Cultiver sans Fertilisants ?

Olivier Barbié*

06 janvier 2007
Révisé le 11 mars 2007

Document de travail

* Président de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle.

RÉSUMÉ

Masanobu Fukuoka en jeté les bases de l'agriculture naturelle en posant quatre principes ("pas de fertilisants", "pas de pesticides", "pas de labour", "pas de sarclage"). Il les a testé lui-même en pleine terre, durant 40 ans, en produisant du riz, du blé et de l'orge (Fukuoka, 1985).

Nous démontrons théoriquement à l'aide des équations bilan utilisées pour les fumures minérales et humiques, appliquées à la monoculture du blé sur de grandes surfaces et sur de longues périodes, que cette méthode peut effectivement produire autant que l'agriculture conventionnelle chimisée.

Dans ces conditions, il faut s'attendre à ce que non seulement l'agriculture naturelle soit aussi productive que l'agriculture chimisée intensive mais qu'en outre elle contribue à puissamment régénérer les sols.

Cependant, pour obtenir ces résultats qui semblent extraordinaires à ceux qui n'ont pris le temps ni de faire l'expérience ni d'interroger la théorie agronomique, l'agriculture naturelle doit tout de même se soumettre à des conditions strictes qui n'avaient pas été retenues par son fondateur : notamment l'introduction d'engrais phosphatés et potassiques lorsque la roche mère n’en libère pas suffisamment.

Sous ces conditions, elle permet des récoltes importantes sans menacer l'équilibre humique des sols et, ce qui n'et pas accessoire, sans aucune pollution.

En 1985, Masanobu Fukuoka a démontré par ses expériences en pleine terre, durant 40 ans, qu'il était possible de produire du riz, mais aussi du blé et de l'orge, sans employer aucun intrant, y compris des fertilisants.

Ses principes de culture, épaulés par une connaissance très fine de la microbiologie, sont pour le moins radicaux : pas de fertilisants[1], pas de pesticides, pas de labour, pas de sarclage. Aussi curieux soient-ils, les fondements de ce qu'il est convenu d'appeler l'agriculture naturelle, obligent à la réflexion.

Cependant, les divers ouvrage de Fukuoka, y compris *L'agriculture naturelle*[2], laissent diverses questions majeures en suspens : peut-on appliquer ces principes durablement ? Peut-on les appliquer quelle que soit la surface cultivée ? Et surtout, sont-ils valables pour toutes les espèces cultivées en grande culture ?

Il est à peu près certain que l'œuvre de ce pionnier est restée confidentielle uniquement à cause de ces incertitudes. Or, il n'existe que deux façons de les lever : l'expérimentation ou la mise en œuvre d'un modèle théorique. De côté de l'expérimentation, Fukuoka n'a jamais dépassé le stade de la parcelle expérimentale puisqu'il n'a cultivé qu'une sole réduite de moins d'un hectare et seulement pendant 40 ans. Ce qui est fort dommage, car le protocole expérimental nécessaire pour étendre ses résultats à de grandes surfaces sur de longues

[1] Les traducteurs français ont traduit "pas d'engrais". Mais c'est contraire à l'usage qui distingue deux catégories de fertilisants : les engrais et les amendements. Les amendements sont des fertilisants apportés dans le but de modifier la nature du sol : ceux qui apportent du sable, de l'argile ou du calcaire sont appelés respectivement amendements sableux, amendements argileux et amendements calcaires ; quant aux fertilisants qui génèrent de l'humus (paille, compost, fumier) ils sont classés parmi les amendements humiques. Certains amendements peuvent être mixtes comme les apports de marne qui apportent à la fois de l'argile et du calcaire. Par définition, tous les fertilisants qui ne sont pas des amendements sont des engrais. Donc, même si la dolomie apporte du magnésium, elle est rangée dans la catégorie des amendements calcaires. De même, le fumier qui amène à peu près tous les sels minéraux nécessaires aux cultures, est classé parmi les amendements humiques uniquement parce qu'il a une influence directe sur le taux d'humus du sol.

[2] FUKUOKA 1985.

périodes et à toutes les cultures serait extrêmement coûteux. Quant au modèle théorique, Fukuoka s'est bien gardé de l'élaborer, lui qui a toujours vilipendé la science hypothético-déductive.

La réponse à chacune de ces questions passe donc par la modélisation de cette phytotechnie très particulière dans le strict cadre de l'agronomie scientifique, c'est-à-dire des équations bilan servant au calcul des fumures. Cependant, si la modélisation ne pose pas en soi de difficultés majeures, les techniques nécessaires à la généralisation de l'agriculture naturelle à la plupart des espèces de plein champ sur des surfaces importantes sont plus délicates à mettre à oeuvre.

Dans cet article nous testerons uniquement la première partie de notre programme, à savoir, vérifier dans quelles conditions il est possible de cultiver durablement sans apports de fertilisants.

Plusieurs étapes sont nécessaires à la réalisation de ce projet : décrire le plan de fumure, préciser le bilan humique, construire un modèle et estimer la production permise à l'équilibre.

I/ Le plan de fumure

Sur la base des travaux du Baron Justus Von Liebig, le plan de fumure s'appuie sur une succession de bilans annuels recensant les apports et les pertes en éléments fertilisants.

Deux formulations sont fréquentes, au moins pour l'azote : l'équation du bilan de masse et l'équation avec Coefficient Apparent d'utilisation (CAU).

1) Les équations bilan usuelles

a) équation du bilan de masse

D'après le COMIFER (1987), l'équation du bilan de masse est la suivante :

Apport total = besoin - offre du milieu + reste à la récolte

$$X + Xa = (Ef - Eo) - (Ro + Mr + (Mhb + Mha + Mhp) \times t) + Rf$$

avec

X =	Fumure de synthèse
Xa =	Fumure sous forme organique : effet direct en équivalent engrais minéral (noté aussi *Ma*)
$Ef - Eo$ =	Besoin du peuplement végétal entre l'ouverture *Eo* et la fermeture *Ef* du bilan (noté aussi *b* x *y* avec b la teneur en élément de la récolte et *y* le rendement)
Rf =	Reliquat à la fermeture du bilan
Ro =	Reliquat à l'ouverture du bilan (noté aussi *Rh*)
Mhb =	Minéralisation nette de l'humus
Mha =	Minéralisation supplémentaire par arrière-effet, due à l'apport régulier d'amendements organiques (souvent négligée)

Mhp = Minéralisation supplémentaire due au retournement des prairies (souvent négligée)
Mr = Minéralisation nette des résidus de récolte
t = Coefficient pour tenir compte du temps d'occupation du sol par la culture (compté pour 1 par approximation)

b) équation avec Coefficient Apparent d'utilisation (CAU)

$$Ef - Eo = CAU \times (X + Xa)$$

Cette seconde équation n'est en fait qu'une approximation de la première. Nous la délaisserons donc.

c) Équation retenue

Les équations précédentes négligent plusieurs apports, en particulier les différentes voies de fixation de l'azote atmosphérique ainsi que les pertes par lessivage.

Ces choix sont tout à fait justifiés dans le cas de cultures sur labour et sans associations végétales. Mais ils doivent être vérifiés dans tous les autres cas. D'où l'équation bilan de masse suivante.

Notons *E* l'élément fertilisant en question.

Réserve du sol	E_{sto}	Ro
Fourniture due aux précipitations	E_{ion}	
Fourniture due aux bactéries du sol	E_{atm}	
Minéralisation de l'humus	E_{min}	$Mhb + Mha + Mhp + Mr$
Fixation par les micro-organismes symbiotiques	E_{fix}	
Fertilisants	$E_{fer} = E_{eng} + E_{ame}$	$X + Xa$
Restitutions des cultures	E_{res}	Rf
Mobilisation par humification	E_{hum}	
Pertes par lessivage	E_{les}	
Exportations lors des récoltes	E_{rec}	$Ef - Eo$

Apport total = besoin - offre du milieu + reste à la récolte

$$E_{eng} + E_{ame} = E_{rec} - E_{sto} + E_{ion} + E_{atm} + E_{min} + E_{fix} - E_{hum} - E_{les} + E_{res}$$

2) Hypothèses

Les hypothèses suivantes sont retenues.

a) Comparaison statique

Par hypothèse, nous n'envisagerons qu'une situation de monoculture menée sur une longue période (plusieurs générations) en veillant à ce que tous les paramètres tels qu'acidité, taux d'humus, réserves minérales et fertilisation du sol restent inchangés.

En ce qui concerne les besoins en éléments fertilisants, nous prendrons le problème à l'envers. Au lieu de définir *a priori* les besoins de la culture de façon à atteindre un rendement imposé par des impératifs économiques, nous évaluerons le rendement permis par le système en équilibre.

Dans le cas des céréales à paille, nous considèrerons que toutes les pailles seront enfouies.

En situation d'équilibre de long terme, la loi des avances ne joue plus et il vient que :

$$\begin{cases} E_{sto} - E_{res} = 0 \\ E_{min} - E_{hum} = 0 \\ E_{eng} + E_{ame} = E_{fer} \end{cases}$$

donc, l'équation bilan s'écrit :

$$E_{rec} = E_{fer} + E_{ion} + E_{atm} - E_{les} + E_{fix}$$

Pour chacun de ces paramètres, il reste à préciser son mode d'estimation.

b) Les paramètres

* Azote ionisé

Les apports dus aux précipitations n'existent que pour l'azote (N). Ils résultent de l'ionisation de l'azote atmosphérique par les éclairs orageux.

Pour tous les éléments, ces apports sont négligeables, donc $E_{ion} = 0$. Sauf pour l'azote : $N_{ion} \geq 0$. Si le climat étant supposé stable, alors N_{ion} est une constante.

* Azote bactérien

Les apports atmosphériques sont constitués par l'azote de l'air fixé directement par les micro-organismes du sol (*Clostriduim sp.*, *Azotobacter sp.*[3]). Par conséquent : $E_{atm} = 0$ mais $N_{atm} \geq 0$. Ces apports sont très sensibles aux conditions du milieu : climat, sol, pratiques culturales, ... Cependant, ces apports sont limités et ils sont généralement estimés par une constante, propre à chaque système agraire, ce qui est d'ailleurs pleinement justifié lorsque le système est stable.

* Azote symbiotique

La fixation d'éléments fertilisants par les micro-organismes symbiotiques (bactéries *Bacillus radicola = Rhizobium sp.*[4]) ne concerne, dans le cas des grandes cultures, que les légumineuses (Fabacées) et que le seul élément azote. Par conséquent, pour les cultures de légumineuses ou pour les cultures associées à des légumineuses, $N_{fix} > 0$. Par hypothèse, ces apports seront constants, ce qui correspond à une situation où la légumineuse n'est pas récoltée.

[3] GROS 1962 p. 90, SOLTNER 2000 p. 162, SOLTNER 2001 p. 153.
[4] GROS 1962 p. 87, SOLTNER 2000 pp. 158-159, SOLTNER 2001 p. 155.

* Engrais et amendements

Les apports sous forme d'engrais (qu'ils soient naturels ou de synthèse, apportés seuls ou incorporés à un amendement), notés E_{eng}, sont les plus faciles à prendre en compte et n'appellent pas plus de commentaires.

Par contre, les apports nets sous forme d'amendements humiques (E_{ame}) sont constitués de trois fractions : les minéraux solubles, les minéraux libérés par la minéralisation primaire et ceux libérés par la minéralisation secondaire.

Dans une situation d'équilibre de long terme, ces trois fractions n'ont pas à être distinguées. Du coup, les amendements peuvent être traités comme des engrais et être directement intégrés au bilan en fonction de leur teneur apparente en éléments fertilisants. Dans le même ordre d'idée, les apports liés à l'enfouissement des pailles n'ont pas à être pris en compte puisque la production de paille consomme autant que les restitutions que l'ont peut en attendre[5].

$$E_{fer} = E_{eng} + E_{ame}$$

* Lessivage

Les pertes par lessivage dépendent de nombreux facteurs dont les précipitations, la texture, la structure, la profondeur et la couverture du sol ainsi que de la quantité d'élément solubilisé. Autrement dit, lorsque les conditions édapho-climatiques sont stables, le lessivage dépend de la totalité des apports multipliée par un taux de perte, lui-même fonction de la couverture végétale du sol.

De plus, il est utile de remarquer que, dans les mêmes conditions, le taux de lessivage est différent selon le minéral concerné. S'il est important pour l'azote, le magnésium et le soufre, il est par contre faible pour le potassium et nul pour le phosphore.[6]

Le problème est que ce taux de perte ne peut être connu qu'*a posteriori*, une fois tous les apports évalués. De plus, à ce sujet, la littérature manque.

Il faudra donc se contenter d'une autre méthode, capable d'estimer directement les pertes par lessivage (E_{les}), plus approximative et d'autant moins satisfaisante que les sources d'informations sur le sujet sont rares.

Quoiqu'il en soit, on imagine mal que le lessivage puise être supérieur à la totalité du stock minéral.

* Exportations

Les pertes par exportation correspondent à la récolte en grain multipliée par sa teneur (toutes les pailles étant restituées).

---

[5] Il est évident qu'une partie des minéraux apportés par les pailles de l'année *N* ne peut pas être restituée à la culture de l'année *N*+1. Cela à cause du lessivage, de la mobilisation des minéraux par la microflore du sol, les adventices et l'humification. Cependant, pour un système à l'équilibre sur une longue période, la mobilisation est une constante. Elle peut donc être éliminée du calcul. Quant au lessivage, il est pris en compte ailleurs.

[6] GROS 1962 p. 56.

$$E_{rec} = e_{gra} \text{ x } Q_{gra} + e_{pai} \text{ x } Q_{pai}$$

Avec e_{gra} la teneur en E du grain, e_{pai} la teneur en E de la paille, Q_{gra} la récolte de grain et Q_{pai} la quantité de paille exportée.

Cependant, $E_{rec} = e_{rec}$ x Q_{rec} lorsque toutes les pailles sont exportées et $E_{rec} = e_{gra}$ x Q_{gra} lorsque toutes les pailles sont restituées. Ce dernier cas sous-entend une hypothèse un peu osée déjà posée, à savoir que les exportations sous forme de pailles sont totalement couvertes par la minéralisation des pailles. Or, comme nous l'avons déjà dit en note, cela ne peut jamais être le cas ne serait-ce qu'à cause du lessivage. Nos résultats avantageront donc légèrement les pratiques qui enfouissent totalement les pailles par rapport aux pratiques qui les récoltent. Mais au bout du compte, l'écart reste faible.

3) Les fertilisants disponibles

Le bilan de la fumure que nous avons retenu permet d'estimer les exportations potentielles en situation de monoculture en équilibre de long terme :

$$E_{rec} = (E_{ion} + E_{atm} - E_{les}) + E_{fix} + E_{fer}$$

avec $A = (E_{ion} + E_{atm} - E_{les})$

Dans tous les cas, les apports en éléments fertilisants peuvent se faire sous forme d'engrais ou d'amendement.

Donc $E_{fer} = E_{eng} + E_{ame}$
Avec $E_{eng} = Q_{eng}$ x e_{eng} et $E_{ame} = Q_{ame}$ x e_{ame} où Q est la, quantité et e la teneur en élément E.

Ce bilan est de forme légèrement différente pour l'azote.

Azote disponible pour les récoltes :

$$N_{rec} = (N_{ion} + N_{atm} - N_{les}) + N_{fix} + N_{fer}$$

Autres fertilisants disponibles pour les récoltes :

$$A_{rec} = A_{fer} - A_{les}$$

4) Premières conclusions

Comme le montrent les bilans à l'équilibre, hormis la fertilité naturelle du sol et la fumure, le seul facteur qui commande la fertilité du sol à long terme est le lessivage (A_{les}). Lutter contre cette perte est donc la première démarche que doit suivre le cultivateur. Cela peut se faire en limitant (semi direct) voire en supprimant définitivement le labour.[7]

Mais la lutte contre le lessivage peut aussi être directe et utiliser des couvres sols organiques (*mulching*) ou bien vivants (permaculture, associations végétales).

[7] Nous plaçons ici le semi direct avant le labour car nous avons classé les solutions de la plus commune (le semi direct s'est déjà largement développé) à la plus novatrice (la suppression complète du labour, bien que de plus en plus envisagée par les utilisateurs du semi direct, est encore une pratique très minoritaire).

En ce qui concerne les apports d'azote, la méthode de l'association végétale peut permettre de fixer une partie de l'azote atmosphérique par l'utilisation de couvres sols (Fukuoka, 1985) voire d'un couvert arboré constitué de légumineuses (Barbié, 2005). Ceci tend à conforter les démarches d'agriculteurs hétérodoxes partisans de l'agriculture naturelle, de la permaculture ou de A. Pochon. Quant à l'agriculture conventionnelle, elle ne peut faire appel qu'aux engrais minéraux de synthèse.

L'équation bilan montre que, théoriquement, un système agraire quel qu'il soit, mené durablement sans intrants, ne peut rester en équilibre. En effet, il contrevient à la loi dite des restitutions. Accessoirement, cela contredit frontalement les dires de Fukuoka et ruine ainsi définitivement l'agriculture naturelle orthodoxe qui ne peut se passer d'apports en phosphore et potasse, au moins à long terme.

Cette petite équation conduit donc à penser que les réussites de Fukuoka n'ont été possibles que par des prélèvements de courte durée (une génération) d'éléments fertilisants stockés dans le sol (mobilisation des éléments de la roche mère). Or, ces prélèvements ne peuvent pas être maintenus à très long terme. De plus, ils n'existent que dans certains sols (limons, laves volcaniques, marnes dolomitiques, …) ce qui empêche toute généralisation à des techniques agricoles qui exploitent des sols plus pauvres (sables, arènes granitiques, argiles détritiques acides, …).

La culture sans intrants ne pourrait devenir un système agraire équilibré qu'avec un lessivage et des récoltes nuls. Il faut donc admettre que, même la forêt climax, modèle de l'agriculture naturelle, ne se maintient qu'en limitant sérieusement le lessivage (litière de feuilles, couvert végétal), en obtenant des sels minéraux extérieurs (limons, fèces d'animaux mobiles) et en ignorant toute forme d'exportation.

En revanche, une fois apportés le phosphore, le potassium et les oligo-éléments, la culture sans apports azotés est envisageable (A. Pochon[8]). Il reste à préciser avec quel rendement et, surtout, avec quel impact écologique, notamment sur la teneur en humus du sol.

II/ La contrainte humique

Le système décrit ci-dessus ne peut prétendre rester en équilibre que dans la mesure où le taux d'humus (*h*) reste constant. Ce qui signifie que la quantité totale d'humus minéralisé (*Hm*) doit rester identique à la quantité totale de matière organique humifiée (*Hn*). Autrement dit, le bilan humique doit rester équilibré.

Or, la quantité de matière organique humifiée dépend de la quantité des amendements humiques (*Ha*) Il se trouve que sur de grandes surfaces, il est très difficile d'apporter les quantités nécessaires d'amendements humiques. C'est d'ailleurs ce qui pousse beaucoup de céréaliers à enfouir leurs pailles. Mais dans la mesure où le volume de ces pailles dépend du rendement (Q_{gra}), il est nécessaire que le rendement des récoltes soit suffisant pour couvrir les besoins en pailles à restituer.

[8] POCHON A. : *Les prairies de trèfle blanc*.

Contrainte humique : *Hn* = *Hm*

Le calcul de la minéralisation de l'humus (*Hm*) ne pose guère de problèmes :

$$Hm = h \text{ x } ps \text{ x } ds \text{ x } S \text{ x } K2$$

avec *ps* la profondeur de la terre arable, *ds* la densité apparente du sol, *S* la surface concernée et *K2* le taux de minéralisation de l'humus. Les variations les plus importantes sont dues au taux d'humus *h*, au coefficient *K2* et dans une moindre mesure à la densité *ds* du sol.

Par contre, l'humification (*Hn*) comprend quatre composantes : l'humus généré par les amendements humiques (*Hna*), l'humus généré par les parties aériennes enfouies - que ce soit par la paille (*Hnp*) ou par une légumineuse associée (*Hnl*) - et l'humus généré par les parties souterraines de la culture (*Hnr'*) et de la légumineuse associée (*Hnr''*).

$$Hn = Hna + Hnp + Hnl + Hnr' + Hnr''$$

Chacune de ces composantes est le produit d'une quantité (*Q.*) et d'un coefficient appelé coefficient isohumique noté *K1*. Quant aux composantes *Hnr*, elles sont complexes et proportionnelles aux productions.

De sorte que :

$$\left.\begin{array}{l} Hnp = Qpai \times K1' \\ Hnl = Qleg \times K1'' \\ Hna = Qame \times K1''' \\ Hnr' = f_1(Qpai) \\ Hnr'' = f_2(Qleg). \end{array}\right\}$$

La contrainte d'équilibre humique s'écrit alors :

$$K1' \times Q_{pai} + K1'' \times Q_{leg} + K1''' \times Q_{ame} + f_1(Q_{pai}) + f_2(Q_{leg}) = h \times ps \times ds \times S \times K2$$

<u>III/ Détermination des rendements liés à l'azote</u>

Puisque le seul facteur qui pourrait être fourni en quantité suffisante par le sol est l'azote, c'est de lui que nous allons faire dépendre les rendements. Autrement dit, nous le considèrerons comme le facteur limitant du système.

La fertilité du sol, exprimée en kilogrammes d'azote pur (N_{rec}), permet un rendement en grain potentiel noté Q_{gra}.

Ce rendement s'écrit :

$$Q_{gra} = \frac{N_{rec}}{\gamma_N}$$

où γ_N est la quantité d'azote nécessaire à la production d'une tonne de grain.

Deux difficultés viennent s'introduire ici : la prise en compte des associations culturales et l'effet de la loi de Mitscherlich.

1) Prise en compte des associations culturales et de la loi de Mitscherlich

a) Cas des associations culturales

Une première difficulté apparaît lorsqu'il s'agit d'intégrer des associations végétales au système agraire, condition nécessaire pour obtenir une valeur positive de N_{fix} (azote fixé par les Rhizobiums).

