

n°141 - mai 2011

# La seule agriculture durable est celle qui respecte les lois de la biologie du sol.

Mots clés associés : nature, milieux, ressources, biodiversité | agriculture, alimentation | alimentation | désertification | érosion | irrigation | pesticides

## Résumé

Le sol est un milieu très complexe qui n'existe que sur la planète « Terre », c'est un milieu organo-minéral dont l'équilibre est fragile. Cette complexité implique que l'agriculteur doit avoir une bonne connaissance de son sol pour le gérer de manière durable. À l'heure actuelle la révolution verte et son agriculture intensive détruit 15 millions d'hectares chaque année (érosion, désertification, salinisation) auxquels s'ajoute une perte de 5 millions d'hectares due à l'urbanisation. Pour compenser, on détruit 10 millions d'hectares de forêts tropicales. De ce fait la surface agricole n'augmente plus. Alors que la population mondiale augmente de 75 millions d'habitants/an. Ainsi, chaque année la surface agricole par habitant diminue ce qui n'est pas acceptable. Il va donc falloir apprendre à cultiver la terre sans la détruire en appliquant et en respectant les lois de la biologie du sol.

## Auteurs

### **Bourguignon Lydia & Claude**

Lydia Bourguignon, est maître ès sciences agroalimentaires et Claude Bourguignon, ingénieur agronome (INAPG) et docteur ès sciences microbiologie Ils ont d'abord travaillé à l'INRA puis fondé le **LAMS** en 1990.

Claude Bourguignon a été enseignant au premier collège d'agriculture biologique de Malleval, membre de la Société d'écologie, de la Société américaine de microbiologie, enseignant à l'ancienne école d'agrobiologie de Beaujeu.

Ils sont conférenciers et formateurs en biologie des sols.

Auteurs du livre « *Le sol, la terre et les champs* » aux Editions Sang de la Terre, qui est une référence en agro écologie.

Le LAMS (Laboratoire d'Analyse Microbiologique des Sols) spécialisé dans les analyses physique, chimique et biologique des sols . Elles sont réalisées sur des échantillons prélevés à différentes profondeurs, afin d'aider les agriculteurs ou leurs gestionnaires à obtenir de meilleurs rendements, par une meilleure connaissance et prise en compte du fonctionnement des sols.

## Texte

Au moment où notre civilisation technique se croit au sommet de sa gloire, un scandale vient entacher cette autosatisfaction : La Famine. En 2009, le nombre de personnes souffrant de la faim a atteint le milliard. Jamais autant d'hommes n'ont souffert de ce mal millénaire et cette souffrance crie vers le ciel. Quels sont donc les facteurs qui ont abouti à cette remontée de la famine alors que celle-ci avait continuellement baissé de 1950 à 1990 ? Les deux causes principales sont les carences des politiques agricoles et la révolution verte. Les deux causes sont intimement liées. En effet, depuis 40 ans, sous l'influence du néolibéralisme, les gouvernements de la majorité des pays se sont détournés de l'agriculture et ont confié son développement aux agro-industries. Or, celles-ci ne s'intéressent pas à la sécurité alimentaire, comme toutes les industries, elles s'intéressent à leur bénéfice. Elles ont donc développé l'agriculture la plus consommatrice d'engrais, de pesticides, d'irrigation, de semences et bien-sûr d'énergie. Le modèle obtenu a été appelé : La Révolution Verte. Ce modèle dans un premier temps a clairement augmenté les rendements (grâce aux énergies fossiles) mais ce gain de production a engendré des problèmes très graves pour l'environnement et depuis 20 ans, les limites de ce modèle sont évidentes, pire, aujourd'hui il affame l'humanité. Mais pourquoi les progrès obtenus sont-ils éphémères et se retourneront, si la tendance se poursuit, en une catastrophe écologique et humanitaire ?

