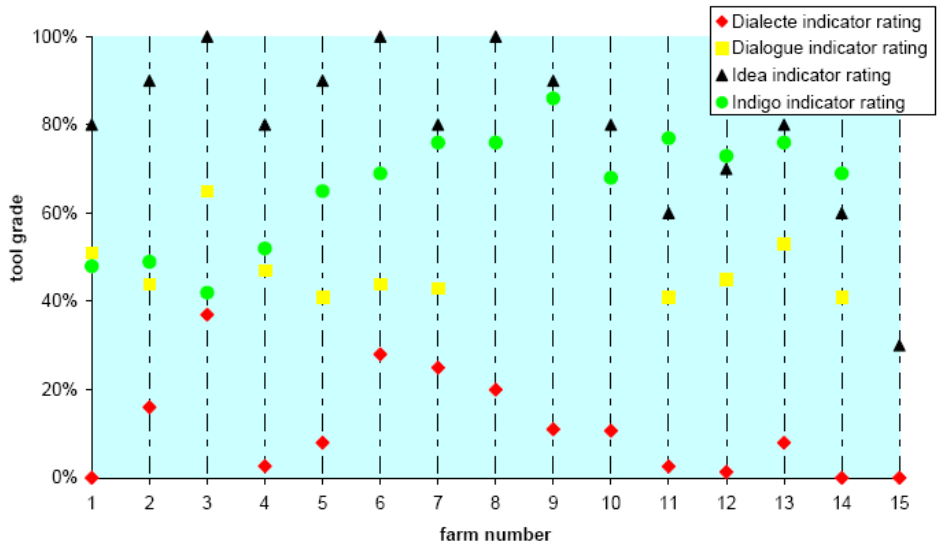
Etat des lieux autour des indicateurs français de l'agriculture :

De nombreux indicateurs et outils de saisies existent pour essayer d'apprécier la durabilité des exploitations, aussi bien au niveau national qu'international. Pour la France, les plus connus sont IDEA, DIAGE, DIALECTE, DIALOGUE et INDIGO. Tous ces outils ont pour objectif d'évaluer la durabilité des pratiques des agriculteurs.

Un problème majeur : des outils peu fiables

Pour un objectif commun, ils présentent des grandes disparités de conception et de résultat. Un test des différentes méthodes a été réalisé sur l'indicateur phytosanitaire par l'OCDE (OCDE, 2004).

Document OCDE 2004 : Résultats IDEA, DIALECTE, DIALOGUE et INDIGO sur l'impact de la pollution des eaux par les produits Phytosanitaires dans 15 exploitations picardes



Source: **OCDE,** 2004, D. Peschard, M.B. Galan, H. Boizard: "*Tools for evaluating the environmental impact of agricultural practices at the farm level: analysis of 5 agri-environmental methods*";

Les différences constatées entre les outils sont très importantes. Elles concernent l'étalonnage mis en pratique par ces outils et les notes obtenues. Ainsi, l'étalonnage pratiqué par chaque outil induit une grande variabilité sur la note finale. En comparant IDEA et DIALECTE, cette note varie de 80 % à seulement 10 % de satisfaction sur l'indicateur phytosanitaire ! Toujours sur le même indicateur, si l'on compare les résultats d'IDEA et INDIGO, les notes obtenues par exploitation semblent ne suivre aucune logique entre ces outils.
Ce test met en évidence la grande variabilité des résultats obtenus selon les outils de diagnostic. La plupart des systèmes utilisent une notation ce qui entraîne une subjectivité, comme le démontre l'étude de l'OCDE.

