

16° RENCONTRES INTERSOLOGNOTES

Guillaume BENOIT

Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts
Membre du Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et
des Espaces Ruraux ; membre correspondant de l'Académie
d'Agriculture de France

**TRANSITIONS ET INNOVATIONS AGRO-ECOLOGIQUES
ENJEUX ET SOLUTIONS, DU LOCAL AU GLOBAL**

Guillaume Benoit, Ingénieur agronome Paris-Grignon (1975) et Ingénieur du Génie Rural et des Eaux et Forêts (1980) est ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts, membre du Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux (CGAAER), membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, président du groupe eau, développement rural et sécurité alimentaire du Partenariat français pour l'eau.

Son début de carrière (1981-1987), consacré à l'aquaculture en qualité d'ingénieur de recherche au CEMAGREF puis de chargé de mission au Ministère de l'agriculture, lui donna l'occasion de s'intéresser à la Sologne. Il s'est ensuite consacré à l'action territoriale en espace rural, d'abord outremer comme commissaire à la rénovation rurale des Hauts de la Réunion (Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'action régionale ou DATAR, 1987-1992), puis comme directeur du Parc national des Cévennes (1992-1998).

Ses fonctions officielles l'ont conduit ensuite à conduire des analyses prospectives et stratégiques sur le développement et l'environnement, d'abord à l'échelle du Bassin méditerranéen, puis au Maroc et, depuis 2010, dans le cadre du CGAAER.

Guillaume Benoit est l'auteur de plusieurs rapports récents sur des sujets qui intéressent particulièrement les Solognots et le CCAS, dont : « La France et ses campagnes, 2025-2050 ; regards croisés filières et territoires » (CGAAER 2013) et « Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique » (CGAAER, 2015). Il a aussi initié en 2013 avec le président du CGDA (Maroc) et le soutien de l'Agence française de développement (AFD) la plate-forme de réflexion Nord-Sud 'SESAME' sur la gestion des ressources et le développement rural en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest.

ORIGINE, DIMENSIONS ET DEFINITIONS DE L'AGROECOLOGIE

L'agro-écologie est à la fois une pratique, une science et un mouvement.

En tant que pratique, l'agroécologie date probablement de la naissance de l'agriculture.

Par exemple, Olivier de Serres affirme dans son célèbre « Théâtre de l'agriculture et mesnage des champs », publié en 1600, que « le fondement de l'agriculture est la connaissance du naturel des terroirs que nous voulons cultiver ».

La pisciculture d'étang en Chine est un bon exemple de gestion agro-écologique performante¹, née il y a plusieurs millénaires.

Il faudra pourtant attendre les années 1930 pour que le terme « agroécologie » apparaisse et se développe dans la littérature scientifique². L'origine du mot tient sans doute dans l'idée que l'intensification de l'agriculture par un recours massif à la chimie et au pétrole, et souvent au prix de la destruction mécanique des sols, allaient causer des problèmes de plus en plus sérieux aux agriculteurs

Dans les années d'avant-guerre, le problème de l'agriculture non durable se posait notamment dans les grandes plaines du sud des Etats-Unis (Oklahoma, Kansas, Texas) car les sols, fragilisés par le labour et les grandes sécheresses, s'envolaient avec pour conséquence la ruine de l'écosystème autant que celle des agriculteurs.

Ce phénomène du « *Dust Bowl* » (tempêtes de poussières) a marqué les esprits : souvenez-vous des « Raisins de la Colère » le roman de Steinbeck, publié en 1939, qui a valu le prix Pulitzer à son auteur en 1940, puis du film sorti en 1940.

¹ La bonne utilisation des fumures animales, l'association de plusieurs espèces de carpes et la bonne gestion des eaux et de l'écosystème permettent une production de l'ordre d'une tonne de poisson par ha et par an sans aucun apport d'aliments.

² Le premier ouvrage scientifique à utiliser le terme « agroécologie » (« *Agroecological characteristics description and classification of the local corn varieties chorotypes* ») est celui d'un agronome russe du nom de Bensin et date de 1928,

Le problème du *Dust Bowl* était tel qu'il a obligé à repenser ensemble l'agriculture et l'écosystème. L'agriculture de « conservation des sols » (ACS), une approche agro-écologique particulièrement intéressante pour la Sologne et pour le monde (voir ci-après), y trouve en partie ses origines.

Le nombre de travaux sur l'agroécologie, à la rencontre de la science agronomique et de la science écologique, n'a cessé de s'accroître depuis, pendant ces dernières années notamment. Les sciences humaines et sociales y ont apporté leur contribution à partir des années 1980, notamment en Amérique du Sud où l'agroécologie est aussi considérée comme un mouvement pour plus de justice sociale : un tel mouvement vise à défendre et à promouvoir les agricultures familiales face à des systèmes agro-industriels puissants.

Mise aujourd'hui en avant et promue par des organismes publics nationaux et internationaux, l'agroécologie est considérée par certains experts comme : « *l'écologie du système alimentaire dans sa totalité, le substrat scientifique d'un développement durable pensé sur le long terme, sans hiérarchie entre dimensions économiques, sociales, culturelles, environnementales* ». ³

A l'initiative du Ministère de l'Agriculture, la France en a fait un principe directeur de sa politique agricole et alimentaire. Le Ministère met en avant, dans la définition qu'il en donne, « *l'utilisation intégrée des ressources et des mécanismes de la nature* ». Il s'agit en effet de mieux tirer parti des interactions entre végétaux, animaux humains et environnement pour accroître *la triple performance écologique, économique et sociale - de l'agriculture*. L'agroécologie étant considérée non pas comme une « norme » mais comme un « process », c'est à dire une méthode, l'enjeu est celui de la *mise en mouvement*, mais pas l'imposition d'un système parmi d'autres. Les types d'agriculture et les situations sont en effet pluriels comme les transitions à opérer. La diversité des pratiques, concepts et des types de systèmes relatifs à l'agroécologie en témoigne : systèmes intégrés agriculture-élevage, agroforesterie, agriculture écologiquement intensive / agriculture intensivement écologique, agriculture biologique agriculture de conservation des sols et régénérative, protection biologique intégrée...