L'azote fixé peut l'être, par exemple, dans le cadre de l'association entre une grande culture (céréale ou oléagineuse) et un couvre sol de légumineuse (trèfle blanc, …). Cela ne remet pas en cause l'hypothèse de monoculture mais complique le calcul des apports.

Premièrement, une partie des minéraux disponibles est consommée par le couvre sol. Mais cet effet est gommé à long terme. Ensuite, la concurrence entre les deux espèces s'étend à d'autres domaines tels que l'espace, la lumière et l'eau.

Il est très difficile de schématiser ce type de relations. Néanmoins, à partir de nombreuses observations personnelles menées en plein champ dans le Lot (France) de 1990 à 2000, nous avons élaboré un coefficient d'association (β) qui permet de tenir compte approximativement de ces interactions.

Le coefficient d'association (β) représente l'impact réciproque des cultures associées lorsqu'elles sont en mélange parfait, sachant que la valeur maximale de cette densité dépend de la façon dont les plantes occupent l'espace, c'est à dire la strate écologique qu'elles colonisent : strate arbustive[9] (pommier, amandier, prunier, …), strate herbacée[10] (blé, maïs, ray-grass, luzerne, …) et strate sous-herbacée (trèfle, lotier, fraisier, …).

Nos observations ont montré que ce coefficient est sensiblement égal à :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times n'} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{n''} \times \frac{1}{1 + n'''}$$

avec n' le nombre de strates herbacées (comprendre non arbustives) totalement occupées (il en existe deux : < 50 cm de haut et > 50 cm de haut, n' varie donc de 1 à 2, il n'y a pas de prise en compte possible des valeurs intermédiaires), n'' le nombre d'espèces ou de variétés de la strate herbacée la plus haute (quelle que soit sa hauteur) et n''' le taux d'occupation de la strate arbustive (0 si elle est vide, 1 si elle est totalement occupée, 0,5 si elle ne l'est qu'à moitié, …).[11]

[9] Il serait plus juste de parler de strate ligneuse.

[10] Les strates non ligneuses (herbacée et sous-herbacée) sont peuplées de végétaux dépourvus de lignine.

[11] Donc $\beta = \dfrac{\left(\frac{1}{\sqrt{2} \times n'} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{n''}}{2}$ lorsque $n''' = 1$.

Le coefficient d'association ne s'applique qu'aux récoltes faites à partir de plantes d'une hauteur supérieure à 50 cm (céréales, arbres, …) et aux espèces basses à conditions qu'elles soient seules dans leur strate. Il tend vers 0 lorsque le nombre de plante et de strates occupées augmente.

Ses variations peuvent être imputées à deux facteurs limitants : la lumière et l'humidité du sol. La plupart des cultures herbacées étant héliophiles, elles sont très négativement influencées par l'ombre des arbres. Mais elles sont aussi très dépendantes de l'eau. Or, le puissant système racinaire des ligneuses est pour elles un redoutable concurrent. Ce qui signifie que notre formule ne s'applique que sous deux hypothèses : toutes les plantes concernées sont héliophiles et l'irrigation est inexistante.

Exemples :

β	Blé seul	Blé + trèfle blanc	Trèfle blanc + RGA	2 blés	3 blés	Trèfle + Lotier + 2 blés	Trèfle + Lotier + 2 blés + verger
n'	1	2	1	1	1	2	2
n''	1	1	2	2	3	2	2
n'''	0	0	0	0	0	0	1
β	1	0,65	0,5	0,5	0,34	0,33	0,16

Il suffit ensuite de multiplier le rendement potentiel $\hat{Q}_{gra}$ d'une variété cultivée seule par le coefficient d'association pour obtenir le rendement anticipé de cette même variété, mais cultivée cette fois en association (le raisonnement est le même pour les couvre sols de légumineuses).

$$Q_{gra} = \beta \times \hat{Q}_{gra}$$

b) La loi de Mitscherlich

Il est de notoriété publique que la loi des rendements moins que proportionnels (loi de Turgot) s'applique à l'utilisation des fertilisants par les cultures. En agronomie, cette loi porte le nom de loi de Mitscherlich.

Elle signifie que le coefficient Q_{gra} / N_{fer}, qui représente l'efficacité de la plante vis-à-vis de l'azote disponible, varie en diminuant au fur et à mesure que la fourniture en azote minéral augmente.

Prenons un exemple simple, celui d'une vieille variété de blé[12] :

Q_{gra} en t	N_{fer}	Q_{gra} / N_{fer} [13]
2,1	0	-
2,82	40	70
3,14	60	52
3,4	80	42
3,58	100	36
3,66	120	30
3,62	140	26

Source : André Gros[14]

Il faut remarquer que le coefficient Q_{gra} / N_{fer} tend vers 0 lorsque le rendement Q_{gra} augmente. Mais il existe une limite naturelle : le coefficient Q_{gra} / N_{fer} ne peut pas être inférieur à la limite k_N donnée par :

$$k_N = Q_{gra} \times n_{gra} + Q_{pai} \times n_{pai}$$

Avec un rapport grain / paille de 2/3 et des teneurs habituellement retenues par A. Gros de n_{gra} = 19 N/t et n_{pai} = 5 N/t, alors k_N = 26,5 N/t de grain.

Mais, comme nous le verrons plus loin, k_N = {19,5, … ,28,5} N/t de grain.

Q_{gra} en t	N_{fer}	k_N x Q_{gra}	(k_N x Q_{gra}) - N_{fer}
2,1	0	56	56
2,82	40	75	35
3,14	60	83	23
3,4	80	90	10
3,58	100	95	-5
3,66	120	97	-23
3,62	140	96	-44

À l'aide de ce petit tableau, il est apparaît clairement que le rendement de 2,1 t/ha/an s'obtient uniquement avec les réserves du sol, estimées dans cet exemple à 56 N.

Au-delà de ce rendement minimal, les suppléments d'azote minéral ne permettent pas d'obtenir un rendement supplémentaire proportionnel. Il existe même un seuil au-delà duquel, l'azote minéral supplémentaire entraîne une baisse du rendement (à cause de la loi des minimums et des phénomènes d'antagonisme).

---

[12] Pour le riz, voir Lacharme Marc (2001) : « La fertilisation minérale du riz », *Memento Technique de Riziculture*, n°6., Marc Lacharme, 2001.
En ligne sur http://www.arid-afrique.org/IMG/pdf/Fertilisation_minerale.pdf.

[13] Dans tous nos calculs, les quantités d'engrais sont données en quantité d'équivalent engrais minéral et exprimées en unités fertilisantes. Ces unités valant, par exemple : 1 N = 1 kg N, 1 K = 1 kg K_2O, 1 P = 1 kg P_2O_5. Le choix N = 1 kg N étant assez problématique car l'azote du sol se trouve sous d'autres formes minérales comme NH_3, NO_2 et NO_3. C'est justement cette diversité qui conduit les praticiens à retenir la définition suivante : N = 1 kg N pur. Cf. SOLTNER 2000 p.385.

[14] GROS 1962 p. 242.

Q_{gra} en t	N_{fer}	$N_{rec} = N_{fer} + 56$	N_{rec} / Q_{gra}
2,1	0	56	28
2,82	40	96	34
3,14	60	116	37
3,4	80	136	40
3,58	100	156	44
3,66	120	176	48
3,62	140	196	54

Le problème se complique encore lorsque l'on compare plusieurs variétés. Par exemple, dans l'exemple d'A. Gros, le rapport optimal N_{fer} / Q_{gra} est de 131,5 N / 3,764 t = 34,9 N/t.

Mais avec des variétés plus productives comme celles citées par D. Soltner, les valeurs sont différentes. Par exemple, le couple 170 N / 6 t = 28,3 N/t est proche de la valeur moyenne habituellement retenue de nos jours de 30 N/t.

Il est donc nécessaire d'exprimer la courbe de Mitscherlich sous forme indicée :

Q_{gra} en t	Q_{gra} / Q_{gra} max	N_{rec} / Q_{gra}	$\lambda_N = (N_{rec} / Q_{gra}) / k_N$
	0^+	$k_N = 26,5$	1
2,1	0,56	28	1,05
2,82	0,74	34	1,28
3,14	0,83	37	1,4
3,4	0,9	40	1,51
3,58	0,95	44	1,66
3,66	0,97	48	1,81
3,764	1	49,8	1,88
3,62	0,96	54	2,04

Grâce à ce tableau, on montre que le couple 170 N / 6 t s'applique à une variété dont la production maximale est de 1,33 fois supérieure à la précédente, soit de 8 t/ha/an, et que cette production maximale est permise par une fertilité azotée de 400 N/ha/an.

Pour le blé, et en fonction de l'azote, la relation est alors sensiblement de la forme

$$\lambda_N = 17,374 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max} \right)^3 - 37,529 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max} \right)^2 + 27,919 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max} \right) - 5,8671$$

Avec $\frac{Qgra}{Qgra\max} \leq 1$ et $\lambda_N \geq 1,05$.

On pose $\gamma_N = k_N \times \lambda_N$.

Il faut remarquer que γ_N, pour une fertilisation donnée, est inversement proportionnel au potentiel génétique de la variété.

On en déduit que :

- $\gamma_N \approx k_N$ pour $\dfrac{Qgra}{Qgra\max} < 0{,}6$
- $\gamma_N \approx 1{,}2 \times k_N$ dans une situation optimale où $\dfrac{Qgra}{Qgra\max} \approx \dfrac{2}{3}$
- $\gamma_N \approx 1{,}9 \times k_N$ dans une situation maximale où $\dfrac{Qgra}{Qgra\max} \approx 1$.

Le rendement attendu s'exprime alors ainsi :

$$Q_{gra} = \frac{\beta \times Nrec}{\lambda_N \times k_N}$$

2) Modèle

Notre modèle de statique comparative à long terme se résume alors aux équations suivantes :

* Le rendement permis par la fertilité du sol est donné par :

$$Q_{gra} = \frac{\beta \times Erec}{\lambda_E \times k_E}$$

* Avec le coefficient d'association :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times n'} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{n''} \times \frac{1}{1 + 2 \times n'''}$$

* l'élément fertilisant le moins abondant par rapport aux besoins de la plante (facteur limitant) :

$$E_{rec} = (E_{ion} + E_{atm} - E_{les}) + E_{fix} + E_{fer}$$

où $E_{fer} = Q_{eng} \text{ x } e_{eng} + Q_{ame} \text{ x } e_{ame}$

* la teneur en élément de la plante entière

$$k_E = Q_{gra} \times e_{gra} + Q_{pai} \times e_{pai}$$

* et, pour le blé,

$$\lambda_N = 17{,}374 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max} \right)^3 - 37{,}529 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max} \right)^2 + 27{,}919 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max} \right) - 5{,}8671$$

où $\dfrac{Qgra}{Qgra\max} \leq 1$ et $\lambda_N \geq 1{,}05$.

Par ailleurs, ce rendement ne peut se maintenir que lorsque la contrainte humique suivante est satisfaite :

$$K1' \times Q_{pai} + K1'' \times Q_{leg} + K1''' \times Q_{ame} + f_1(Q_{pai}) + f_2(Q_{leg}) = h \times (ps \times ds \times S \times K2)$$

Chaque système agricole adopter sa propre stratégie pour tenter de résoudre en insistant plus ou moins soit sur le rendement soit sur l'équilibre.

3) Trois stratégies de résolution

A l'aide du modèle précédent nous allons comparer le rendement possible en blé tendre d'hiver par trois méthodes agronomiques distinctes : l'agriculture chimisée avec labour, l'agriculture biologique avec labour et l'agriculture naturelle de Fukuoka sans labour mais avec association de légumineuse.

La comparaison supposera une parcelle de grande taille (> 100 ha par exemple) de terre à blé (15 à 25% d'argile, humus inférieur à 4%, calcaire inférieur à 5%, pH légèrement inférieur à 7, pas de carences autres qu'en azote), en climat tempéré, sans rotation et sans amendements humiques autres que la totalité des pailles autoproduites, sur une période très longue (> 150 ans).

L'agriculture naturelle utilisera un couvre sol de légumineuse (trèfle blanc) maintenu par des fauches adaptées et des compléments de semis annuels.

a) Stratégie de l'agriculture conventionnelle

La stratégie de l'agriculture chimisée, lorsque toute la fumure est minérale et lorsque toutes les pailles sont enfouies est très simple. Il lui suffit de maintenir le taux d'humus en enfouissant la quantité de paille adéquate. Cette quantité dépend du rendement et est obtenue en apportant les engrais minéraux nécessaires.

Cependant, il suffirait d'apporter des amendements humiques pour que cette contrainte soit levée.

b) Stratégie de l’agriculture naturelle

En agriculture, la fertilisation est nulle. Par contre, son absence est compensée pour partie par une diminution du lessivage grâce à l’absence de labour et au couvert de légumineuse et par une valeur positive de l’azote fixé par les Rhizobiums associés à la légumineuse.

Il s'agit donc de comparer le rendement permis par l'azote aux besoins en humus sachant que la production de paille ne peut pas être stimulée par des apports de fertilisants.

c) Stratégie de l’agriculture biologique

En agriculture biologique, le raisonnement sera le même qu'en agriculture naturelle. D'autant plus que nous n'introduirons pas ici d'engrais biologiques supposant qu'il n'en existe pas actuellement qui soit utilisable à un coût avantageux sur de si grandes surfaces. Mais nous tenterons de lever cette hypothèse restrictive dans l'article suivant.

Mais il apparaît tout de suite que le rendement estimé sera très faible, voire nul.

Toute fois, à la différence de l'agriculture naturelle, l'agriculture biologique a toujours le loisir d'adopter la méthode des associations de légumineuse et d'introduire des engrais et amendements organiques.

IV/ Comparaison des trois systèmes agraires

1) Hypothèses de calcul

La comparaison des trois systèmes agraires nécessite d'introduire dans le système de nombreuses hypothèses et approximations nécessaires au calcul.

a) Paramètres édapho-climatiques

* Les valeurs de l'azote atmosphérique ionisé et de l'azote atmosphérique fixé par les bactéries du sol sont assez variables. Pour ne pas entrer dans des calculs fastidieux, nous prendrons une moyenne approchée de 10 N/an/ha pour ce qui concerne l'azote atmosphérique ionisé.
Par contre, les valeurs de l'azote atmosphérique fixé par les bactéries libres varient en fonction de l'importance de la fumure. Nous retiendrons donc une valeur de 30 N/ans/ha en cas de fumure minérale et une valeur de 10 dans les autres cas.

Sources	Valeurs	Valeurs moyennes
Azote atmosphérique ionisé[15]	5 – 20	12,5
Azote atmosphérique ionisé[16]	5 – 10	7,5
Azote atmosphérique fixé par les bactéries du sol (si $N_{fer} > 0$)[17]	10 – 15 et > 15	12,5 et >
Azote atmosphérique fixé par les bactéries du sol [18]	10 – 50	30

* La densité du sol varie surtout en fonction du taux de calcaire. Elle varie aussi fortement avec la profondeur envisagée. Avec un pH < 7 et une terre équilibrée, la densité sera alors de 1,4 t/m^3 avec un taux d'humus normal pour ce milieu de 2,6% (la profondeur de terre arable étant de 23 cm).[19]

Il est à remarquer que le taux d'humus ne peut en aucun cas être considéré comme une variable. En effet, il doit être ajusté avec précision aux taux d'argile et de calcaire du sol de façon à faire émerger des complexes argilo-humiques floculés, seuls capables de maximiser la capacité d'échange cationique du sol.

[15] GROS 1962 p. 91.
[16] SOLTNER 2001 p. 153.
[17] SOLTNER 2000 p. 162.
[18] SOLTNER 2001 p. 153.
[19] SOLTNER 2000 p. 156

Par ailleurs, le choix d'une valeur unique pour le coefficient *K2* peut se justifier par le fait que ce coefficient varie essentiellement en fonction de la composition du sol. Avec le sol de notre exemple, le coefficient *K2* devrait être compris entre 1,5% et 1,2%. Nous retiendrons la valeur usuelle de 1,5%.[20]

Mais le coefficient de minéralisation secondaire dépend aussi de l'intensité de la culture.[21] Il faut donc s'attende à ce que la valeur de *K2* soit plus faible en agriculture naturelle sa gestion ressemble plus à celle d'une prairie semi-naturelle qu'à celle d'un champ. Dans cette optique, il faut s'attendre à rencontrer un coefficient K2 de 1,2%/an en agriculture naturelle.[22]

* D'après A. Gros[23], le lessivage nitrique est de 200 à 300 kg en sol nu et de 3 à 80 kg pour un sol cultivé en monoculture. Par contre, D. Soltner[24] l'évalue entre 50 et 60 kg pour un sol cultivé avec rotation.

Lessivage	Valeurs moyennes
3 – 80	41,5
50 – 60	55

Nous retiendrons donc la valeur moyenne approchée de 50 kg N/ha/an pour les cultures sur labour. Cependant, le lessivage ne peut en aucun cas être supérieur à la quantité d'azote contenue par le sol. Donc : N_{les} = 50 N tant que $N_{les} \leq N_{rec} - N_{les}$.

Pour tenir compte de l'effet de l'association végétale et en l'absence d'indications plus précises sur le sujet, nous diviserons alors la valeur moyenne du lessivage par deux dans le cas de l'agriculture naturelle.

	Formule	Valeur
Agriculture chimisée	50 si $N_{les} \leq N_{ion} + N_{atm} + N_{eng}$	50 N
Agriculture biologique	50 si $N_{les} \leq N_{ion} + N_{atm}$	20 N
Agriculture naturelle	50/2 si $N_{les} \leq N_{ion} + N_{atm} + N_{fix}$	25 N

Remarque : les valeurs retenues pour l'azote ionisé, l'azote bactérien et l'azote lessivé sont vraies, selon nos sources, respectivement à ± 5 N, ± 15 N et ± 10 N. Par conséquent, la valeur de *A*, comprise entre – 10 et 0, est inférieure à l'amplitude des approximations faites. C'est pourquoi la coutume qui consiste à la considérer comme nulle est bien compréhensible, même si nous ne la suivrons pas ici puisque nous retiendrons *A* = {-10, 0, -5}.

b) Paramètres culturaux

[20] GROS 1962 pp. 117 et 120, SOLTNER 2000 p. 302.
[21] SOLTNER 2000 p. 155.
[22] M. QUENUM, M. GIROUX et R. ROYER 2004.
[23] GROS 1962 p. 130.
[24] SOLTNER 2000 p. 425.

Le choix des paramètres culturaux est beaucoup plus délicat parce que ces données sont très difficiles à apprécier, principalement par manque d'expériences suffisamment nombreuses et suivies les concernant.

* La stratification végétale ne pose pas de problème et permet le calcul du coefficient d'association que nous avons spécifié.

Dans le cas de Fukuoka comme dans le notre, une grande culture est associée à une petite légumineuse (trèfle blanc par exemple). La grande culture occupe la strate herbacée et la légumineuse la strate sous-herbacée. Donc $n' = 2$. Comme il n'y a qu'une seule espèce par strate, $n'' = 1$. Le coefficient d'association est alors de 0,65. Par conséquent, le rendement espéré est égal au rendement potentiel multiplié par 0,65.

* Par contre, les apports d'azote par fixation sont quant à eux plus imprécis.

En ce qui concerne l'azote symbiotique, les avis divergent : A. Gros et de D. Soltner annoncent :

Effet des légumineuses	Valeurs	Valeur moyenne
A. Gros[25]	50 – 60 – 100	75
D. Soltner[26]	50 – 100	75

Effet des légumineuses[27]	Valeurs	Valeur moyenne
Trèfle	45 – 673	183
Luzerne	56 – 463	200
Lupin	145 – 208	176
Fèverole	45 – 552	210
Poids	52 – 77	65
Lentilles	88 – 114	101
Soja	1 – 168	75

En appliquant au trèfle un coefficient d'association $\beta = 0,65$ on obtiendrait une valeur de 119 N/ha/an.

Il est aussi possible d'utiliser les résultats obtenus par A. Pochon au sujet des prairies artificielles.

Par exemple, avec une prairie composée à 50% – 55% de trèfle blanc (TB) et à 45% – 50% de ray-grass anglais (RGA) [28], il a obtenu entre 10 et 12 t de MS[29] soit l'équivalent du rendement d'une graminée seule (RGA) avec une fumure de 400 N/ha/an.[30] On en déduit donc qu'à long terme, le trèfle fixe dans ces conditions l'équivalent de 400 N/ha/an. Ce qui n'est pas tout à fait

[25] GROS 1962 p90.
[26] SOLTNER 2001 p.153.
[27] SOLTNER 2001 p.156.
[28] SOLTNER 1987 p. 161.
[29] SOLTNER 1987 p. 159.
[30] SOLTNER 1987 p. 157. Si l'on considère le TB et le RGA comme deux plantes herbacées occupant la même strate, le coefficient d'association β est alors de 0,5 pondéré par le taux d'occupation mesuré, ici 50 à 55% pour le TB.

vrai car le volume d'azote fixé est inversement proportionnel aux réserves azotées du sol. Cependant, nous retiendrons tout de même cette valeur faute de données plus précises.

Ramené à une culture de trèfle couvrant 100% de la surface, il pourrait sembler, a priori, que l'azote fixé puisse être au maximum de 400 N / 55 % = 727 N. Or, cette valeur est supérieure aux exportations totales possibles puisque :

8 – 10 t de MS/ha/an de trèfle à 40 N/t[31] de MS = 320 – 400 N

Même en tenant compte de la loi de Mitscherlich, le résultat est très inférieur à la valeur supposée de 727 N. Par conséquent, il faut concevoir l'apport de 400 N/ha/an par le trèfle comme un maximum, par ailleurs compatible avec la fourchette annoncée par Soltner.

