

Agriculture : un autre paradigme est-il possible ?

Jean Claude Ray (Global Chance)

L'état des lieux

Du siècle des Lumières aux OGM

L'agriculture dite « moderne » suit les savoirs paysans. La curiosité scientifique du siècle des Lumières a conduit au développement de la chimie au XIX^e siècle, dont les outils conceptuels ont permis d'aborder les questions de fertilité et de nutrition des plantes.

En simplifiant, les travaux de Thaer, Boussingault et von Liebig, de 1810 à 1840, sont à l'origine des découvertes de l'assimilation des minéraux (azote, phosphore, potassium...) par les plantes, sous forme oxydée en solution aqueuse, par l'intermédiation de bactéries.

Cette orientation de l'agriculture vers la chimie ne trouva d'application immédiate que pour les exploitations aisées, notamment en Angleterre. À la fin de la Première Guerre Mondiale, la disponibilité des nitrates, fabriqués par des usines d'explosifs en manque de débouchés, se généralisa. Après la Seconde Guerre Mondiale, le développement de la mécanisation agricole, dû au manque de bras après les hécatombes des deux guerres et aux besoins humains du développement industriel, permit la diffusion de ces amendements d'origine chimique.

Puis vinrent les pesticides, issus des produits pétroliers.

Entre temps, la sélection opérée par les semenciers avait interdit de fait au paysan de semer à nouveau les graines de sa récolte. Les généticiens contrôlent aujourd'hui la semence grâce aux Organismes génétiquement Manipulés (OGM).

Devenue une véritable industrie, cette agriculture, parfois nommée « révolution verte », a permis de nourrir le monde à la fin de la Seconde Guerre Mondiale.

Les conséquences

La pollution des milieux

Le témoignage d'un paysan bourguignon*

Le texte suivant est l'adaptation de l'interview vidéo d'un paysan (Bernard Ronot) après des années d'agriculture conventionnelle. Il éclaire la politique agricole de ces soixante dernières années.

(...) Les essais de nitrates à la fin de la Deuxième guerre Mondiale sur les semences « classiques » de l'époque n'ont pas été concluants, mais les semenciers avaient entre-temps mis au point des variétés adaptées à ce type d'engrais : des blés aux épis plus hauts, plus productifs, avec une tige plus courte. Les rendements ont tout de suite augmenté, un des succès de la révolution verte.

Mais la flore des mauvaises herbes est apparue... Auparavant, les blés avaient une tige si haute qu'une graminée, le vulpin par exemple, ne pouvait atteindre la hauteur des blés et avortait, faute de lumière. Face à des blés courts, dopés par les nitrates, le vulpin aussi s'est mis à prospérer. Aucun problème ont répliqué les chimistes, nous avons les herbicides ! Et les rendements ont continué leur ascension...

Le règne végétal étant sous contrôle, c'est le règne fongique, lui aussi nourri de nitrates, qui s'est manifesté : des champignons microscopiques infestaient les épis. Aucun problème ont répété les chimistes, nous avons les fongicides ! La prospérité a persisté...

C'est alors le règne animal qui a pris le relais, sous forme de pucerons. Toujours aucun problème ont dit les mêmes, nous avons les insecticides ! L'avenir s'annonçait radieux.

Oui, mais...

Les utilisateurs ont été les premières victimes de ces composés chimiques**. Puis sont venues les pollutions des eaux et des nappes phréatiques. Et les émissions d'oxydes d'azote (NO, NO₂ et N₂O) dans l'atmosphère, et d'ammonium (NH₄) dans les eaux... Sans compter la dégradation de la vie dans les sols.

Entre temps les blés, suralimentés par les nitrates, avaient les mêmes problèmes qu'un obèse : modification du métabolisme (difficulté, voire impossibilité de panification de la farine), manque d'exercice (inutile, puisque bien nourris, d'envoyer leurs racines chercher profondément les oligo-éléments nécessaires à une bonne santé, d'où carences), extrême sensibilité au vent malgré leur faible hauteur (pas de racines profondes stabilisatrices)...

Les consommateurs s'en sont mêlés, qui se sont plaints du goût du pain, comme un dégustateur se plaindrait de la mauvaise vinification d'un raisin (...)

* https://www.youtube.com/watch?v=-_zSkVrkuIM

** Le film semi-documentaire « Farrebique » (1947) de Georges Rouquier décrit déjà une scène (réelle) où le paysan, victime d'un épandage indu de produits « phytosanitaires », est lavé dans une baignoire par sa mère... (NdA).

Figure 1: Vulpain dans un champ de céréales



Les sols

L'ONU a déclaré 2015 « année des sols » en raison de leur très mauvais état.

- La mécanisation avec de lourds engins a compacté un grand nombre de sols agricoles, si bien qu'ils ne sont plus capables d'absorber l'eau qui tombe en excès, même lors d'épisodes de sécheresse. Tandis qu'un sol de forêt peut « éponger » jusqu'à 150 mm d'eau par heure, le taux d'absorption d'un sol tassé se contente de quelques mm par jour. Ajoutées à l'artificialisation des sols par l'urbanisation, les inondations se multiplient...
- Les conséquences de l'agriculture conventionnelle se manifestent le plus lourdement dans la biologie des sols : il y a davantage de micro-organismes dans un sol sahélien qu'en Picardie ! Alors qu'un gramme de sol forestier peut contenir jusqu'à trois milliards de micro-organismes, un gramme de sol « agro-industriel » atteint péniblement le nombre de cent mille.