³ Francis et al., 2003 : Agroecology ; *Journal of sustainable agriculture*, 22 -3

La FAO⁴ parle de son côté d'utiliser les services rendus par les écosystèmes (biodiversité, sols...) et d'une « *approche à mettre en œuvre pour garantir la durabilité* » (de l'agriculture et par l'agriculture), d'une part, en réduisant la consommation d'intrants (chimie, pétrole...) et donc aussi les pollutions et les coûts de production, et, d'autre part, en accroissant les externalités « positives » de l'agriculture : santé, paysages et biodiversité de qualité, protection du climat, eau, emploi...

Une manière de définir l'agroécologie tout en respectant son caractère polysémique est d'en définir les « principes »⁵.

Les principes agronomiques généraux de base cités sont les suivants :

1. Le recyclage de la biomasse, l'optimisation et le bouclage des cycles de nutriments
2. La préservation et l'amélioration de la fertilité des sols, en gérant en particulier la matière organique et en améliorant l'activité biotique du sol.
3. La réduction de la dépendance aux intrants : pétrole, engrais minéraux, pesticides.
4. La minimisation des pertes de ressources liées aux flux des radiations solaires, de l'air et du sol par le biais de la gestion microclimatique, la collecte de l'eau, la gestion du sol à travers l'accroissement de la couverture du sol et le jeu des complémentarités territoriales entre différentes orientations technico-économiques (notamment entre agriculture et élevage)
5. La diversification génétique et d'espèces de l'agroécosystème dans l'espace et le temps,
6. La valorisation des interactions et synergies biologiques positives au sein des écosystèmes, entre l'animal et le végétal, entre les végétaux (ex : agroforesterie), entre les animaux (lutte

⁴ FAO : *Food and Agriculture Organization in the United Nations* ou Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Cette organisation, créée en 1945 à Québec, a son siège à Rome. Elle comporte 197 membres. Son objectif est d'aider à construire un monde libéré de la faim. Devise « *Fiat panis* ». La FAO a organisé à Rome (Italie) les 18 et 19 septembre 2014 le symposium international *Agroecology for Food Security and Nutrition*.

⁵ Les principes peuvent être de nature agronomique, méthodologique ou socio-économique. Une première liste de principes de base, établie par *Altieri*, a été complétée par des travaux de l'INRA (Institut nationale de la recherche agronomique France), puis du « giraf » (groupe interdisciplinaire de recherche en agroécologie, institué dans le cadre du fonds national de la recherche scientifique belge).

LJ
Les
dan:
de
éco:
trois
var
cell
pro
rav
con
fon
tra

⁶ Le
les
des
⁷ Se
suj
serv
Lév

contre ravageurs⁶) et entre les composantes de l'agro-biodiversité de manière à promouvoir les processus et services écologiques clefs.

LES SERVICES RENDUS PAR LES ECOSYSTEMES ET LES ENJEUX DE LA TRANSITION AGROECOLOGIQUE

Les services rendus par les écosystèmes

L'ensemble des êtres vivants qui vivent dans un milieu donné ou dans un environnement spécifique et qui interagissent entre eux au sein de ce milieu et avec ce milieu constituent ce qu'on appelle un écosystème. Les écosystèmes, dont les agro-écosystèmes, rendent trois grands types de services à l'humanité⁷ :

- des services d'approvisionnement : en nourriture, en eau douce, en fibres (tels que : coton, lin, laine, bois matériaux), en énergie (bois énergie, animaux de trait, biocarburants), en biomolécules (chimie verte) ;
- des services de régulation : pour le climat, contre les inondations, contre certaines maladies, pour la qualité des eaux potables ;
- des services culturels : esthétique, spiritualité, éducation, loisirs...

Promouvoir l'agroécologie oblige à raisonner à des échelles variées - depuis l'échelle locale, celle de la partie de parcelle jusqu'à celle du paysage ou même du bassin versant, ceci en fonction du problème à résoudre. Par exemple, les services de régulation des ravageurs (par des antagonistes, des prédateurs, des parasitoïdes) ne se conçoivent en général qu'à l'échelle du paysage.

L'agroécosystème est souvent considéré comme « l'unité fondamentale d'étude, dans laquelle les flux géochimiques, les transformations d'énergie, les processus biologiques et les relations

⁶ Les « ravageurs » sont les organismes animaux qui attaquent les plantes cultivées, ou les récoltes stockées, en causant un préjudice économique au détriment des agriculteurs et donc des sociétés humaines

⁷ Selon le « *Millenium Ecosystem Assesment* » rapport international de référence sur le sujet. On notera cependant que les écosystèmes peuvent aussi créer des « dis-services » : les zones humides peuvent être à l'origine de graves maladies (Voir Lévêque, ce numéro des Annales).

sociales et économiques doivent s'analyser comme un tout, de manière interdisciplinaire »⁸.