Quant à la valeur minimale, elle est égale à la teneur en azote de la production de trèfle soit dans ce cas à 8 t de MS/ha/an x 0,65 x 40 N/t de MS = 208 N/ha/an.

Par mesure de précaution, nous retiendrons donc une valeur de N_{fix} = comprise entre 183 et 320 N/ha/an. Ces valeurs étant supérieures à celles que nous avons observées nous-mêmes[32], nous considérerons dans nos calculs que la valeur courante est de 183 N.

* La fertilisation azotée sous forme d'engrais chimiques est nulle en agriculture naturelle conformément au principe "pas de fertilisants". Par contre, les pailles seront toutes laissées à la surface du sol.

En agriculture biologique, la fumure sera identique mais enfouie. D'une part parce que les amendements contenants de l'azote sont rares (fumiers, composts), plus encore lorsqu'on exige d'eux qu'ils soient eux aussi issus de l'agriculture biologique. Ensuite, parce que le blé supporte très mal les fumures organiques, et tout particulièrement le fumier. Cela ne veut pas dire que l'agriculture biologique est inapte à la production de blé. Simplement, en situation de monoculture continue (pas de rotations avec les prairies, pas d'engrais verts ni de jachères), elle ne peut lever cet obstacle et doit se contenter d'enfouir les pailles. Un tel constat ne devrait pas choquer outre mesure les héritiers de Sir Albert Howard ou de Rudolf Steiner.

Enfin, pour ce qui concerne l'agriculture chimisée, la fertilisation possible est quasi illimitée. Aussi, c'est le potentiel génétique de la variété cultivée qui fixe seul les bornes.

c) Paramètres variétaux

Les restitutions sous forme d'humus par les racines et les tiges du blé et du trèfle sont difficiles à évaluer. En s'appuyant sur les donnée proposées par D. Soltner[33], il est toute fois possible d'évaluer les restitutions racinaires à la moitié des restitutions sous formes de parties aériennes (hors graines), avec un *K1* de 0,15 pour les parties aériennes et souterraines du blé, de 0,15 pour les parties souterraines du trèfle et de 0,1 pour les parties aériennes du trèfle.

[31] Cette valeur est obtenue en prenant la moyenne des valeurs extrêmes exprimées en matière azotée totale (MAT). Ces valeurs sont 200 et 307 pour mille de MAT sur la MS (pp. 124 à 127). Soit une moyenne de 253,3 ‰. Cette valeur moyenne est ensuite convertie en lui appliquant le taux de 16% de N (p. 191). Soit une moyenne pour le trèfle blanc de 40,56 N/t de MS, arrondie par nous à 40,56 N/t de MS.
[32] Voir le détail du calcul en annexe.
[33] SOLTNER 2000 p. 302.

Cependant, comme le trèfle reste en place, il sera nécessaire de diviser par deux ses restitutions racinaires[34].

$$f_1(Q_{pai}) = \frac{Q_{pai}}{2} \times 0{,}15$$

$$f_2(Q_{leg}) = \frac{Q_{leg}}{4} \times 0{,}1$$

Nous retiendrons pour le trèfle une production moyenne de 8 t/an/ha de matière sèche (MS) soit, après affectation du coefficient d'associations de 0,65, une production de 5,2 t/an/ha.

Enfin, la quantité de paille produite n'étant pas liée à la production de grain, nous devrons prendre une valeur quelconque : "la production de paille (…) est un critère propre à chaque variété de blé. (…) Les études montrent que la production de paille est indépendante du rendement grain"[35]

Par exemple, pour un rendement de 9 t/ha/an, la variété Record produit 13,7 t/ha de paille alors que la variété Aztec n'en produit que 7,5 t/ha. [36] Ce qui donne des rapports paille grain de 1,52 à 0,83 avec une valeur moyenne de 1[37]. Mais d'autres auteurs suggèrent des rapports paille / grain plus extrêmes encore de 0,66 à 0,9[38].

Dans nos calculs, nous retiendrons une variation de 0,8 à 1,5, sans pour autant considérer que la valeur inférieure est à associer à une variété d'obtention plus ancienne[39].

Par hypothèse encore, la teneur en azote du grain est de 19 kg N pur[40] à 20 kg N pur[41] par tonne de MS et de 5 à 6 kg de N par tonne de paille[42]. Le taux de matière sèche du blé est d'environ 86% et celui de la paille de 88%[43].

Nous considèrerons que le rendement maximal $Q_{gra\max}$ peut atteindre 10 t/an/ha en zone non irriguée. La moyenne française étant actuellement de 7 t/ha, celle des Pays-Bas, terroir plus humide, plus tempéré et cultivé de façon plus intensive étant souvent proche de 9 t/ha.[44]

---

[34] M. QUENUM, M. GIROUX et R. ROYER 2004.
[35] ITCF, ADEME (1998) : "Résidus de culture : Paille de Céréale", *Etude Agrice*
[36] Béatrice CARLIER (2002) *Jeunes Agriculteurs*, n°573.
[37] WARNAN et al 2006, en tenant compte que 50% de la paille produite ne peut être récoltée.
[38] ADEME, ITCF, 1998 : Etude Agrice "Blé plante entière".
[39] LE VILLIO M. et al. , 1996.
[40] SOLTNER 2000 pp. 374 et 427.
[41] *Tables de l'alimentation* de l'INRA, p. 174.
[42] La première valeur est communément admise. Quant à la seconde, égale à 5,6, elle est obtenue à partir des *Tables de l'alimentation* de l'INRA, p. 170. LE VILLIO (1996) et al. Proposent 6N/t de MS de paille.
[43] *Tables de l'alimentation* de l'INRA, pp. 170 et 174.
[44] Base de donnée FAO consultable sur http://faostat.fao.org.

d) Tableau récapitulatif

Paramètres			Agriculture chimisée	Agriculture biologique	Agriculture naturelle
Paramètres édapho-climatiques	N ionisé	N_{ion}	10 N	10 N	10 N
	N bactérien	N_{atm}	30 N	10 N	10 N
	Lessivage	N_{les}	50 N	20 N	25 N
	$N_{ion} + N_{atm} - N_{les}$	A	≈ -10	≈ 0	≈ -5
	Acidité du sol	pH	6,5 – 6,75	6,5 – 6,75	6,5 – 6,75
	Taux d'humus normal	h	2,6%	2,6%	2,6%
	Profondeur arable	ps	0,23 m	0,23 m	0,23 m
	Densité du sol	ds	1,4 t/m^3	1,4 t/m^3	1,4 t/m^3
	Surface unité	S	10 000 m²/ha	10 000 m²/ha	10 000 m²/ha
	Vitesse de minéra-lisation de l'humus	$K2$	1,5%/an	1,5%/an	1,2%/an
Paramètres culturaux	Strates	n'	1	1	2
	Espèces par strates	n''	1	1	1
	N symbiotique	N_{fix}	0 N	0 N	183 – 320 N
	Fertilisation azotée	N_{fer}	N_{fer} N	0 N	0 N
Paramètres variétaux					
	Taux de matière sèche de la paille		86%	86%	86%
	Taux de matière sèche du grain		88%	88%	88%
	Teneur du grain / t de MS	n_{gra}	19 à 20 N/t	19 à 20 N/t	19 à 20 N/t
	Teneur des pailles	n_{pai}	5 à 6 N/t	5 à 6 N/t	5 à 6 N/t
	Coefficient d'humification de la matière sèche (blé)	$K1'$	0,15	0,15	0,15
	Coefficient d'humification de la matière sèche aérienne (trèfle)	$K1''$	-	-	0,1
	Coefficient d'humification de la matière sèche souterraine (trèfle)	$K1''$	-	-	0,15
	Rapport paille / grain		0,8 à 1,5	0,8 à 1,5	0,8 à 1,5
	Production de trèfle (en t de MS)	Q_{leg}	0	0	5,2 t/ha/an
	Humus fourni par les racines de blé	Hnr'	$K1'$ x Q_{pai}	$K1'$ x Q_{pai}	$K1'$ x Q_{pai}
	Humus fourni par les racines de trèfle	Hnr''	-	-	0,1 t/an
	Humus fourni par les tiges de trèfle	$Qleg$ x $K1''$	-	-	0,26 t/ha/an

2) Résultats

Une fois le modèle spécifié et les valeurs des données et paramètres évaluées, il est enfin possible d'opérer la comparaison voulue.

a) Agriculture chimisée :

Le rendement nécessaire pour satisfaire la contrainte humique est donné par :

$$K1' \times Q_{pai} + K1'' \times Q_{leg} + K1''' \times Q_{ame} + f_1(Q_{pai}) + f_2(Q_{leg}) = h \times (ps \times ds \times S \times K2)$$

La formule adaptée à l'agriculture chimisée est :

$$K1' \times Q_{pai} + f_1(Q_{pai}) = h \times (ps \times ds \times S \times K2)$$

Avec les paramètres retenus, on obtient :

$$0{,}15 \times Q_{pai} + \frac{Q_{pai}}{2} \times 0{,}15 = 0{,}026 \times (0{,}23 \times 1{,}4 \times 10.000 \times 0{,}015)$$

Soit $Q_{pai} = 5{,}5$ t de MS ou 6,25 t de matière humide.

Avec un rapport paille grain compris entre 0,8 et 1,5, cela signifie que l'équilibre ne pourra être atteint que si la production est de 4,2 à 7,8 t de grain avec une valeur courante de 6,25 t.

Ce rendement minimal suppose une fumure minérale azotée donnée par $Q_{gra} = \frac{\beta \times Nrec}{\lambda_N \times k_N}$.

Ou, une fois adaptée à l'agriculture chimisée :

$$Q_{gra} = \frac{A_N + N_{fer}}{\lambda_N \times k_N}$$

En calculant les valeurs limites de k_N :

$$k_N = Q_{gra} \times n_{gra} + Q_{pai} \times n_{pai}$$
$$k_N = Q_{gra} \times \{19,...,20\} \times 86\% + \{0{,}8,...,1{,}5\} \times Q_{gra} \times \{5,...,6\} \times 88\%$$
$$k_N = Q_{gra} \times (\{19,...,20\} \times 86\% + \{0{,}8,...,1{,}5\} \times Q_{gra} \times \{5,...,6\} \times 88\%)$$
$$Q_{gra} \times (19 \times 86\% + 0{,}8 \times 5 \times 88\%) \leq k_N \leq Q_{gra} \times (20 \times 86\% + 1{,}5 \times 6 \times 88\%)$$
$$Q_{gra} \times 19{,}9 \leq k_N \leq Q_{gra} \times 25{,}1$$

et celles de λ_N :

$$\lambda_N = 17{,}374 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max}\right)^3 - 37{,}529 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max}\right)^2 + 27{,}919 \times \left(\frac{Qgra}{Qgra\max}\right) - 5{,}8671$$

$$\begin{cases} \lambda_N \geq 17{,}374 \times \left(\frac{4{,}2}{10}\right)^3 - 37{,}529 \times \left(\frac{4{,}2}{10}\right)^2 + 27{,}919 \times \left(\frac{4{,}2}{10}\right) - 5{,}8671 \\ \lambda_N \leq 17{,}374 \times \left(\frac{7{,}8}{10}\right)^3 - 37{,}529 \times \left(\frac{7{,}8}{10}\right)^2 + 27{,}919 \times \left(\frac{7{,}8}{10}\right) - 5{,}8671 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \lambda_N \geq 0{,}53 \Rightarrow \lambda_N \geq 1{,}05 \\ \lambda_N \leq 1{,}32 \end{cases}$$

$$1{,}05 \geq \lambda_N \geq 1{,}32$$

on peut donner une fourchette de la fertilisation nécessaire :

$$\{4{,}2,\ldots,7{,}8\} = \frac{-10 + N_{fer}}{\{1{,}05,\ldots,1{,}32\} \times \{19{,}9,\ldots,25{,}1\}}$$

$$N_{fer} = \{4{,}2,\ldots,7{,}8\} \times \{1{,}05,\ldots,1{,}32\} \times \{19{,}9,\ldots,25{,}1\} + 10$$

$$98 \geq N_{fer} \geq 268$$

Avec une valeur moyenne attendue de

$$N_{fer} = 6{,}25 \times 1{,}16 \times 20{,}7 + 10$$

$$N_{fer} = 160$$

La conclusion s'impose d'elle-même : comme les promoteurs de l'agriculture chimisée le clament depuis plus d'un demi siècle, l'agriculture conventionnelle chimisée est capable de maintenir une monoculture céréalière à un haut niveau de rendement, avec à peu près toutes les variétés disponibles, à condition toute fois qu'elles aient un potentiel génétique suffisant et que les pailles soient enfouies.

b) Agriculture naturelle

Le rendement nécessaire pour satisfaire la contrainte humique est donné par :

$$K1' \times Q_{pai} + K1'' \times Q_{leg} + K1''' \times Q_{ame} + f_1(Q_{pai}) + f_2(Q_{leg}) = h \times (ps \times ds \times S \times K2)$$

La formule adaptée à l'agriculture chimisée est :

$$K1' \times Q_{pai} + K1'' \times Q_{leg} + f_1(Q_{pai}) + f_2(Q_{leg}) = h \times (ps \times ds \times S \times K2)$$

Avec les paramètres retenus, on obtient :

$$0{,}15 \times Q_{pai} + 0{,}1 \times 5{,}2 + \frac{Q_{pai}}{2} \times 0{,}15 + \frac{5{,}2}{4} \times 0{,}1 = 0{,}026 \times (0{,}23 \times 1{,}4 \times 10.000 \times 0{,}012)$$

Soit

$$0{,}15 \times Q_{pai} + 0{,}1 \times 5{,}2 + \frac{Q_{pai}}{2} \times 0{,}15 + \frac{5{,}2}{4} \times 0{,}1 = 0{,}026 \times (0{,}23 \times 1{,}4 \times 10.000 \times 0{,}012)$$
$$Q_{pai} = 1{,}6$$

Soit $Q_{pai} = 1{,}6$ t de MS ou 1,8 t de matière humide. Ce qui signifie que la production de trèfle couvre presque complètement les besoins en humus.

Avec un rapport paille grain compris entre 0,8 et 1,5, cela signifie que l'équilibre ne pourra être atteint que si la production est de 1,2 à 2,25 t de grain avec une valeur courante de 1,8 t.

Ce rendement minimal suppose une fumure minérale azotée donnée par $Q_{gra} = \frac{\beta \times Nrec}{\lambda_N \times k_N}$.

Ou, une fois adaptée à l'agriculture naturelle :

$$Q_{gra} = \frac{\beta \times (A_N + N_{fix})}{\lambda_N \times k_N}$$

Avec les valeurs limites de k_N déjà calculées et en recalculant λ_N on peut donner une fourchette de la fertilisation nécessaire :

$$\{1{,}2,...,2{,}25\} = \frac{\beta \times (-5 + N_{fix})}{\{1{,}05,...,1{,}05\} \times \{19{,}9,...,25\}}$$
$$N_{fix} = \frac{\{1{,}2,...,2{,}25\} \times 1{,}05 \times \{19{,}9,...,25\}}{0{,}65} + 5$$
$$44 \geq N_{fix} \geq 96$$

Avec une valeur moyenne attendue de

$$N_{fix} = \frac{1{,}8 \times 1{,}05 \times 20{,}7}{0{,}65} + 5$$
$$N_{fix} = 65$$

Le système agraire géré selon les règles de l'agriculture naturelle est stable dès que les légumineuses associées apportent entre 44 et 96 kg d'azote par hectare et par an, avec une valeur moyenne de 65 N. Or, comme nous l'avons vu, de tels apports sont faibles par rapport au potentiel d'un simple trèfle blanc, qui apporte sans difficulté environ 200 unités d'azote.

Ce qui signifie que l'agriculture naturelle peut assurer indéfiniment une production significative de blé, même en situation de monoculture, à la seule condition que le sol soit suffisamment pourvu en minéraux autres que l'azote.

Cela signifie aussi qu'elle peut, en plus, se permettre le luxe d'exporter une partie de sa production en tige sous forme légumineuse par exemple.

Mais il est possible d'aller plus loin. En effet, comme la seule variable du système est le taux de couverture du sol par le trèfle, il est logique de prévoir que le rendement de blé atteindra

forcément son maximum possible dès que le trèfle sera semé. Cette situation entraînera inévitablement une hausse du taux d'humus.

Le rendement potentiel en grain est donc de

$$Q_{gra} = \frac{\beta \times \left(A_N + N_{fix}\right)}{\lambda_N \times k_N}$$
$$Q_{gra} = \frac{0{,}65 \times \left(-5 + \{183,\ldots,320\}\right)}{1{,}05 \times \{19{,}9,\ldots,25{,}1\}}$$
$$4{,}4 \geq Q_{gra} \geq 9{,}8$$

La borne supérieure étant égale au potentiel génétique avec comme valeur la plus probable une production de 5,3 t/ha/an.

Dans ce cas, le taux d'humus devrait se stabiliser vers 4,8 % ≈ 5% (lorsque le rapport paille grain est de 1).

Il est tout à fait remarquable que le rendement potentiel moyen de l'agriculture naturelle soit tout à fait comparable à celui de l'agriculture chimisée, du moins lorsqu'elle fait le choix d'être durable.

Rendement d'équilibre (en tonne de grain)	Valeur basse	Valeur moyenne	Valeur haute
Agriculture chimisée	4,2	6,25	7,8
Agriculture naturelle	4,4	5,3	9,8

Par conséquent, M. Fukuoka et ses disciples ont raison de croire leurs propres observations lorsqu'ils constatent que leurs méthodes, aussi hétérodoxes qu'elles puissent paraître, permettent de produire autant que celles de leurs confrères conventionnels. Et ils sont tout aussi fondés à affirmer qu'en plus, leurs pratiques permettent de régénérer les sols en augmentant leur taux d'humus, tandis que bien souvent, l'agriculture conventionnelle n'obtient ses meilleurs rendements qu'en laissant disparaître l'humus des terres arables.

Il est aussi à remarquer que l'agriculture biologique, placée dans les mêmes conditions que l'agriculture naturelle, n'obtiendrait aucun résultat. Autrement dit, elle est, comme l'agriculture conventionnelle, absolument inféodée à la fertilisation azotée.

De telles conclusions, qui ne sauraient surprendre aucun de ceux qui ont pratiqué l'agriculture naturelle, doivent cependant interroger nos agronomes. En effet, l'agriculture naturelle a été conçue en dehors de toute théorie scientifique. Et pourtant, l'expérience comme la théorie montrent qu'elle fait mieux que la phytotechnie scientifique.

CONCLUSION

Comme nous l'avons théoriquement démontré par la méthode des bilans de fumure, l'agriculture naturelle appliquée à la très difficile monoculture du blé, est durable même sur de grandes surfaces, sans utiliser aucun engrais azoté qu'il soit minéral ou organique.

Dans ces conditions, il faut s'attendre à ce qu'elle soit aussi productive que l'agriculture chimisée intensive tout en régénérant les sols.

Mais pour obtenir ces résultats qui semblent extraordinaires à ceux qui n'ont pris le temps ni de faire l'expérience ni d'interroger la théorie agronomique, l'agriculture naturelle doit tout de même se soumettre à des conditions strictes qui n'avaient pas été retenues par son fondateur Masanobu Fukuoka : introduire des engrais phosphatés et potassiques lorsque la roche mère n’en libère pas suffisamment.

Sous ces conditions, elle permet des récoltes importantes sans menacer l'équilibre humique des sols et, ce qui n'et pas accessoire, sans aucune pollution.

Cependant, il reste encore à exposer certains détails techniques et surtout à établir sa validité économique. Toute fois, ainsi comprise, l'agriculture naturelle constitue la plus sérieuse des alternatives tant à l'agriculture conventionnelle qu'à l'agriculture biologique.

ANNEXE

D'après nos observations, le rendement d'une prairie biologique (Aveyron, de 1985 à 2005) est environ deux fois moindre de celui d'une prairie intensive médiocre (Lot, de 1985 à 2005). Par exemple, le rendement d'un ray grass intensif est de 10 – 16 t de MS/ha/an de 8 – 10 t de MS/ha/an pour un trèfle blanc purs. En agriculture biologique, ces rendement passent alors à 5 t pour la graminée et 4 t pour le trèfle. On sait par ailleurs que dans ces conditions, un mélange à 30% de trèfle blanc couvre les besoins de la parcelle[45]. Sachant que les graminées de la prairie ont une teneur azotée voisine de 30 N/t de MS, il est alors possible d'évaluer les apports nets en azote (X) du trèfle blanc. Ceux-ci sont égaux à :

5 t de MS x 30 N / t de MS x 70% = 4 t de MS x X N / t de MS x 30%
On trouve X = 105 N / 1,2 t de MS = 87,5 N / t de MS
Cependant, si le mélange était parfait (50% de chaque espèce), et que l'on introduise alors un coefficient d'association β de 0,5, le résultat serait alors de :
5 t de MS x 30 N / t de MS x 0,5 = 4 t de MS x X N / t de MS x 0,5
soit X = 75 N / 2 t de MS = 37,5 N / t de MS d'où un apport de 150 N/ha.

[45] SOLTNER 2000 p. 161.

BIBLIOGRAPHIE

ARNAUD J, BARLATIER S. (1953) : *Manuel des cours post-scolaires agricoles : Livre des élèves*, éditeur inconnu.

BARBIÉ Olivier (2005) : *Abrégé d'agriculture naturelle*, Éditions Publibook, Paris, 2005.

CARLIER Béatrice (2002) : *Jeunes Agriculteurs*, n°573, juin 2002.

FUKUOKA Masanobu : *L'agriculture naturelle : Théorie et pratique pour une philosophie verte*, Editions de la Maisnie, Paris, 1989.

FUKUOKA Masanobu : *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*, Editions de la Maisnie, Paris, 2005.

FUKUOKA Masanobu : *La voie du retour à la nature : Théorie et pratique pour une philosophie verte*, Éditions Le Courrier Du Livre, 2005.