Parce que les progrès obtenus par la révolution verte sont basés sur les énergies fossiles, or il est évident qu'un tel système n'est pas durable. Ensuite, parce la Révolution verte est une simplification outrancière de l'agriculture. Elle ne respecte pas les bases de l'agronomie, elle supprime les rotations et les associations au profit de la monoculture, elle détruit l'équilibre agro-sylvo-pastoral en séparant, dans l'espace, champs, forêts et élevages, elle détruit les sols et leur biodiversité par excès d'engrais et de pesticides, elle détruit l'environnement, elle est un gouffre énergétique puisqu'elle consomme en moyenne 9 calories fossiles pour produire 1 calorie alimentaire ; enfin elle ruine les petits paysans. Avec cette « Révolution Verte », l'agriculture a reculé de 6000 ans. Comme le dit très justement l'agronome Matthieu Calame : « La révolution verte, c'est le néolithique avec le pétrole en plus ».

### Les lois de la biologie du sol.

Le sol est un milieu organo-minéral et les liens qui attachent les matières organiques et le monde minéral (les argiles) sont des attaches électriques donc très fragiles. C'est la raison pour laquelle les hommes ont ruiné bon nombre de sols, ils ont rompu ce lien entre matière organique et argile et les composants du sol partent alors avec le vent ou l'eau. La gestion d'un sol va donc commencer par ce que l'on appelle les amendements c'est-à-dire les apports de matière organique (compost, mulch [1], etc.), par des apports d'argile (marnage) et par les apports de liens (chaulage). Dans la tradition paysanne, cultiver « en bon père de famille » consistait à faire des apports annuels de compost et des apports de Marne une fois par génération. Les doses apportées, de l'ordre de 30 t/ha/génération correspondent d'ailleurs au rythme naturel de la pédogénèse [2] qui est de 1 à 2 tonnes d'argile / ha produite chaque année par les racines et les microbes. La qualité de l'amendement dépend bien sûr de la qualité du compost et de la qualité de l'argile. Un bon compost doit produire le meilleur des humus, celui qui à la plus forte C.E.C. (Capacité d'Echange en Cations [3]), c'est-à-dire le Mull [4]. Pour cela, il faut que la matière organique de départ soit riche en lignine (bois, paille) car elle est le principal précurseur de l'humus. Pour l'argile, on recherche celles qui ont la plus forte C.E.C. comme les smectites. L'amendement correspond donc pour l'agriculteur à la gestion de son sol.

Il faut maintenant que l'agriculteur favorise les organismes vivants de son sol afin que ses plantes soient bien nourries, puisque ce sont les microbes (bactéries et champignons) qui rendent les

éléments assimilables par les plantes. Il lui faut favoriser les 3 faunes du sol car celles-ci aèrent le sol et permettent aux racines de plonger. La faune épigée qui vit en surface, l'endogée qui consomme les racines mortes et l'anécique, les grands vers de terre qui brassent le sol. L'agriculteur favorisera la faune épigée et les vers de terre en leur apportant du compost qui, s'il est bien fait, doit contenir au moins 1 million d'animaux par tonne. Il favorisera la faune endogée par la rotation des cultures et en plantant périodiquement des céréales qui sont les plantes qui produisent le plus de racines (600 km par plant de seigle, 400 km par plant de blé). Racines qui une fois mortes, nourriront la faune endogée.

L'agriculteur devra aussi favoriser les microbes du sol. Il lui faut favoriser les champignons qui produisent les humus, ils se développent sur des substrats organiques faiblement minéralisables, donc pauvres en azote. Le paysan le fera en mettant de la paille et des branches d'arbres dans son compost, c'est-à-dire, de la matière organique riche en carbone et pauvre en azote. Pour cela il lui faut intégrer l'arbre dans son champ sous forme de haies ou d'arbres de pleins champs. Sur le sol de son jardin potager, il appliquera directement le BRF (Bois Raméal Fragmenté) issus des haies sans passer par le compostage.

Il lui faut aussi stimuler les bactéries et les actinomycètes qui minéralisent la matière organique et nourrissent les plantes. Pour cela, il apportera les engrais verts ou les fientes de poule, ou les lisiers c'est-à-dire, de la matière organique riche en azote et pauvre en carbone. Nous insistons sur cet aspect d'équilibre et de complémentarité entre la stimulation des champignons pour faire de l'humus et la stimulation des bactéries qui minéralisent l'humus car souvent les agriculteurs ne stimulent que les bactéries et déstabilise la pédogénèse de leur sol.