Nous avons donc une responsabilité pour bien gérer et continuer à bien gérer nos agro-écosystèmes, nous adapter aux nouveaux enjeux, à l'environnement changeant avec un réchauffement climatique d'une rapidité sans précédent historique. Si nous ne changeons pas nos pratiques, nous devons faire face à de sérieuses difficultés.

Alimentation, climat, bio-économie, revenus des agriculteurs : de nouveaux défis pour l'agriculture, la société et la planète

Nous sommes aujourd'hui confrontés à des défis d'une ampleur et d'une complexité inédites, défis face auxquels, il va nous falloir reconsidérer l'importance relative de l'eau, des sols et de la biodiversité, de l'agriculture, de l'aquaculture, de la forêt et de la gestion intégrée des ressources.

Il va nous falloir d'abord pouvoir **nourrir une population mondiale toujours en forte croissance et améliorer l'accès de tous à une alimentation de qualité**, ce qui n'est pas seulement un problème de production mais aussi un problème de stabilité de la production, de pauvreté, de revenus et de qualité de l'alimentation.

Il va nous falloir aussi nous **adapter au changement climatique et réduire en même temps considérablement les émissions anthropiques de gaz à effet de serre qui en sont à l'origine**. Les sols, l'agriculture/alimentation et la forêt sont concernés au premier chef du fait, d'une part, de leur grande vulnérabilité climatique⁹ et, d'autre part, de leur capacité unique à réorganiser le cycle du carbone à travers l'effet « 3S » (séquestration, stockage et substitution).

⁸ Citation de Altieri, M.A., *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Westview Press, 1987.

⁹ Les « pertes de moyens de subsistance/revenus ruraux suite à un accès insuffisant à l'eau d'irrigation et à la baisse de la productivité agricole » et les « les ruptures des systèmes alimentaires (affectant urbains et ruraux défavorisés) suite aux sécheresses et à la variabilité des pluies » sont deux des six grands risques identifiés avec une confiance élevée par le GIEC

* L'e
CO2
forêts
des f
chaq
princ

* L'
duré
orga
à 82
form
penc
anth
donc
lanc
pou
dan
vie
et d

* J
(cir
l'in
(GI
bio
et :
cli
sul
de

(agi
clin
du
diff

10 L
Nat
Nov
à p
stra
val
11 A
de

L'effet « 3S » : Séquestration et Stockage du carbone. Substitution du carbone vert au carbone noir.

* **L'effet de séquestration** : Par le mécanisme naturel de la photosynthèse ($6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{lumière} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$), l'agriculture, les prairies, les forêts et les océans captent du CO_2 de l'atmosphère pour produire des racines, des feuilles, des branches, du plancton. La forêt française par exemple capte chaque année l'équivalent de 10 et 15% des émissions nationales de CO_2 , principal gaz à effet de serre et responsable majeur du changement climatique.

* **L'effet de stockage** : Une partie importante du carbone séquestré dans la durée par le vivant est stockée dans les sols. Le stock mondial de carbone organique des sols superficiels (de 0 à 40 cm de profondeur) est en effet estimé à 820 Gt C, soit plus que le total de carbone présent dans l'atmosphère sous forme de CO_2 . Si on accroissait ce stock des sols de 0,4% par an, on pourrait pendant quelques décennies compenser l'ensemble des émissions mondiales anthropiques de CO_2 , ce qui permettrait aussi d'accroître la fertilité des sols et donc la productivité. C'est pourquoi la France (Ministère de l'agriculture) a lancé lors de la « COP 21 »¹⁰ l'initiative mondiale « 4 pour mille : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat ». Le stockage de carbone peut se faire dans les sols mais il peut aussi se réaliser dans les produits à longue durée de vie issus de l'agriculture (ex : béton de chanvre), de la forêt (bois construction) et de la mer (coquillages).

* **L'effet de substitution** : L'utilisation des produits d'origine minière (ciment, pétrole, charbon, gaz, acier, pétrochimie, plastiques issus de l'industrie pétrolière) est très polluante notamment en gaz à effet de serre (GES) alors que les produits d'origine biologique (bioénergies, biomatériaux et biomolécules) issus de la gestion durable des ressources agricoles, forestières et aquacoles sont peu émissifs de gaz à effet de serre, voire neutres pour le climat. La substitution des premiers par les seconds, c'est-à-dire **la substitution du carbone noir par le carbone vert, est donc un moyen puissant de réduction des émissions de gaz à effet de serre.**

Grâce à cet « effet 3S », l'importance du « secteur des terres » (agriculture, forêt et sols), comme élément de solution au problème climatique, mérite d'être qualifiée de « stratégique ». Le 5ème rapport du GIEC l'a clairement souligné en montrant que la mobilisation des différents leviers disponibles¹¹ pourrait contribuer à hauteur de 40% (de

¹⁰ La « COP 21 », 21^{ème} réunion des Parties Contractantes à la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CNUCC), s'est tenue à Paris entre les 30 Novembre et 12 Décembre 2015. Ce sommet mondial sur l'environnement s'est attaché à prendre des décisions pour limiter le réchauffement climatique et développer des stratégies d'adaptation. Il a donné naissance à un accord international sur le climat validé par les 195 pays participants.

¹¹ Accroissement de l'effet « 3S », réduction des émissions de GES de l'agriculture et de l'élevage par l'évolution des pratiques et des régimes alimentaires et la réduction des

20 à 60%) à l'effort mondial d'atténuation d'ici 2030. La restauration des terres dégradées et la gestion dynamique et durable des forêts (ce sont les forêts jeunes qui séquestrent et stockent le plus de carbone) sont considérées comme deux priorités.