L'eau

Les composés chimiques utilisés par notre agriculture se retrouvent dans l'eau des rivières et des nappes phréatiques, puis dans la mer. Les conséquences ne concernent pas seulement notre santé, mais celle de l'ensemble des écosystèmes. Le choix d'une irrigation massive ne fait qu'aggraver les choses : nombre de fleuves, trop sollicités, ne parviennent plus jusqu'à la mer et le niveau des nappes phréatiques baisse dramatiquement¹.

L'air

Les produits pulvérisés dans les champs, notamment les pesticides, sont transportés par les vents et ne touchent plus seulement les agriculteurs.

En outre, trois gaz à effet de serre sont produits lors des activités agricoles :

- **le gaz carbonique CO_2**

Il provient de la mécanisation et du transport des produits, mais aussi de l'activité biologique des sols, d'autant plus que leur activité est faible : une prairie émet beaucoup moins qu'un sol nu, et d'autant moins que la biodiversité des micro-organismes est importante (cf. § D-III.1).

- **le méthane CH_4**

Résultat de la fermentation anaérobie, il provient de trois sources : les déchets, la riziculture et la fermentation dans l'estomac des mammifères (essentiellement les bovins). Les animaux broutant à l'herbe émettent moins de méthane que ceux nourris à l'étable.

- **le protoxyde d'azote N_2O**

Il résulte des phénomènes de dénitrification des nitrates (NO_3^-), ou de nitrification de l'ammonium (NH_4^+) dans les sols ou les eaux en manque d'oxygène. Les amendements azotés sont donc les responsables de ce type d'émission. La présence de mycorhizes de champignons dans les sols réduit fortement ce type d'émissions.

L'équivalence pour l'effet de serre de ces gaz fait l'objet d'un débat lancé par Global Chance. De fait, ces gaz sont d'abord les indicateurs des insuffisances de nos systèmes productifs (et pas seulement pour l'agriculture).

Les questions socio-économiques

Le choix d'une agriculture « moderne » suppose de gros investissements : intrants, mécanisation, irrigation... Donc des emprunts, pour lesquels le petit exploitant s'endette jusqu'à sa retraite, qu'il aborde sans sécurité financière.

Les prix des productions agricoles étant bas (il faut nourrir la population), des subventions s'avèrent nécessaires pour « soutenir le marché ». Le critère de subvention choisi étant la surface cultivée, les grandes exploitations sont favorisées par rapport aux petites et moyennes. Elles choisissent alors, pour leur propre intérêt, la monoculture ; quant aux petites, elles disparaissent lentement, ou louent leurs terres en métayage. Ce sont souvent les exploitations moyennes qui se tournent vers la culture biologique, donc vers une polyculture favorable à la biodiversité.

Se créent ainsi deux types de syndicats agricoles, les puissants « exploitants agricoles » formant un lobby très influent où le critère environnemental joue le rôle de repoussoir (lors d'une manifestation de la FNSEA, une pancarte « *trop de biodiversité devient nuisible* »...).

¹ - Le niveau de l'aquifère de l'Ogallala qui s'étend du Dakota du Sud au Texas sur huit États (en outre, Wyoming, Colorado, Kansas, Oklahoma, Nouveau-Mexique) a baissé de plus de trente mètres. Où se retrouve cette eau sinon dans la mer ?

Figure 2



Le syndicat des petits agriculteurs ne joue qu'un rôle de contestation...

C'est pourtant vers ce type d'agriculture qu'existe le plus fort gisement d'emplois (moins de mécanisation, travail du sol, diversité des cultures...).

Les impacts d'une famille de pesticides : les nicotinoïdes

Avec le fipronil, les nicotinoïdes constituent une famille récente d'insecticides répondant aux doux noms de : imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam, dinotefuran, thiacloprid, acetamiprid, sulfoxaflor, nitenpyram, imidaclothiz, paichongding et cycloxyprid...

Une publication récente* passe en revue les études des impacts de ces insecticides sur la biodiversité et divers milieux (cf. graphe joint). En outre, une des conclusions, d'ordre économique, de l'étude précise :

« ... Les bénéfices à court et long terme procurés par les néocotinoïdes et le fipronil manquent de visibilité. Considérant leur taux d'utilisation, le petit nombre d'études publiées évaluant leurs bienfaits sur les rendements et sur l'économie est étonnant, et quelques études récentes (Furlan & Kretzweiser-2014) suggèrent que leur usage ne fournit aucun gain et même une perte nette pour certaines cultures. On ignore quelles seraient les conséquences pour l'exploitant si ces pesticides systémiques étaient peu ou pas mis en œuvre (leur retrait partiel dans l'Union Européenne fournira sans doute une opportunité d'examen sérieuse)

* Van der Sluijs J.P. and al « Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning »- juin 2014 – Publié en Open Access sur Springerlink.com