Enfin, il faut que l'agriculteur stimule l'ensemble des bactéries minéralisatrices, c'est-à-dire les différents groupes liés aux différents nutriments. A l'inverse des engrais chimiques qui ne stimulent qu'une population très réduite de microbes. Pour cela les agriculteurs pratiquent la rotation pour les cultures annuelles et l'association pour les cultures pérennes. On cultivera ainsi des crucifères qui stimulent par leur racines les bactéries du cycle du soufre, des légumineuses qui hébergent dans leur nodosités racinaires des bactéries du cycle de l'azote, des céréales qui stimulent les bactéries du cycle du fer, les liliacées (ail, oignon, poireau, etc.) qui stimulent les mycorhizes, etc. Le métier d'agriculteur est donc mieux décrit par le mot « Paysan » celui qui fait le pays puisqu'il crée l'équilibre agro-sylvo-pastoral en faisant cohabiter dans un même paysage le champ, la forêt et les animaux, il gère ses sols par les amendements, nourrit la faune, les champignons et les bactéries du sol afin que ce sol vivant nourrisse sainement les plantes qu'il cultive. Car il faut rappeler que les plantes prélèvent une vingtaine d'atomes dans le sol (azote, fer, bore, zinc, soufre, etc) lorsque celui-ci est vivant. A l'inverse une plante nourrie avec des engrais et poussant sur un sol dégradé biologiquement devra se contenter de quelques atomes (azote, phosphore, potasse) et sera physiologiquement déséquilibrée.

## **La destruction des sols par la Révolution verte.**

En ne respectant pas les lois de la biologie des sols, ce modèle industriel d'agriculture détruit les sols agricoles selon le processus suivant :

### **a) La dégradation biologique des sols :**

Lorsque l'on met des engrais, que l'on irrigue, et que l'on laboure on provoque la minéralisation de la matière organique par les bactéries dans des proportions excessives. En France par exemple, la teneur moyenne en matière organique de nos sols est passée en 1 siècle de 4% à 1.3%. Et pourtant, en céréaliculture, le volume des pailles de blé est passé de 2 t/ha à 5-6 t/ha en 1 siècle. Nous aurions donc dû observer une augmentation de la teneur en matière organique. Mais l'excès d'engrais a

tellement stimulé la minéralisation qu'il a gommé l'effet d'augmentation des volumes de paille. Or la faune se nourrit de la matière organique, lorsque celle-ci baisse, la population faunique chute. Les vers de terre par exemple sont passés de 2 t/ha en 1950 dans les sols de céréales à moins de 100 kg/ha. Or la faune remonte, par ses déjections, les éléments nutritifs. Lorsqu'elle disparaît les éléments descendent vers les nappes phréatiques, qu'ils polluent, et les sols entrent dans la phase de dégradation chimique.

### b) La dégradation chimique des sols :

En perdant les éléments nutritifs, les sols s'acidifient. Ils perdent alors, par lixiviation [5], deux éléments fondamentaux, le calcium et le fer qui servent de liens électriques entre les humus et les argiles. Les humus ayant été minéralisés et les liens, attachant le peu d'humus restant, étant lessivés, les argiles partent à leur tour dans les rivières et les sols entrent dans la phase de dégradation physique.

### c) La dégradation physique ou l'érosion des sols :

Lorsque les argiles partent avec l'eau ou avec le vent, les sols s'appauvrissent et les rendements stagnent ou baissent. En France par exemple l'érosion des sols agricoles est passée de 10 t/ha/an dans les années 1970 à 40 t/ha/an actuellement. Aux U.S.A. elle est passée en moyenne de 40 t/ha/an à 200 t/ha/an et en Chine, les célèbres limons de la vallée du fleuve Jaune s'érodent, par l'eau ou le vent, à la vitesse de 500 t/ha/an soit 5 cm de sol par hectare et par an. L'agriculture dite conventionnelle, basée sur les engrais et les pesticides n'est donc pas durable. Il nous faut donc changer d'agriculture et définir une agronomie qui respecte les lois de la biologie du sol.



---

## **Quelques propositions pour une nouvelle politique agricole**

### **a) Restauration des sols agricoles :**

L'état des sols de la planète est tellement mauvais, qu'il ne s'agit plus de mettre d'abord en place une politique de reconversion des agriculteurs vers l'agriculture biologique ou biodynamique mais commencer d'abord par restaurer la fertilité des sols. En effet, encourager des agriculteurs à se convertir à la biologie sur des sols morts est une bonne méthode pour les envoyer à la faillite. C'est comme si on demandait aux citoyens de baisser leur consommation d'énergie sans isoler préalablement leur maison.