GROS André : *Engrais : Guide pratique de la fertilisation*, 3eme édition, Éditions La maison rustique, 1962.

HOWARD Sir Albert (1940) : *Testament agricole : pour une agriculture naturelle*, Éditions Vie et Action, Lille, 1971.

INRA (1988) : *Tables de l'alimentation des bovins ovins caprins*.

ITCF, ADEME (1998) : "Résidus de culture : Paille de Céréale", *Etude Agrice*

ITCF, ADEME (1998) : "Blé plante entière", *Etude Agrice*.

LE VILLIO M., ARROUAYS D., DESLAIS W., DAROUSSIN J., LE BISSONNAIS Y., CLERGEOT D. (1996) : "Production de paille, Quelle est l'influence variétale ?", Perspectives Agricoles, n°214, juin 1996.

MOLLISON Bill, HOLMGREN David : *Permaculture, tome 1*, Editions Equilibres d'aujourd'hui, 1986.

QUENUM M., GIROUX M. et ROYER R. (2004) : "Étude sur le bilan humique des sols dans des systèmes culturaux sous prairies et sous cultures commerciales selon les modes de fertilisation", *Agrosol*, Décembre 2004, vol. 15, no 2.

SOLTNER Dominique (1987) : *La production de viande bovine*, 11e édition. Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire.

SOLTNER Dominique (2000, 2001) : *Les bases de la production végétale : Le sol, le climat, la plante, Tome I* et *III*, Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire, 2000 pour le tome I et 2001 pour le tome III.

WARNANT G., RABIER F., MARCHAL D., SCHENKEL Y (2006) : "Grains et pailles combustibles : une autre voie de valorisation des céréales." *Livre Blanc "Céréales"*, F.U.S.A. et CRA-W Gembloux.

A la recherche du jardin propre : l'agriculture synergétique.

Patrick Bletsas, Olivier Barbié

Document de travail
Institut Technique d'Agriculture Naturelle

12 avril 2008

Depuis cinquante ans, des femmes et des hommes de bonne volonté cultivent des légumes et des fruits de façon totalement respectueuse de la nature, sans utiliser aucun produit chimique et sans nuire à la biodiversité. L'ensemble de ces techniques est connue dans le monde entier sous le vocable de *natural farming* (agriculture naturelle) et, plus précisément en ce qui concerne les petites cultures sous celui de *synergistic garden* (jardin synergétique). Nous montrons ici les principes communs de ces méthodes mais aussi leurs principales divergences techniques.

Les différentes méthodes d'agriculture d'Emilia Hazelip, de Réjean Roy et de Jean-Marie Lespinasse.

L'agriculture naturelle a été développée dans les années 1960 par le micro-biologiste japonais Masanobu Fukuoka [Fukuoka, 1996]. Elle a ensuite été adaptée aux autres terroirs par de nombreux disciples. Cependant, les adaptations actuelles diffèrent sensiblement lorsqu'il s'agit de petites cultures, de grandes cultures ou de vergers.

Nous allons présenter ici la forme d'agriculture naturelle la plus adaptée aux petites cultures et que l'on connaît généralement sous le nom d'agriculture synergétique.

Le fondateur de l'agriculture naturelle est une dame anglaise, Emilia Hazelip, qui a mis au point cette technique dans le sud de la France. Ses travaux ont ensuite été repris par Jean-Marie Lespinasse en Aquitaine et par Réjean Roy au Québéc. à la fin des années 1990. Le passage de témoin s'est fait de vive voix pour Roy, ce dernier a connu les enseignements d'Emilia Hazelip en 1998 alors qu'elle effectuait une tournée de conférences au Québec, tandis qu'il s'est fait par l'intermédiaire d'une vidéo pour Lespinasse (cf. les sources de Lespinasse 2006).

La méthode d'Hazelip est connue sous le nom d'*agriculture synergétique*. Les deux variantes les plus importantes sont le *jardin naturel* de Lespinasse et le jardin auto-fertile de Roy.

Voici en quelques mots une synthèse de ces trois façons de faire de l'agriculture synergétique.

1. Des principes communs

Emilia Hazelip, Réjean Roy et Jean-Marie Lespinasse se sont tous les trois spécialisés dans la petite culture. Ils ont comme principe de faire une agriculture qui imite la nature.

Leur méthode se caractérise par :

Les quatre principes de Fukuoka :

- Pas de Labour
- Pas de pesticide, pas d'herbicide,
- Pas d'engrais chimique ou animal
- Pas de sarclage, donc un compostage de surface

A ces principes, ils ajoutent trois notions déjà présentes chez Fukuoka mais particulièrement soulignées par Emilia Hazelip et son compagnon Marc Bonfils :

- Cultures en associations
- Successions des cultures (la notion de rotation n’est plus pertinente dès lors que le labour est abandonné)
- Culture sur buttes

a) Emilia Hazelip

Elle est le précurseur ayant adapté les principes de Fukuoka. Sa méthode a inspiré Réjean Roy et Jean-Marie Lespinasse. Son approche est théorique.

b) Réjean Roy

Sa méthode est pragmatique et très organisée. Les plantes sont classées selon, leur taille, leur besoin en lumière, et leurs exigences en nutriment, un peu comme dans le jardin forêt de Robert Hart. Les plantes sont alignées par rang de 3 et doivent appartenir à au moins 3 familles différentes selon des critères précis.

Voici ses classifications :

Types de racines :

- Racine arrachée (ex. Radis, carotte, pomme de terre, panais, betterave)
- Racine morte et laissée en place (ex. tomate, tournesol, brocoli, laitue)
- Racine fixatrice d'azote = légumineuse (ex. pois, haricot, lupin, féverole, trèfle)
- Racine résistante à l'hiver = vivace ou biannuelle (ex. rhubarbe, myosotis, groseille
- Racine de la famille de l'oignon = liliacée (ex. oignon, ciboulette, ail, poireau)

Types de port :

- Grands arbres
- Arbres nains
- Buissons
- Herbacés
- Légumes racines
- Couvres-sols

- Plan vertical

Types d’ensoleillement supporté :

- Plein soleil : du côté de la butte qui fait face au sud
- Mi-ombre : le centre de la butte ou près de grandes plantes
- Ombre : à l'arrière de la butte et sous les grandes plantes

c) Jean-Marie Lespinasse

Ses approches théoriques et pragmatiques sont très complètes. Comme tous les théoriciens de l’agriculture naturelle, il se réfère sans cesse au système naturel modèle qu’est la forêt climax.

Afin de produire un maximum de variétés et de produire des légumes tout au long de l'année, Jean Marie Lespinasse accepte, comme Olivier Barbié [Barbié, 2007] quelques amendements (chaux, compost).

Par ailleurs, il couvre ses cultures à la manière d'une serre pendant les périodes froides.

Enfin, il met l'accent sur la gestion de l'azote par la culture de légumineuses associées (luzerne).

2. Quelques différences dans la pratique

Les données disponibles sur l’agriculture synergétique sont très variables. En effet, si Jean-Marie Lespinasse a édité un manuel très bien fait [Lespinasse, 2006], ce n’est pas le d’Emilia Hazelip toute son œuvre didactique se résume à une cassette vidéo) encore moins le cas de Réjean Roy qui n’a pour l’instant laissé qu’un seul article agronomique [Roy, 2004].

Voici un petit comparatif organisé en quatre points : limites du terrain, préparation du sol, fertilisation et implantation des cultures

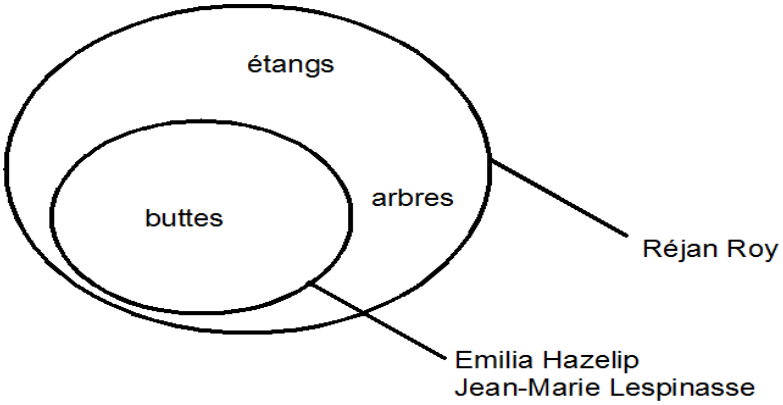
a) Limites du terrain

La questions des limites du terrain est toujours très importante dans la théorie du jardin, et plus encore dans la réflexion de Fukuoka. Elle est encore très présente dans la méthode de Réjean Roy qui dépasse les limites de la butte. En particulier, des buttes contours sont aménagées pour protéger les plantes des animaux et des herbes indésirables. Ces buttes contours accueillent « les plantes envahissantes (topinambour, menthe), mellifères, volumineuses (rhubarbe) et arbustives (groseilles, caragana).» [Réseau d'agriculture biologique végétalienne, 2005]

Pour Roy, les buttes contours font partie d’un système en interaction intégrant évidemment les buttes de culture mais aussi des points d’eau et des arbres. Les points d’eaux servent à retenir de l’eau d’irrigation mais aussi à abriter des prédateurs naturels des ravageurs des cultures. De même, les arbres jouent un rôle essentiel en limitant l’érosion, en apportant de la matière organique compostable sous forme de feuille et en amenant à la surface des sels minéraux normalement en profondeur.

Périmète

	Lespinasse	Roy	Hazelip
Superficie cultivée	100 m2	1000 m2	-
Périmètre	buttes	buttes + étangs + arbres	buttes
Production	légumes	Légumes + fruits	légumes



b) La préparation du sol

Emilia Hazelip et Réjean Roy expliquent comment préparer le sol avant la mise en place des buttes.

Pour éliminer les plantes existantes, Emilia Hazelip propose un retournement de la partie supérieure du sol, l'utilisation d'animaux ou la couverture avec du carton ou des tapis. Cette dernière solution, typique de la permaculture inspirée de Bill Mollison et David Holmgren (Mais Emilia Hazelip et Marc Bonfils ont crée une association de permaculture) est également citée par Réjean Roy.

Un point cependant différencie Réjean Roy de Jean-Marie Lespinasse : selon Réjean Roy, si le sol est trop pauvre ou trop compacté, les rendements seront nuls. Pour Jean-Marie Lespinasse, si il est parfois nécessaire de décompacter le sol à l'aide d'une fourche à main, un sol n'est jamais trop pauvre pour s'auto-fertiliser et, selon lui, le cycle synergétique se met en place très rapidement.

c) Les buttes

L'utilisation de buttes est caractéristique des méthodes d'Emilia Hazelip, de Réjean Roy et de Jean-Marie Lespinasse. Elle permet en premier lieu d'éviter le tassement de la terre, en marquant la séparation entre les zones pour se déplacer et les zones réservées aux cultures qu'il ne faut pas piétiner.

A noter que Jean-Marie Lespinasse met en avant le rôle important de drainage de la butte.

d) La fertilisation du sol

Jean-Marie Lespinasse explique que le mulch doit être équilibré en cellulose, azote et sucres. Il doit être aussi légèrement acide ($6 < Ph < 6,5$). De plus, Jean-Marie Lespinasse plante des poquets de luzerne sur toute la butte pour augmenter au maximum la teneur en azote du sol.

Méthode de fertilization

	Lespinasse	Roy	Hazelip
Type de mulch	paille, luzerne coupée, cendre, broyat de feuilles de noisetier	BRF, vieux foin, feuilles semi-décomposées, herbes sauvages	paille, foin, laine, carton, broyat broussaille, trèfle rampant
Racines et feuilles laissées sur place	oui	oui	oui
Accent mis sur le travail de la macrofaune et de la microflore	oui	non	oui
Importance des légumineuses	très élevée	faible	pas mentionnée

e) L'implantation des cultures

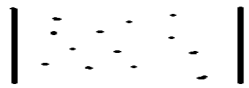
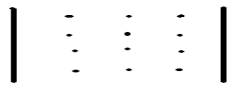
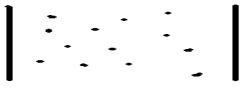
Réjean Roy diffère de Jean-Marie Lespinasse et Emilia Hazelip par la disposition de ses plans. Il préconise une plante par rang, soit 3 par butte (sans compter les plantes sur les bords de la butte). D'après Jean-Marie Lespinasse, cette disposition réduit les possibilités d'interaction entre les plantes cultivées.

Autre particularité de Réjean Roy : il adapte les plantation aux différentes parties de la butte de culture :

- les plates-bandes : partie principale et horizontale de la butte
- les costières : chacun des côtés inclinés (utile pour les ail, poireaux, oignons, laitues, fleurs)
- les bouts : pour les vivaces et les fines herbes
- les lisières : la jonction entre le côté et le dessus

Jean-Marie Lespinasse insiste quant à lui sur les associations entre légumes (compagnonnage) qui les protègent des insectes nuisibles (par exemple l'association carotte-poireau).

Implantation des cultures

	Lespinasse	Roy	Hazelip
Disposition des plans sur la butte			
Emplacement des cultures en fonction de	besoin en eau besoin en azote besoin en lumière	type de racine taille de la plante besoin en lumière besoin en nutriments type de matière organique préférée	
Semis direct	mulch légèrement écarté	mulch légèrement écarté	mulch légèrement écarté
Transplantations	à travers le mulch	à travers le mulch	-

3. Conclusion

Ces trois méthodes d'agriculture naturelle sont qualifiées de synergétique car elles reposent sur le cycle auto suffisant du sol : le compost de surface se forme de lui-même et se dégrade grâce à la macrofaune et à la microflore. Il permet de fertiliser les plantes qui poussent puis meurent et alimentent le compost de surface (après prélèvement de leur partie comestible).

Si les méthodes de culture d'Emilia Hazelip, de Réjean Roy et de Jean-Marie Lespinasse partagent les mêmes principes, elles diffèrent néanmoins légèrement dans la pratique, surtout entre Réjean Roy et Jean-Marie Lespinasse.

La différence principale porte sur la fertilisation du sol en azote qui est jugée primordiale par Jean-Marie Lespinasse. Ceci est peut-être dû à la recherche d'un rendement important et au besoin d'étaler la période de production sur toute l'année.

Sources :

BARBIE Olivier (2007) : « De l'agriculture naturelle à l'agriculture biologique », document de travail ITAN, 13 pages.

FUKUOKA Masanobu : *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*, Editeur Guy Tredaniel, 4 juillet 2005, 202 pages.

FUKUOKA Masanobu : *La voie du retour à la nature : théorie et pratique pour une philosophie*, Le Courrier du Livre, 3 septembre 1996, 379 pages.

= FUKUOKA Masanobu : *L'agriculture naturelle : théorie et pratique pour une philosophie verte*, Editeur Guy Tredaniel, 6 décembre 2004, 326 pages.

HAZELIP Emilia, *Synergistic Garden* (Cassette vidéo VHS), Studio Permanent Publications, 1 mars 1999.

LESPINASSE Jean-Marie (2006) : *Le jardin naturel*, Editions du Rouergue, 173 pages.

MOLLISON Bill et Holmgren David (1978) : *Permaculture One*, Tagari Publications, juin 1990, 130 pages.

Page http://www.vegeculture.net/comment/jaf.shtml (2005), Réseau d'agriculture biologique végétalienne.

ROY Réjean (2004) : « La transition vers une culture autofertile », *Bio-Bulle, Le magazine du bio québécois*, numéro 48, mai 2004. Voir aussi dans la même revue et sur le même sujet « Visite d'un jardin autofertile » d'Isabelle Éthier et « Développer et maintenir un sol autofertile » de Jacques Hébert.

Créer un Jardin en Mouvement

Patrick Blestas

15/10/2008

Note de l'ITAN

Selon Gilles Clément, le jardin est un ensemble de plantes en partie semées et en partie spontanées qui se développent naturellement sans l'aide du jardinier et qui produit un bel aspect esthétique. Le jardin se doit d'étonner, la surprise venant du choix d'espèces peux banales qui apparaissent de façon spontanée et inattendue.

La forme d'un jardin n'est pas délimitée précisément comme dans un jardin classique par des allées ou des haies. Elle est définie par les massifs de fleurs qui forment des d'îlots entourés de zones fauchées. De plus, la forme du jardin évolue naturellement au fil des saisons car les fleurs annuelles et bisannuelles meurent et leurs graines emportées par le vent donnent naissance à de nouvelles fleurs. Certaines espèces disparaissent, d'autres se développent. Ainsi, les d'îlots de fleurs s'étendent, se rétractent et se déplacent. Ainsi, la terre peut-elle être vue comme un immense jardin en mouvement dont les espèces se déplacent de régions en régions ou de pays en pays emportées par le vent, les animaux ou l'homme.

A bien des égards, le jardin en mouvement rappelle l'agriculture naturelle de Manasobu Fukuoka. En effet, l'agriculture naturelle est une agriculture qui tire parti au maximum des processus naturels pour produire avec de bons rendements et avec un travail minimum.

Elle est basée sur 4 principes :

- Pas de labour
- Pas de fertilisant
- Pas de désherbage
- Pas de pesticide

Cette méthode n'est pas prévue pour le jardin d'ornement mais rien n'empêche d'y appliquer ses principes car le jardin d'ornement est en général labouré, désherbé et sujet à l'application de fertilisants et de pesticides.

La méthode de Gilles Clément s'apparente clairement à l'agriculture naturelle car, comme Fukuoka, il cherche à reproduire la nature avec un minimum de travail du sol. Démonstration.

<u>Labour</u> : Gilles Clément ne laboure presque jamais le sol comme le font régulièrement les jardiniers avant de planter. Un unique labour est effectué lors de la mise en place du jardin afin de faciliter la germination des graines, semées à la volée.

<u>Fertilisant</u>. Gilles Clément n'emploie jamais de fertilisant. Premièrement il sélectionne des espèces adaptées à son sol et à son climat. Deuxièmement, si il tente un semis avec une espèce exotique, il la laissera se débrouiller même si elle doit mourir plutôt que de lui prodiguer soins et fertilisants.

<u>Désherbage</u> : Gilles Clément ne se préoccupe en principe pas du désherbage. Les plantes spontanées

font partie du jardin et il leur laisse la possibilité de concurrencer les espèces semées. Il y a pourtant une exception: Lors du démarrage d'un projet il peut arriver qu'une espèce indésirable ne soit pas disposée à laisser suffisamment de place aux autres plantes. Il faut alors l'arracher à la main afin d'éviter un ralentissement du développement des espèces semées.

Pesticide : Gilles Clément n'utilise jamais de produits phytosanitaires. Il encourage au contraire le développent des insectes, symbole de vie et de diversité. Car si les espèces sont bien adaptées au milieu, alors elles ne devraient pas avoir besoin d'être protégées.

En conclusion, nous pouvons affirmer que Gilles Clément est un promoteur de l'agriculture naturelle, étendue au jardin d'ornement, car il partage la même philosophie que Fukuoka qui consiste à tirer profit de la nature sans essayer de la dominer. Pour parfaire la démarche naturelle, il pourrait être envisagé d'éliminer le labour initial et de se contenter d'un semis direct.

En somme, le jardin en mouvement est un jardin sauvage apprivoisé (semi-sauvage comme dirait Fukuoka). On sème des graines, ou laisse pousser et on fauche de temps en temps tracer des passages et pour faire ressortir des îlots de fleurs. L'entretien est considérablement réduit car on laisse les plantes se débrouiller toutes seules. On ne plante rien, on sème des graines et on laisse les fleurs fanées ensemencer le sol à nouveau. Bien évidemment, on n'utilise aucun intrant. Le mouvement du jardin vient du changement constant de sa forme. L'utilisation des plantes bisannuelles accentue ces effets de mouvement car ses graines sont facilement emportées par le vent, les animaux et les insectes. Plus le sol est impropre à la culture (sécheresse, acidité, pauvreté en éléments nutritifs) et plus les espèces rares et peux banales feront leur apparition, devant déployer des efforts pour survivre et se reproduire.

Voici les principales étapes de la mise en œuvre d'un jardin en mouvement.

1ere étape

Esquisse du jardin. Choisir les plantes existantes à garder. Prévoir l'emplacement de plantes « statiques » qui serviront de repères par rapport aux mouvements des bisannuelles.

2e étape

Fauche à 5 cm en gardant quelques d'îlots de fleurs qui présentent un intérêt. Prévoir une coupe plus près du sol pour le semis d'espèces héliophiles. Il est à noter que pour Gilles Clément, l'usage que les jardiniers fonts de leurs bruyants outils à moteurs (taille haie, débroussailleuse, souffleur, motobineuse, etc.) s'apparente plus à un assaut guerrier destructeur qu'à l'acte artistique et affectueux envers les plantes auquel on serait en droit de s'attendre. C'est pourquoi il préconise l'usage préférentiel d'outils à main tels que tondeuses hélicoïdales, faucilles, cisailles et sécateurs.

3e étape

Préparation des mélanges de graines pour le semis. Il faut prévoir un grand nombre d'espèce car un tiers risque de ne pas germer pour des raisons liées à la mauvaise conservation des graines, ou aux difficultés d'adaptation des plantes. Des bisannuelles particulièrement adaptées aux conditions du lieu sont par exemple la molène et la digitale. Il ne faut cependant pas hésiter à choisir quelques espèces qui ne sont à priori pas très adaptées au milieu car la nature réserve toujours des surprises. Prévoir également des vivaces.

4e étape

Semis à la volée du mélange de graines en automne pour permettre aux bisannuelles de se développer suffisamment avant l'hiver.

5e étape

Le jardin est installé il ne reste plus qu'à effectuer l'entretien:

Fauche à la tondeuse à 5 cm deux fois par an pour marquer les formes autour d'îlots de fleurs et tracer des chemins qui pourront être différents chaque année.

Dans les zones où l'on ne désire pas d'arbre: fauche annuelle à 20 cm pendant la deuxième quinzaine de septembre pour empêcher le développement des jeunes arbres sans trop perturber le développement des insectes.