Figure 3



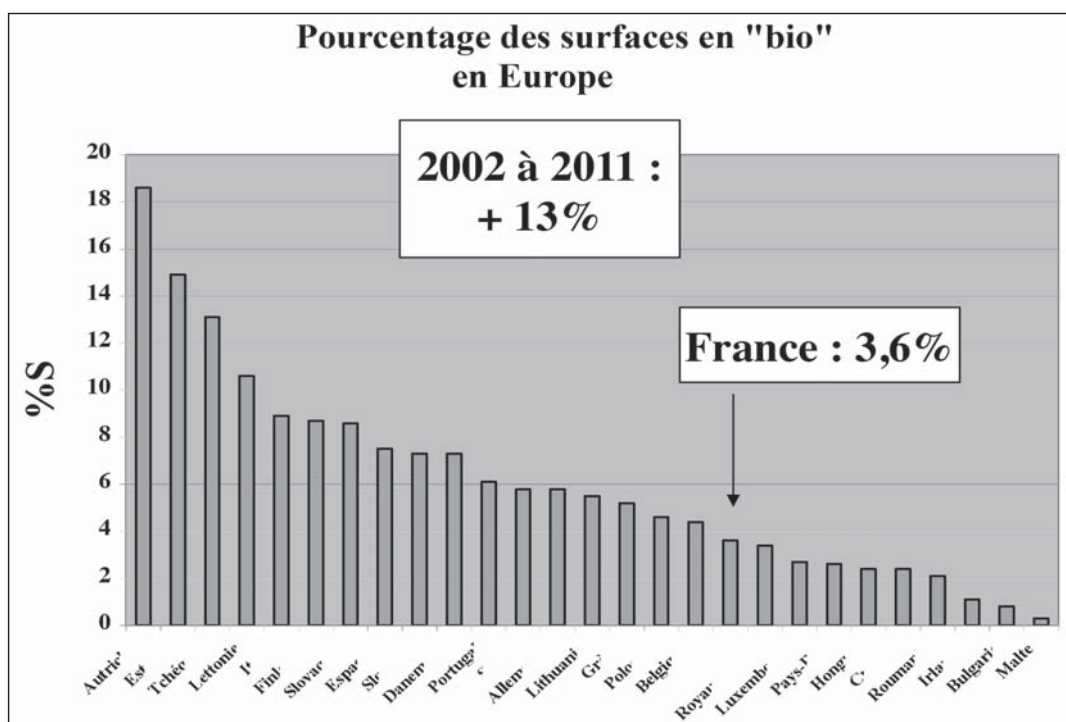
D'autre part, on ne saurait séparer une agriculture devenue industrielle de ses corollaires : le transport des produits sur de longues distances, leurs transformations par l'agro-alimentaire, ainsi que la grande distribution et sa communication omniprésente, avec de nombreuses conséquences, sur les habitudes des consommateurs, sur leur santé et sur leur régimes alimentaires.

Les alternatives

On range en général ces alternatives dans la catégorie « agriculture biologique » (« bio »). Hormis l'agriculture raisonnée, elles ont en commun la bannissement presque total de produits chimiques de synthèse.

Le graphique 3 montre le développement — inégal — de cette agriculture en Europe, et accessoirement le retard de la France.

Figure 4 : surfaces agricoles en agriculture biologique en Europe, en 2011



L'agriculture « raisonnée »

L'image de l'agriculture polluante a inspiré à ses pratiquants le désir de paraître plus vertueux dans leur gestion environnementale. Partant du principe — louable — que l'usage d'engrais et de biocides ne devait pas être systématique mais adapté aux conditions (locales, climatiques, sanitaires...) de l'exploitation, la notion d'agriculture raisonnée a été créée. Il est vrai que les pratiques consistant à pulvériser systématiquement un insecticide sur la simple injonction d'un fax ne correspondait pas à la réalité des terrains. Il s'en est suivi toutes sortes de campagnes de communication relayées par le Ministère de l'Agriculture pour diminuer l'impact des intrants sur les divers milieux.

Près de vingt années après le lancement de ce « raisonnement des traitements », qu'en est-il vraiment ?

De fait, l'une des vertus de cette agriculture a été d'amener un certain nombre d'agriculteurs à se poser des questions sur leurs pratiques, et parfois se rapprocher d'une agriculture qualifiée de « bio ».

Mais les données de consommation d'intrants sont cruelles : en 2014, la consommation française de pesticides a encore augmenté de plus de 7 % en masse et de 9 % en chiffre d'affaires (57 milliards d'euros), et encore ne tient-on pas compte dans ces statistiques :

- de la concentration renforcée en matière active de ces produits, ou encore de l'introduction de molécules plus puissantes ;
- des « formulations » de ces produits, extrêmement toxiques, à la fois par leur composition et par leurs métabolites de dégradation.

Ne serait-on pas là face à la disparition « raisonnée » des abeilles ?

L'agriculture « naturelle » ou organique

Fondée à partir des réflexions et de l'action de Sir Albert Howard (1874-1947), elle s'appuie sur l'observation de la nature, le respect des savoirs paysans et la prise en compte de l'économie. Les principes guidant son action sont les suivants :

- connaissance de la résistance naturelle des plantes et des animaux aux maladies ;
- primat de la nature ;
- fertilité de la terre plutôt que des plantes ;
- restitution à la terre de tous les déchets organiques (le compostage en tas) ;
- polyculture-élevage plutôt que monoculture ;
- harmonie entre la nature et sa connaissance scientifique.

L'agriculture biodynamique

Cette agriculture est fondée sur les réflexions de l'anthroposophe autrichien (de parents hongrois) Rudolf Steiner (1861-1925). Souvent qualifiée d'ésotérique, elle suppose une influence d'ordre cosmique (la Lune, les planètes, les constellations...). Elle est basée, techniquement, sur la pulvérisation de préparations « dynamisées » qui rappellent les pratiques de l'homéopathie. Il est somme toute assez logique qu'elle suscite l'opposition du monde scientifique.

