

La couverture végétale des sols et les pratiques agroforestières, au service de territoires productifs et durables

Eau



Sol



Carbone



Climat



Biodiversité



Energie

Alimentation



Santé

Rapport proposé par Alain Canet et Konrad Schreiber

L'essentiel en quelques lignes...

L'agriculture est à la fois victime et responsable du changement climatique. Les activités agricoles comptent pour 18 % des émissions anthropiques de GES (89,7 Mteq CO₂/an; CITEPA, 2014). Le passage du modèle « classique » à une agriculture du génie végétal associant le semis direct sous couvert (SCV) et l'agroforesterie permettrait d'alléger significativement le bilan carbone du secteur agricole, tout en augmentant et diversifiant la production à l'hectare et en améliorant la durabilité des systèmes. Les estimations réalisées indiquent, pour un tel changement de pratiques, un potentiel de séquestration carbone dans les sols agricoles situé entre 48 et 144 Mteq CO₂ par an à l'échelle nationale, soit de 53 à 160 % des émissions totales de GES imputables à l'agriculture :

	Production totale de carbone organique (t/ha/an)	dont quantité exportée (alimentation, énergie...)	et quantité restituée au sol	Estimation de la quantité de carbone séquestrée (t/ha/an)*	Potentiel de séquestration carbone à l'échelle nationale (Mteq CO ₂ /an)**
Modèle "classique" (une culture par an, labour)	7	4	3	0	0
SCV (deux cultures par an, sol non travaillé)	12,5	6	6,5	1	48
SCV + agroforesterie (= agroforesterie intégrée)	16,5	7,5	9	3	144

* D'après Chicago Climate Exchange (2008) et Hamon *et al.* (2009).

** Estimé en considérant la surface en céréales et oléagineux (SCOP), soit environ 13 Mha (Agreste).

Notons que, pour réaliser une évaluation complète du bilan GES de cette nouvelle agriculture, il faudrait également estimer :

- La réduction des émissions de CO₂ liée à la moindre utilisation des machines agricoles (arrêt du travail du sol notamment) et des intrants de synthèse (engrais et produits phytosanitaires) ;
- La diminution du relargage de N₂O et CH₄ (deux GES majeurs) grâce à des sols mieux oxygénés (car vivants) et moins perturbés.

Finalement, les pratiques de couverture des sols en agriculture (avec strates ligneuses chaque fois que possible) offrent une opportunité unique de relever simultanément (et à moindre coût !) les défis agronomique, climatique, énergétique et environnemental. Bien qu'elles émanent de la base et soient adaptables à tous les contextes et toutes les échelles, leur développement sur l'ensemble du territoire national est tributaire de la politique menée...

Le temps est compté...



La couleur de l'eau de nos rivières (ici celle du Gers) témoigne de l'érosion chronique qui touche nos terres agricoles, altérant dangereusement leur potentiel de production. Au delà, cette pollution occasionne des coûts importants pour la société. Dans la vallée de l'Arros (32), par exemple, le traitement des matières en suspension (MES) pour la potabilisation représente un coût de 50 euros par an et par habitant.

Sommaire

Introduction p.7

Changer de paradigme... et investir le champ des possibles p.7

De la définition du rendement en agriculture p.9

L'agroforesterie « intégrée » :

vers une optimisation des ressources et une dynamisation des territoires p.11

- S'inspirer de la dynamique des écosystèmes naturels p.11
- Mieux valoriser l'énergie solaire, premier carburant de l'agriculture ! p.12
- Carbone et fertilité : l'agriculture au chevet du climat... et du sol qui la porte ! p.13
- Décloisonner production et préservation : l'exemple de la gestion de l'eau p.16
- Réduire les intrants grâce à un sol vivant...ou comment traiter le problème à la source p.16
- Faire rimer biodiversité, biomasse et rentabilité : profiter de la végétation spontanée p.17
- Économie de l'exploitation et des territoires : intensifier, diversifier et pérenniser, pour une agriculture porteuse d'avenir p.17

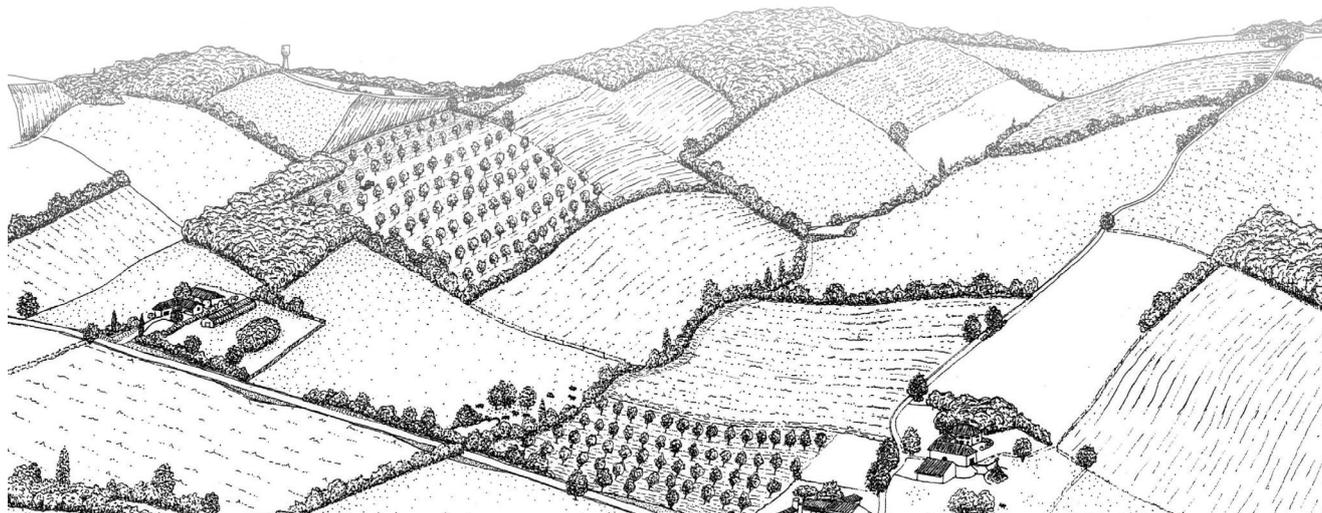
Des retours d'expérience et une reconnaissance p.18

- Une démarche collective d'amélioration continue, pour dépasser les clivages et se projeter vers l'avenir p.18
- Objectiver les avancées et leurs résultats : des indicateurs précis pour une évaluation rigoureuse des performances p.19
- Des agriculteurs épanouis et partageurs, avec des compétences nouvelles p.19

Aperçu des résultats obtenus sur 6 fermes innovantes du réseau Agr'eau p.20

Références bibliographiques p.21

Annexes p.22



Introduction

Ce document s'intéresse à l'agriculture dans toute sa diversité, au delà des clivages, des courants ou des sensibilités. Il vise à contrebalancer les idées reçues qui enferment le secteur agricole tout entier dans une logique trop souvent contre-productive conduisant la société à une impasse. Il entend témoigner pour celles et ceux qui tentent sur le terrain de « revoir la copie », progressant chaque jour un un peu plus vers une **agronomie « optimisée »**.

En reconsidérant leurs pratiques, bon nombre d'agriculteurs pionniers ont su remédier aux problèmes d'érosion, de chute du taux de matières organiques dans leurs sols, de dépendance aux intrants, de rentabilité...

Dans toute la France, des réseaux d'acteurs locaux organisés autour des agriculteurs travaillent depuis plus de 30 ans à développer et affiner ces pratiques. Entre génie végétal et bon sens paysan, entre innovation et savoirs-faire ancestraux, **des systèmes alliant couverts végétaux herbacés et espèces ligneuses permettent aujourd'hui de régénérer les sols dégradés, et redonnent à l'agriculture toute sa multi-fonctionnalité**. La production agricole et la protection de l'environnement deviennent une seule et même activité, la prévention prend le pas sur la réparation, chaque dépense (de ressources naturelles, financières ou humaines) répond simultanément à plusieurs défis (alimentation, environnement, énergie, climat...). **Les années d'expérimentation, de partage et d'échanges permettent aujourd'hui d'avoir suffisamment de recul pour identifier les grands principes d'une agriculture à la fois intégrée, de conservation, écologiquement intensive, climato-intelligente... et remarquablement productive !** Des principes à diffuser, transférer et adopter largement pour que la transition agroécologique déjà engagée prenne enfin toute son ampleur !

Changer de paradigme... et investir le champ des possibles

En France, **une grande partie des sols cultivés est dans un état de dégradation avancé**, ou en passe de l'être. Les techniques agricoles de travail du sol, de chaulage, d'irrigation ou d'apport d'engrais chimiques entraînent inévitablement, à plus ou moins long terme, une perte de fertilité.