Exemple de Prix de revient

Mise en place

surface : 2500 m²
graines : 1300 € (500 €/kg et 10 kg/hectare)
façon culturale (fauche, semis) : 2 heures, 100 €

soit 0,56 € / m² !

Entretien

4 jours / an : 500 €/an
soit 0,2 € /m² et /an, 2000 € /ha et /an.

De l’agriculture naturelle à l’agriculture biologique

Olivier Barbié*

26 juin 2007

Document de travail

* Président de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle.

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous montrons les limites de l’agriculture naturelle présentée par M. Fukuoka ainsi que les améliorations amenées par ses disciples.

Il apparaît clairement que l’agriculture naturelle est dépendante des apports minéraux extérieurs. Dans certains cas (vergers pâturés), des couvres sols de légumineuses peuvent être installés.

Afin de faciliter la production d’humus, nous préconisons d’installer les espèces productives sous un couvert d’arbre ou entre des haies dont les branches seront broyées et laissées au sol (BRF).

L’ensemble du tableau permet de dire que l’agriculture naturelle originelle n’est ni viable ni généralisable dès lors que l’on attend une production durablement significative. Au fur et à mesure des améliorations qui lui sont apportées, elle se rapproche sensiblement de l’agriculture biologique dont elle est historiquement un des piliers.

SUMMARY

In this article, we show the limits of the Mr. Fukuoka's natural farming as well as the improvements brought by his followers.

It seems clearly that the natural farming is dependent on outside minerals. In certain cases (grazed orchards), cover grounds of legumes can be installed.

To facilitate the production of humus, we recommend to install the productive crops under trees or between hedges branches of which will be crushed and left with the ground (ramial wood).

The whole picture allows to say that the original natural farming is neither viable nor generalizable if the aim is to get a durably significant production. According to the improvements which are brought to it, it gets closer appreciably to the organic farming of which it is historically one of the springs.

KEYWORDS

Natural farming, organic farming, associated legumes, ramial wood.

L’agriculture biologique s’est construite à partir de l’œuvre de trois fondateurs : Sir Albert Howard, Rudolf Steiner et Masanobu Fukuoka. Bien que Howard ait parfois employé le terme d’agriculture naturelle, l’agriculture naturelle actuelle s’inspire uniquement de l’œuvre de Fukuoka. De quoi s’agit-il ? D’une agriculture biologique inspirée par les principes du bouddhisme et en particulier par celui du non faire.

Concrètement, l’agriculture naturelle s’appuie sur quatre principes : pas de fertilisants[1], pas de pesticides, pas de labour, pas de sarclage.

Elle a été appliquée par Masanobu Fukuoka qui a démontré par ses expériences en pleine terre, durant 40 ans, qu'il était possible de produire ainsi du riz, mais aussi du blé et de l'orge, de maintenir un verger et d’élever des canards.

Il n’en reste pas moins qu’il est difficile de généraliser cette méthode agricole telle quelle car, contrairement à ce que proclame son fondateur suivi de ces adeptes, elle souffre de nombreuses limites. C’est d’ailleurs ce que nous allons démontrer ici. Notre but n’étant pas de renier le précieux héritage que nous a légué Fukuoka, mais d’en tirer le meilleur profit en le confrontant aux contraintes actuelles de l’agriculture.

La limite la plus évidente de l’agriculture naturelle concerne la fertilisation, comme nous l’avons déjà démontré (Barbié, 2007). Mais il en existe d’autres, non moins problématiques, qui concernent le labour.

---

[1] Les traducteurs français ont traduit "pas d'engrais". Mais c'est contraire à l'usage qui distingue deux catégories de fertilisants : les engrais et les amendements. Les amendements sont des fertilisants apportés dans le but de modifier la nature du sol : ceux qui apportent du sable, de l'argile ou du calcaire sont appelés respectivement amendements sableux, amendements argileux et amendements calcaires ; quant aux fertilisants qui génèrent de l'humus (paille, compost, fumier) ils sont classés parmi les amendements humiques. Certains amendements peuvent être mixtes comme les apports de marne qui apportent à la fois de l'argile et du calcaire. Par définition, tous les fertilisants qui ne sont pas des amendements sont des engrais. Donc, même si la dolomie apporte du magnésium, elle est rangée dans la catégorie des amendements calcaires. De même, le fumier qui amène à peu près tous les sels minéraux nécessaires aux cultures, est classé parmi les amendements humiques uniquement parce qu'il a une influence directe sur le taux d'humus du sol.

1. Limite du premier principe « Pas de fertilisants »

Le premier principe de l'agriculture naturelle est « Pas de fertilisants ».

Il s'oppose frontalement aux résultats de l'agronomie qui pose, comme préalable, que les plantes consomment des éléments fertilisants et qu'il est nécessaire de compenser les exportations.

Mais le problème se pose différemment pour les éléments azotés et pour les autres.

1.1.Fertilisants non azotés

Considérons seulement les principaux éléments fertilisants : N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn puis écartons momentanément l'azote (N).

À long terme, l'équation bilan est de la forme :

$$E_{rec} = E_{fer} - E_{les}$$

E_{rec} : exportations dues aux récoltes
E_{fer} : apports sous forme de fertilisants
E_{les} : exportations sous forme de lessivage.

Si l'on néglige les lessivages, alors les apports en éléments fertilisants doivent être exactement égaux aux exportations dues aux récoltes.

Par conséquent, il est impossible d'accepter la position de Fukuoka. Mais doit-on pour autant revenir à l'agriculture chimisée ? Bien évidemment, non.

La question est alors de savoir par quoi la remplacer. Il se trouve que la forme d'agriculture la plus proche de l'agriculture naturelle mais qui utilise certains fertilisants est l'agriculture biologique.

La source la plus naturelle de fertilisants non azotés est constituée par les sédiments marins rocheux plus ou moins finement concassés comme :

- le calcaire
- la dolomie
- le gypse
- etc.

Viennent ensuite des produits plus travaillés mais pas transformés qui présentent l'avantage d'être constitués de molécules non toxiques et connues de tous les organismes terrestres :

- la chaux - dolomitique et calcique
- le sulfate de potassium
- le sulfate de potasse et de magnésie
- le phosphate naturel
- etc.

Il est à remarquer que ces produits peuvent être employés sans labour.

1.1. Fertilisants azotés

Le cas des fertilisants azotés est beaucoup plus délicat. En effet, il n'existe pas de sources d'azote naturelles.

C'est pourquoi l'agriculture biologique fait appel aux composts, l'agriculture traditionnelle aux fumiers et l'agriculture chimisée à l'azote de synthèse.

1.1.1 Le compostage

Il est clair que l'azote de synthèse, que ce soit sous forme d'ammoniaque, d'urée ou d'ammonitrate est un poison violent qui provoque toujours des catastrophes écologiques.

Cependant, l'emploi de fumiers n'est pas non plus sans inconvénient. D'une part, l'élevage n'est pas forcément biologique. Ensuite, la récolte du fumier suppose que le bétail soit détenu en stabulation entravée de longs mois, ce qui n'est compatible qu'avec des climats tempérés.

Enfin, l'élevage, surtout d'animaux omnivores (porcs, volailles, …) fait directement concurrence à l'homme puisque ces animaux consomment des aliments que les humains consomment aussi.

Il ne reste donc que le compost. Or, le compost ne peut être confectionné qu'avec des déchets végétaux préalablement triés. Les ressources sont ainsi fortement limitées. Surtout en agriculture sans labour ou nul écobuage, nul désherbage ne peut venir grossir la ressource.

Le compostage est donc une solution incontournable mais largement insuffisante.

Et il ne faut pas compter sur des apports forestiers tels que les écorces broyées ou le bois raméal fragmenté qui sont toujours très pauvres en azote. Par conséquent, il est impératif d'imaginer autre chose.

1.1.2 Les couverts de légumineuses

Les agriculteurs appliquant l'agriculture biologique ont l'habitude de prévoir des rotations incluant des cultures de légumineuses. Ils récupèrent ainsi de 40 à 110 unités d'azote à l'hectare et par an.

Or, d'une part, ces apports sont très limités et, d'autre par, ils supposent un labour profond capable d'enfouir l'engrais verts. Ce labour profond est bien sûr totalement incompatible avec la philosophie de l'agriculture naturelle mais aussi de nombreux autres courants agronomiques dont le plus connu est celui des Techniques Culturales Simplifiées (TCS).

C'est pourquoi nous avons proposé (Barbié 2005 et 2007) une version de l'agriculture naturelle appelée agriculture naturelle étagée. L'idée, déjà pratiquée par l'agriculture traditionnelle, est de semer simultanément les graines de la culture et d'une légumineuse (association végétale), tout en maintenant une couverture arborée significative. Dans cette pratique, la légumineuse apporte de l'azote à la culture grâce aux bactéries fixatrices auxquelles elle est associée.

Cette légumineuse est en général une légumineuse fourragère vivace, par exemple :

Espèce		Taille (en cm)	Type
Lotier corniculé	*Lotus corniculatus*	15 – 20	V
Luzerne cultivée	*Medicago sativa*	50 – 80	V
Médic	*Medicago laciniata*		A
Médic	*Medicago littoralis*		A
Luzerne lupuline Minette	*Medicago lupulina*	15 - 60	A - B
Médic	*Medicago minima*	5 - 30	A
Médic	*Medicago polymorpha*	15 - 50	A - B
Médic	*Medicago rigidual*		A
Médic	*Medicago trunculata*	15 - 40	A
Mélilot	*Melilotus officinalis*	30 - 80	B
Sainfoin	*Onobrychis sativa*	15 – 60	V
Trèfle d'Alexandrie	*Trifolium alexandrinum*		A
Trèfle hybride	*Trifolium hybridum*	30 - 90	V
Trèfle incarnat	*Trifolium incarnatum*	25 -50	A - B
Trèfle des près Trèfle violet	*Trifolium pratense*	20 - 75	V
Trèfle blanc	*Trifolium repens*	7 - 25	V
Trèfle de perse	*Trifolium resupinatum*	15 - 65	A
Trèfle souterrain	*Trifolium subterraneum*	5 - 25	A
Vesce cultivée Vesce commune	*Vicia sativa*	20 – 80	A
Vesce velue	*Vicia villosa*	30 – 60	A

A : annuelle
B : bisannuelle
V : vivace

Deux itinéraires techniques peuvent alors être suivis : une culture associés à une légumineuse vivace, toutes deux installés suite à un labour, ou une culture annuelle ou vivace installée sur une parcelle déjà occupée par une légumineuse vivace, ce qui dispense de tout labour.

Cependant, la technique du couvre sol vivant (living mulch) pose plusieurs difficultés.

2. Limites du living mulch de légumineuse

L'utilisation d'un living mulch de légumineuses soulève plusieurs questions :

- le couvre sol apporte-t-il suffisamment d'azote à la culture ?
- la culture et le couvre sol sont-ils en concurrence pour l'eau et les minéraux ?
- comment semer et récolter les graines de la culture sur un terrain occupé ?
- que faire pour les cultures qui sont plus basses que le couvre sol (petits légumes) ?

- que faire pour les cultures souterraines qui rendent obligatoire un labour (pomme de terre, topinambour, carottes, arachide, etc.) ?
- le système génère-t-il ou perd-il de l'humus ?

Il est alors nécessaire d'apporter une réponse claire à chacun de ces problèmes.

2.1. Limite des apports azotés par les légumineuses

Si les apports en azote par une légumineuse sont bien connus, il n'en va pas de même dans le cas du living mulch.

Dans notre article précédent (Barbié 2007), nous avons pu évaluer les apports d'un trèfle blanc pour un blé d'hiver lorsque la culture est conduite sans labour à 150 unités d'azote par hectare et par an (N). Ce qui permet, pour donner une idée, un rendement d'environ 5 tonnes de grain à l'hectare, soit sensiblement la moitié de ce que l'on peut obtenir en labourant et en répandant des engrais azotés.

Le trèfle blanc étant une des légumineuses les plus basses, il est probable que toues les autres légumineuses libèrent une dose d'azote supérieure. Cependant, leur taille plus importante les rend aussi plus concurrentielles envers la culture.

2.2.Concurrences entre culture et couvre sol

Toujours dans le même article (Barbié 2007), nous avons tenté d'apporter une réponse à la question de la concurrence entre culture et couvre sol.

Nous avons envisagé plusieurs cas : le couvre sol est plus petit que la culture ou bien culture et couvre sol sont plantées sous des arbres (culture étagée). Bien sûr, ces arbres peuvent être à leur tout des légumineuses.

Nous proposons une formule qui fonctionne dans les deux cas :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times n'} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{n''} \times \frac{1}{1 + n'''}$$

avec n' le nombre de strates herbacées (comprendre non arbustives) totalement occupées (il en existe deux : < 50 cm de haut et > 50 cm de haut, n' varie donc de 1 à 2, il n'y a pas de prise en compte possible des valeurs intermédiaires), n'' le nombre d'espèces ou de variétés de la strate herbacée la plus haute (quelle que soit sa hauteur) et n''' le taux d'occupation de la strate arbustive (0 si elle est vide, 1 si elle est totalement occupée, 0,5 si elle ne l'est qu'à moitié, …).

Par exemple, si l'on cultive du blé sur un living mulch de trèfle blanc, le coefficient d'association (β) sera de :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 2} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1 + 0} = 0{,}9$$

Donc, le rendement prévu en blé sera de 5 t x 0,9 = 4,5 t, ce qui est assez faible.

Si l'on cultive avec un living mulch et une couverture arborée non légumineuse de 50%, le coefficient d'association (β) sera alors de :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 2} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1 + 0{,}5} = 0{,}6$$

Dans cette situation, le rendement prévu en blé sera de 5 t x 0,6 = 2,7 t sachant que l'on pourra éventuellement faire une récolte de fruit s'il s'agit d'arbres fruitiers.

Malheureusement, si la légumineuse associée est plus haute que la culture, alors elle devient une concurrente directe :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 2} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1 + 0} = \frac{1}{3}$$

Par conséquent, le rendement anticipé (même sans arbres) n'est que de 5 t x 0,33 = 1,65 t.

La conclusion s'impose d'elle-même : la technique du living mulch n'est pas praticable pour les cultures de moins de 20 cm de haut (taille maximale de la légumineuse la plus basse), ce qui correspond à la plupart des légumes.

Pour ces plantes là, une autre source d'azote doit être trouvée. Mais c'est aussi le cas pour les cultures de grande taille lorsque l'on souhaite obtenir un rendement supérieur au très faible rendement permis par les seuls apports azotés fournis par la légumineuse associée. Enfin, pour toutes les cultures, le couvert de légumineuse semble être un obstacle à un ensemencement correct des parcelles.

2.3. Semer et cultiver en terrain occupé

Lorsque le terrain est envahi de légumineuses, toutes les façons culturales ordinaires sont rendues plus compliquées.

Dans le cas du verger, les fruits tombés au sol après le secouage des arbres (noix, châtaignes, …) ne peuvent pas être ramassés si la végétation herbacée est trop haute.

Il serait possible de faucher avant la récolte. Mais dans ce cas, les herbes coupées seraient une gêne plus grave encore. La seule solution valable est alors le pâturage, avec pour corollaire l'ensemble des travaux liés à l'élevage. D'autant plus qu'il existe certaines incompatibilités entre espèces élevées et espèces cultivées. Par exemple, les ruminants supportent mal les légumineuses fraîches. Ils ne peuvent donc entrés que sur des terrains occupés par une végétation assez mâture et donc plutôt grande. Par ailleurs, les chèvres abîment les arbres dont elles rongent l'écorce, de même que les bovidés qui tuent les arbres à force de se frotter dessus pour se gratter. Sans parler des vaches qui peuvent mourir étouffées après avoir avalé une petite pomme véreuse tombée prématurément.

En ce qui concerne les grandes cultures (céréales, tournesol, colza, …), il est possible de moissonner haut. Sauf lorsque la culture verse, ce qui est souvent le cas du colza mais aussi du seigle, voire de l'orge.

De plus, une moisson haute n'évite pas un autre désagrément qui est celui du semis en terrain couvert.

Depuis longtemps Fukuoka a proposé d'enrober les graines dans des boulettes d'argile afin que les oiseaux et les mulots ne mangent pas les semences jetées au sol. Cela dit, sa

méthode présente deux inconvénients majeurs : la fabrication des boulettes n'est pas mécanisable et il préconise de semer plus dense, ce qui revient à semer environ un tiers de plus pour récolter environ moitié moins.

Et même si les graines ou tubercules peuvent être plantés au bâton fouisseur (Barbié 2005), cela conduit là encore inévitablement à un travail manuel pénible impossible à étendre à de grandes surfaces.

La pratique du living mulch de légumineuses est très délicate et doit être réservée à quelques rares cas, tels que les vergers pâturés où les céréales de grande taille. Pour toutes les autres plantes cultivées, les apports azotés restent un problème majeur.

2.4.La culture des plantes basses

Même enrichie des techniques l'association végétale et de la culture sous les arbres, l'agriculture naturelle demeure très imparfaite. Et cela est encore plus vrai lorsqu'il s'agit de cultiver des légumes, par exemple des radis, des carottes ou des haricots verts.

Dans ce cas, il n'y a aucune possibilité d'apporter de l'azote par l'intermédiaire d'un couvre sol. Mais l'absence du couvre sol à une autre conséquence : l'invasion du terrain par les plantes adventices ou spontanées.

Certains disciples de Fukuoka, comme Émilia Hazelip, on tenté de contourner l'obstacle en cultivant les légumes sur des butes allongées, comme l'on fait traditionnellement pour les asperges ou les pommes de terre.

Il est vrai que cette méthode présente l'avantage de favoriser le désherbage manuel, les mauvaises herbes n'étant pas étouffées par un couvre sol.

Mais cela n'est possible que si le sol est assez sableux, situation qui n'est pas la plus fréquente. Et même s'il l'est, alors il n'est plus en état de fixer l'eau et les éléments fertilisants. Donc, il devient indispensable d'arroser fréquemment et d'incorporer régulièrement des fertilisants. Bien sûr, un sarclage fréquent permet aussi de limiter les mauvaises herbes et d'économiser l'eau. Cependant, le sarclage est difficile sur des butes. Autre solution, introduire la terra preta amérindienne. Mais cela ne règle pas le problème de la mécanisation du désherbage.

Quant aux fertilisants, seul le compost et le fumier compostés sont disponibles, et encore toujours en quantités limitées. D'autant plus qu'un excès de matière organique est souvent nuisible aux légumes, surtout à ceux qui sont d'origine américaine comme la tomate, le poivron, l'aubergine, la pomme de terre, etc.

Accepter de sarcler est déjà faire une entorse sévère à l'agriculture naturelle. Mais elle ne suffit pas toujours ! Notamment pour les légumes souterrains dont l'arrachage nécessite de bouleverser complètement le sol.

2.5.Les cultures souterraines

Que ce soit en grande culture avec les betteraves, le topinambour, la pomme de terre ou l'arachide, ou en petites cultures avec les légumes racines (radis, carottes, betteraves,

céleris rave, crosne, panais…) ou avec les légumes bulbes (ail, oignon, …), la nécessité de bouleversé le sol est fréquente et conduit à contredire brutalement le principe du non labour prôné par l'agriculture naturelle de Fukuoka.

Quelle que soit la façon dont on tourne le problème, il est nécessaire de laisser le sol relativement propre, surtout pour les petites plantes telles que les radis, les navets, les carottes ou le persil) et de le retourner lors de la récolte.

Par conséquent, pour toutes ces espèces, le non labour est impossible. Cela a un certain nombre de conséquences comme l'apparition de mauvaises herbes, le lessivage des minéraux du sol et l'impossibilité d'installer des légumineuses herbacées.

Le lessivage sera d'ailleurs encore accentué par le sarclage, seule solution pour combattre les adventices qui ne manquent jamais de s'installer après un labour.

Bien sur, il est possible de cultiver sous des arbres de la famille des légumineuses tels que les robiniers, les acacias, les cytises, les arbres de Judée, etc. Ainsi, l'apport d'azote ne se fait plus par une plante associée herbacée mais par une plante ligneuse.

Mais l'ennui est que ces arbres ont un bois de peu de valeur (sauf le robinier) et qu'ils ne donnent pas de fruits comestibles. De plus, nombre de plantes cultivées sont héliophiles (elles craignent l'ombre) et supportent difficilement de vivre à l'ombre. Du coup, le couvert doit être limité (en pratique, il est difficile de dépasser une densité maximale de 50%) et l'azote fixé l'est d'autant.

En ce qui concerne le lessivage, on ne peut lutter contre lui que par l'apport régulier de fertilisants.

Enfin, le désherbage ne peut être réalisé que par un sarclage, qui vient s'ajouter au labour. En effet, le labour est indispensable à la culture des légumes souterrains. D'une part parce que le sol ainsi ameubli permettra une récolte beaucoup plus facile, mais aussi par ce que son ameublissement permet aux parties récoltées du végétal de mieux se développer et de présenter un aspect plus régulier.

Ainsi, les plantes souterraines conduisent à intégrer dans la rotation au moins un labour, ce qui marque la fin définitive de l'agriculture naturelle.

L'inconvénient de tout cela, est que le taux d'humus du sol n'est plus sous contrôle.

2.6.Le taux d'humus

Nous avons démontré (Barbié 2007) qu'une culture de céréale sur un couvert de légumineuse produit suffisamment de pailles qui, si elles sont laissées à même le sol conformément aux conseils de Fukuoka, restitue au sol suffisamment de matière organique au sol pour maintenir voire améliorer le taux d'humus.

Il serait facile de reprendre les calculs et de montrer que ce fait est vrai pour toutes les céréales y compris le maïs.

Par contre, il est peut probable que cette conclusion positive puisse se maintenir pour les autres plantes sarclées (betterave, pomme de terre, tournesol, topinambour), le colza et les cultures légumières.