Quelques données :

- elle est de plus en plus répandue, notamment en viticulture²,
- une des préparations par exemple, dite « 501 », consiste en une corne de génisse (donc à base de silice) emplie de bouse de vache (au contenu assez faible en micro-organismes), enterrée en septembre dans le champ et déterrée en juin. Elle présente alors une richesse inexplicée en micro-organismes. Le résultat épandu sur les sols est très favorable aux plantes,
- la « 500 » est de la silice broyée jusqu'à l'état colloïdal, diluée, « dynamisée » dans l'eau, puis pulvérisée sur la culture à raison de... quatre grammes de silice à l'hectare. Elle favorise la photosynthèse,
- la dilution de plantes (pissenlit, valériane, écorce de chêne, camomille...) dans l'eau (infusion, décoction...) est conçue pour conférer à la culture réceptrice certaines des propriétés de la plante. Ainsi, la préparation à base d'achillée mille-feuilles, qui possède une racine verticale s'enfonçant profondément dans le sol, développe le système racinaire. Les préparations à base d'ortie ou de prêle favorisent l'assimilation de l'azote.

Devant ces pratiques que la science n'explique pas, des chaires de biodynamie se créent dans de nombreuses Universités..., à l'exception notable de la France.

La biodynamie offre l'avantage d'avoir un coût très bas, adapté aux agricultures des PVD.

L'agriculture organo-biologique

Initiée par les suisses Maria et Hans Müller (1874-1969 et 1891-1988), puis reprise par le prussien Hans Peter Rusch (1906-1977), cette agriculture diffère de celle d'Howard par l'influence qu'a exercée sur elle la biodynamie, et par la moindre importance accordée au compost (simplement épandu au sol et non stocké en tas). Cette technique³ est très répandue dans les pays germanophones.

L'agriculture « sauvage »

Ce type d'agriculture, dite aussi « naturelle », résulte des travaux du japonais Masanobu Fukuoka (1913-2002), prônant un minimum d'intervention humaine dans les champs. On utilise aussi les termes Techniques Culturelles Simplifiées (TCS) ou encore Semis Sous Couvert Végétal (SCV). Les principes appliqués sont :

- absence de labour : la graine est semée directement sur la paille de la récolte précédente⁴,
- absence d'engrais : amendements à partir des pailles récoltées et parfois de quelques fientes de poules ou de canard,
- pas de pesticides, même « bio ». Les prédateurs sont « des professeurs qui nous indiquent nos erreurs »,

2 - Ainsi, le vin le plus célèbre du monde (et le plus cher !), la Romanée-Conti en Bourgogne, est en culture biodynamique depuis plus de 30 ans.

3 - Dès 1960, 13,7 % des légumes vendus sur le marché de Zürich étaient d'origine biologique (source : Yvan Besson - « Les fondateurs de l'agriculture biologique », éditions Le Sang de la Terre - 2011)

4 - Le labour mélange à tort les horizons spécifiques du sol, et donc leurs faunes, flores, microfaunes, microflores et micro-organismes... La découverte tardive et surprenante d'une pratique millénaire erronée devrait générer de la modestie chez nos agronomes...

- le semis direct : la graine doit s'implanter elle-même,
- l'absence de taille des arbres et des plantes.

Le livre de Fukuoka « *La révolution d'un seul brin de paille* » (Tokyo-1975) a été un succès mondial.

Autres méthodes et techniques

La permaculture

Il serait trop long d'expliquer ce type d'agriculture, d'ailleurs plus un mode de vie qu'une technique particulière. Elle présente beaucoup d'analogie avec l'écologie industrielle et territoriale⁵, dont le but est d'optimiser les ressources de matières et d'énergie⁶.

Nous l'illustrerons simplement de deux exemples d'ordre technique :

- maïs, haricot et courge au Mexique : le maïs sert de support au haricot pour grimper, les feuilles de courge conservent l'humidité du sol ;
- dans un jardin en permaculture, les canards de la mare dévorent les vers des premières pommes immatures tombées, tandis que les poules, picorant les déchets végétaux, fabriquent un compost de qualité. La chaleur du poulailler servira en hiver à protéger la germination des semences en préparation.

Analyse des fonctions de chaque élément, design du terrain, connaissance de l'environnement, données économiques... constituent la base de la permaculture, qui se reconnaît dans les travaux de Fukuoka.

L'agroforesterie

L'agroforesterie — pas toujours "bio" — exploite des terres agricoles en associant la culture d'arbres (de tous types : agrément, bois d'œuvre, arbres fruitiers, éventuellement mélangés) dans les cultures ou les prairies. Ce type de culture, à nouveau encouragé, a beaucoup régressé depuis le XIX^e siècle⁷. Différentes associations se rencontrent :

- arbres et cultures,
- cultures en clairières,
- élevage et arbres (sylvopastoralisme).

Par exemple, l'association blé d'hiver et noyers (50 pieds à l'hectare) a des effets positifs à la fois :

- sur la productivité de l'arbre en été : le blé moissonné, la photosynthèse est à son seul profit,
- sur la croissance du blé en hiver et au printemps : en l'absence de feuilles sur le noyer, la céréale optimise la photosynthèse.

L'arboriculture constitue aussi un puits de carbone appréciable (bois et racines).

L'arbre a un effet protecteur sur la culture : protection contre les intempéries, décompaction des sols où air et eau circulent mieux, etc. C'est aussi une source de biodiversité avec les pollinisateurs, les oiseaux et chauves-souris insectivores...

Le bois raméal fragmenté

Pour des raisons apparaissant plus loin (le rôle de la forêt) nous nous étendrons sur cette pratique initiée au début des années 1980 au Canada. En voici un résumé simplifié.