Compaction, érosion, lessivage, fuites, contamination, émissions de gaz à effet de serre (GES), stérilisation, désertification... En détruisant la biodiversité des sols, les agriculteurs laissent filer la ressource et l'outil de production qui conditionnent la survie de toute la société...

Dans cette configuration, **l'agriculture est condamnée à compenser les dégradations et les pertes, sans toujours parvenir à maintenir les niveaux de production**.

La révolution verte voit ses limites : du grain mais pas de paille (pour nourrir les sols !), davantage d'engrais mais moins de rendements, des herbicides mais toujours des adventices, moins de biodiversité et toujours autant de pollutions...

Sur le terrain, une autre agriculture existe déjà ! Une agriculture interconnectée aux écosystèmes, qui régénère les sols, stimule la biodiversité et stocke du carbone...

Une agriculture qui produit plus (en quantité et diversité), mieux (en qualité et durabilité) et avec moins (en énergie fossile, eau et travail).

De nouveaux modèles de production performants sont développés et affinés localement par les agriculteurs eux-mêmes, aidés par les techniciens et les start up de l'innovation, internet et la mondialisation. Dans cette optique, la tradition d'immigration de la France est un atout de taille : parmi ces agriculteurs, certains pratiquent plusieurs langues et connectent les réseaux à l'international.

Ces véritables « agriculteur-chercheurs » nous montrent qu'une agriculture vraiment durable est possible et qu'elle émerge de la base.



Une parcelle agricole...



Aujourd'hui

- Dégradation des sols et érosion = pertes de fertilité
- Pollutions de l'eau et de l'air (coûts pour les collectivités, réchauffement climatique...)
- Dépendance élevée aux intrants, rentabilité réduite
- Forte exposition aux aléas climatiques et économiques

Demain avec l'agroforesterie intégrée

- Production alimentaire équivalente
- Seconde culture valorisée en énergie, chimie verte, éco-construction...
- Ressources diverses issues des ligneux présents au sein et autour des parcelles (fruits, bois énergie, BRF, bois litière... et à plus long terme, bois d'œuvre)

Et aussi

- Conservation/restauration des sols
- Stockage de carbone
- Préservation de la ressource en eau (quantité et qualité), dépollution de l'air
- Stimulation de la biodiversité aérienne et souterraine (auxiliaires de culture, pollinisateurs, organismes « ingénieurs » du sol)
- Création d'emplois et développement de filières de valorisation



Clé de voûte de tous les écosystèmes terrestres, le végétal occupe désormais une place centrale dans les réflexions et les stratégies agricoles mises en œuvre par les « nouveaux agriculteurs ». C'est le végétal qui « injecte » dans l'écosystème, via la photosynthèse, l'énergie (inépuisable et gratuite) qui permet la production infinie de matière organique et anime *in fine* toutes les formes de vie existantes dans un cycle de durabilité : **Produire – Consommer – Recycler**. Ainsi, le niveau de fertilité et le niveau de photosynthèse sont interdépendants : plus un sol est nourri en matières organiques, plus les plantes qui le recouvrent sont grandes et/ou nombreuses... et réciproquement.

Couvrir le sol toute l'année, en hiver comme en été, voilà la clé du succès !

Et dans cette quête de couverture, des agriculteurs pionniers ont, semble-t-il, trouvé la formule idéale. Il s'agit de constituer des systèmes végétaux diversifiés associant une succession de cultures annuelles à des ligneux de toutes tailles (arbres, arbustes, buissons, lianes), l'ensemble étant le plus souvent géré en complémentarité avec des activités d'élevage plus ou moins diversifiées (dont l'apiculture !). En d'autres termes, ce dont il est question ici est une **agroforesterie « intégrée »**, qui tente de valoriser au mieux les trois dimensions de l'espace, dans l'aérien comme dans le souterrain



Cette agriculture naissante permet le développement d'un sol vivant. C'est une véritable révolution technique par les plantes qui se met en marche, dans laquelle l'arbre prend une nouvelle place : celle de climatiseur et de régulateur de l'ensemble des flux biogéochimiques.

De la définition du rendement en agriculture

La notion de « rendement agricole » telle qu'elle est communément utilisée de nos jours dénote une conception erronée des objectifs de l'agriculture et des facteurs de production dont celle-ci dépend. En effet, le calcul d'un rendement implique normalement, par définition, de faire le rapport entre les ressources produites et les ressources consommées ou utilisées, ce que notre agriculture ne fait plus que de façon très partielle depuis un certain temps déjà. On se concentre dans l'immense majorité des cas sur la récolte par unité de production (ex. par hectare de surface cultivée, par animal), passant ainsi sous silence, le plus souvent sans en avoir conscience, les multiples ressources mobilisées : le carburant, l'eau, la main d'œuvre, les fertilisants, les produits phytosanitaires, les semences...

Ainsi, l'analyse des performances des systèmes de production est faussée.

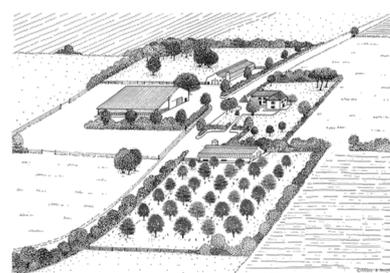
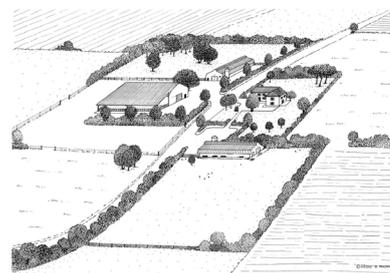
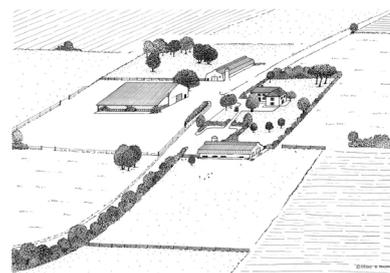
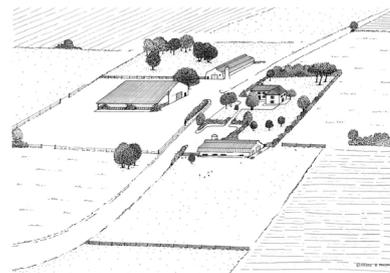
Dans un monde fini aux ressources limitées, il s'agit de se pencher sur les volumes de production, mais aussi sur le rendement réel des différentes pratiques agricoles.

On considérera bien sûr avec une attention particulière le rendement par unité de ressources non renouvelables ou particulièrement peu disponibles, qu'il faudra maximiser. Les énergies fossiles d'abord, qui sont présentes en filigrane derrière tous les intrants chimiques ; l'eau ensuite, qui dans un contexte de changement climatique avéré et croissant revêt plus que jamais une importance stratégique pour l'avenir de l'agriculture.

En ce qui concerne la terre agricole, il s'agit de toute évidence d'une ressource limitée, sur laquelle la contrainte est de plus en plus forte (expansion démographique, urbanisation, etc.) **L'un des principaux défis consiste donc à maximiser la production par unité de surface, tout en garantissant la soutenabilité des pratiques.**

L'agriculture actuelle produit des biens alimentaires, mais aussi des problèmes environnementaux. **Quid de la perte de fertilité des sols ? Des émissions de GES ? De la pollution de l'eau ? De la destruction de la biodiversité ?** Quelle est la valeur du rendement d'un champ de blé qui fournit une récolte de 100q quand les « inputs » ne sont pas tous pris en compte ? Quand « l'output » eau est pollué ? À ce stade, « l'output eau » devient une charge, c'est-à-dire un « input » coûteux à gérer pour la société. Dorénavant, pour progresser, il s'agit de faire un bilan économique et environnemental de la production, et de faire en sorte que le solde soit (très) positif !