Pour toutes ces cultures, un apport de fibres végétales est nécessaire. Deux solutions existent : soit un apport d'origine endogène (agroforesterie) soit un apport d'origine exogène (Bois raméal fragmenté).

Une fois de plus, la culture sous couvert d'arbres, bien qu'elle limite sérieusement la mécanisation et les rendements, permet d'améliorer la situation. À moins que les arbres ne soient cultivés dans des haies, comme le précise D. Soltner. Ici, on compte sur la chute régulière des feuilles et des brindilles pour apporter au sol l'humus qui lui manque.

Lorsque cet apport est insuffisant, ou bien lorsque l'implantation d'arbres est impossible, un apport de bois raméal fragmenté peut être fait. Mais cela suppose de déplacer le problème. Car apporter des branches dans le champ nécessite toujours de les prélever ailleurs, ce qui suppose que l'humus apporté pour les cultures est pris au milieu forestier.

3. Discussion

Comme nous l'avons vu à travers ces quelques exemples, l'agriculture naturelle de Fukuoka ne peut prétendre impunément déjouer les lois de la physique : tant que les cultures exporteront des minéraux, et en particulier de l'azote, il faudra soit apporter des fertilisants soit accepter de détruire les sols.

Bien sur, d'autres méthodes existent, qui ont toutes recours à des associations végétales incluant des plantes légumineuses. Cependant, ces associations posent quantités de problèmes, même dans les rares cas où elles sont possibles.

Enfin, à moins de renoncer aux centaines de variétés de cultures souterraines, dont les betteraves sucrières, la pomme de terre, le radis et la carotte, il est inconcevable d'éviter totalement le labour. Or, comme l'a si bien démontré Fukuoka, le labour entraîne le lessivage, et donc des besoins en fertilisants accrus, et induit l'apparition des mauvaises herbes que seul le sarclage peut réellement contenir sans recours aux pesticides.

Comment donc appeler une agriculture qui aurait recours aux engrais minéraux, au compost, éventuellement au fumier, systématiquement aux associations végétales, souvent aux engrais vert, aux haies, au BRF, et même au labour et au sarclage ? N'est-ce pas là la description de l'agriculture biologique contemporaine ? Ou du moins dune agriculture biologique intransigeante ?

Il faut donc conclure que l'agriculture naturelle confrontée aux impératifs de production rejoint l'agriculture biologique. Elle en présente alors tous les avantages mais aussi toutes les faiblesses, y compris une carence chronique en azote soluble.

Que reste-t-il donc du message initial de Fukuoka ? Tout ou presque. Si ces apports techniques sont négligeables, son influence spirituelle reste considérable. Il s'est probablement trompé en voulant comparer de trop près le champ et la forêt de pin. Cependant, sa critique de l'agriculture industrielle et chimisée n'a jamais été aussi d'actualité.

CONCLUSION

Dans cet article, nous avons rappelé les limites de l'agriculture naturelle présentée par Fukuoka ainsi que des améliorations amenées par ses disciples.

Il apparaît clairement que l'agriculture naturelle est dépendante des apports minéraux extérieurs. Dans certains cas (vergers pâturés), des couvres sols de légumineuses peuvent être installés.

Mais en général, seuls des apports de roches broyées, de compost et de bois raméal fragmenté peuvent amener le système agraire vers un équilibre durable.

Des rotations incluant labours et sarclages sont alors nécessaires pour incorporer ces amendements et contenir les adventices générées par cette pratique culturale lourde.

Afin de faciliter la production d'humus, nous préconisons d'installer les espèces productives sous un couvert d'arbre ou entre des haies dont les branches seront broyées et incorporées au sol.

L'ensemble du tableau permet de dire que l'agriculture naturelle originelle n'est ni viable ni généralisable dès lors que l'on attend une production durablement significative. Au fur et à mesure des améliorations qui lui sont apportées, elle se rapproche sensiblement de l'agriculture biologique.

BIBLIOGRAPHIE

ABDELGUERFI A., ABDELGUERFI-LAOUAR M. (2004) : « Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral : diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. », In Ferchichi A. (comp.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens = Rangeland and pasture rehabilitation in Mediterranean areas* . Zaragoza (Spain) : CIHEAM-IAMZ, 2004. p. 29-41.

BARBIÉ Olivier (2005) : *Abrégé d'agriculture naturelle*, Éditions ITAN, Paris, 2007.

BARBIÉ Olivier (2007) : « Cultiver sans Fertilisants ? », document de travail ITAN.

FUKUOKA Masanobu : *L'agriculture naturelle : Théorie et pratique pour une philosophie verte*, Editions de la Maisnie, Paris, 1989.

FUKUOKA Masanobu : *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*, Editions de la Maisnie, Paris, 2005.

FUKUOKA Masanobu : *La voie du retour à la nature : Théorie et pratique pour une philosophie verte*, Éditions Le Courrier Du Livre, 2005.

HOWARD Sir Albert (1940) : *Testament agricole : pour une agriculture naturelle*, Éditions Vie et Action, Lille, 1971.

MASSON P., GINTZBURGER G. (2000) : « Les légumineuses fourragères dans les systèmes de production méditerranéens : utilisations alternatives. », In Sulas L. (ed.). *Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses = Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne.* Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000. p. 395-406.

MOLLISON Bill, HOLMGREN David (1986) : *Permaculture*, 2 tomes, Debard.

STEINER Rudolf (1924) : *Cours aux agriculteurs*, Éditions Novalis, 2007.

SOLTNER Dominique (1995) : *L'arbre et la haie*, Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire.

DANIEL Henry (2005) : « Sol et écosystème : manifeste pour un nouveau regard. », document de travail du Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Département des Sciences du Bois et de la Forêt.

Doit-on renoncer à la taille ?

Axel Maunoury

23 mars 2010

Note de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle

La taille est un art ; sans doute le plus subtil des arts agricoles. Ceux qui la pratiquent comptent sur elle pour augmenter le rendement ainsi que la taille des fruits. Mais ce gain indiscutable s'accompagne d'effets qui l'effacent totalement. Cette corvée prend beaucoup de temps et nécessite une main d'œuvre qualifiée, de plus en plus rare. Les blessures occasionnées aux végétaux entraînent des maladies cryptogamiques difficiles à combattre et favorise la diffusion de maladies virales mortelles et incurables. La réduction brutale des branches conduit la sève à gonfler anormalement les bourgeons restants. Les jeunes rameaux sont alors trop riches en sucres (phénomène de turgescence) ce qui ne manque pas d'attirer une multitude de parasite piqueurs tels qu'acariens, cochenilles, pucerons, ciccadelles et thrips. Les traitements insecticides sont alors incontournables. Enfin, la taille des branches, quand elle n'est pas accompagnée d'une taille des branches, provoque un déséquilibre du rapport sève élaborée sur sève brute que l'arbre rétabli seul en laissant mourir certaines de ses racines. Mais ces racines mortes sont une source d'infection qui gagne souvent le tronc. Toutes ces raisons font que la taille réduit considérablement la durée de vie des arbres fruitiers, au moins de moitié.

C'est pourquoi l'agriculture naturelle conseille de circonscrire la taille à un usage exceptionnel. Le postulat de départ est que l'arbre possède en lui-même sa logique et son équilibre propre. A nous de le mettre à profit de la meilleure façon.

L'optique principale est d'abandonner la taille, afin de laisser l'arbre agir « par lui-même ». Néanmoins, pour appliquer cette méthode, il convient de respecter certaines règles préalables. De plus, certaines exceptions sont à concéder, dans certains cas clairement délimités.

On peut distinguer trois types de taille : la taille de formation, la taille d'entretien et la taille de mise à fruit. Nous verrons pour chacune de ces tailles comment procéder afin de les éviter, ainsi que les exceptions possibles à la règle, et enfin les façons d'effectuer cette taille.

La taille de formation

En agriculture naturelle, la taille de formation est proscrite car il est nécessaire de laisser l'arbre croître selon sa propre logique. Chaque arbre possède son équilibre et la taille serait de nature à le briser.

La taille de formation est donc proscrite. Il convient de respecter une condition indispensable : prévoir un espace suffisant entre les arbres afin qu'ils ne se gênent pas. En effet si trop d'arbres sont plantés dans un espace insuffisant, leurs branches vont se gêner et leur développement sera compromis. De plus, cela privera les cultures associées, présentes au sol, d'une luminosité suffisante. D'ailleurs, lorsque l'on souhaite cultiver sous les arbres, il est préférable que la surface du sol surplombée par les branches ne soit pas supérieure à 50% de la surface totale du terrain. Une plantation trop dense contraint à utiliser une méthode non-naturelle (la taille) pour remédier aux problèmes engendrés par une autre pratique non-naturelle (une trop grande densité d'arbres sur un espace donné).

Dans le cas où l'on est malgré tout contraint de contenir le développement de l'arbre par manque de place, une règle est alors à respecter : il faut éviter au maximum de supprimer du bois sur l'arbre car il y a toujours un équilibre entre le volume des branches et le volume des racines. Ainsi, si l'on coupe des branches, on devra par la suite couper un volume correspondant de racines, ce que l'on appelle le cernage. Cette méthode est très destructrice.

Mais si on coupe du bois sans couper les racines correspondantes, ces dernières meurent, ce qui engendre des caries qui vident le cœur de l'arbre.

La bonne méthode pour éviter de couper du bois est d'anticiper, ce qui implique une observation de l'arbre afin de comprendre sa logique de croissance. Cela implique aussi une taille continuelle plutôt qu'une taille « par à-coup ». Une fois cette compréhension acquise, lorsque l'on souhaite stopper le développement de l'arbre dans une direction précise, on pince un bourgeon afin de le retirer et ainsi stopper le développement de la branche correspondante. L'avantage de cette méthode réside dans le fait l'arbre ne produit pas de racines que l'on devra détruire par la suite. C'est une taille « en amont » si l'on peut dire.

La taille d'entretien

Le deuxième type de taille est la taille d'entretien. Si l'espace pour chaque arbre est suffisant, cette taille peut (et doit) être évitée.

On peut malgré tout donner deux exceptions à ce principe :

- Dans le cas où certaines branches basses de l'arbre représentent une gêne pour le passage des êtres humains, des animaux ou des végétaux vivants sous l'arbre, il est alors souhaitable de les couper.
- Dans le cas où les branches de l'arbre empêchent la lumière de passer jusqu'aux cultures associées situées sous l'arbre (parce que les arbres ont été plantés trop densément), on doit effectuer une taille d'éclaircissement. On choisira alors de couper en priorité les branches malades ou bien celles qui se croisent.
- Une troisième exception peut être faite pour les arbres qui ont connu une taille régulière dans le passé, car ils se sont en quelque sorte « habitués » à cette taille. En effet, des arbres qui ont été taillés depuis fort longtemps ont perdu leur équilibre fondamental à force d'être contraints par une volonté extérieure, et leurs branches sont alors susceptibles de se croiser.

La taille de mise à fruit

La taille de mise à fruit consiste à tailler les arbres justes avant la période de fructification afin de booster cette dernière. En agriculture naturelle étagée, cette taille est proscrite car elle a pour conséquence de fatiguer l'arbre anormalement. Cette absence de taille n'engendrera pas une baisse de la production car les arbres et les arbustes non-taillés ont des floraisons régulières et abondantes durant une vie plus longue.

La vigne aussi doit échapper à la taille. A ceci prêt qu'elle est une liane et non un arbuste, Du coup, on prendra soin de placer chaque plant de vigne à proximité d'un arbre 9un prunier par exemple) afin de lui permettre de grimper sur lui. La vigne ne présente aucun danger pour l'arbre en question, et il continue à fructifier. La récolte se fait ensuite à l'échelle comme pour une treille ou une tonnelle. La taille d'entretien se réduit alors à couper au sécateur les sarments qui retombent au sol.

Il est donc conseillé de renoncer à la taille. Mais ce principe nécessite une vision d'ensemble. Tout d'abord il est crucial de laisser suffisamment de place aux arbres pour leur développement, ainsi que pour laisser une bonne luminosité aux cultures associées.

Si la taille devient inévitable pour ces raisons, il convient autant que possible d'opérer une taille continuelle « en amont », afin d'empêcher le développement d'une branche plutôt que de la couper après son développement, ce qui perturbera l'arbre qui a développé des racines en conséquence.

Bois Raméal Fragmenté

Au début des années 1970, M. Edgar Guay, ministre adjoint au ministère des Terres et Forêts du Québec, visite une distillerie d'huile de pin. Un employé lui fait alors remarquer que sur les drêches (copeaux) de pin mis au rebut, il fait pousser des fraises trois fois plus grosses qu'à l'ordinaire. C'est de cette découverte qu'est née la méthode du paillage au Bois Raméal Fragmenté.

- Qu'est-ce que le Bois Raméal Fragmenté ?

Selon la terminologie du professeur Gilles Lemieux, on appelle BRF des branches d'arbre fraîchement broyées (1 à 10 cm de longueur et moins de 7 cm de diamètre).
(Ramial Chippe Wood en anglais, Maderas Rameales Fragmentadas en espagnol)

(BRF dans le Parc de Bagnole, Orne)

- Comment utiliser le BRF ?

Le BRF peut être utilisé :
- en paillage (mulch)
- en amendement humique (incorporé)
- comme litière dans les élevages

Doses recommandées :

	Méthode	Longueur (en cm)	Épaisseur (en cm)	Dose (m^3/ha/an)	Profondeur (en cm)	Rythme (tous les *n* ans)
Paillage	Hébert	1	1-2	(100 fois l'épaisseur)	0	(1 an/cm)
	Sylvhumus	3-5	5-7			
	LAMS	5-10	≈ 8			
	Trufficole	5-10	≈ 10 (sur 50% de la surface)			
	Noël	5-10	10-20 (sur 1 m de large)	idem	0	-
Amendement	Sylvagraire (initial)	5-10	-	50-100	≤ 5	-
	Sylvagraire (entretien)	5-10	-	50-250	5-15	(1 an/50m^3)
	Sylvagraire (fond)	5-10	-	100-300	5-15	3-10
	Hébert	1		700	10-15	-
Litière		1-5	5			0,25

Il existe deux méthodes qui utilisent le BRF à la fois comme paillage et comme amendement :
- la méthode Hébert, qui utilise du BRF pré-composté de 1 cm de long
- la méthode de l'ITAN, réunion des pratiques Sylvhumus et Sylvagraire d'Edgar Guay, qui utilise du BRF non composté de 3 à 5 cm de long.

A chaque culture sa méthode :

	Sylvagraire	**ITAN**	**Sylvhumus**	**Hébert**	**Noël**	**Trufficole**	**LAMS**
Grandes cultures							
Potager							
Ornement							
Vivaces							
Haies							
Verger			sous les arbres				
Truffes							
Vigne							

Le BRF peut être épendu en surface à l'aide d'un épendeur à fumier. Il peut être incorporer avec une fraise, un cultivateur lourd ou une herse mobile. Pour la plantations des haies, une mélangeuse à fourrage peut être mise à contribution.

(Photo du CTA)[1]

(Photo du CTA)[1]

- Pourquoi employer le BRF ?

1. En tant que paillage, le BRF permet de lutter efficacement :
   - contre l'évaporation de l'eau du sol (-50%), d'où de fortes économies d'irrigation
   - contre les mauvaises herbes (-75%) d'où des économies d'herbicide
   - contre le lessivage (- 90%) d'où des économies d'engrais

Inconvénients.

Comme tous les paillages naturels, le BRF favorise l'apparition des limaces. Prévoir un épandage de limacide en cas d'infestation ou lâcher des volailles ponctuellement (méthode Furuno).

[1] http://www.ctastree.be/BRF/Liège%20210504.pdf

(Plate-bande paillée au BRF dans le parc de Bagnole)

2. En tant qu'amendement incorporé au sol, le BRF améliore :
- la fertilité du sol
    - hausse du taux d'azote disponible
    - hausse du taux d'humus (+0,1 à +0,15 % d'humus par hectare et par an)
    - baisse de l'acidité (hausse du pH)
    - augmentation de la réserve d'eau facilement utilisable (RFU)
    - amélioration de la structure (moins compact, plus de vers de terre)
- l'état sanitaire des plantes (moins de parasites tels que champignons, nématodes, pucerons, cicadelles, piérides, doryphores, etc.)
- le rendement, surtout après la deuxième année (+ 18% en maïs, + 45% en seigle, + 72% en luzerne, + 175% en blé, +258% en trèfle rouge et fléole, + 300% en fraise et haricot vert, +400% en truffe noire, etc.)[2]

[2] N'dayegamiye, A. et Dubé, A., *L'effet de l'incorporation de matières ligneuses sur l'évolution des propriétés chimiques du sol et sur la croissance des plantes*, In Canadian Journal of Soil Science, n°66, pp. 623-631, 1986.

Larochelle L., *L'impact du bois raméal fragmenté sur la dynamique de la mésofaune du sol.* Mémoire présenté pour l'obtention du grade de M. sc., Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, pp. 56, 1994.

Qu'apporte le BRF ?

Exemple de BRF issu de déchets de taille en Espaces Verts

Acidité (pH)	7,42
Rapport C/N	51,46
Densité (kg matière fraîche/m³)	492
Matière Sèche MS (% Matière Fraîche)	34,65
	En % de la MS
Matière Organique MO	75,02
Cendres totales	24,98
Cendres insolubes	20,89
Azote total N	0,81
Azote ammoniacal $N\text{-}NH_4$	0,018
Azote nitrates $N\text{-}NO_3$	< 0,0003
Carbone C calculé = MO/1,8	41,68
Potasse K_2O	0,41
Phosphore P_2O_5	0,26
Sodium Na_2O	0,026
Magnésie MgO	0,16
Calcium CaO	1,40

Exemple : 172m³/ha x 0,492 = 84,624 t/ha de M. Fraîche
84,624 t/ha M. Fraîche x 0,3465 = 29,32 t/ha de MS
29,32 t/ha de MS x 0,0081 = 0,2375 t de N/ha = 237,5 kg de N/ha[3]

Inconvénients.

Comme tous les amendements humiques, le BRF induit une faim d'azote, au moins la première année. Apporter 1 à 2 kg d'azote de synthèse par m³ de BRF incorporé, ou 1 m³ de lisier par m³ de BRF incorporé. On peut aussi planter une légumineuse (luzerne) en poquets dispersés entre les plantes cultivées (méthode Lespinasse).

3. En tant que litière

Le BRF peut remplacer la paille de céréales utilisée comme litière dans les étables. Il faut compter 1 m³ de BRF pour remplacer 40 kg de paille.[4]

- Quand employer le BRF ?

Beauchemin, S. et N'Dayegamiye, A. et Laverdière, M., *Effet d'amendements ligneux frais et humifié sur la production de pommes de terre et sur la disponibilité de l'azote en sol sableux*. In Canadian Journal of Soil Science, n°70, pp. 555-564, 1990.

[3] *B. Godden, V. Léonard, P. Nihoul, 2007, «* Essais BRF 2007 du CEB », Centre d'Essais Bio.

[4] Benoît NOEL, Le BRF, un outil pour une nouvelle agriculture, La Lettre – Bulletin de liaison des campagnes, n° 8, décembre, 2005, édité par le Mouvement D'action paysanne, Belgique.

Le BRF peut s'employer en toute saison. Mais l'automne semble plus propice à l'incorporation alors que le printemps est plus favorable au paillage.

- Comment se procurer du BRF ?

Le BRF est issu du broyage de rameaux dont le diamètre est inférieur à 7 cm. Voici les principales sources :

- les déchets de taille
  - haies,
  - espaces verts,
  - vergers,
  - vignes
- les déchets forestiers liés à l'abattage

Exemple de production

Ressource	Production de rameaux (en m3/an)
Arbre isolé	0,1
Arbre fruitier	2-15
Forêt (1 ha)	10-20
Haie champêtre (1 Km)	18-30

Toutes les essences peuvent fournir des rameaux utiles, mais le BRF ne doit pas contenir plus de 20% de conifères.

En milieu forestier, les rameaux peuvent être broyés à l'aide de broyeurs de type espaces-verts. De petits broyeurs existent aussi pour les jardiniers amateurs. En milieu agricole, on peut utiliser des ensileuses (fourragères) à maïs.

L'Institut Technique d'Agriculture Naturelle s'est engagé dans un processus de production massive de BRF. Pour toute information sur la mise en place e cette nouvelle filière, contactez nous à l'adresse mail institut.agrinat@yahoo.fr.

BIBLIOGRAPHIE
(tirée du site Aggra)

Allison, F.E., *Soil organique matter and its role in crop production*. In Development in Soil Science n°3, Elsevier Scientific Publishing Compagny, Amsterdam, pp. 637, **1973**.

Anderson, J.M. and Ineson, P. and Huish, S.A., *Nitrogen and cation mobilisation by soil fauna feeding on leaf litter and soil organic matter from decidiuous woodland*. In Soil Biol. Biochem., vol. 15, n° 4, pp. 463-467, **1983**.

Beauchemin, S. et N'Dayegamiye, A. et Laverdière, M., *Effet d'amendements ligneux frais et humifié sur la production de pommes de terre et sur la disponibilité de l'azote en sol sableux*. In Canadian Journal of Soil Science, n°70, pp. 555-564, **1990**.

Beauchemin, S. et N'Dayegamiye, A. et Laverdière, M., *Effet d'amendements ligneux sur la disponibilité d'azote dans un sol sableux cultivé en pomme de terre*, pp. 89-95, In Canadian Journal of Soil Science, n°72, **1992 (a)**.

Beauchemin, S. et N'Dayegamiye, A. et Laverdière, M., *Phytotoxicité des matériaux ligneux frais et compostés utilisés comme amendements organiques des sols*, In Canadian Journal of Soil Science, n°72, pp. 177-181, **1992 (b)**.

Besnard O. et Davet P., *Mise en évidence de souches de Trichoderma spp. à la fois antagonistes de Pythium ultimum et stimulatrices de la croissance des plantes*. In Agronomie, n°13, 413-421, **1993**.