L'importance stratégique de l'effet de « substitution » a été notamment soulignée par le rapport spécial du GIEC d'octobre 2018¹² comme par le rapport « *A Clean Planet* » (*Une planète propre pour tous. Une vision européenne stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat*¹³), présenté le 28 novembre 2018 par la Commission européenne au Conseil et au Parlement de l'UE.

Le GIEC considère que la « décarbonation » du secteur de l'énergie nécessitera de consacrer entre 1 et 7 millions de km² aux cultures destinées aux biocarburants, soit une augmentation de leur production de 29 à 80% d'ici 2030 et de 123 à 261% d'ici 2100. Quant à la Commission européenne, elle estime qu'il faudra consacrer en 2050 de l'ordre de 10% des terres arables de l'Union Européenne à la production de cultures pour les ressources en énergie à croissance rapide.

D'autres enjeux plaident pour le développement de la production bioéconomique non alimentaire, dont celui de l'emploi en espace rural¹⁴, la raréfaction constatée et annoncée de la ressource en pétrole¹⁵ et les pollutions engendrées par la production et la consommation de plastiques pétro-sourcés : les sacs mais aussi les vêtements synthétiques

pertes agricoles et alimentaires, réduction du déstockage de carbone par une meilleure préservation des terres agricoles, prairies et forêts.

¹² <https://www.ipcc.ch/sr15/>

¹³ [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN)

[content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN)

¹⁴ En deux décennies, le développement des nouvelles biofilères en France a créé près de 100 000 nouveaux emplois, dont 25 000 en chimie du végétal, bioplastiques et composites ; 15 000 dans la valorisation des biodéchets et sous-produits ; 40 000 (dont 25 000 forestiers) dans les biocombustibles et 16 500 dans les biocarburants. Source : club des bioéconomistes.

¹⁵ Selon l'Agence internationale de l'énergie (cf. *World Energy Outlook 2018*), la production mondiale de pétrole conventionnel (près des 3/4 de la production totale de pétrole) « a franchi un pic en 2008 à 69 millions de barils par jour (Mb/j), et a décliné depuis d'un peu plus de 2,5 Mb/j ». Or, « ce déclin ne sera pas interrompu » et « le risque de 'resserrement de l'offre' (*supply crunch*), c'est-à-dire de « pic pétrolier », est prégnant car il est « peu probable » que le pétrole de schiste prenne le relais à lui seul car sa production devrait plus que tripler d'ici 2025 pour compenser le manque persistant de nouveaux projets classiques.

(polyester, acrylique, nylon, élasthane...) dont la dégradation en microparticules plastiques est particulièrement polluante.

L'agriculture va donc être amenée à devoir produire bien d'autres biens que seulement alimentaires ; ce qui était d'ailleurs le cas jusqu'à l'avènement du pétrole facile et peu cher. Rappelons en effet qu'en 1930 encore, la France devait consacrer 30% de sa Surface Agricole Utile (SAU) à la production d'animaux de traits (les « biocarburants » d'antan). Et il lui faudra en même temps produire des « services environnementaux », dont le service climatique de réorganisation du carbone. Les consommateurs devront y apporter leur appui, en plébiscitant par exemple :

- *Les isolants « bio-sourcés »* : Vous construirez bientôt des maisons avec des isolants agricoles bio-sourcés plutôt qu'avec des laines de verre. Vous aurez une ressource durable et qui ne dépendra pas d'une industrie fortement consommatrice d'énergie et de matières premières.
- *Les sacs plastiques biodégradables* : vous commencez à utiliser des sacs bio-plastiques dont les fibres sont d'origine végétale.
- *Les vêtements en lin, en coton, en laine, en cuir, en viscose ou en modal¹⁶*. Comme les sacs bio-sourcés, ils évitent des pollutions majeures par rapport aux produits fabriqués à partir du pétrole¹⁷.

La société se devra aussi et surtout de mieux soutenir son agriculture en reconnaissant son importance au lieu de la stigmatiser et en faisant pression pour que les agriculteurs puissent être correctement rémunérés. Sans rémunération correcte, il leur sera en effet impossible d'assurer une bonne gestion de l'écosystème et donc de produire durablement les biens et services nécessaires à la société et à la planète.

Les enjeux de la transition agro-écologique

Face à tous ces immenses défis, la transition agro-écologique apparaît clairement comme une réponse d'importance première. Bien conduite, elle permet en effet de :

¹⁶ Le modal est une fibre de qualité exceptionnelle (respirante, douce, naturellement légère, facile à porter, résistante) de la famille des viscoses, obtenue par filage de la cellulose issue du bois de hêtre.

¹⁷ 35% des microplastiques qui s'accumulent dans les océans viennent des vêtements en textiles synthétiques : chaque lavage de vêtements en acrylique libère en moyenne 730 000 microparticules plastiques dans l'eau.

- Réduire les charges des exploitations (moins consommation de pétrole, d'engrais minéraux et de pesticides) et de gagner en autonomie. Or, si on réduit les charges et si on augmente de façon écologique la production, on peut espérer augmenter les revenus et la compétitivité ;
- Accroître la résilience¹⁸ face aux menaces des changements climatiques sur les systèmes agricoles et donc sur notre alimentation ;
- Augmenter significativement la production de biomasse ce qui permet d'enrichir les sols en matière organique et/ou de développer la production bioéconomique notamment non alimentaire (biomolécules, biomatériaux, biocarburants) ;
- Accroître l'effet « 3S » : séquestration, stockage et substitution carbone ;
- Contribuer à la création de nouveaux emplois ;
- Réduire les pollutions agricoles affectant la qualité de l'eau et de l'air.