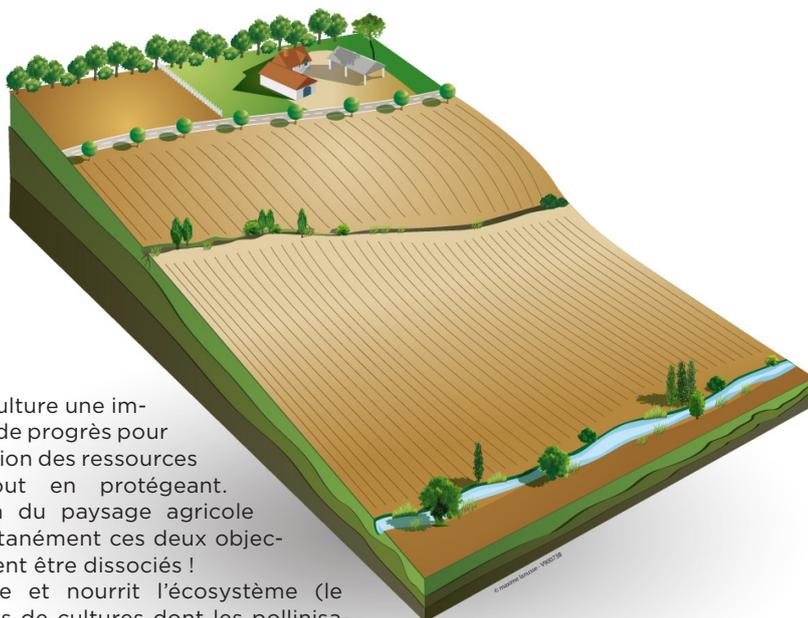
C'est à toutes ces facettes essentielles du « vrai rendement », et aux enjeux clés qui en découlent, qu'entend justement répondre l'approche détaillée dans ce document. **D'abord en valorisant au mieux l'espace (dans ses trois dimensions) et le temps, grâce à l'association et la « superposition » de différentes productions aux vocations multiples, tout au long de l'année** (alimentation humaine ou animale, énergie, matériaux de construction, fibre textile, substances à usage médicinal ou cosmétique etc.). Ensuite en construisant des systèmes davantage résilients et autonomes, afin de progresser vers une plus grande sobriété en ressources naturelles stratégiques (énergies non renouvelables, eau). **La plante devient l'intrant principal, l'arbre fait son retour pour une agriculture qui conserve et construit la fertilité des sols, produit de la biodiversité, fournit de l'eau propre, stocke du carbone...**



Une situation de transition assez fréquente : de l'arbre pour paysager, aux haies en bord de parcelle, vers une systématisation à l'échelle de l'exploitation... La conversion des pratiques et des systèmes se fait en quelques années.

De la parcelle au territoire : l'agroforesterie « intégrée » prête pour le changement d'échelle !

Le paysage agricole majoritaire aujourd'hui



Il existe en agriculture une importante marge de progrès pour améliorer la gestion des ressources et produire tout en protégeant. Chaque fraction du paysage agricole doit servir simultanément ces deux objectifs, qui ne peuvent être dissociés ! Plus on protège et nourrit l'écosystème (le sol, les auxiliaires de cultures dont les pollinisateurs...) plus on améliore le « vrai rendement » et donc la rentabilité !

Des ressources naturelles



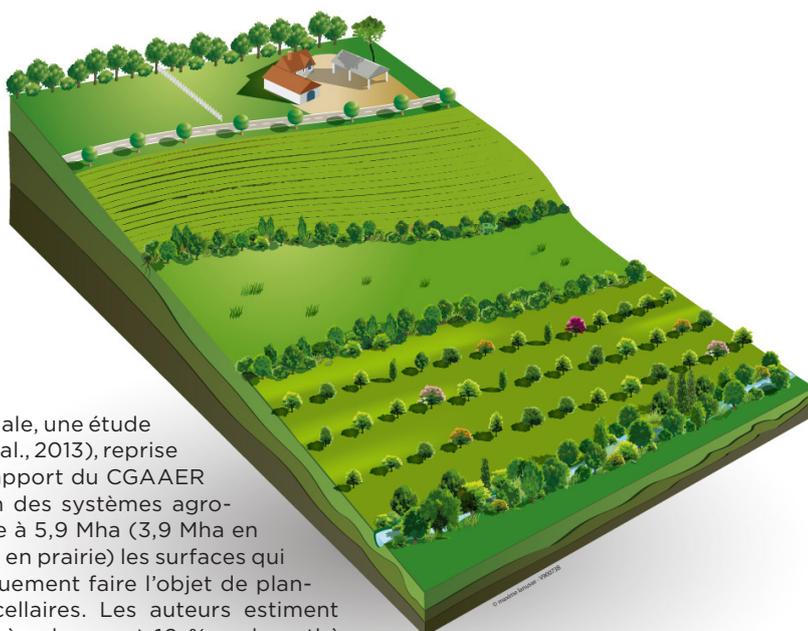
Des intrants



Des produits



Ce que permet l'association de l'agroforesterie et de la couverture végétale des sols



À l'échelle nationale, une étude INRA (Pellerin et al., 2013), reprise dans le récent rapport du CGAAER sur la promotion des systèmes agroforestiers, estime à 5,9 Mha (3,9 Mha en cultures et 2 Mha en prairie) les surfaces qui peuvent techniquement faire l'objet de plantations intraparcellaires. Les auteurs estiment à 4 % en hypothèse basse et 10 % en hypothèse haute les plantations intraparcellaires en 2030, soit entre 230.000 ha et 590.000 ha. S'agissant du linéaire de haies, cette étude fait l'hypothèse d'un redémarrage du bocage, qui représenterait de 1,2 à 2,4 Mha en 2030.

Des ressources naturelles



Des intrants



Des produits



L'agroforesterie « intégrée » : vers une optimisation des ressources et une dynamisation des territoires

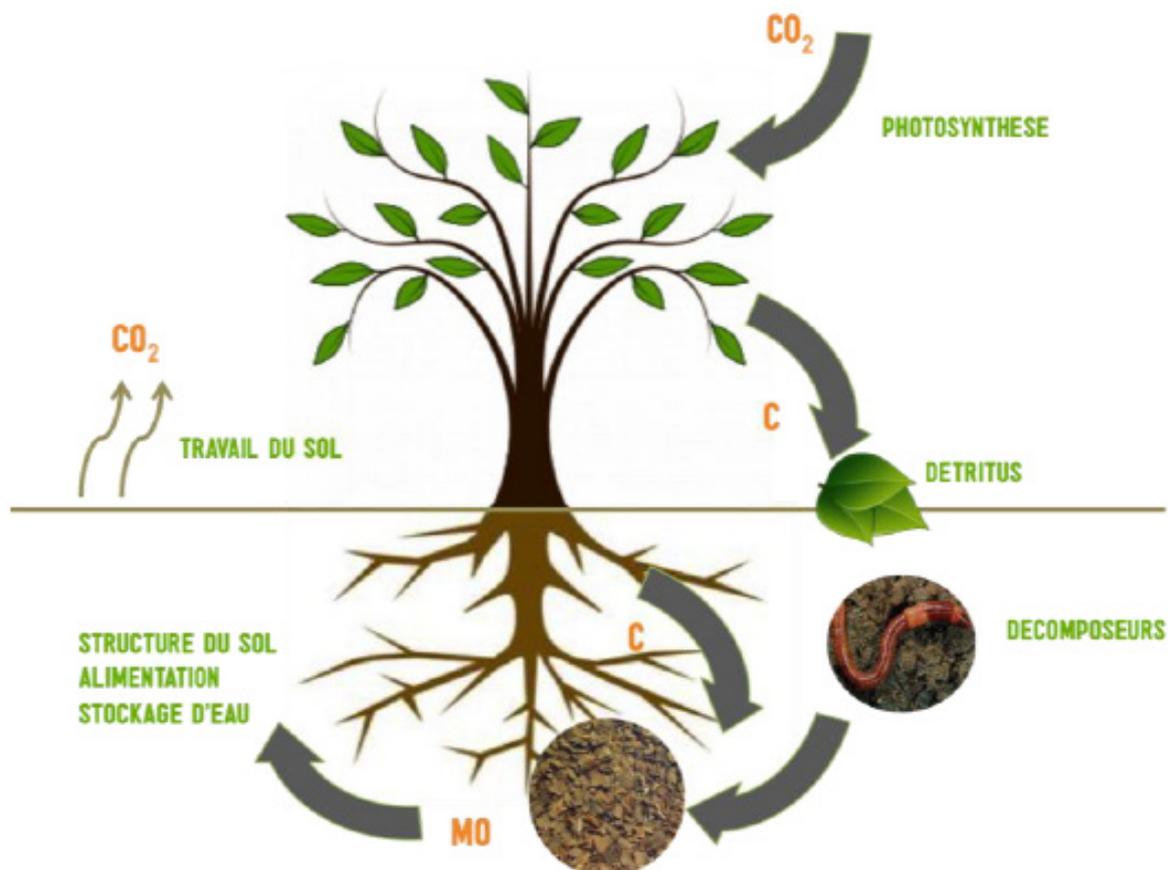
La fin du 20^e siècle a été riche d'enseignements. En Amérique du Sud, en croisant les savoirs agricoles traditionnels et modernes, une véritable « Rolls Royce agronomique » s'est mise en place : le SCV ou Semis direct sous Couvert Végétal (CIRAD). **Cette pratique est le fruit d'un développement participatif, d'une collaboration entre agronomes et paysans visant à résoudre les problématiques de la production agricole locale** : forte érosion hydrique, lessivage des sols, faible fertilité, déforestation et désertification. La pratique des SCV, qui écarte le travail du sol, permet une très forte production agricole tout en préservant l'environnement.

Côté français, une démarche de recherche-action portée par et pour des groupes locaux réunissant agriculteurs et acteurs du territoire, vise depuis des années déjà à construire des combinaisons végétales écosystémiques associant les savoir-faire développés en SCV et ceux issus de la « redécouverte » de l'agroforesterie depuis un quart de siècle. Dans un contexte de changement climatique, nul doute que cette alliance de la couverture végétale horizontale et verticale des sols s'avérera déterminante.