L'agriculture biologique ou biodynamique sur des sols appauvris permet de nourrir l'agriculteur mais ne lui permet pas de nourrir beaucoup d'autres citoyens.

Il faut donc d'abord restaurer la fertilité des sols c'est à dire remonter leur taux de matière organique, relancer la faune et la microfaune du sol afin d'arrêter les processus de lixiviation et d'érosion. Ne nous leurrons pas, cette phase de restauration de la fertilité des sols est extrêmement coûteuse, de 100 à 5000 €/ ha selon l'état de dégradation des sols [6] . A l'échelle de la planète, restaurer les 2 milliards d'hectares de terres ruinées [7] coûterait entre 200 et 10 000 milliards d'euros. Or les financiers ont ruinés les Etats et il va falloir beaucoup de courage aux gouvernements pour prendre ces mesures indispensables et fournir les finances nécessaires.

- Une première proposition serait de rendre la recherche agronomique indépendante des grands groupes agro-industriels et de l'orienter vers le développement de techniques restauratrices des sols comme le semis direct sous couvert, le mulching, le B.R.F (Bois Raméal Fragmenté), la sélection de plantes restauratrices de sols.
- Une deuxième mesure serait de développer un véritable tri des ordures et de séparer les déchets organiques des autres déchets. Ces déchets mélangés à tous les déchets verts et bien compostés, permettraient de remettre en route le cycle du carbone et de remonter le taux de matières organiques des sols. Pour encourager la mise en place de ces mesures de restauration de la fertilité des sols, il faudrait augmenter très fortement le prix des intrants agricoles : eau d'irrigation, engrais, pesticides, via des taxes gouvernementales. Il faut aussi imposer fortement les propriétaires qui ne restaurent pas la fertilité de leurs sols par l'agriculture ou la foresterie.

### **b) Développement de l'équilibre agro-sylvo-pastoral :**

Il ne faut pas seulement restaurer la fertilité des sols agricoles, il faut aussi supprimer les causes de leur dégradation. Pour cela, il faut réorienter la recherche selon 3 axes principaux. Le développement de l'agriculture biologique et biodynamique avec les équilibres champ-pâturage, basé sur les rotations.

- **Développer** toutes les méthodes (travail du sol, sélection génétique, compost, engrais vert etc...) qui favorisent les enracinements profonds des plantes cultivées.
- **Encourager** la synthèse des composés protecteurs dans les plantes (composés phénoliques,

vitamines, resverostrol etc...) par la baisse des apports d'azote et de pesticide, le ralentissement des vitesses de maturation etc...

- **Sélectionner** les plantes sur leurs qualités nutritionnelles et non sur leur rendement. Rechercher toutes les pratiques qui permettent de baisser, voir de supprimer l'irrigation et la fertilisation afin d'augmenter la qualité gustative des aliments et permettre aux agriculteurs de vendre plus cher et donc de mieux vivre. Sauver tous les savoirs paysans qui sont entrain de disparaître. Le développement de l'agroforesterie, c'est-à-dire le retour de l'arbre dans le paysage agricole : haies de limite de parcelles, haies de rapport, haies le long des voies de communication. Mais aussi, le développement d'une gestion durable des forêts dans le respect de leur biodiversité. Le développement de la sélection massale des semences paysannes et des races d'élevages. Ce type de sélection se fait par reproduction sexuelle des individus sélectionnés. Sur plusieurs générations, un éleveur ou un agriculteur peut ainsi améliorer une vache ou une céréale sans passer par la transgénèse (biologie moléculaire). Ce travail a depuis toujours été effectué par les paysans, ils ont ainsi créé une incroyable diversité de races et de variétés de plantes aux propriétés rustiques, adaptées à leur environnement et productives. Cela est exactement l'inverse des sélections de semences hybrides (dites modernes) qui sont avant tout adaptées pour répondre aux engrais et dont la faible rusticité les rend sensibles aux attaques de pathogènes. Par conséquent ces cultures sont aussi très dépendantes des pesticides. Il en est de même pour les races qui sont l'objet de sélections pour l'élevage intensif. Toutes présentent une plus grande sensibilité aux maladies (utilisation indispensable des antibiotiques) ou des problèmes de dégénérescences liés à l'appauvrissement génétique des cheptels. Par exemple, le sperme de quelques taureaux est utilisé pour la conception de toutes les génisses qui produiront le lait industriel Européen. Il faut que les semences et les races animales redeviennent une propriété de l'humanité et qu'elles soient sélectionnées au profit des hommes et non au profit des agro-industries.