La portée de la transition agro-écologique comme réponse aux grands défis du siècle dépendra notamment de sa capacité à améliorer la qualité des sols et la biodiversité associée, la plus importante car c'est celle qui nous permet de vivre.

La biodiversité dans les sols agricoles

Un gramme de sol agricole peut comprendre un milliard de bactéries réparties entre 10000 espèces. Les bactéries et les champignons microscopiques du sol assurent le recyclage des nutriments par la minéralisation d'une partie de la matière organique. Certains de ces organismes savent fixer l'azote de l'air pour les transformer en nitrates assimilables, indispensables pour le développement des plantes puisque l'azote est l'un des éléments de base de l'ADN. Sans azote assimilable, pas de reproduction possible.

Les sols contiennent aussi des vers de terre, notamment les lombrics, qui sont les laboureurs naturels. La fertilité du sol dépend de leur activité, ainsi que beaucoup d'autres paramètres tels que la porosité, l'infiltration et la rétention en eau.

¹⁸ L'anglicisme « résilience » désigne la capacité d'absorber une perturbation et à se réorganiser après le choc dû à un changement.

La transition agro-écologique pourra ainsi contribuer à relever le défi alimentaire, tout en améliorant les revenus des exploitations et en apportant en même temps des réponses concrètes au défi climatique, que ce soit le défi de l'adaptation ou celui de l'atténuation.

EXEMPLES CONCRETS D'AGROECOLOGIE REUSSIE

Renouveau agricole et écologique à l'île d'Yeu (Fig. 1)

L'île d'Yeu est une commune de Vendée qui, comme la Sologne, a perdu une grande partie de son agriculture dans la seconde moitié du 20ème siècle ; la surface consacrée à la production agricole s'est en effet réduite de près de 90%. L'écosystème a donc beaucoup changé, une grande partie étant passée à la friche non gérée (avec ronces, ajoncs et chênes verts) et pauvre en biodiversité.

Or, récemment, un mouvement s'est engagé. Il a permis un début de renouveau agricole et écologique du territoire. Il est le fait à la fois d'engagements individuels - des jeunes, originaires ou non de l'île s'installant comme agriculteurs - et d'une nouvelle dynamique collective. Celle-ci s'est concrétisée par la création d'un « collectif agricole » et par le lancement en octobre 2014 par la commune du projet « Terres Fert'île » ; projet piloté par le « Comité de Développement de l'Agriculture » qui réunit la Commune, tous les agriculteurs du territoire et 3 associations : « Yeu demain » (association de protection de l'environnement et de développement durable qui réunit de nombreux propriétaires fonciers), le « collectif agricole », et l'Association Terres de lien - Pays de Loire.

Tous ont compris en effet que relancer l'agriculture permettrait de protéger et de sauvegarder la biodiversité des lieux tout en rendant l'île un peu moins dépendante du continent pour son alimentation, tout en créant de nouveaux emplois. Cette dynamique collective a conduit notamment à la mobilisation de la SAFER ainsi qu'à l'embauche d'un animateur. La commune et les habitants (via l'association Terres de liens) rachètent du foncier pour une mise en valeur agricole. Un travail a été engagé avec un certain succès auprès des propriétaires pour les convaincre de mettre sur pied des conventions de mises à disposition de terres agricoles.

Le résultat de cette double démarche, individuelle et collective, est aujourd'hui visible, même s'il est encore fragile. Le nombre d'exploitations (une dizaine aujourd'hui, dont plusieurs en agriculture

biologique) a en effet doublé en dix ans. Des terrains en friche sont remis en valeur, le paysage regagne en diversité. Il y a là une nouvelle dynamique sur des marchés de niche, mais qui fonctionne. Ce genre de mouvement est rare en France ; il est local, il est fragile, mais il existe.



Fig. 1 : à l'île d'Yeu

Agroforesterie¹⁹ au Niger Sud (Fig. 2)

L'agroforesterie consiste à associer arbres, cultures et/ou animaux sur une même parcelle agricole, en bordure ou en plein champ. Ce sont des pratiques aussi anciennes que l'agriculture elle-même, où jardinage, agriculture et cueillette forestière sont menés ensemble. L'agroforesterie permet une intensification écologique de la production grâce à une meilleure utilisation des ressources naturelles du milieu : la lumière, l'eau, le sol et les nutriments.

En France, sur le domaine de Restinclières (Hérault), l'INRA a montré qu'au bout de 14 ans, l'association de peupliers et céréales

¹⁹ Agroforesterie : dans un verger, par exemple, les arbres peuvent n'occuper qu'un tiers ou un quart de la surface cultivable. On peut donc faire pousser des céréales ou faire pâturer des animaux dans un verger de cerisiers ou de pommiers ou sur ses bordures. La pratique a existé depuis l'antiquité, dans tous les continents et sous tous les climats. Mais elle a largement régressé à cause du développement de l'agriculture mécanisée et sur de grandes parcelles. La réflexion relative à l'agro-écologie conduit à un retour vers une pratique très ancienne, sous ce nom qui fait chic : le terme d'agroforesterie est un anglicisme dérivant d'un néologisme datant de la décennie 1970. On pourrait parler

d'hiver
que la
soleil

plus r
cultiv
L'enj
about
riches
d'être
d'ave
profo
fourr
assur
mouv
les p
l'éco
de la
nour
front
forêt

²⁰ Ag
ou u
pâtur
prati
Mais
sur d
une
angl
auss

d'hiver permet de produire sur la même surface de 1,2 à 1,6 fois plus que la simple juxtaposition des deux cultures, car le sol, l'eau et le soleil sont mieux valorisés dans le systèmes agro-forestier.