S'inspirer de la dynamique des écosystèmes naturels

Tous les sols de la planète tendent, lorsqu'ils sont laissés sans perturbation, à se couvrir d'une végétation qui, peu à peu, occupera l'intégralité de la surface disponible. À partir du sol nu une succession végétale se met en place et progresse, lorsque les conditions pédo-climatiques le permettent, jusqu'au stade le plus abouti : la forêt de feuillus.

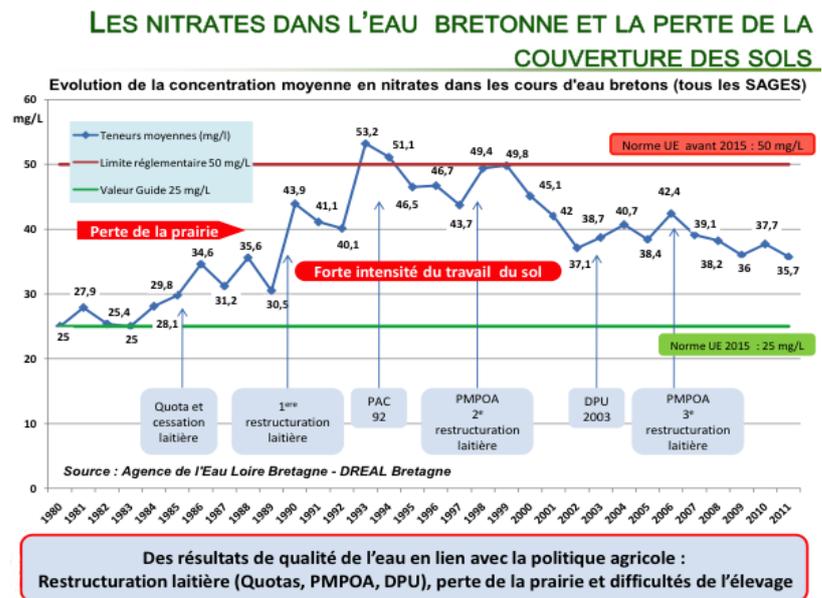
L'agriculture sait aujourd'hui s'inspirer de cette dynamique naturelle pour recréer les mécanismes écologiques qui assurent, dans ces écosystèmes spontanés et autonomes, le maintien de la fertilité des sols, le recyclage des déchets (évitant ainsi les pollutions) et la continuité des différents habitats existants (donc le maintien de la biodiversité hébergée) dans le temps et l'espace.



Le couple sol-plante est à la base du cycle de la fertilité.

Cette agriculture repose sur le génie végétal, c'est-à-dire sur la complémentarité du couple sol/plante, qui peut s'auto-entretenir indéfiniment. Le sol apporte à la plante les éléments minéraux indispensables à son développement, mais cette dernière se nourrit surtout, via la photosynthèse, du CO₂ de l'air (d'où provient 90% de sa matière sèche) et de l'hydrogène de l'eau (6% de la matière sèche végétale). La biomasse produite constitue à son tour la « nourriture » du sol, véritable usine de recyclage qui fait suite (et précède) l'usine de production qu'est la plante. La nature nous l'enseigne, la durabilité des agro-systèmes repose sur une restitution importante au sol de la matière organique que ce dernier a contribué à faire naître. **Le carbone, constituant essentiel de cette matière organique (qui est intégralement d'origine atmosphérique !), représente l'élément clé de la nutrition du sol** (d'où le terme parfois employé « d'agriculture du carbone »). L'humus, véritable liant organique (50 à 58% de carbone) agrégeant les constituants minéraux, est à la base de la fertilité et du maintien de l'intégrité physique des sols.

Depuis la mise en place de la PAC de 1958 et l'adoption des technologies de la révolution verte, les taux de matières organiques (donc d'humus) dans les sols européens ont fortement diminué. Ceci est principalement dû aux **pratiques culturales dégradantes pour l'état physique et/ou biologique du « système sol »** (travail mécanique, notamment avec retournement, absence de couverture végétale une partie de l'année, exportation systématique des résidus de récolte) et à cause de la conversion croissante des prairies en terres cultivées (IFEN, 2008). La destruction des prairies par les outils de travail du sol constitue la plus importante des atteintes au cycle de fertilité des sols. Les statistiques publiques peuvent être mises à contribution. Elles montrent, notamment en Bretagne où ce travail a été réalisé, une **corrélation forte entre la disparition des prairies liée à la restructuration de l'élevage à la suite de l'instauration des quotas laitiers (1984) et la chute du taux de matières organiques des sols** en question (Figure ci-dessus). Ce phénomène a des conséquences directes sur la pollution des eaux souterraines et de surface, l'érosion... et la fertilité des sols.



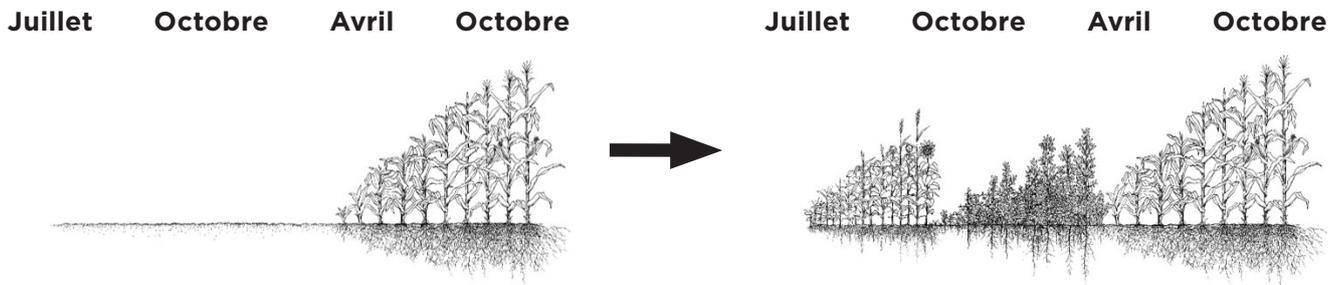
À l'inverse, **un sol vivant et pleinement fonctionnel induit un cycle vertueux** : meilleure santé des plantes et qualité nutritionnelle des productions, diminution des besoins en intrants, augmentation des rendements, stimulation de la biodiversité, etc. Bien sûr, lorsque cela s'avère nécessaire, ces sols peuvent recevoir sans problème particulier une fertilisation raisonnée.

Mieux valoriser l'énergie solaire, premier carburant de l'agriculture !

Illimitée et gratuite, l'énergie solaire est sous-utilisée par l'agriculture, qui paradoxalement sur-utilise les énergies fossiles, importées en totalité. Comment optimiser la captation de l'énergie solaire pour accroître le rendement en biomasse et donc en ressources valorisables ? Cela implique de **maximiser le niveau de photosynthèse par unité de surface**, en assurant une couverture végétale des sols la plus abondante possible, tout au long de l'année. L'agriculture qui a le meilleur rendement énergétique est celle qui abandonne le travail du sol et remplace les intrants fossiles par de l'énergie renouvelable : des plantes à profusion et diversifiées, pour capter du soleil, du CO₂ et de l'azote atmosphérique en quantité... le tout en circuit court et sans le moindre frais !

Quelques chiffres clés

- Dans un système « monoculture de maïs », 50% du rayonnement solaire disponible annuellement touche le sol sans avoir participé à la photosynthèse.
- Dans un système de polyculture classique, c'est 20 à 30% de ce rayonnement qui est perdu.
- Le système de polyculture élevage est le système conventionnel le plus performant : il couvre les sols de 80 à 100% du temps !



Succession culturale revue chez un agriculteur afin de bénéficier au maximum de l'énergie solaire. Couverture du sol pendant l'interculture grâce à des couverts végétaux et des méteils.

Carbone et fertilité : l'agriculture au chevet du climat...et du sol qui la porte !