Boddy, L., Carbon dioxide release from decomposition of wood : effect of water content and temperature. Soil. Biol. Biochem., n°15 (5), pp.501-510, **1983**.

Booth, R.G. and Anderson J.M., *The influence of fungal food quality on growth and fecondity of Folsomia Candida (collembola : Isotomidae)*. In Oecologia, n°38, pp.317-323, **1979**.

Cornelis, J., *L'utilisation de compost du type Jean Pain au service des plantations de la commune d'Uccle*. In Annales de Gembloux, n°88, pp. 101-112, **1982**.

Cornelis, J., *L'évolution du recyclage des déchets verts en Belgique* . In Lemieux, G. et Tétreault, J.P. (éds), Les Actes du Quatrième Colloque International sur les Bois Raméaux Fragmentés, Université Laval, Québec, pp. 56-67, **1993**.

Cowling, E.B. and Merril, W., *Nitrogen in Wood and its role in wood deterioration*. In Can. J. Bot., n°44, pp. 1539-1554, **1966**.

Dommergue, S.Y. et Mangenot, F., *Ecologie microbienne du sol*. Masson & Cie, Paris, pp. 796, **1970**.

Edmonds, R.L., *Decomposition rates and nutriment dynamics in small-diameter woody litter in four forest ecosystems in Washington,U.S.A.*. In Can. J. For. Res., n°17, pp.499-509, **1987**.

Elkins, N.Z. and Withford, W.G., *The roles of microarthropods and nematods in decomposition in semiarid ecosystem*. In Oecologia, n°55, pp. 303-310, **1982**.

Foesser, M. et Contamin, B. et Chantre, G., *La composition chimique du bois et ses implications technologiques*. In Information-Forêt, n°3, pp.534, **1996**.

Gillespie-Sasse, L.M.J. and Almassi, F. and Ghisalberti, E.L. and Sivasithamparam, K., *Use of a clean seedling assay to test plant growth promotion by exudates from a sterile red fungus*. In Soil. Biol. Biochem., n°23, pp. 95-97, **1991**.

Godden, B. et Léonard, V. et Nihoul, P., *Essais BRF 2007 du CEB*, Centre d'Essais Bio, **2007**.

Gosz, J.R. et Holmes, R.T. et Likens, G.E. et Bormann, F.H., *Le flux d'énergie dans un écosystème forestier. In Pour la Science*, n°7, pp. 101-110, **1978**.

Grigal, D.F. and Ohmann, L.F. and Brander R.B., *Seasonal dynamics of tall shrubs in northeastern Minnesota : biomass and nutriments element changes*. In Forest Science, vol. 22, n°2, pp. 195-208, **1976**.

Guay, E. et Lachance, L. et Lapointe, R.A. et Lemieux, G., *Ensemble de données sur le dispositif "moulin" de 1984 à 1991*. pp.212, **1991**.

Guay, E. et Lapointe, R.A. et Lachance, L., *Observations sur l'emploi de résidus forestiers et de lisiers chez trois agriculteurs : Carrier, Fournier et Marcoux*. Rapports techniques n°1 pp. 34 et n°2 pp. 41, Ministère de l'énergie et des ressources, Québec, **1981 et 1982**.

Haider, K., *Problems related to the humification processes in soils of temperate climates*. In Stotzky, G. and Bollag, J.M. (éds), Soil Biochemistry, n°7, Marcel Dekker, New York, pp.55-94, **1992**.

Haider, K. and Martin,J.P. and Filip, Z., *Humus biochemistry*. In Paul, E.A. and McLaren, A.D. (éds), Soil Biochemistry n°4, Marcel Dekker, New York, pp.195-244, **1975**.

Hanlon, R.D.G., *Influence of grazing by collembola on the activity of scenescent fungal colonies grown on media of different nutriment concentrations*. In Oikos, n°36, pp. 362-367, **1981**.

Harvey, A.E. and Jurgensen, M.F. and Larsen, M.J., *Effect of soil organic matter on regeneration in northern Rocky Mountain forest*. In Ballard, R. and Gessel, S.P. (éds), International Union of Forest Research Organizations Symposium on Forest Site and Continus Productivity, USDA Forest Service General Technical Report PNW-163, Portland Oregon, pp. 239-242, **1983**.

Hedlund, H. and Boddy, L. and Preston, C.M., *Mycelial responses of the soil fungus Motierrella Isabela to grazing by Onichiurus Ammatus (Collembola)*. In Soil Biol. Biochem., vol. 23, n°4, 361-366, **1991**.

Hendrickson, O., *Winter branch nutriments in northern conifers and hardwoods*. In Forest Science, vol. 33, n°4, pp. 1068-1074, **1987**.

Hoitink, H.A.J. and Zhang, W. and Han, D.Y. and Dick, W.A., *Making compost to suppress plant disease*. In BioCycle, pp. 40-42, **avril 1997**.

Käärik, A.A., *Decomposition of wood*. In Dickinson, C.H. and Pugh, G.J.F.(éds), Biology of Plant Litter Decomposition vol. 4, Academic Press, London, pp. 129-174, **1974**.

Karg, V.W., *Synökologische untersuchungen von bodenmilben aus forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich genutzten böden*. In Pedobiologia, n°7, pp. 198-214, **1967**.

Khristeva, L.A., *The participation of humic acids and other organic substances in nutrition of higher plants*. In Pochvivedenie, n°10, pp.464-469, **1957**.

Kirk, T.K., *Degradation of lignin*. In Paul, E.A. and McLaren, A.D. (éds), Soil Biochemistry, n°4, 399-437, **1984**.

Kirk, T.K. and Farrell, R.L., *Enzymatic "combustion" : the microbial degradation of lignine*. In Ann. Rev. Microbiol., n°41, pp. 465-505, **1987**.

Kirk, T.K. and Fenn, P., *Formation and action of the ligninolytic system in basidiomycetes*. In Frankland, J.C. and Hedger, J.N. and Swift, M.J. (éds), Decomposer Basidiomycetes : their Biology and Ecology, Cambridge University Press, London, pp.67-90, **1982**.

Larochelle L., *L'impact du bois raméal fragmenté sur la dynamique de la mésofaune du sol.* Mémoire présenté pour l'obtention du grade de M. sc., Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, pp. 56, **1994**.

Lemieux, G., *Quelques essais d'induction de la végétation forestière vasculaire par le bois raméal fragmenté de certaines essences.* Ministère de l'énergie et des ressources, Gouvernement du Québec, pp. 109, **1985**.

Lemieux, G., *Les fondements pédogénétiques des écosystèmes forestiers : une approche de la métastabilité par la biologie tellurienne*. Groupe de Coordination sur les Bois Raméaux, Université Laval, Québec, publication n°71, pp. 72, **1997**.

Lemieux, G. et Lapointe, R.A., *La régénération forestière et les bois raméaux fragmentés : observations et hypothèses.* pp223, Ministère de l'énergie et des ressources, Gouvernement du Québec, **1989**.

Lemieux, G. et Lapointe, R.A., *Le rôle des bois raméaux dans la pédogénèse des sols forestiers.* Groupe de coordination sur les bois raméaux, U.Laval, Québec, n°20, pp. 46, 1991.

Lheman, R.G. and Cheng, H.H., *Reactivity of phenolic acids in soil and formation of oxidation products*. In Soil Sci. Soc. Am. J., n°52, pp. 1304-1309, **1987**.

Lifshitz, R. and Guilmette, H. and Kozlowski, M., *Mediated clowning of a genetic region from Pseudomonas putida involved in the stimulation of plant root elongation*. In Appl. Environ. Microbiol., n°54, pp. 3169-3172, **1988**.

Mangenot, F., *Les litières forestières, signification écologique et pédologique*. In Rev. For. Fr., n°4, pp. 339-355, **1980**.

Miller, H.G., *Dynamics of nutriment cycling in plantation ecosystems*. In Bowen, G.D. and Nambiar, E.K.S. (éds), Nutrition of Plantation Forests, Academic Press, London, pp. 53-78, **1984**.

Ministère de l'environnement, des ressources naturelles et de l'agriculture pour la région wallonne, *Horizon 2010 - Plan wallon des déchets*. Lambert, M. (éd.), Place des Célestines, 1, Namur, Belgique, pp. 612, **1998**.

Muller, R.N. and Kalisz, P.J. and Kimmerer, T.W., *Intraspecific variation in production of astringent phenolics over a vegetation-ressource availability gradient*. In Oecologia, n°72, pp.211-215, **1987**.

Mustin, M., *Le compost, gestion de la matière organique*. François Dubusc (éd), **1987**.

N'dayegamiye, A. and Angers, D.A., *Organique matter characteristics and water-stable aggregation of sandy loam soil after 9 years of wood-residue applications*, pp. 115-122, In Canadian Journal of Soil Science, n°73, **1993**.

N'dayegamiye, A. et Dubé, A., *L'effet de l'incorporation de matières ligneuses sur l'évolution des propriétés chimiques du sol et sur la croissance des plantes*, In Canadian Journal of Soil Science, n°66, pp. 623-631, **1986**.

Noël, B., *L'usage du B.R.F. en agriculture : un rapport technique*, In Humus News, n° 13-14, **1997**.

Parkinson, D., *Functional relationships between soil organisms*. In Lebrun, P. and al (éds), New Trends in Soil Biology, 8th Int. Coll. Soil Zool., pp. 153-165, **1982**.

Parkinson, D., *Linkage between resource availability, microorganisms and soil invertebrates*. In Agriculture, Ecosystems and Environnement, n°24, pp.21-32, **1988**.

Parkinson, D. and Visser, S. and Whittaker, J.B., *Effect of collembolan grazing on fungal colonization of leaf litter*. In Soil Biol. Biochem., n°11, pp. 529-535, **1979**.

Perry, D.A. and Amaranthus, J.G. and Borchers, S.L. and Brainerd, R.E., *Bootstrapping in ecosystems*. In BioScience, n°39, pp. 230-237, **1989**.

Persson, T., *Influence of soil animal on nitrogen mineralization in a northern Scots pine forest*. In Lebrun, P. and al. (éds), New Trends in Soil Biology, 8th Int. Coll. Soil Zool., pp. 117-126, **1983**.

Pherson, D.A. and Beattie, A.J., *Fungal loads of invertebrates in beech leaf litter*. In Rev. Ecol. Biol. Sol., n°16, pp. 325-335, **1979**.

Phuong, H.K. and Tichy, V., *Activity of humus acids from peat as studied by means of some growth regulator bioassays*. In Bio. Plant., Prague, n°18, pp. 195-199, **1976**.

Rayner, A.D.M. and Boddy, L., *Fungal decomposition of wood : its biology and ecology*. John Wiley & Sons (éds), Chichester, pp. 587, **1988**.

Reid, I.D., *The influence of nutriment balance on lignine degradation by the white-root fungus Phaneroçchaete Chrysosporium*. In Can. J. Bot., n°57, pp. 2050-2058, **1979**.

Scheffer, T. and Cowling, E.B., *Natural resistance of wood to microbial deterioration*. In Annu. Rev. Phytopatho., n°4, pp. 147-170, **1966**.

Seck, M.A., *Essai de fertilisation organique avec les bois raméaux fragmentés de filao (Casuarina Equisetifolia) dans les cuvettes maraîchères des niayes (Sénégal)*. In Lemieux, G. et Tétreault, J.P. (éds), Les Actes du Quatrième Colloque International sur les Bois Raméaux Fragmentés, Université Laval, Québec, pp. 36-41, **1993**.

Solbraa, K., E*ffect of compounds in bark on plant growth*. In Procceeding Symposium West-European Working Group on the Standardisation of Bark Compost in Horticulture, Ghent, pp. 53-64, **1974**.

Still, S.M. and Dirr, M.A. and Gartner, J.B., P*hytotoxic effects of several bark extracts on mung bean and cucumber growth*. In J. Am. Soc. Hort. Sci., n° 101, pp. 34-37, **1976**.

Swift, M.J. and Heal, O.W. and Anderson, J.M., *The influence of resource quality on decomposition processes*. In Anderson, D.J. and Greig-Smith, P. and Pietelka, F.A (éds.), Studies in Ecology vol. 5 : Decomposition in Terrestrial Ecosystems, University of California Press, Bekeley, pp.118-167, **1979**.

Touchot, F. et Kilbertus, G. et Vanier, G., *Rôle d'un collembole (Folsomia Candida) au cours de la dégradation des litières de charmes et de chênes, en présence ou absence d'argile*. In Lebrun, P. and al. (réd), New Trends in Soil Biology, 8th Int. Coll. Soil Zool., pp. 269-280, **1982**.

Toutain, F., *Biodégradation et humification des résidus végétaux dans le sol : évolution des bois raméaux*. In Lemieux, G. et Tétreault, J.P. (éds), Les Actes du Quatrième Colloque International sur les Bois Raméaux Fragmentés, Université Laval, Québec, pp. 103-111, **1993**.

Verhoef, H.A. and Goede, R.M.G., *Effect of collembolan grazing on nitrogen dynamic in a coniferous forest*. In Fitter, A.H. (éds), Ecologial Interaction in Soil, Blackwell scientific publication, York Univ., U.K., pp. 367-376, **1985**.

Visser,S., *Role of soil invertebrates in determining the composition of soil microbial community*. In Fitter, A.H. (éds), Ecologial Interaction in Soil, Blackwell scientific publication, York Univ., U.K., pp. 296-317, **1985**.

Yazaki, Y. and Nichols, D., *Phytotoxic components of Pinus Radiata bark*. In Aust. For. Res., n°8, pp. 185-198, **1978**.

Forest gardening de Robert Hart et agriculture naturelle étagée d'Olivier Barbié

Patrick Bletsas
Introduction d'Olivier Barbié

Document de travail

Institut Technique d'Agriculture Naturelle

08 juin 2008

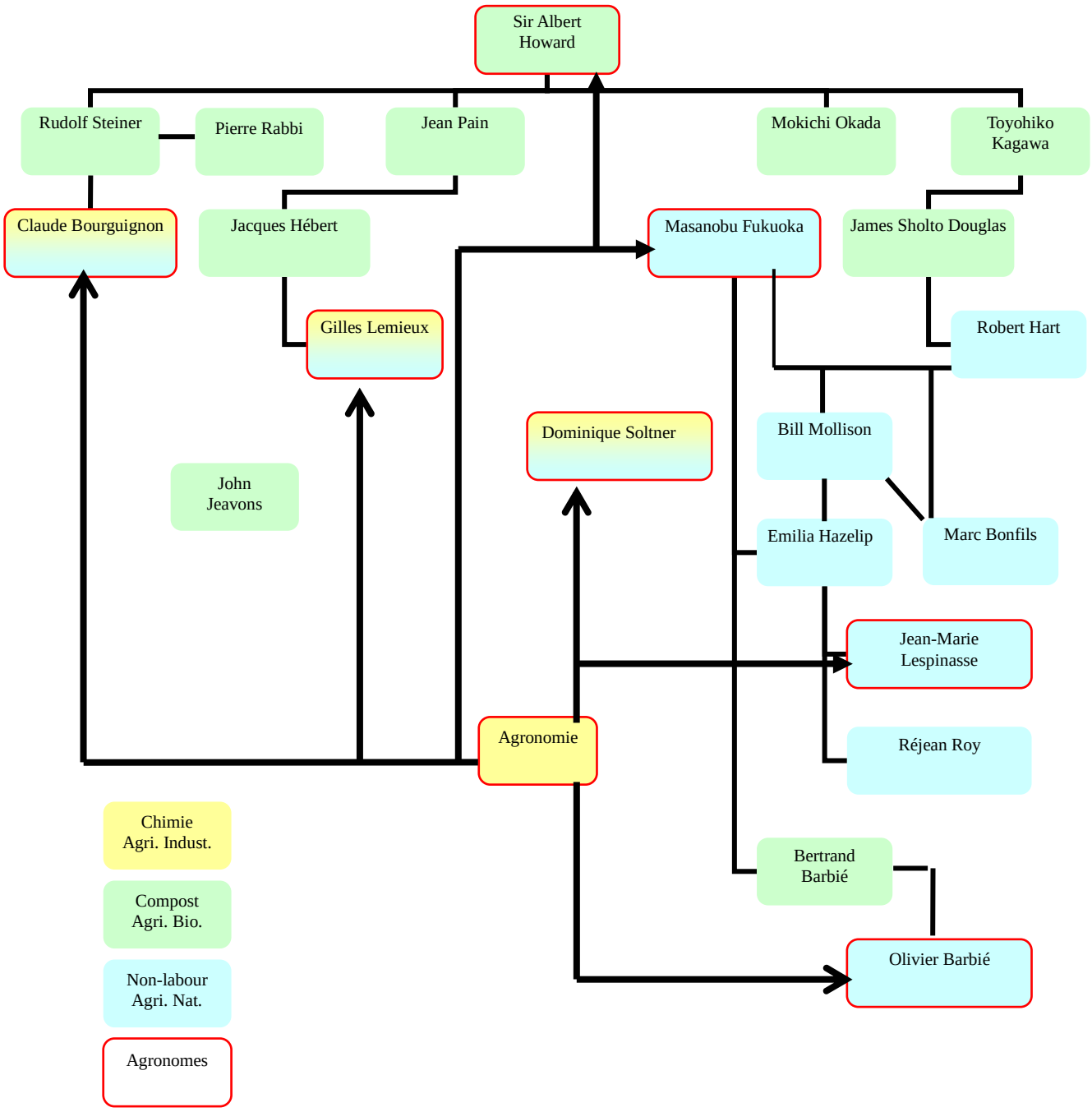
L'agriculture industrielle vit actuellement de profonds bouleversements. C'est une bonne occasion pour les tenants de l'agriculture biologique de faire entendre leur voix en montrant les résultats qu'ils ont obtenus alors qu'ils ont suivi des principes bien différents. C'est à cette occasion que toute la diversité de l'agriculture biologique saute aux yeux. Bien que l'ensemble des agro-biologistes partage un même refus des engrais et des pesticides de synthèse (« chimiques »), un clivage net persiste entre ceux qui labourent et ceux qui refusent de le faire. Classiquement, l'agriculture biologique réunit sous ce rapport deux grands courants :

- l'agriculture biologique avec labour et compost (ou fumier, il s'agit alors d'une agriculture traditionnelle), inspirée des travaux de Sir Albert Howard et que l'on retrouve dans la biodynamie de Rudolf Steiner, l'agroécologie de Pierre Rabby, l'agriculture naturelle Kyusei (aussi appelée agriculture Shumei) de Mokichi Okada, la microagriculture biointensive de John Jeavons, etc.
- l'agriculture naturelle, sans labour ni compost, fondée par Masanobu Fukuoka et défendue par la première permaculture de Bill Mollison puis de Marc Bonfils, l'agriculture synergétique d'Emilia Hazelip, le jardin auto-fertile de Réjean Roy, le jardin naturel de Jean-Marie Lespinasse, etc.

Il est évident que l'agriculture industrielle n'échappe pas à la remise en cause. Citons brièvement les avancées significatives obtenues par les Techniques Culturales Simplifiées (cf. le livre de Dominique Soltner) ou l'agriculture de conservation de Claude Bourguignon. De façon remarquable, ces avancées remettent en cause le labour et rejoignent ainsi largement l'agriculture naturelle de Masanobu Fukuoka.

Néanmoins, l'agriculture industrielle, et en particulier l'agriculture intégrée, explore aussi une autre voie : et si le modèle de toute agronomie n'était plus le blé, et, plus généralement les céréales, mais la forêt ? Voilà une idée absolument révolutionnaire qui est défendue par les promoteurs de l'agroforesterie. L'idée est tout simplement de cultiver des céréales entre des arbres de façon à obtenir deux types de production sur une même parcelle. Mais l'idée de fonder l'agronomie sur l'arbre s'est aussi développée selon une autre voie. Réfléchissant sur la possibilité de trouver de nouveaux amendements organiques, Jean Pain a eu l'idée de composter des broussailles. C'est en adaptant cette technique que Jacques Hébert a mis au point le Bois Raméal Fragmenté (BRF), c'est-à-dire le compostage *in situ* de plaquettes de bois frais. Il se trouve que le compostage en surface du BRF conduit, tout comme le compostage en surface (mulch) des pailles non hachée de Masanobu Fukuoka, à renoncer au labour. On voit apparaître là un point de convergence notable entre agriculture industrielle et agriculture biologique via cet ensemble hétérogène qui réuni l'agroforesterie et l'usage du BRF, et que Gilles Lemieux a nommé sylvagriculture. Mais l'agriculture biologique n'est pas en reste. Elle aussi a su faire sa révolution et se centrer sur l'arbre en refusant un défrichage total : c'est notamment le cas du *forest gardening* de Robert Hart, inspiré par le *forest farming* de James Sholto Douglas, lui-même inspiré par le 3-D *farming* de Toyohiko Kagawa et le cas de l'agriculture naturelle étagée d'Olivier Barbié.