Mais c'est en Afrique, au Niger Sud, que le développement le plus remarquable est aujourd'hui constaté. Cinq millions d'hectares de cultures ont en effet été régénérés depuis 1985 grâce à l'agroforesterie. L'enjeu était vital car la dégradation des sols, le vent et le sable aboutissaient à la ruine des semis. Or, ces terres sont naturellement riches en *Faidherbia albida*, un arbre qui a pour immense avantage d'être une légumineuse (il assimile naturellement l'azote de l'air), d'avoir un enracinement profond (il s'alimente en eau dans les nappes profondes), de stabiliser et d'améliorer les sols et d'offrir ombrage et fourrage aux animaux. Son retour résulte de la régénération naturelle assurée par les communautés paysannes. Il a été rendu possible grâce au mouvement de décentralisation de la gestion des ressources naturelles : les paysans ont pu en effet enfin se considérer comme responsables de l'écosystème et agir en conséquence. Le résultat a été l'accroissement de la production agricole de grains de 500 000 tonnes, soit de quoi nourrir deux millions et demi d'habitants en plus. Si vous franchissez la frontière Sud au Nigeria, il n'y a pas d'arbres : on voit bien là que la forêt cultivée résulte de l'activité humaine.



Fig. 2 : Agroforesterie²⁰ au Niger Sud

²⁰ Agroforesterie : dans un verger, par exemple, les arbres peuvent n'occuper qu'un tiers ou un quart de la surface cultivable. On peut donc faire pousser des céréales ou faire pâturer des animaux dans un verger de cerisiers ou de pommiers ou sur ses bordures. La pratique a existé depuis l'antiquité, dans tous les continents et sous tous les climats. Mais elle a largement régressé à cause du développement de l'agriculture mécanisée et sur de grandes parcelles. La réflexion relative à l'agro-écologie conduit à un retour vers une pratique très ancienne, sous ce nom qui fait chic : le terme d'agroforesterie est un anglicisme dérivant d'un néologisme datant de la décennie 1970. On pourrait parler aussi bien ici d'agrosylviculture.

Aménagement des bassins versants dans la région du Tigré au Nord de l'Ethiopie (Fig. 3)

Le Tigré, région située le long de la frontière de l'Ethiopie avec l'Erythrée, est un territoire très pauvre, victime dans les années 1980 de *grandes famines*. Depuis 1990, les communautés rurales se sont mobilisées : 90 millions de tonnes de terre et de pierres ont été transportées à la main pour aménager des terrasses et construire des centaines de petits barrages, retenir donc l'eau et les sols et préserver les arbres. Le sur-pâturage a été contrôlé.

L'eau qui, hier, dévastait les sols aujourd'hui s'infiltrer et recharge les nappes. Le toit de la nappe phréatique qui était à moins 30m par endroits est remontée à moins 3m et certains puits sont même devenus artésiens (photo). La surface irriguée a ainsi pu passer de 40 ha à 40 000 ha depuis 1990.

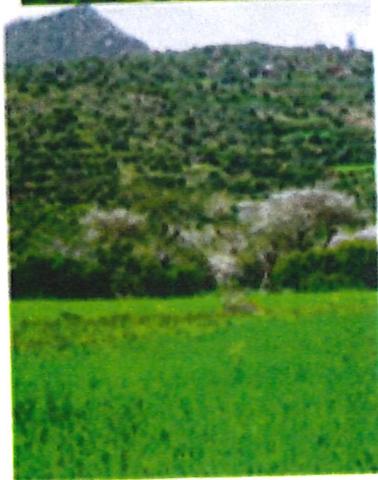


Fig. 3 - dans la région du Tigré au Nord de l'Ethiopie.

forestie
été aus
et le t
équiva

Systèm
Portuq

médite
pierres
(seule
phosp
dével
zones
const
possib
riche
clima
douce
initié
Davie

(Portu
légum
chois
sol et
en ea
produ
séque
dans

igré au Nord

Ethiopie avec
nées 1980 de
ales se sont
erres ont été
onstruire des
préserver les

s'infiltrer et
était à moins
ts sont même
asser de 40 ha



topie.

Aujourd'hui, les résultats sont là : 1 million d'hectares agroforestiers ont été restaurés. Jamais depuis plusieurs siècles le Tigré n'a été aussi « vert ». La région a ainsi retrouvé sa souveraineté alimentaire et le taux de pauvreté, divisé par deux depuis 2000, est aujourd'hui équivalent à celui du pays.

Systemes herbagers à base de légumineuses bio-diverses au Portugal du Sud

Dans les zones semi-arides méditerranéennes, les pâturages méditerranéens sont souvent très dégradés, et les sols, peu profonds et pierreux et très sensibles à l'érosion, sont pauvres en matière organique (seulement un taux de matière organique de 0,5 à 1,5%) et en phosphore et ils disposent d'une faible capacité de rétention en eau. Des développements agricoles non durables (cultures de céréales sur des zones à vocation pastorale) ont souvent été à l'origine des dégradations constatées. Cependant, là où il pleut plus de 300 mm par an, il est possible de développer un élevage agro-écologique en valorisant la riche biodiversité méditerranéenne (notamment des légumineuses) et un climat, qui, avec 2500 heures de soleil par an et des températures douces en hiver, est très favorable aux légumineuses. C'est ce qui a été initié dès 1965 dans le sud du Portugal à l'instigation de l'agronome David Crespo, président de la société FertiPrado.