L'Union Européenne s'est fixé un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 20% d'ici à 2020 (par rapport aux niveaux d'émission mesurés en 1990). La France doit faire un effort conséquent. Ses émissions totales de GES représentent environ 557 Mteq CO₂ sur la période 2008 - 2012 (CITEPA, 2014). **Environ 18 % de ces émissions sont d'origine agricole, et l'objectif est de les diviser par 4 (DGEC, 2008).**

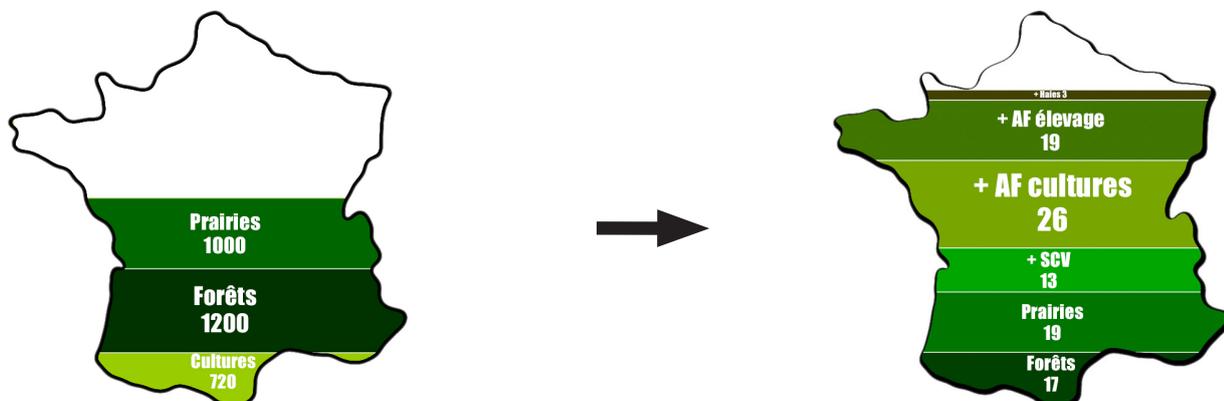
Notons que le bilan GES de l'agriculture présenté dans les statistiques officielles n'intègre pas les émissions de CO₂ provenant de l'oxydation des matières organiques provoquée par le travail du sol. Pourtant, tout porte à croire que ce flux n'est pas négligeable. La chute de 1% du taux de matières organiques d'un sol (MOS) représente une perte d'environ 40 tonnes à l'hectare, entraînant l'émission de 23 t de carbone (soit 85 t de CO₂) et la minéralisation de 2,3 t d'azote, qui produiront des nitrates lixiviables.

En 60 ans, la Ferme France a perdu environ 3% de MOS sur sa surface en céréales (passage de 5 à 2%), soit 120 t/ha. Les émissions de CO₂ qui en résultent représentent 7,4 t/ha/an et la production d'azote organique 200 kg/ha/an. **Ainsi, l'agriculture française travaillant les sols (env. 13 millions d'ha, Agreste) produit 96 Mt de CO₂ annuellement, ce qui fait plus que doubler les émissions de GES de l'agriculture française : passage d'une pollution de 90 à 186 Mteq CO₂ (CITEPA, 2014).**

L'agriculture et les GES : le carbone comme dénominateur commun

Contrairement à une idée reçue couramment répandue, le CO₂ émis par les activités agricoles ne représente qu'environ 10% de la contribution de l'agriculture au changement climatique.

Le méthane-CH₄-, dont le potentiel de réchauffement est 25 fois supérieur à celui du CO₂, apparaît comme un contributeur bien plus important (env. 40%). Mais surtout, l'empreinte climat du secteur est principalement liée aux émissions de protoxyde d'azote - N₂O - (potentiel de réchauffement = 298 fois celui du CO₂) qui est un gaz non carboné. Pour autant, relever le défi de la matière organique et de la fertilité biologique des sols (donc du carbone) permet d'agir simultanément sur les trois GES majeurs émis par l'agriculture. En effet, protoxyde d'azote et méthane agricoles sont en grande partie émis en conditions d'anaérobiose, dans des sols souvent compactés et dégradés.



A gauche : Estimation de la quantité de carbone actuellement stockée dans les écosystèmes à l'échelle nationale (MtC).

A droite : Mise en perspective du potentiel de séquestration annuel des pratiques de couverture des sols et d'agroforesterie généralisées à l'ensemble des surfaces favorables, au regard des quantités stockées chaque année par les puits de carbone déjà existants : forêts et prairies (MtC/an). La mise en oeuvre à grande échelle d'une agriculture du « génie végétal » pourrait permettre jusqu'à un quasi-triplement des puits de carbone terrestres de l'hexagone (passage de 36 à 97 MtC/an).

Aussi, quatre niveaux d'actions complémentaires peuvent être identifiés pour améliorer le bilan CO₂ des systèmes de production agricole :

1) Limiter le besoin en interventions (donc le nombre de passages dans les champs et l'utilisation d'énergies fossiles) en élaborant des systèmes plus autonomes et résilients. Le travail du sol, source de perturbation majeure du milieu et opération particulièrement énergivore, est visé en tout premier lieu. À titre d'exemple **le semis direct divise par deux la consommation de carburant.**

2) Limiter le besoin en intrants chimiques (engrais et produits phytosanitaires) qui nécessitent une quantité considérable d'énergies fossiles pour être produits et transportés. Des systèmes à intégration agroforesterie/couverts végétaux permettent, après quelques années seulement, une réduction significative du recours à ces intrants.

3) Produire de la biomasse énergétique, qui pourra se substituer aux énergies fossiles, soit directement en agriculture (ex. séchoir à maïs) soit pour une utilisation dans d'autres secteurs de la société (ex. chauffage des bâtiments des collectivités, des habitations, etc.).

4) Privilégier des pratiques agricoles séquestrant du carbone, pour reconstituer le stock de matières organiques des sols, déterminant essentiel de la fertilité. Le potentiel de séquestration carbone d'une pratique agricole est aujourd'hui facile à estimer. En travaillant sur la bibliographie de l'INRA, les recherches déjà réalisées permettent d'identifier une méthodologie simple et efficace pour mesurer la séquestration ou le destockage de carbone des sols. En effet, le bilan humique de Hénin-Dupuis (Arrouays, 2002) et l'équation de Machet (Wyllemann, 1999) revisités par les travaux de Attard et al. (2011) permettent de calculer rapidement le gain ou la perte de carbone à l'hectare suivant les pratiques agricoles, la nature du sol et le climat. **Ce travail est développé au sein du programme interrégional Agr'eau avec l'aide de l'Agence de l'eau Adour-Garonne** et suivant la méthodologie mise en place par l'IAD (voir p. 19).

Par ailleurs, le « Millenium Ecosystem Assesment », réalisé par l'ONU en 2003 et repris par la FAO en 2007, démontre que tous les services écologiques réclamés par la société (eau et alimentation de qualité, matériaux, énergies renouvelables, régulation du climat, pollinisation, paysages...) reposent sur une agriculture qui améliore la fertilité, donc augmente le niveau de photosynthèse et le taux de matières organique dans les sols.

Agriculture, photosynthèse, carbone et fertilité

A Du modèle agricole « classique », dépendant des intrants...

Une grande partie du potentiel photosynthétique est perdu car les sols ne sont couverts qu'une partie de l'année. **Seulement 7 tonnes de carbone organique sont produites par hectare** (Ghani-Eneland, 2009), avec tout au plus 3 tonnes qui reviennent au sol. Ce taux de restitution de la biomasse produite (40%), ne suffit pas à entretenir l'état énergétique du système. Celui-ci s'épuise peu à peu...

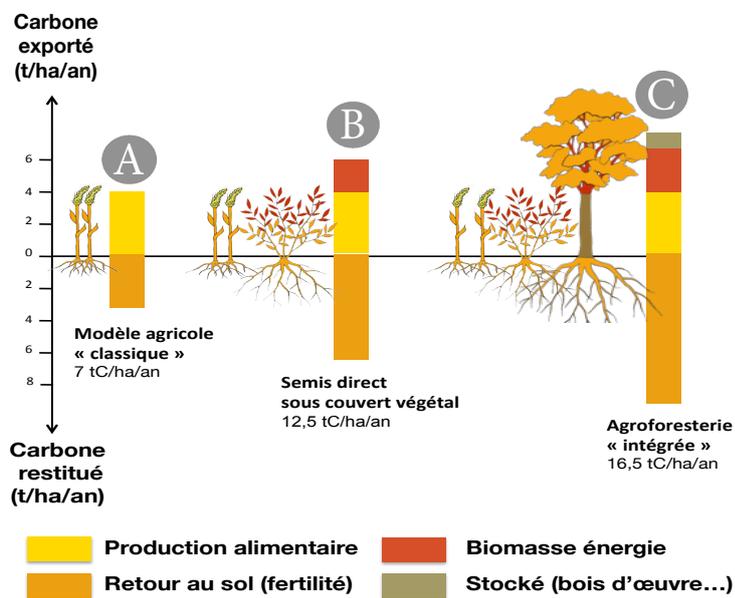
Dans ce modèle, la consommation d'énergie est importante (due en particulier au travail du sol et à l'utilisation d'intrants) et la production de biomasse est faible.

B À une agriculture plus autonome, mettant en œuvre le semis direct sous couvert...