Des *rameaux fragmentés* de feuillus ont été incorporés aux premiers centimètres de sols agricoles dédiés à divers types de cultures. La surprise est venue des rendements obtenus, totalement inexplicables : de +25 % pour les pommes de terre à... +300 % pour les fraises, sans engrais, sans traitement, avec deux fois moins d'eau. Les expériences étaient reproductibles.

Avec son équipe, le Professeur Gilles Lemieux (Institut de Géomatique de l'Université Laval au Québec) a consacré sa vie — jusqu'à sa disparition en 2009 — à ce sujet qu'il baptisa « Bois Raméal Fragmenté » (BRF). Il s'aperçut rapidement de l'absence quasi-totale, dans la littérature scientifique, d'études concernant les rameaux des arbres, considérés par les forestiers comme un déchet gênant⁸.

5 - cf. Suren Erkman, « Vers une écologie industrielle » éd. Fondation Charles Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme. *L'écologie industrielle analyse les flux, la permaculture plutôt les fonctions...*

6 - cf. Wikipedia sur le sujet...

7 - Autrefois, on voyait beaucoup d'arbres fruitiers dans les vignes (pêchers, abricotiers, amandiers...). La mécanisation les a fait disparaître. Guay, E. Lachance, L. & Lapointe R. A. (1982) *Rapports techniques 1 et 2, Ministère des Terres et Forêts du Québec, Québec. 74 pages.*

8 - Gênes par les polyphénols, les papetiers étudient des arbres OGM contenant moins de lignine...

Il émet les hypothèses suivantes, que nous simplifierons ainsi :

- acteurs de la photosynthèse les rameaux élaborent toutes sortes de nutriments essentiels (sucres, cellulose, hémicelluloses, tannins, acides aminés...),
- la décomposition des rameaux fragmentés est l'œuvre, dans les sols, de champignons microscopiques, les basidiomycètes (*Chrysosporium phanerochaete*), rares en zones agricoles, mais répandus dans les forêts. Ils ont la capacité de décomposer, grâce à une enzyme dépendant du manganèse, la lignine des rameaux, constituée de polyphénols moins polymérisés que ceux des troncs d'arbres,
- les basidiomycètes commencent par se nourrir des composants non structuraux des rameaux (protéines essentiellement). Il s'ensuit une « faim d'azote » initiale,
- puis, leur mycélium⁹ décompose la lignine en fixant l'un de ses composants, l'acide humique,
- ce mycélium « enrichi » est dévoré par la microfaune des sols ; ainsi débute une chaîne trophique comprenant protozoaires, acariens, insectes, vers de terre, etc.,
- les produits des métabolismes de cette chaîne alimentaire profitent aux plantes pour combler leurs besoins en nutriments.

Baptisée « *aggradation* » (à l'opposé de leur dégradation), l'amélioration de la fertilité des sols résulte ainsi d'un **transfert d'énergie** — celle contenue dans les liaisons benzéniques des polyphénols — vers le **monde biologique** grâce au **monde fongique**¹⁰.

La structure moléculaire des polyphénols des différentes lignines explique le choix de feuillus : la différence entre conifères (gymnospermes : lignine guyacile) et feuillus (angiospermes : lignine syringile), se reporte au niveau de la structure des sols : les sols bruns issus des feuillus, aux pH élevés, acceptent la plus grande biodiversité possible, à l'opposé des sols acides des résineux qui la limitent : recyclage optimal des nutriments chez les feuillus, tissus végétaux accumulés en surface faute de recyclage efficace¹¹ chez les conifères. On tolère cependant 20 % de conifères dans le BRF.

Bien que datant de la fin du XX^e siècle, le BRF souffre d'un manque de retour d'expériences, sans doute par les remises en cause qu'il infère.

Cependant, l'équipe du Pr. Lemieux a mené de nombreuses expérimentations dans différents pays, outre le Canada : maraîchage au Sénégal, culture du seigle en Ukraine, tests divers en République Dominicaine, à Madagascar, en Côte d'Ivoire (sans aucun soutien institutionnel).

En Belgique, la ferme de Strée s'est spécialisée sur la question à travers de nombreux tests en champs (Centre des Technologies Agronomiques)¹².

Un paysan cultive avec succès dans le Quercy¹³, une des régions les plus sèches de France, ail, oignons et tomates, cultures exigeant normalement de grandes quantités d'eau.

De nombreux jardiniers amateurs connaissent et ont adopté la méthode, notamment en liaison avec la permaculture.

Les OBJECTIONS et les DEVELOPPEMENTS ACTUELS

Les objections

Dans la comparaison entre l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle, le rendement plus faible de la première est un des principaux arguments opposés par les tenants de la seconde. De nombreuses comparaisons semblent donner raison à ces derniers, et les « bio » admettent généralement des valeurs de rendement inférieures de 20 à 30 % à l'agriculture actuelle¹⁴.

Cependant le règne de la quantification a ses limites...

9 - Ces filaments microscopiques peuvent atteindre une longueur totale de... 10000 kilomètres par mètre carré de sol forestier ! Une véritable plomberie, actrice d'intenses circulations d'eau et de matières.

10 - Le Bois Raméal Fragmenté se distingue fondamentalement d'un compost : en effet, l'élaboration de ce dernier dégage de la chaleur, une énergie perdue pour la vie dans les sols et finalement par les plantes.

11 - Lemieux G. (1996) « Cet univers caché qui nous nourrit : le sol vivant » Publication n° 59. Édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec.