Le résultat est là : 500 000 ha ont pu au total être restaurés (Portugal, Espagne) grâce à l'installation de prairies riches en légumineuses (10 à 20 espèces et variétés dans les prairies permanentes choisies parmi plus de 50 espèces et 200 variétés selon les conditions de sol et de climat) et à des apports en phosphore. La capacité de rétention en eau des sols et l'infiltration de l'eau ont été bien améliorées et la productivité (production à l'hectare de viande de haute qualité) et la séquestration du carbone sont aujourd'hui le double de celles observées dans les prairies naturelles.



Fig. 4 : au Portugal du Sud

Agriculture de conservation des sols en grandes cultures dans l'Ohio (USA)

L'agriculture de conservation des sols (ACS) est née comme une réponse aux problèmes d'érosion des sols, éolienne et hydrique. Fondée sur 3 principes complémentaires : le zéro travail du sol, la couverture permanente du sol (le sol n'est jamais laissé à nu), la diversification culturale, son principal objectif est « *de réduire la dégradation des sols et d'améliorer à terme leur fertilité en utilisant intensivement les processus biologiques et écologiques de l'écosystème sol en remplacement de certains intrants* » (J.P. Sarthou, INRA). Pour faire face aux mauvaises herbes, l'ACS joue de la diversification des espèces et de la couverture permanente (végétale ou organique des sols). Elle fait en général aussi appel à une consommation limitée, et qui se réduit dans le temps, d'herbicides.

Bien conduite, l'ACS produit de nombreux co-bénéfices y compris environnementaux : arrêt de l'érosion des sols, effet de sécheresse retardé, meilleure infiltration de la pluie, amélioration de la fertilité des sols et de la biodiversité, y compris en oiseaux, stockage de carbone, qualité de l'eau...

Un bon exemple (Fig. 5, ci-dessous) en est donné par l'exploitation de M. Brandt²¹ située dans l'Ohio (USA). En « non labour » depuis 1971, l'exploitation de 1150 acres (465 ha) est passée au semis direct sous couvert végétal (SVC) depuis 1978. Elle se caractérise par une innovation continue, un fort recours aux légumineuses, la place donnée aux cultures dérobées et intermédiaires. Les deux photos du haut (p. 15, ci-après) montrent la technique du roulage des cultures intermédiaires avant semis de la culture principale. Celle du bas à gauche montre un appareil mis au point par M. Brandt pour semer maïs ou haricot avant même la récolte de la culture en cours. Le résultat est remarquable dans les trois dimensions du développement durable : taux de matière organique du sol²² passé de

²¹ Le cas de cette exploitation a été présenté par M. David Brandt lors de cette conférence intitulée :

« *L'agriculture et les sols agricoles face aux défis du changement climatique et de la sécurité alimentaire : politiques publiques et pratiques* » organisée en septembre 2015 par l'OCDE et la France à l'initiative du Ministre M. Stéphane Le Foll.

²² Le terme « matières organiques du sol » regroupe l'ensemble des constituants organiques morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol. Les matières organiques du sol, autrement dit l'humus, représentent en général 1 à 10 % de la masse des sols.

0,5 % à 89
deux mott
phytosanité
un de peu
480 \$ par
celui des v

Fig.
Oh

La
cette nouve
la Sologne
mouvement
Thomas a
simplifiées
conservatic

Alle
avec les re
mon interv
autre Solog
parcelles p
25 ans et
L'enrichiss
l'ordre non
dix fois plu
(voir F. Th

San
quelques li

0,5 % à 8% de 1971 à 2015 (comparez sur la photo du bas à droite les deux mottes de terre, avant et après) ; consommation de produits phytosanitaires abaissée de 90 % pendant le même période, dont encore un de peu de glyphosate ; coût de production de 210\$ par acre contre 480 \$ par acre en moyenne chez les voisins ; rendement meilleur que celui des voisins, de +15 % pour le maïs et + 45 % pour le soja.

Fig. 5 : en Ohio (USA)



ET LA SOLOGNE ?

La France est aujourd'hui bien engagée et très innovante dans cette nouvelle forme de transition agro-écologique. Or, il se trouve que la Sologne a joué et joue un rôle important dans cette mise en mouvement. C'est en effet ici, en Sologne, que l'agriculteur Frédéric Thomas a lancé la revue nationale TCS (techniques culturales simplifiées), revue nationale de référence sur l'agriculture de conservation des sols.

Aller visiter son exploitation comme je l'ai fait il y a un mois avec les responsables du CCAS pour faire sa connaissance et préparer mon intervention d'aujourd'hui, c'est constater de ses yeux qu'une autre Sologne est en train de naître. La comparaison entre le sol des parcelles passées à l'ACS (agriculture de conservation des sols) il y a 25 ans et celui de celles qu'il vient de racheter est édifiante. L'enrichissement du sol en matière organique a été spectaculaire, de l'ordre non pas de 0,4% par an (4 pour 1000) mais plutôt de 4%, soit dix fois plus. La différence d'état du sol en cas de pluie l'est tout autant. (voir F. Thomas, ce numéro des Annales du CCAS).

Sans doute cette dynamique nouvelle et spectaculaire a-t-elle quelques liens avec ce qui caractérise la Sologne : du sable sur de

l'argile et donc aussi des terres pauvres et hydromorphes où l'on s'embourbe à la première pluie. N'est-ce pas en effet face à l'adversité que l'on est condamné à innover ?

QUELLES INNOVATIONS POUR DEMAIN ?