Grâce aux semis sous couverts il est possible de produire, sur une surface donnée, au moins deux cultures par an : alors que la première conserve sa finalité alimentaire, la seconde peut soit être mise à profit dans la reconstruction du capital carbone du sol, soit être utilisée en valorisation énergétique. Cela permet d'augmenter le niveau de photosynthèse (et donc la quantité d'énergie solaire captée) par unité de surface. **La production de carbone organique atteint 12,5 tonnes par hectare.** Ce système économise l'énergie fossile, optimise l'énergie solaire, produit de l'énergie renouvelable (CCE, 2008). Pour une production alimentaire équivalente (voire augmentée !), ce modèle nourrit le sol environ trois fois plus qu'avec le modèle « classique », entretient la fertilité, pérennise le système de production (Dupraz et al. 2005).

C Et associant l'arbre, dans le cadre d'une agroforesterie « intégrée »

Le niveau de photosynthèse est encore augmenté. La production alimentaire est maintenue et la fertilité du système améliorée par un retour au sol de près de 9 tC/ha/an. L'association, tout au long de l'année, de cultures principales et intermédiaires classiques (couverture horizontale) et d'espèces ligneuses de toutes tailles (couverture verticale) permet de **produire 16,5 tonnes de carbone organique par hectare et par an.** Les sols sont améliorés grâce à l'apport de lignine. La production d'énergies renouvelables est encore augmentée par la valorisation d'une partie de la biomasse ligneuse produite (taille, élagage, recépage, émondage).



Potentiel de stockage de Carbone



Décloisonner production et préservation : l'exemple de la gestion de l'eau

L'arbre agroforestier protège. Non seulement les cultures ou les animaux, mais aussi le sol et l'eau. Il joue un rôle de climatiseur réversible qui, d'une saison à l'autre, écarte tantôt le gel, tantôt l'insolation. L'ombre qu'il apporte et son effet brise-vent permettent de limiter les besoins en eau des cultures associées (évapotranspiration réduite ; Dupraz, 2007).

Son réseau racinaire profond filtre l'eau et favorise son stockage dans le sol et les nappes phréatiques, assurant ensuite sa restitution lente et progressive en période sèche (phénomène d'ascenseur hydraulique).

Ainsi, dans un système agroforestier optimisé, les entrées d'eau sont augmentées tandis que les sorties sont diminuées. Ceci améliore considérablement le bilan hydrique, point critique de l'adaptation de l'agriculture au changement climatique en cours.



L'arbre agroforestier a la capacité de stocker plus de carbone que son homologue forestier, en produisant jusqu'à 3 fois plus de biomasse grâce à une vitesse de croissance supérieure (Gavaland et Burnel, 2005).

Réduire les intrants grâce à un sol vivant... ou comment traiter le problème à la source

Les expériences de terrain chez les agriculteurs montrent dans tous les cas des réductions en intrants :

- Baisse de la consommation de carburant grâce notamment à une réduction du travail du sol,
- Baisse des apports en azote grâce aux légumineuses des cultures intermédiaires et à la présence d'arbres agroforestiers,
- Réduction de l'irrigation grâce à l'amélioration du bilan hydrique et l'augmentation de la réserve utile en eau,
- Réduction de l'usage des produits phytosanitaires grâce à des sols riches et équilibrés, à la présence d'auxiliaires de cultures, à un désherbage moins fréquent...

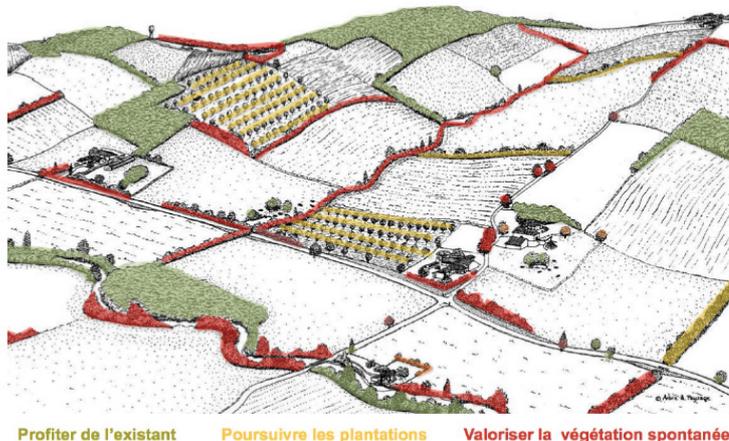
La recherche confirme ces observations. Il a été par exemple démontré que l'arbre agroforestier a la capacité d'aller puiser les éléments minéraux en profondeur, y compris au contact même de la roche mère, ces derniers étant ensuite restitués via la litière de feuilles dans les couches superficielles du sol, où ils profitent directement aux cultures associées.

Le SCV, esclave du glyphosate ?

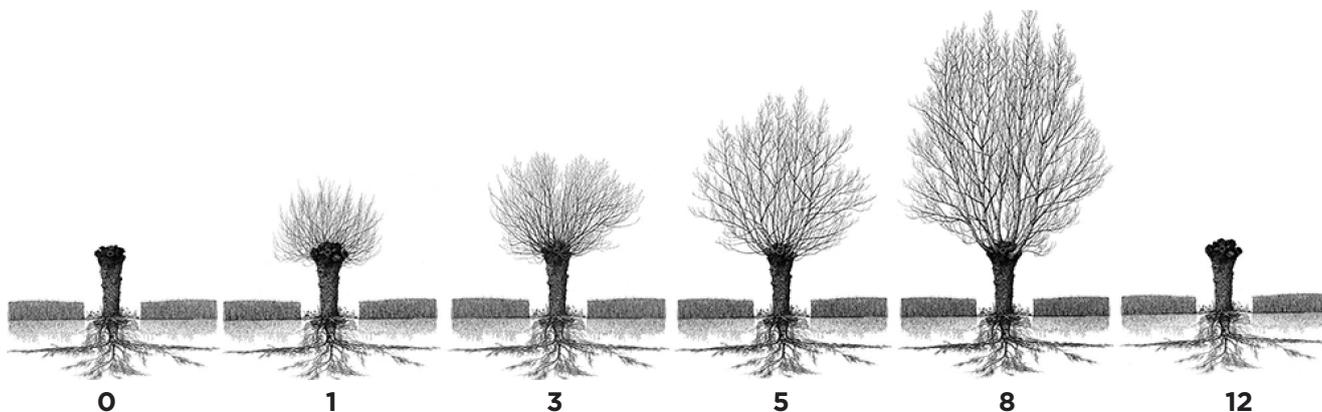
Le SCV se base sur une production maximale de biomasse végétale afin d'améliorer la fertilité physique, chimique et biologique des sols. Si, historiquement, les premiers essais impliquaient systématiquement l'utilisation du glyphosate (ou d'un autre herbicide) pour « contrôler » les couverts sans travailler le sol, des solutions alternatives existent désormais (destruction mécanique notamment), permettant de reléguer la chimie au rang de « filet de sécurité », voire de s'en passer totalement comme en témoignent les récents essais de mise en oeuvre du SCV en agriculture biologique.

Faire rimer biodiversité, biomasse et rentabilité : profiter de la végétation spontanée

La maximisation de la photosynthèse concerne les surfaces agricoles proprement dites, mais aussi les **zones de « délaissés »** telles que les bords de routes, de chemins, de voies ferrées ou encore les bandes tampons en bordure de cours d'eau. Il est urgent de valoriser ces espaces en laissant, partout où cela est possible, les ligneux se réimplanter afin qu'ils fournissent à l'ensemble de la société de précieuses ressources renouvelables et d'importants services. **Ces espaces représentent une surface cumulée considérable, aujourd'hui majoritairement improductive mais aussi souvent coûteuse en entretien et donc en énergies fossiles.** Passer d'un broyage/fauchage systématique à des stratégies de gestion sélectives et optimisées permettrait de produire de nouvelles ressources valorisables, qui pourraient venir compléter ou **redéployer des filières naissantes ou existantes** et développer des emplois locaux dans le bois énergie, la méthanisation, les matériaux de construction renouvelables, etc. En renforçant à l'échelle territoriale le maillage ligneux, dont les impacts positifs sur le cycle de l'eau, les sols, la biodiversité (pollinisateurs notamment !) ou même le micro-climat sont aujourd'hui reconnus, ce mode de gestion raisonné permet également de répondre aux principaux enjeux environnementaux. L'approche « agroforesterie intégrée » étendue à l'échelle du territoire suppose donc un travail concerté de tous les acteurs : agriculteurs mais aussi techniciens de rivière, collectivités territoriales, chasseurs, pêcheurs etc.



Profiter de l'existant Poursuivre les plantations Valoriser la végétation spontanée



La trogne, arbre aux mille usages né de la rencontre du génie végétal et du bon sens paysan :

Mode de conduite ancestral de l'arbre champêtre, la taille en têtard maximise (et pérennise !) la production de biomasse. Les branches sont récoltées à intervalles réguliers (tous les 5 à 15 ans) et valorisées en bois énergie, bois litière, BRF, fourrage ligneux... Véritable « arbre-écosystème » et figure de proue d'une agroforesterie optimisée, la trogne a encore, malgré ses 3000 ans d'histoire, de beaux jours devant elle !