12 - www.ctastree.be

13 - Jacky DUPETY - Ferme du Pouzat - 46320 Livernon

14 - Mais les produits sont si bons que, paraît-il, 15 à 25 % finissent dans nos poubelles...

Le rendement à l'hectare ?

En ce qui concerne par exemple les céréales, on utilise comme unité de rendement le quintal à l'hectare. Il n'en a pas toujours été ainsi. Au XVII^e siècle, la boisselée était la quantité de semences nécessaire pour optimiser la production d'un champ donné, une valeur tenant compte du concret de la culture.

L'hectare lui-même est-il vraiment l'unité incontournable ? Un hectare de terre agricole en Beauce est-il comparable à un autre hectare de montagne ?

Quant au quintal, il omet totalement la qualité nutritive de la production. Des études mettent en exergue les faibles teneurs en vitamines A et C, en fer, etc., d'aliments issus de l'agriculture actuelle.

Un éclairage des consommateurs ou une programmation ?

De nos jours, les statistiques (telles que le rendement à l'hectare, mais bien d'autres en dehors de l'agriculture, comme le PIB) ne servent pas seulement à éclairer le citoyen ou les responsables, mais à programmer l'action des États et des agents publics. Ces nouveaux « indicateurs de la gouvernance » visent (à l'image de la programmation soviétique ?) à la satisfaction d'objectifs quantitatifs et servent ainsi à masquer la réalité de la société à des responsables déconnectés de la société qu'ils dirigent¹⁵, sur laquelle ils réagissent, mais n'agissent plus...

La qualité ?

Dans cette comparaison des systèmes agricoles, la qualité, aussi bien nutritionnelle que gustative (organoleptique) ou sanitaire est totalement absente. La satisfaction des besoins se réduit à des chiffres. Le plaisir, non quantifiable, est simplement exclu.

Voici le résumé partiel d'une étude montrant la dégradation de la qualité nutritive des aliments aux USA et au Royaume-Uni, valable sans doute aussi pour l'Europe :

« Les agriculteurs ont doublé ou triplé les rendements de la plupart des semences, fruits et légumes lors des cinquante dernières années. Ils l'ont fait en capitalisant le travail des scientifiques, des semenciers et de firmes produisant toutes sortes d'intrants, d'engrais, de pesticides, de machines agricoles sophistiquées et de carburants. (...) Mais la polarisation de l'agriculture [...] sur les seuls rendements lors des cinquante dernières années a créé une sorte d'angle mort où l'érosion de la qualité nutritionnelle de nos produits, modeste pour certains types de culture, mais significative pour d'autres, est passée inaperçue aux yeux des scientifiques, des agriculteurs, des gouvernements et des consommateurs. (...) »

Les données gouvernementales fournies par les USA et le Royaume-Uni démontrent que la concentration des aliments en nutriments essentiels a diminué lors des dernières décennies, parfois de **deux ordres de grandeur** en ce qui concerne le fer, le zinc, le calcium, le sélénium et d'autres. Il en résulte que la même portion de maïs doux ou de pommes de terre, ou qu'une simple tranche de pain complet procure, dans l'assiette du consommateur, moins de fer, zinc et calcium. (...) Cette érosion de la valeur biologique de la nourriture est assez semblable à l'inflation monétaire : nous avons plus de nourriture dans notre assiette, mais elle vaut moins en termes de valeur nutritive. (...)

La variation entre rendement et niveau de nutriments dépend du type de récoltes et de régions, puisque les plantes gèrent leur énergie selon différentes contraintes. Un grand nombre de données démontrent que pour le blé, le maïs et le soja, le contenu en protéines et en graisses est inversement proportionnel au rendement. Pour la tomate, le plus grand rendement (en poids récolté) correspond à une plus faible concentration en vitamine C, en lycopène (l'antioxydant qui rend les tomates rouges) et en bêta-carotène (un précurseur de la vitamine A). Les vaches élevées en intensif produisent un lait moins dense en graisse, en protéines et autres nutriments essentiels, et sont également plus sensibles à un grand nombre de maladies, d'infections ; elles présentent de surcroît des problèmes de reproduction (...).

Étude menée en 2007 par Brian Halweil du World Watch Institute

Les études référencées

Vingt-et-une années de modes de cultures comparés

Une étude suisse, parue dans Science¹⁶, détaille, y compris sur le plan économique, les résultats d'une conduite agricole sur un même terroir, de quatre techniques distinctes : conventionnelle avec minéraux, conventionnelle

15 - cf. Alain Supiot, « *l'Esprit de Philadelphie* » 2010, Seuil, chapitre « *Les mirages de la quantification* » p. 75-88