Les innovations se poursuivront nécessairement dans les domaines de la bio-économie et de l'agro-écologie alors que l'usage des ressources pétrolières ne pourra que décroître pour raison de préservation du climat ou/et suite de l'épuisement minier. La vraie révolution pour demain pourrait donc bien être celle du carbone vert, du vivant, de l'agroécologie et du « bio-tech ». Les engrais issus de l'industrie minérale seront remplacés progressivement et de plus en plus par des produits organiques et les produits chimiques en « ... cide » (fongicide, insecticide ...) par ceux de la chimie du soin et de la stimulation des fonctions physiologiques des végétaux. On ira de la chimie à la biologie : on élèvera les laboureurs naturels (les vers de terre), les « insecticides » naturels, animaux auxiliaires des cultures et on cultivera des « herbicides » ou plantes de service et les couverts végétaux hivernaux qui captent et fixent l'azote et le carbone. Des progrès apparaîtront dans la connaissance du monde des bactéries et des champignons présents dans le sol en si grande abondance, dont nous ignorons tout encore à peu près tout. Espérons aussi que les politiques publiques seront révisées pour permettre aux ruraux de bien gérer les bio-ressources et d'innover, partout sur la planète.

Sur l

Quelques références

Sur l'agroécologie en général :

- Agroécologie entre pratiques et sciences sociales, Van Dame et al, Educagri éditions, 2012
- Griffon, M .- Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ? Edition Quae, 2013
- Benoit, G et al.- La France et ses campagnes 2025-2050 : regards croisés filières et territoires. Rapport du CGAAER Septembre 2013 <https://agriculture.gouv.fr/ministere/la-france-et-ses-campagnes-2025-2050-regards-croises-filieres-et-territoires-rapport-de>
- FAO, Final Report for the International symposium on Agroecology. 9 Sept 2014

diversité

ans les
sage des
son de
la vraie
vert, du
ssus de
en plus
cide »
et de la
ra de la
vers de
ltures et
couverts
ne. Des
es et des
ont nous
olitiques
gérer les

EPLFPA Le Robillard (Basse Normandie), 7 Avril 2015

- <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-daction-global-pour-lagro-ecologie>
- <https://www.4p1000.org/fr>
- Création d'un avenir durable : Amélioration de la gestion des terres et de l'eau. WRI (World Resources Institute); Winterbottom R et al. 2013.
- Mise à échelle du reverdissement : six étapes vers le succès ; une approche pratique pour la restauration des forêts et des paysages. Reij C et Winterbottom R. WRI 2015.
- Benoit. G. - Rapport du 4^{ème} séminaire international SESAME « De la COP 21 à La COP 22 : Relever le triple défi: sécurité alimentaire, atténuation et adaptation en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest ». 2016 CGAAER, CGDA et AFD <https://www.agropolis.fr/pdf/actu/rapport-SESAME-4.pdf> Y sont présentés notamment les exemples cités supra sur le Portugal-Sud, le Niger et l'Ethiopie.
- Duru, M.- Le système alimentaire au prisme de la « santé unique » : quelles questions de recherche? Séminaire Ideas, janvier 2019.
- Académie d'agriculture de France : agroécologie : séance présentée par le groupe de travail du même nom. <https://www.academieagriculture.fr/actualites/academie/seance/academie/agro-ecologie-seance-presentee-par-le-groupe-de-travail-du-meme>

Sur l'agriculture de conservation et sur la Sologne

- La revue TCS (techniques culturales simplifiées) et le site <https://agriculture-de-conservation.com/-La-Revue-TCS-.html> : « le portail des agricultures écologiquement cohérentes »
- Colloque Agriculture de conservation des sols, Toulouse, 2019 https://colloqueacs.wixsite.com/colloque?fbclid=IwAR3is5FJt3piTW55nqz0CkFm9VnCULGVbi6kG_-7slpTu0HPSWnd9V9c5aI
- Baechler, F., (2018). - Comment maintenir l'activité agricole en Sologne par l'agriculture de conservation des sols. - *Annales du Comité Central de la Sologne*, année 2018, pp. 23-28
- Thomas, F., (2019). - Sur l'agriculture de conservation des sols : Techniques culturales simplifiées : agronomie, écologie et innovation, *Annales du Comité Central de la Sologne*, ce numéro

Dame et

quement

5-2050 :
GAAER
t-france-

ium on

Sur le changement climatique et le secteur des terres

- Madignier L, Benoit G. et Roy C. (coordinateurs) : Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique ; Rapport 14056 du CGAAER et ses rapports annexes
<https://agriculture.gouv.fr/ministere/les-contributions-possibles-de-lagriculture-et-de-la-foret-la-lutte-contre-le-changement>
- Benoit G. et al. : Eau, agriculture et changement climatique : statu quo ou anticipation ? Rapport 16072 du CGAAER et ses rapports annexes
- Rapports du GIEC et de la Commission européenne (cf notes en bas de page supra)
- Benoit G., Le secteur des terres : solution au problème du dérèglement climatique ? In Responsabilité & environnement (Annales des Mines), Oct 2015 n°80.
- Benoit G., L'eau, l'alimentation et le climat : revenir aux sources du développement durable. Responsabilité & environnement (Annales des Mines), Avril 2017, n°86.

Les

RELA

Pour qu'
qu'ils soi

Fr:
étangs et
l'hétérogi
pour que
entretenu

Qu
et les mil
mais elle
champs s
les brous

Ne
qu'ils se
permetta
à cet égal

Le

Des néce

A
coopérat
demandé
pas tout
mesure
Fédérati

C
voisins.
qu'on va
marche.
échange