Économie de l'exploitation et des territoires : intensifier, diversifier et pérenniser, pour une agriculture porteuse d'avenir

Les systèmes intégrant l'agroforesterie et les couverts végétaux renferment une très grande diversité végétale. En premier lieu parce que les essences implantées sont aujourd'hui multiples, locales et adaptées, mais également grâce à la régénération naturelle et aux zones enherbées aux pieds des arbres, qui sont autant d'espaces où la flore locale peut se développer.

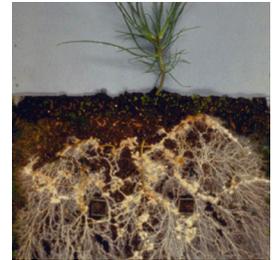
Cette hétérogénéité des milieux, des ressources et des couverts permet le développement d'une diversité faunistique remarquable (pollinisateurs, auxiliaires de culture, faune cynégétique). Ceci s'observe également au niveau souterrain, avec en particulier le **développement de mycorhizes qui augmentent le volume de sol accessible aux cultures** et les flux souterrains de carbone organique et de minéraux (phosphore notamment).



Hormis la réduction des coûts de production, donc l'augmentation de rentabilité que tout cela suppose, la diversité des ressources produites dans de tels systèmes permet aussi de garantir la pérennité de l'exploitation au plan économique (diversifier pour « diviser le risque »). En d'autres termes, la **résilience écologique et économique** sont étroitement liées, apportant une fois encore la preuve que produire et protéger sont un seul et même défi ! Notons par ailleurs que cette approche contribue à (re)développer une image positive de l'agriculture, qui deviendra sans aucun doute une vraie valeur ajoutée pour les productions de demain.

Les mycorhizes, sous traitants de la nutrition végétale

Dans un sol non travaillé, le développement des mycorhizes permet d'accroître considérablement la ressource disponible pour la nutrition végétale. Ces associations symbiotiques entre les racines des plantes et des champignons du sol forment un véritable réseau où circulent, y compris d'une plante à l'autre, de l'eau, des minéraux et de l'information. Sur la photo ci-contre, le système racinaire proprement dit de ce jeune arbre ne représente que 4% du réseau apparaissant en blanc.



L'initiation d'une politique agricole en lien avec la politique énergétique permettrait de créer plusieurs centaines de milliers d'emplois qualifiés en 15 ans (Ghani-Eneland, 2009).

Des retours d'expérience et une reconnaissance

Une démarche collective d'amélioration continue, pour dépasser les clivages et se projeter vers l'avenir

Ces agrosystèmes complexes développés et affinés collectivement par des groupes d'acteurs innovants aux quatre coins de la France agricole, donnent d'ores et déjà des résultats prometteurs. **Dans des contextes socio-économiques et pédo-climatiques très diversifiés**, le changement d'approche est motivé tantôt par la confrontation à une impasse technique, tantôt par une volonté de diversification et d'autonomisation des systèmes de production... ou parfois simplement par un goût pour l'expérimentation et la découverte de nouvelles techniques. Les rencontres « bout de champs » chez les agriculteurs pionniers participent largement à créer le « déclic » qui pousse les uns et les autres à mettre en pratique, chacun à son rythme, cette nouvelle agriculture. Celle-ci suppose systématiquement l'adoption d'**un nouveau cadre de réflexion, centré sur l'agronomie et les mécanismes qui régissent la fertilité organo-biologique des sols**.

Ces systèmes résolument intensifs en production, mais aussi en connaissance et savoir-faire, encouragent et accompagnent la transition vers **une agriculture plus durable, parfaitement en phase avec les principes de l'agroécologie**. Développés sur la base de savoirs traditionnels et des résultats récents de la recherche scientifique, ils sont **potentiellement adaptables à tous les contextes et toutes les échelles**. Associant production agricole et protection de l'environnement, ils sont parfaitement compatibles avec toutes les politiques et réglementations actuelles ou à venir.



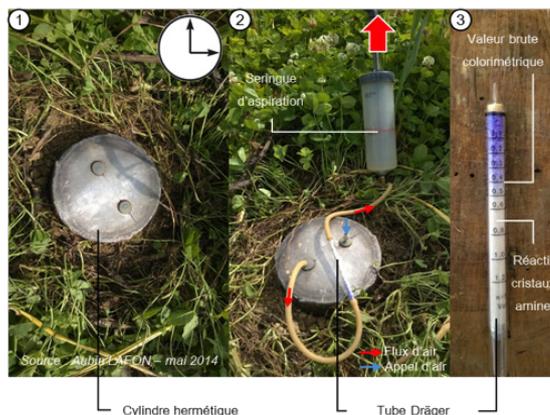
L'agroforesterie intégrée contribue au maintien d'un patrimoine culinaire (porcs noirs gascons, poulets fermiers de Loué, pois carré...), à la relocalisation des productions et à leur diversification.

Objectiver les avancées et leurs résultats : des indicateurs précis pour une évaluation rigoureuse des performances

Agr'eau : un programme de R&D interrégional porté par et pour les agriculteurs

Acquérir des références technico-économiques permettant d'évaluer les nouvelles pratiques agricoles développées sur le terrain est une étape essentielle. C'est l'un des objectifs clés du programme **Agr'eau**, qui s'appuie pour cela sur un **réseau de 300 fermes comprenant des fermes pilotes mis en place avec l'aide des associations d'agriculteurs sur tout le bassin versant de l'Adour-Garonne**.

Un protocole a été élaboré pour effectuer un suivi à l'échelle de la ferme et de la parcelle, grâce à des indicateurs robustes, simples et facilement appropriables. Ce travail, réalisé sur une durée de 3 ans, a vocation à capitaliser et mutualiser les expériences de terrain afin de démultiplier la « puissance innovante » de la base et de permettre à tous les acteurs du secteur agricole, unis autour de ces agriculteurs pionniers, d'avancer ensemble vers des pratiques plus performantes et plus durables. La recherche scientifique joue évidemment un rôle central dans l'optimisation de cette démarche.



Suivi à l'échelle de la ferme, pour une agriculture triplement performante

Le logiciel Indiciades* est utilisé pour faire un diagnostic complet de la durabilité des fermes (dimensions agro-environnementale, sociale et économique). Cela permet de faire un état des lieux des performances initiales de chaque ferme, puis d'évaluer les progrès réalisés.

Suivi à l'échelle de la parcelle innovante : qualité des sols couverts

Il s'appuie sur des mesures des 3 caractéristiques de la qualité des sols agricoles : physique, chimique et biologique.

Analyse comparative des pratiques culturelles anciennes et nouvelles

L'objectif est d'évaluer l'impact du changement de pratiques sur :

- Les rendements, la séquestration de carbone dans les sols et les principales pollutions agricoles ;
- Les résultats technico-économiques (coûts de production, chiffre d'affaire et résultat).
- Le « temps de travail tracteur ».

Tous les résultats sont exprimés en pourcentage et sont pondérés en fonction des performances des anciennes pratiques culturelles. Ils sont systématiquement présentés sous forme de diagrammes comparatifs.

Des agriculteurs épanouis et partageurs, avec des compétences nouvelles



Ces agriculteurs pionniers et fervents défenseurs de cette nouvelle agriculture sont une minorité dans le paysage agricole français. Toutefois, ils ne manquent pas de se mobiliser afin de partager et diffuser leurs connaissances et savoir-faire, sur une approche transversale qui rassemble bien au-delà des acteurs de l'agriculture proprement dits.

La mise en commun des enseignements tirés de la pratique permet d'accélérer la progression vers un développement durable à l'échelle d'un bassin versant, d'une région de production ou d'un territoire. Bien que peu soutenus, voire esseulés, ces « agriculteur-chercheurs »

persévèrent et se forment si nécessaire, avec pour objectif d'être à la pointe dans leur domaine. Sur le plan social, ils estiment que leur métier a davantage de sens et qu'il est aujourd'hui en phase avec les attentes de la société et les enjeux contemporains. Par ailleurs, ils considèrent que les arbres intégrés aux systèmes de production contribuent à améliorer leur cadre de vie et de travail.

* <http://www.indiciades.fr/>

Aperçu des résultats obtenus sur 6 fermes innovantes du réseau Agr'eau

Les tableaux ci-dessous indiquent, pour **6 fermes-pilotes du réseau Agr'eau**, l'influence du **changement de pratiques culturales (niveau de couverture et de travail du sol)** sur la **production annuelle de carbone organique à l'hectare**.

La baisse, dans certains cas, de la quantité de carbone disponible pour la consommation humaine et animale, alors même que la production totale augmente notablement, dénote une **dynamique de reconstitution du stock de matières organiques du sol**. Ce phénomène transitoire est parfois indispensable pour envisager, à plus long terme, une augmentation significative et durable de la productivité du système.