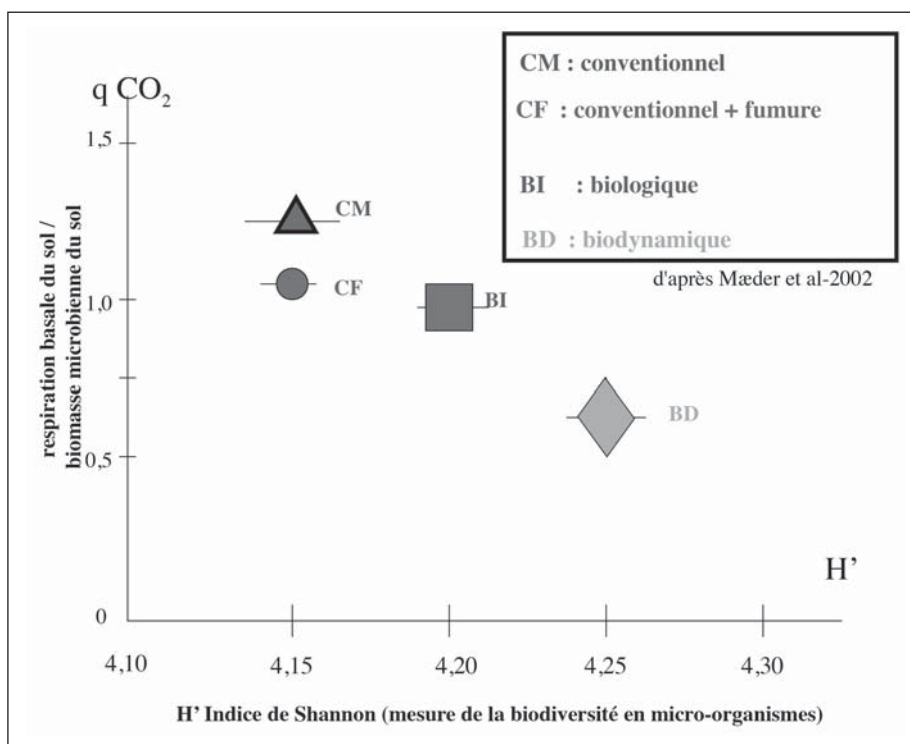
16 - Maeder P., and al.: « *Fertilité du sol et biodiversité en agriculture biologique* » *Science*, Volume 296, N° 5573, 31 mai 2002, p.1694

avec minéraux et fumure, agriculture biologique, agriculture biodynamique, menées de 1978 à 1999, dont voici un extrait du résumé :

« La compréhension des agro-écosystèmes est une clef pour déterminer des systèmes d'agriculture efficaces. Nous présentons ici les résultats d'une étude de 21 ans, portant sur la performance agronomique et écologique de systèmes agricoles biodynamique, biologique et conventionnel dans le Centre de l'Europe. Nous avons constaté des rendements de culture inférieurs de 20 % dans les systèmes organiques, bien que les intrants en engrais et en énergie fussent réduits de 34 à 53 % et l'utilisation de pesticides de 97 %. L'amélioration de la fertilité du sol et la plus grande biodiversité constatées dans les terrains biologiques peuvent rendre ces systèmes moins dépendants d'apports extérieurs.

(...)« la diversité fonctionnelle microbienne du sol, mesurée par l'index Shannon (H') et le quotient métabolique ($q_{CO_2} - C$: respiration basale du sol / biomasse microbienne du sol) sont inversement corrélés : une **plus grande diversité dans les terrains biologiques** est en relation avec un **plus faible** q_{CO_2} , indiquant une plus grande efficacité énergétique d'une communauté microbienne plus diversifiée »

Figure 5: influence de la biodiversité d'un sol en microorganismes sur ses émissions de carbone



Les aliments issus du « bio » sont-ils meilleurs pour la santé ?

Une étude britannique¹⁷ menée par l'Université de Newcastle a passé en revue l'ensemble des études scientifiques publiées sur la qualité des aliments issus de l'agriculture biologique. En voici le résumé, traduit par nos soins :

« La demande en aliments d'origine biologique est partiellement soumise à la perception des consommateurs qui estiment que ces aliments sont plus nourrissants. Cependant, l'opinion des scientifiques est divisée sur le plan de savoir s'il existe une différence nutritionnelle significative entre ces deux types de nourriture, et deux analyses récentes ont conclu qu'il n'y avait aucune différence.

Dans la présente étude, nous avons effectué une série de méta-analyses, basée sur 343 publications reconnues par leurs pairs. Cette étude montre des différences significatives et éclairantes dans la composition des deux types de nourriture. L'essentiel concerne la concentration d'une gamme d'antioxydants, les composés phénoliques, substantiellement plus importants dans les aliments biologiques, notamment pour les acides phénoliques (+19 %), les flavanones (+69 %), les stilbènes (+28 %), les flavones (+26 %), les flavonols (+26 %) et les anthocyanes (+50 %).

On a relié, lors d'études épidémiologiques et nutritionnelles, les effets de baisse de concentration de ces composés à des risques de maladies chroniques, telles que les AVC, les maladies neuro-dégénératives ainsi que certains cancers. De surcroît, on a mis en lumière que la nourriture biologique contenait quatre fois moins de résidus

17 - Baranski M. et al. – Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops : a systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition*, 2014 – en Open Access

de pesticides que la nourriture conventionnelle, celle-ci présentant en outre des concentrations significatives en cadmium. Même constat pour les vitamines et certains minéraux. Toutes ces concentrations en excès sont reliées à des pratiques agronomiques spécifiques (respectivement l'usage d'engrais azotés et phosphatés pour le dernier exemple cité), proscrites par l'agriculture biologique ».

Se nourrir « bio » élimine-t-il les effets des pesticides ?