Proposition de l'IAD

Il apparait difficile pour les agriculteurs d'améliorer leurs pratiques en suivant des outils non homogènes et peu opérationnels se basant sur des systèmes de notation subjective. En effet, un mauvais résultat avec DIALECTE deviendrait bon avec IDEA. Les membres de l'IAD décident de mettre en place une synthèse identifiant des indicateurs pertinents. Il s'agit de répondre aux attentes des agriculteurs en matière de système d'évaluation fiable, simple et objectif. **L'objectivité est facile à identifier, il suffit de mesurer un résultat.**

La démarche de l'IAD :

La démarche de progrès vers une agriculture durable doit mesurer les résultats du système agricole et être facilement compréhensible. Des indicateurs simples d'utilisation par les agriculteurs permettent de s'auto-évaluer si nécessaire avec un temps de collecte et de traitement raisonnable (2 à 3 heures maxi).

Les indicateurs sont choisis parmi les systèmes d'évaluation validés aussi bien au niveau national qu'européen ou international pour leur pertinence, leur équilibre, leur objectivité et leur facilité d'utilisation. Les sources ayant servi de référence sont les suivantes :

- Les institutionnels : ONU, FAO, FDA, OMC, Union Européenne, Eurostat, ADEME, ARVALIS, IFEN, MAFF
- Les organismes agricoles professionnels: FNSEA, APCA, Ukraine, Pologne, Benelux, Chine, Australie, USA
- Les Organisations Intergouvernementales (OIG) : PNUD, OCDE, OMS, Banque mondiale
- Les Organisations Non Gouvernementales (ONG) : WWF, Greenpeace, Solagro
- La grande distribution : Casino, Carrefour, Leclerc, Unilever, Kraft, Tesco, Nestlé

Ensuite, la saisie des données pour l'analyse reprend la méthodologie de l'indicateur français le plus cohérent et le plus apte à la mesure des résultats. Au final, l'outil comporte 26 indicateurs regroupés sous 7 thèmes pertinents : la viabilité économique, l'impact social, l'efficience d'utilisation des intrants, la qualité des sols, les gaz à effet de serre (GES), la qualité de l'eau, la Biodiversité.

Les indicateurs de l'IAD :

- s'inscrivent dans une logique de mesure de résultats dès que cela est possible. Les indicateurs de pression peuvent avoir des conséquences sur l'environnement très différentes selon les situations (ex : deux applications de produit phytosanitaire à la même dose peuvent connaître des fuites par ruissellement très différentes selon le contexte pédoclimatique des interventions et les techniques de gestion des sols).
- sont réutilisables dans le temps afin de mesurer une éventuelle dynamique de progrès.
- sont légitimes car ils proviennent de systèmes d'évaluation existants et reconnus.
- sont faciles à comparer et permettent l'échange et la communication. Les échelles choisies et les unités utilisées sont compréhensibles par tous, y compris le Grand Public.

L'échelle de mesure retenue est l'entreprise agricole. Mais les indicateurs fonctionnent aussi à la parcelle si les enregistrements techniques et économiques sont affectés à cette échelle. De même, par agrégation, ils mesurent les résultats à l'échelle régionale ou nationale. Il est finalement possible d'avoir des résultats concernant toutes les échelles du territoire, du micro local au global et sur tout type de production.

Le développement des indicateurs de l'IAD :

L'enregistrement sera proposé en ligne. L'agriculteur peut d'un simple clic s'auto évaluer et disposer d'un résultat. Cet outil est en cours de finalisation et sera opérationnel en 2011.

Pour l'enregistrement, il est nécessaire de se munir des résultats comptables, du cahier de fertilisation, du cahier sanitaire et du cahier d'enregistrement phytosanitaire d'un même exercice de gestion (par exemple, l'année 2009) de même que de la déclaration PAC.

Produit par

IAD©
L'Institut de l'Agriculture Durable
38 rue des Mathurins
75008 PARIS
01 45 55 58 18
www.institut-agriculture-durable.fr

Tous droits réservés. Les informations contenues dans cette publication peuvent être reproduites et diffusées à des fins non commerciales sans autorisation préalable de l'IAD à condition que la source de l'information soit clairement indiquée. Aucune utilisation commerciale de ces données ne peut être faite sans l'autorisation de l'IAD.

IAD© Janvier 2011

Institut de l'Agriculture Durable
38 rue des Mathurins
F-75008 Paris