Saint Augustin disait que la différence entre la pauvreté et la misère, est qu'être pauvre c'est être privé du luxe mais être miséreux c'est être privé du nécessaire. Or ce nécessaire comporte trois choses fondamentales : la nourriture, le vêtement et un toit. Un miséreux ne mange donc pas à sa faim ou bien mange une alimentation carencée qui ne le nourrit pas correctement. Depuis 20 ans l'agriculture recule de façon spectaculaire du fait de la négligence des politiques, et à cause de ce recul, 4 milliards d'hommes sont miséreux aux sens de St Augustin. Le développement d'une agroécologie, c'est à dire d'une vraie science agricole qui applique les lois de la biologie des sols qui respecte l'environnement et qui produit des aliments sains, est encore dans les cartons et peut-être faudra-t-il atteindre les 2 ou 3 milliards d'affamés pour que le bon sens agricole prenne le dessus sur l'agrobusiness.

L'agriculture est un sujet trop important pour le confier à l'agroindustrie. Il est du devoir des Etats de nourrir leur population. Pour cela les gouvernements doivent interdire la spéculation sur les denrées agricoles, ils doivent réguler les marchés agricoles et développer une recherche agricole au service des agriculteurs et des populations. L'agroécologie doit servir de socle à la politique mondiale agricole car on peut jouer avec l'argent mais il ne faut pas jouer avec la nourriture.

## Notes

[1] Mulch : Couche à la surface du sol faite de débris végétaux broyés plus ou moins finement. Elle protège le sol de l'érosion, du dessèchement et fourni une source de nourriture à la faune du sol.

[2] Pédogénèse : Formation du sol par la dégradation des roches sous l'action des processus

biologiques et physico-chimiques

[3] CEC : Il permet d'évaluer la fertilité minérale du sol, son degré d'évolution et de définir sa capacité de stockage des cations au sein des humus et des argiles.

[4] Partie de l'humus, le mull, avec une bonne incorporation de la matière organique et de la matière minérale réalisée principalement par les vers de terre, présent dans les forêts à activité biologique intense et les prairies. Wikipédia

[5] La lixiviation désigne une technique de lessivage de produits solides par un solvant approprié, de façon à en extraire les parties solubles. -Encyclopédie Universalis--- synonyme : percolation.

[6] Lester. R Brown, 2006. *Le plan B : Pour un pacte écologique mondial*, Ed : Calmann-Lévy.

[7] Claude & Lydia Bourguignon, 1994. *Rôle de la biologie des sols pour le développement d'une agriculture durable sur les sols dégradés des savanes du pourtour amazonien*. Procitropicos/ IICA. Brasilia.

## Bibliographie

- \* David F. Garvin, Ross M. Welch, and John W. Finley. - 2006. "Historical shifts in the seed mineral micronutrient concentration of US hard red winter wheat germplasm", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:2213-2220.
- \* Matthieu Calame. - 2008. « *La Tourmente alimentaire* ». Ed : Charles Léopold Mayer, 2008.
- \* Gaëlle Dupont. « *La mauvaise graine de Monsanto* », *Le monde*, 19 octobre 2010.
- \* François Quesnay. - 1768. "*Physiocratie*"
- \* Claude & Lydia Bourguignon. - 2008. « *Le sol, la terre et les champs* ». Ed : Sang de la Terre.
- \* Gobat J.M., Aragno M., Matthey W. - 2010. « *Le sol vivant* ». Ed : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- \* Ramade F. - 1995. « *Eléments d'écologie : écologie appliquée* ». Ed : Ediscience international
- \* Dorst J. - 1965. « *Avant que nature meure* ». Ed : Delachaux et Niestlé

## Sur Internet

Fao : <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>