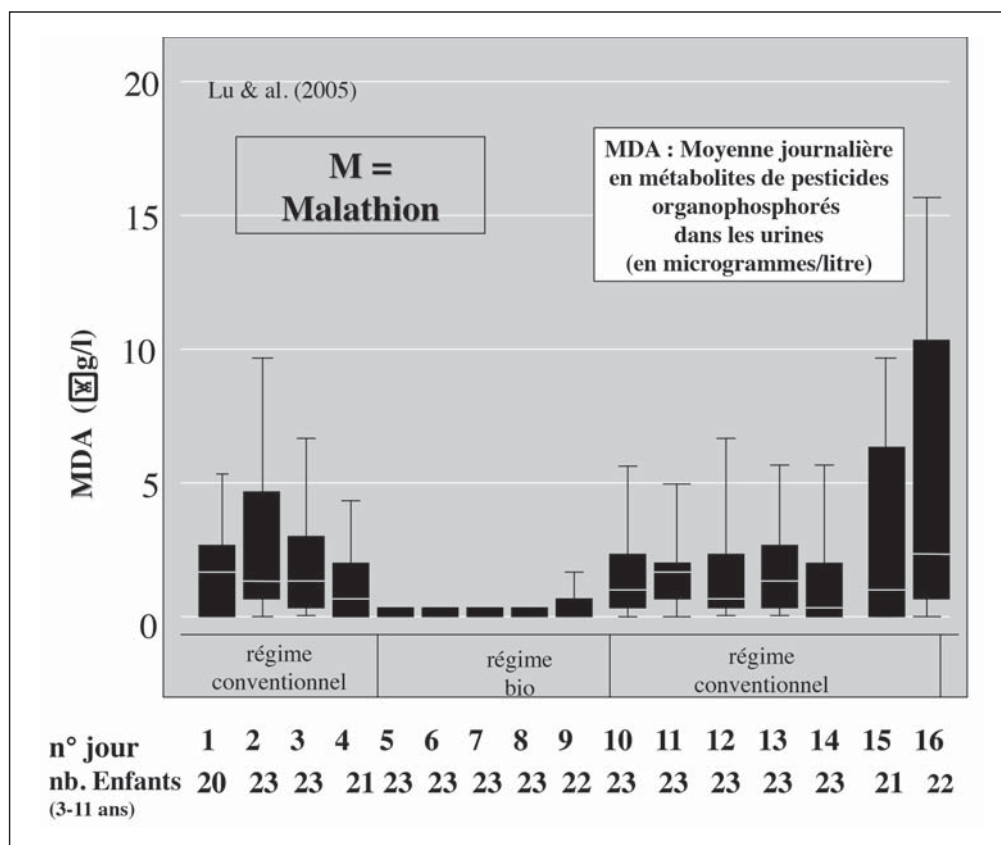
Une autre étude¹⁸ britannique a mesuré l'impact d'un changement de régime alimentaire (du conventionnel au biologique) sur la composition en métabolites de composés organo-phosphorés (entre autres, malathion et chlorpyrifos)¹⁹ dans les urines d'un groupe d'enfants.

En résumé, après dix jours de régime conventionnel, ces enfants ont consommé pendant cinq jours une nourriture exclusivement biologique, puis repris un régime conventionnel. La disparition des métabolites dans les urines est pratiquement immédiate, et elle réapparaît dès la reprise du régime conventionnel.

L'expérience démontre :

- 1- qu'un régime biologique procure un effet immédiat et puissant de protection face à une exposition aux organo-phosphorés,
- 2- que l'exposition des enfants à ces produits était due à la seule nature de leur régime alimentaire.

Figure 6 : Régime alimentaire et pesticides



Quelques conclusions

- Malgré les services rendus, l'agriculture conventionnelle ne remplit nullement les exigences d'un développement durable. Nous la considérons comme un véritable *fiasco*. Loin de la nature, les productions de l'agriculture conventionnelle devraient être étiquetées « *issus d'une agriculture non biologique* ».
- Les deux priorités d'une véritable agriculture durable qui ressortent de cette synthèse sont incontestablement : *sols et biodiversité* ;

18 - Lu C., Toepel K and al « Organic Diets Significantly Lower Children's Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides ». *Environ. Health Perspectives* - 2006 Feb. 114(2):260-3

19 - Notons que si ces produits sont interdits depuis dans l'Union Européenne, nombre d'exploitants agricoles notamment les viticulteurs espagnols et français, continuent de les utiliser (ir)régulièrement.

- Le terme d'« *agriculture écosystémique* » semble plus approprié que « biologique » en ce qu'il rend compte du fonctionnement des systèmes concernés ;
- Loin d'être concurrentes, les alternatives évoquées doivent être perçues comme *compatibles et complémentaires* ;
- Le rôle de la forêt à la fois comme origine de l'agriculture et comme modèle, et l'apport théorique du fonctionnement du Bois Raméal Fragmenté nous procurent la clé d'une autre agriculture, basée non sur l'ensemble « bactéries/minéraux », mais sur le couple « *champignons/polyphénols* ».

D'un point de vue thermodynamique, les effets de l'agriculture moderne²⁰ constituent clairement des manifestations d'une **entropie généralisée**, soit, si l'on veut donner une explication moins scientifique, un **désordre croissant**, et ceci de manière irréversible.

En étant capable de se reconstituer spontanément sur des terres abandonnées, avec la panoplie complète et organisée de microorganismes, microflore, microfaune, etc. la forêt est clairement un facteur de « **néguentropie** »²¹, capable donc de réversibilité, propriété inaccessible à l'Homme. Cette propriété doit inspirer l'agriculture de demain.

Comme pour la nécessaire transition énergétique, la transition agricole doit définir sa trajectoire future : malgré sa croissance régulière, l'agriculture biologique ne sera pas généralisée avant longtemps si l'on ne favorise pas son développement par des mesures réglementaires, techniques ou économiques.

20 - Et même de l'ensemble des activités humaines !

21 - Henry, D. (2005) « Sol et écosystème : Manifeste pour un nouveau regard » Publication n° 208 décembre 2005 édité par le Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec. La notion de néguentropie a été introduite par Schrödinger.