Notons que, dans cette étude, la production de biomasse liée aux arbres agroforestiers n'a pas été prise en compte.

		2000 Maïs en Labour	2014 Couvert végétal + Méteil + Maïs en SCV	Variation
AGRICULTEUR A Conventionnelle_SCV_2010 (polyculture-élevage)	Quantité totale de carbone organique produite (t/ha/an)	9,5	22,5	+ 13,0
	Dont quantité destinée à la consommation (humaine et animale)	4,0	9,6	+ 5,6
	Et quantité de carbone restituée au sol	5,5	12,9	+ 7,4
	Bilan carbone du sol (t/ha/an)	-0,6	+ 1,6	+ 2,2

		2011 Blé en Labour	2014 Couvert végétal + Blé en SCV	Variation
AGRICULTEUR C Biologique_TCS_2013 (polyculture)	Quantité totale de carbone organique produite (t/ha/an)	2,9	4,2	+ 1,3
	Dont quantité destinée à la consommation (humaine et animale)	1,2	0,8	-0,4
	Et quantité de carbone restituée au sol	1,7	3,4	+ 1,7
	Bilan carbone du sol (t/ha/an)	-0,2	+ 0,5	+ 0,7

		2008 Blé en Labour	2014 Couvert végétal + Blé en TCS	Variation
AGRICULTEUR B Conventionnelle_TCS_2013 (polyculture)	Quantité totale de carbone organique produite (t/ha/an)	5,6	7,8	+ 2,1
	Dont quantité destinée à la consommation (humaine et animale)	2,4	2,0	- 0,4
	Et quantité de carbone restituée au sol	3,3	5,8	+ 2,5
	Bilan carbone du sol (t/ha/an)	-0,5	+ 0,6	+ 1,1

		2000 Maïs en Labour	2014 Couvert végétal + Maïs en SCV	Variation
AGRICULTEUR E Conventionnelle_SCV_2013 (polyculture)	Quantité totale de carbone organique produite (t/ha/an)	9,5	8,6	-0,9
	Dont quantité destinée à la consommation (humaine et animale)	4,0	2,7	- 1,3
	Et quantité de carbone restituée au sol	5,5	5,9	+ 0,4
	Bilan carbone du sol (t/ha/an)	+ 0,2	+ 0,7	+ 0,5

		2004 Soja en Labour	2014 Couvert végétal + Soja en SCV	Variation
AGRICULTEUR D Conventionnelle_SCV_2012 (polyculture-élevage)	Quantité totale de carbone organique produite (t/ha/an)	2,4	6,5	+ 4,1
	Dont quantité destinée à la consommation (humaine et animale)	1,0	1,0	0
	Et quantité de carbone restituée au sol	1,4	5,5	+ 4,1
	Bilan carbone du sol (t/ha/an)	-0,6	+ 1,5	+ 2,1

		2009 Maïs ensilage en Labour	2014 Couvert végétal + Maïs ensilage en SCV	Variation
AGRICULTEUR F Conventionnelle_SCV_2013 (polyculture-élevage)	Quantité totale de carbone organique produite (t/ha/an)	14,1	15,8	+ 1,7
	Dont quantité destinée à la consommation (humaine et animale)	10,1	11,3	+ 1,2
	Et quantité de carbone restituée au sol	4	4,5	+ 0,5
	Bilan carbone du sol (t/ha/an)	+ 2,0	+ 3,1	+ 1,1

Références bibliographiques

Aertsens J., De Nocker L. et Gobin A. 2013. Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. *Land Use Policy* 31, 584-594.

Attard E., Le Roux X., Laurent F., Chabbi A., Nicolardot B. et Recous, S. 2011. Impacts de changements d'occupation et de gestion des sols sur la dynamique des matières organiques, les communautés microbiennes et les flux de carbone et d'azote. *Étude et Gestion des Sols*, 18 (3), 147-159.

Bolin, B., Sukumar, R., Ciais, P., Cramer, W., Jarvis, P., Kheshgi, H., et Steffen, W.. 2000. *Global perspective*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 23-51.

CCE, 2008. Soil Carbon Managements Offsets.

CITEPA, 2014. Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et du Protocole de Kyoto.

D. Arrouays. 2002. Contribution à la lutte contre l'effet de serre : Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Expertise INRA.

DGEC (Direction générale de l'énergie et du climat), 2008. Facteur 4, La réponse au défi climatique. 4 pp.

Disponible sur www.chicagoclimatex.com.

Dupraz C., 2007, Agroforesterie : impacts des arbres agroforestiers sur les cycles hydrologiques et biogéochimiques. Note de synthèse.

Dupraz C., Burgess P., Gavaland A., Graves A., Herzog F., Incoll L., Jackson N., Keesman K., Lawson G., Lecomte I., Liagre F., Mantzanas K., Mayus M., Moreno G., Palma J., Papanastasis V., Paris P., Pilbeam D., Reisner Y., Vincent G., Werf Van der W., 2005. *Synthesis of the Silvoarable Agroforestry for Europe Project*. INRA-UMR System Editions, Montpellier, 254 pp.

Gavaland A., Burnel L., 2005. Croissance et biomasse aérienne de noyers noirs. *Chambres d'agriculture*.

Ghani-Eneland M. 2009. Des emplois sobres en carbone pour l'Europe : Opportunités actuelles et perspectives futures. WWF, European Policy Office.

Hamon X., Dupraz C. et Liagre F., 2009. L'agroforesterie: outil de séquestration du carbone en agriculture. 17 pp.

IFEN (Institut français de l'environnement), 2008. Le stock de carbone dans les sols agricoles diminue. pp. 1-3.

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

Thevathasan NV. et Gordon AM. 2004. Ecology of tree intercropping systems in the North temperate region : experiences from Southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* n°61. pp. 257-268.

Wylleman R. 1999. Caractérisation et modélisation de l'évolution des stocks de matière organique des sols de grande culture en Picardie. Rapport de fin d'étude. INRA Laon, 87 pp + annexes.

Annexe : Exemple de fiche ferme réalisée dans le cadre du programme Agr'eau

FICHE FERME



POLY CULTURES -ÉLEVAGE BOVINS-LAIT SOUS COUVERTS PERMANENTS

Christian Abadie
Estampes (32)

L'EXPLOITATION

- EARL Abadie
108 ha SAU
75 vaches laitières Prim'Holstein (600 000L)
Cultures maïs, soja, blé tendre, orge, luzerne, prairies temporaires et permanentes, méteil (blé, avoine, pois fourrager, vesce velue)
Moyens humains : 2 UTH
Parc matériel :
 - semoir monograine SOLA 9 rangs à 37,5
 - 4 Tracteurs de 68 cv à 115 cv (dont élevage)
 - Pulvérisateur et épandeur d'engrais 21 m



L'HISTORIQUE

- 1983** : Installation dans l'exploitation familiale en agriculture conventionnelle, monoculture de maïs.
2000 : constat appauvrissement considérable des sols. taux MO tombé à 1,5%. Baisse de moitié en 20 ans.
2001 : Installation du premier couvert
2002 : Arrêt total du labour sur toute l'exploitation, passage immédiat (sans transition) et mise en place de couverts végétaux : toutes les cultures de printemps et d'hiver sont implantées en Semis direct (SD) strict.
2011 : Recherche d'autonomie en protéines pour son troupeau
2013 : Projet de plantation en agroforesterie
Accompagné par Agrodoc et IAD

DÉMARCHE

Objectif : couverture permanente et nourrir le sol.

- Récolter 30 % des surfaces en couvert végétal d'interculture et de laisser le reste pour le sol.
Intérêt du double soja pour double culture car économe en intrants
Plus le sol vivant est nourri avec des fibres carbonés fraîches (pailles, racines, résidus, chaumes), plus il produit donc un maximum de résidus est laissé au sol.
Un travail de recherche d'autonomie en protéines sur l'exploitation est en cours afin de réduire la quantité de maïs dans ensilage de méteil et produire toute l'alimentation du troupeau sur l'exploitation.

LA RESSOURCE EN EAU

La commune d'Estampes est située sur le bassin de l'Adour en zone sensible aux pollutions. Elle est traversée par le bouès, affluent de l'Arros. Aujourd'hui, on constate une baisse générale de la fertilité des sols engendrant l'augmentation de l'érosion des terres, le transfert de résidus de produits phytosanitaires et fertilisants, et la diminution de la réserve utile en eau. Au vu de ces dysfonctionnements, le syndicat d'aménagement des vallées du bassin de l'Arros a initié une démarche de ralentissement dynamique sur un secteur de la vallée de l'Arros.



LE CONTEXTE PÉDOCLIMATIQUE

- Exploitation située dans l'astarac, à la limite du Gers et des Hautes Pyrénées.
Peu de pente. Sol limoneux pauvres en argiles à tendance acide (pH 6,5).
Boulbènes peu profondes certainement caillouteux.