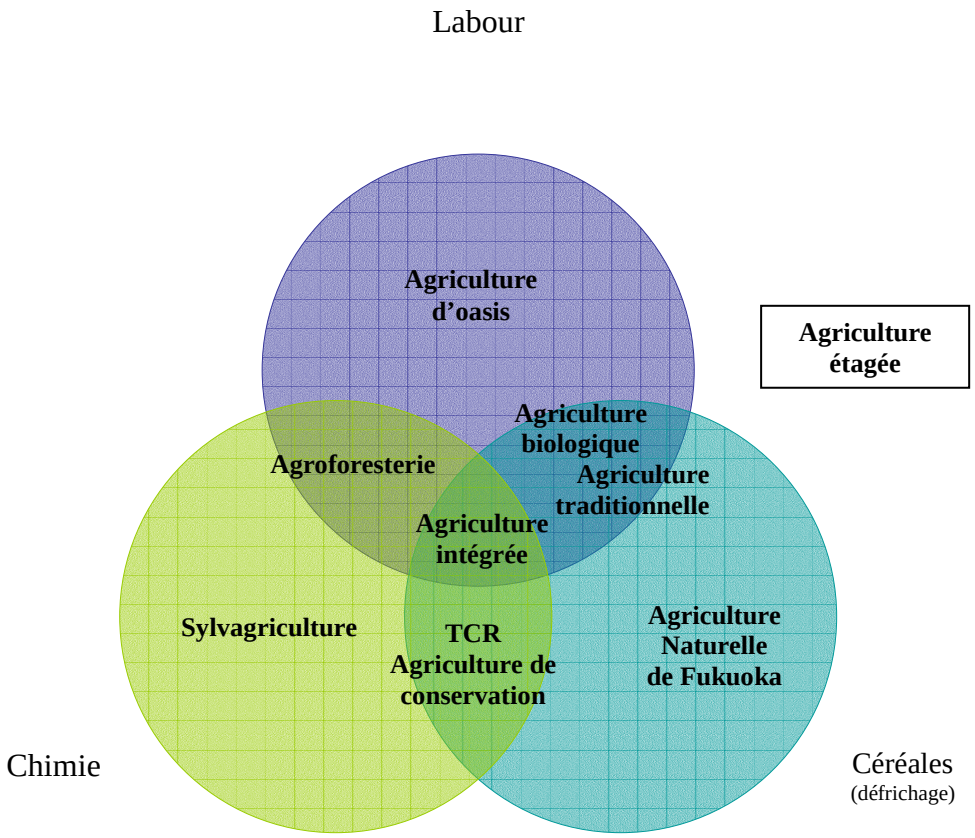
Les grands courants de l'agriculture alternative (esquisse)



Certes, cultiver sous les arbres n'est pas nouveau et cela fait des siècles que la culture traditionnelle d'oasis produit fruits, légumes et céréales à l'ombre des palmiers dattiers. Néanmoins, le *forest gardening* et l'agriculture étagée s'en distinguent par le non labour et même bien souvent par le non sarclage.

Ainsi, comme le montre le schéma ci-dessous, alors que toutes les pratiques agricoles partagent au moins une technique commune – le labour, l'utilisation de produits chimiques ou bien le défrichage complet – les pratiques de Hart et de Barbié font figure d'exception.

Nous allons présenter ces deux techniques hors-norme et montrer que malgré leurs origines largement indépendantes, elles méritent d'être considérées comme une seule et même voie agronomique.



1. Une inspiration commune : la forêt

Dans la pensée de Hart, comme dans celle de Barbié, on retrouve l'idée que le modèle à suivre est celui de la forêt. C'est aussi l'idée de Fukuoka et de Lemieux, mais eux vont jusqu'au bout de cette logique et décident de planter directement sous les arbres.

a) Robert Hart et le *forest gardening*

Robert Hart recherchait l'autosuffisance dans un espace limité sans demander un travail trop conséquent. Il a trouvé que le plus simple moyen d'y arriver était d'utiliser des végétaux pluriannuels : arbres fruitiers, arbres à noix, buissons, légumes et herbes vivaces.

Il emploie le terme *gardening* (« jardinage ») en raison de la taille modeste de son système : 5 ares pour la partie « forest garden » pure.

Il décompose son système en 7 niveaux inspirés des strates végétales ou étages utilisés par l'écologie pour classer les espèces végétales :

1. La canopée : les arbres fruitiers standards.
2. Les petits arbres : les arbres nains et bambous.
3. Les buissons : baies.
4. La couche herbacée : herbes et légumes vivaces.
5. La couverture du sol: plantes rampantes (ronces).
6. La rhizosphère : plantes tolérantes à l'ombre et légumes racines.
7. La couche verticale : plantes grimpantes (vigne, baies grimpantes, légumes grimpants).

Les arbres du niveau 1 sont plantés avec un espacement de 6 mètres. Entre les arbres du niveau 1 sont plantés les petits arbres qui forment le niveau 2. Viennent ensuite les baies placées entre les arbres du niveau 2. Au sol sont disposés les plantes des niveaux 4, 5 et 6. Enfin, pour finir, les plantes grimpantes le long des arbres forment le 7e niveau.

Cette disposition a pour but de gérer au mieux les besoins en lumière des végétaux tout en concentrant au maximum les espèces dans un espace réduit.

Le *forest garden* ne convient pas aux plantes qui nécessitent beaucoup de soleil ou qui poussent sur sol acide.

b) Olivier Barbié et « l'agriculture naturelle étagée »

La méthode d'Olivier Barbié est une synthèse de :

- L'agroforesterie pratiquée par ses grands-pères dans la seconde moitié du XXe s. (coexistence entre les arbres et les cultures)
- L'agriculture traditionnelle pratiquée par son père (refus de la chimie)
- Son expérience propre de gestion différenciée des espaces verts, d'agriculture intégrée et de cultures simplifiées (réduction du labour).

Olivier Barbié propose d'améliorer l'agriculture naturelle de Masanobu Fukuoka (agriculture sans labour, sans fertilisant, sans désherbage et sans pesticides/herbicides) en y ajoutant l'arbre afin d'augmenter la fertilité du sol. En effet, l'arbre apporte beaucoup à son milieu : ses feuilles, ses fruits, son ombre, de l'eau de pluie qu'il capte et la terre qu'il retient grâce à ses longues racines. Les cultures prennent place sous les arbres. Selon les besoins en lumière des plantes cultivées, les arbres seront plus ou moins espacés, voire réduits à des haies. Sa méthode s'applique aussi bien aux petites cultures qu'aux grandes cultures.

Les principes de sa méthode sont :

- L'adaptation au terroir
- Le choix du lieu de vie (le choix de l'emplacement sur le terroir)
- La sélection des meilleurs produits (pour replanter)
- L'usage permanent des arbres
- La rareté animale
- Le travail manuel
- L'intuition locale (importance de l'observation)

2. Des convergences aussi remarquables que nombreuses

a. Travail du sol

Olivier Barbié et Robert Hart ne pratiquent aucun travail en profondeur du sol. Comme le sol se fertilise tout seul de façon naturelle et grâce à un compost de surface, il est inutile de le labourer.

Robert Hart travaille régulièrement le sol en surface à l'aide d'un sarcloir afin :

- d'éviter la prolifération des adventices.
- d'aérer le sol.
- de casser les mottes de terre, refuge des limaces

Olivier Barbié n'admet que provisoirement le sarclage pour éliminer les adventices et ce lors de la phase transitoire de conversion de l'agriculture biologique à l'agriculture naturelle.

b. Fertilisation

Robert Hart et Olivier Barbié n'apportent quasiment pas d'intrant et laissent le sol s'auto fertiliser.

Robert Hart couvre le sol d'un mulch de paille, d'herbe et de compost. Une à deux fois par an il pulvérise de l'algue liquide. De plus, lorsque le sol est trop acide, il utilise de la chaux et de la cendre.

Olivier Barbié se suffit de l'apport de fertilité des arbres et se contente juste d'épandre un compost issu des déchets organiques afin de les recycler.
Néanmoins, pour les petites cultures dans les sols très ingrats, il propose d'enfouir du charbon de bois.

c. Protection des végétaux

Robert Hart et Olivier Barbié n'utilisent aucun pesticide et se basent avant tout sur la diversité des espèces pour protéger leurs végétaux. Cette diversité réduit les risques d'épidémie et permet de développer des synergies entre les végétaux (par exemple, les plantes aromatiques qui éloignent les prédateurs ou les légumineuses qui fixent l'azote de l'air et fertilisent le sol, renforçant ainsi les espèces voisines).

Pour Robert Hart, la maladie est un moyen d'éliminer les plantes fragiles. Néanmoins, pour renforcer les défenses des plantes face aux maladies, il pulvérise une à deux fois par an ses végétaux avec de l'algue liquide.

Pour protéger ses plantes des limaces, il applique un mulch composé de brindilles de conifères et de

plantes aromatiques et retourne régulièrement la partie supérieure du sol. De plus, il choisi des variétés résistantes comme par exemple la chicorée pour remplacer les laitues.

Concernant les adventices, en plus d'un sarclage régulier et d'une couverture permanente d'un mulch de paille, Robert Hart désherbe à la main après la pluie.

Contre les ravageurs, Olivier Barbier choisis des espèces résistantes dans la mesure du possible et effectue un échenillage manuel. Mais il reste tolérant aux dégâts causés par les ravageurs.

Concernant les adventices, Olivier Barbié applique un couvre sol végétal afin de les étouffer. Lors de la phase de transition de l'agriculture biologique à l'agriculture naturelle, il autorise le sarclage.

d. Taille des arbres

Ni Robert Hart ni Olivier Barbié ne pratiquent de taille systématique des arbres.

Robert Hart est plus tolérant à la taille même s'il reconnaît que l'on peut s'en passer. Ses raisons sont :

- Permettre à toutes les parties de l'arbre un accès égal au soleil à l'air et à l'eau.
- Eliminer les branches mortes, malades ou peu productives.
- Empêcher les branches de se frotter les unes aux autres ce qui les fragilise.
- Réguler la production de fruit au cours des années.

Olivier Barbié admet la taille pour :

- Faciliter le passage sous les arbres.
- Eliminer les branches malades ou en surnombre afin de laisser passer la lumière profitant aux cultures sous les arbres. Ceci dans le cas où les arbres ne sont pas suffisamment espacés.

De plus, il admet l'éclaircissage des fruits surnuméraires afin d'éviter le bris de branches et également pour permettre une régulation de la production au cours des années.

e. Irrigation

Robert Hart et Olivier Barbié choisissent des espèces adaptées au climat pour éviter de devoir leur apporter de l'eau.

Robert Hart préconise même l'utilisation d'espèces résistantes aux milieux arides pour éviter tout risque de sécheresse et afin de prendre en compte le réchauffement climatique. Il tire partie de l'eau disponible (rivière, accumulation de l'eau de pluie) en la faisant s'écouler sur un maximum de surface et en utilisant des systèmes d'irrigation manuels par gravité. En cas de forte sécheresse il applique un mulch épais, désherbe et taille sévèrement les arbres.

Olivier Barbié conseille un arrosage léger pour éviter la mort des arbres.

f. Elevage

Robert Hart et Olivier Barbié considèrent que l'élevage n'est pas indispensable et que la consommation de viande peu être très fortement réduite voire supprimée. En effet, l'élevage requiert beaucoup d'énergie et nécessite de grandes surfaces qui pourraient être utilisées à meilleur escient. Ils expliquent que toutes les vitamines nécessaires à l'homme peuvent êtres fournies par les végétaux.

S'étant séparé de ses bêtes, Robert Hart n'aborde pas les techniques d'élevage.

Olivier Barbié, zootechnicien de formation, admet l'élevage et recommande les règles suivantes:

- Sélection d'espèces rustiques ayant fait leurs preuves au cours des années.

- Respect de principes nutritionnels (pas de céréales pour les herbivores).
- Ne pas forcer la reproduction.
- Maintenir les animaux en permanence à l'extérieur sans abri.

g. Tableau récapitulatif

	Robert Hart	Olivier Barbié
Travail du sol	sarclage	sarclage pendant la transition agriculture biologique - agriculture naturelle
Fertilisation	- mulch paille + herbe + compost - algue liquide	- compost - charbon de bois sur sols très ingrats
Protection contre les maladies	- diversité des espèces - pulvérisation d'algue	- diversité des espèces - sélection d'espèces résistantes
Protection contre les parasites et les ravageurs	- mulch de brindilles de conifère et de plantes aromatiques - retournement régulier de la partie supérieure du sol - épandage de chaux et de cendre lorsque le ph est trop acide - sélection d'espèces résistantes	- diversité des espèces - sélection d'espèces résistantes - échenillage manuel
Protection contre les adventices	- mulch permanent - sarclage - désherbage manuel après la pluie	- couvres sols - sarclage en phase transitoire lors de la conversion agriculture bio - agriculture naturelle
Taille	oui, mais on peut s'en passer	non, sauf dans des cas très précis
Irrigation	uniquement naturelle	non, mais faible arrosage en dernier recours
Elevage	non	à éviter mais admis

Conclusion

Robert Hart et Olivier Barbié ont un principe commun : le rôle central de l'arbre. Dans la pratique leurs méthodes sont très proches. Dans la finalité par contre, il y a quelques divergences :

- Robert Hart cherche l'autosuffisance pour sa famille.
- Olivier Barbier propose une véritable méthode d'agriculture. Il a donc pour but de produire des denrées destinées à une population la plus large possible.

Ces finalités différentes conduisent à des objectifs différents eux-aussi :

- Robert Hart cherche un système demandant le minimum de travail tout en fournissant toute la palette d'aliments indispensables à une bonne santé. L'arbre est la solution évidente en raison de sa robustesse et de son rendement très favorable à la surface du sol occupée.
- Olivier Barbié semble chercher la solution au problème de la fertilité des sols rencontré par les grandes cultures conduites selon l'agriculture naturelle.

Quoiqu'il en soit, il s'agit bien de deux approches d'une même agriculture, le *forest farming*, qui, moyennant quelques améliorations mineures, est capable d'apporter les réponses globales que recherchent en ordre dispersé l'agriculture biologique et l'agriculture industrielle de notre temps.

Sources

BARBIE Olivier, 2005, *Abrégé d'agriculture naturelle*, 2eme édition, ITAN, France, 2007.

BARBIÉ Olivier, 2007, « Permaculture et agriculture soutenable », document de travail de l'ITAN.

BARBIÉ Olivier, 2007, « De l'agriculture naturelle à l'agriculture biologique », document de travail de l'ITAN.

BLETSAS Patrick, BARBIÉ Olivier, 2008, « A la recherche du jardin propre : l'agriculture synergétique. », document de travail de l'ITAN.

BONFILS Marc : *Culture du blé d'hiver*, Éditions Las Encantadas

BONFILS Marc : *Le sol et l'érosion*, Éditions Las Encantadas.

CLEMENT G. : *Le jardin en mouvement*. Éditions Sens & Tonka.

DOUGLAS J. Sholto, HART Robert A. De J., 1984, *Forest Farming: Towards a Solution to Problems of World Hunger and Conservation*, ITDG Publishing.

FUKUOKA M., 1974, *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*. Éditions Guy Tredaniel.

FUKUOKA M., 1989, *L'agriculture naturelle : théorie et pratique pour une philosophie verte.* Éditions de la Maisny.

HART Robert., 2001, *Forest Gardening*, Green Earth Books, Royaume Uni.

HAZELIP Emilia, *Synergistic Garden* (Cassette vidéo VHS), Studio Permanent Publications, 1 mars 1999.

HENRY D.,2005, « Sol et écosystème : manifeste pour un nouveau regard. Introduction de Gilles Lemieux. Document de travail n° 208, GCBR, Université de Laval.

HOWARD Sir Albert,1940, *Testament agricole : pour une agriculture naturelle*, Éditions Vie et Action, Lille, 1971.

JEAVONS John, 2006, *How to Grow More Vegetables*, 7eme édition.

LESPINASSE Jean-Marie, 2006, *Le jardin naturel*, Editions du Rouergue, 173 pages.

MOLLISON Bill, HOLMGREN David, 1978, *Permaculture*, 2 tomes, Debard, 1986.

RABHI P., 1997, *Manifeste pour des Oasis en tous lieux*, Ouvrage collectif sous la direction de.

ROY Réjean, 2004, « La transition vers une culture autofertile », *Bio-Bulle, Le magazine du bio québécois*, numéro 48, mai 2004. Voir aussi dans la même revue et sur le même sujet « Visite d'un jardin autofertile » d'Isabelle Éthier et « Développer et maintenir un sol autofertile » de Jacques

Hébert.

SOLTNER Dominique, 1995, *L'arbre et la haie*, Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire.

SOLTNER D., 1998, *Les Techniques Culturales Simplifiées (TCS)*, Éditions. Sciences et techniques agricoles.

STEINER R.,1924, *Cours aux agriculteurs*, Éditions Novalis, 2007

L'agroforesterie de Fernand Barbié

ITAN
Olivier Barbié[1]
21/02/2009

Résumé :

De 1940 à 1990, Mr. Fernand Barbié a cultivé son exploitation agricole d'une trentaine d'hectares dans le Lot en précurseur de l'agroforesterie. Durant cette période, il s'est inspiré de l'agriculture traditionnelle de son père et de l'agriculture rationnelle chimisée pour mettre au point sa propre méthode. Nous faisons ici un petit retour de cette expérience française, directement inspirée de la tradition et pourtant très en avance sur son temps.

Introduction

Le Causse est un milieu naturel que l'on rencontre au sud du Massif Central, essentiellement dans les départements du Lot et de l'Aveyron.

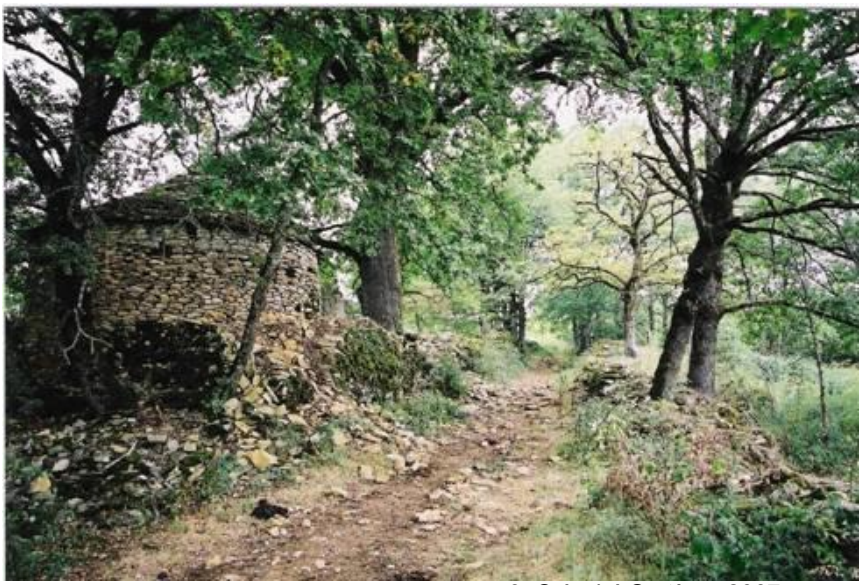
1. http://fr.wikipedia.org/wiki/Causses

1 Président de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle

Le Causse se caractérise par un épais plateau de roche calcaire couvert de landes plus ou moins boisées de chênes.

2. © André Sartène, 2007

La principale activité économique est l'élevage de brebis. Les animaux sont alors gardés dans de vastes espaces désolés par l'exode rural du XIXe siècle.



3. © André Sartène, 2007

4. © André Sartène, 2007

Le sol, appelé rendzine calcaire, laisse apparaître par endroits de petites cuvettes occupées par de l'argile souvent ferreuse, lourde et difficilement cultivable.

5. © André Sartène, 2007

Ce genre de terroir est un défit permanent lancé à tous les agronomes. En effet, tout ce que l'on croit ailleurs être parfaitement certain et assuré se révèle ici n'être en fait rien d'autre que de simples préjugés. Et c'est en ces lieux, plus exactement sur le Causse de Gramat, là où les lois de l'agronomie n'ont plus cours, que Fernand Barbié a cultivé la ferme familiale à Saint-Jean-Lagineste entre 1940 et 1990. Sur ces sols très pauvres, où parfois, les genévriers refusaient de croître, il a développé une forme originale d'agroforesterie à laquelle il a bien voulu m'initier dans les années 1990.

1. Engrais chimiques et sarclage

Parmi les préjugés les plus courants en agronomie, il en est un des plus tenaces qui veut qu'une terre franche soit nécessaire à la production agricole. En 1962, André Gros combattait déjà ce préjugé. En guise de contre exemple, tout le monde connaît la capacité de la vigne de vivre sans terre que ce soit à Cahors, dans le Minervois, aux îles Canaries ou dans les Alpes Dinariques. Moins connue, le cas des arbres fruitiers méditerranéens comme l'amandier, l'olivier ou le figuier que voici qui vit et produit au cœur d'un rocher.

6. © Olivier Barbié, 2006

En ce qui le concerne, jusqu'en 2004, Fernand Barbié a cultivé son potager dans la caillasse, comme le montre ce pied de haricot-vert.

7. © Olivier Barbié, 2002

De quoi donc ont besoin les végétaux pour produire ? Pour Fernand Barbié, deux éléments prédominaient : les engrais (et en particulier le super-phosphate et l'ammonitrate) et le sarclage. Durant plus de 40 ans, il a cultivé son potager ainsi que 30 ha de grandes cultures, sans jamais

irriguer.

Chénopode Amarante

8. © Olivier Barbié, 2002,

Dans ce contexte de sol extrêmement séchant, mais enrichi en azote de synthèse, un simple sarclage suffit pour produire toutes les espèces américaines telles que maïs, pomme-de-terre, haricot, citrouille, cornichon, etc. On remarquera sur la photo la vigueur d'adventices typiques des sols « fertiles » comme le chénopode blanc et l'amarante queue de rat, fréquentes d'ordinaire dans les champs de maïs du sud-ouest les plus productifs.

Fernand Barbié aimait à dire « il n'y a que des plantes sarclées ». Dans les années 1950, il sarclait même les céréales à paille (blé, orge, avoine), qu'il faisait alterner avec des racines telles que topinambours, betteraves fourragères, carottes fourragères, pommes-de-terres, etc.

Dès les années 1940, il a appliqué cette méthode que lui avait transmise ses parents à tous les légumes du jardin ainsi qu'à la vigne. Dans sa carrière, la seule expérience malheureuse fut celle de la culture des fraises, décidément inadaptée à ce sol comme au sarclage.

2. Cultiver sous couvert d'arbres

La grande idée de Fernand Barbié a été d'associer le sarclage que lui avait légué l'agriculture traditionnelle de son père et la fumure ternaire (NPK) de l'agriculture chimisée. Mais, dans les années 1970, il est allé plus loin en incluant dans son système un couvert d'arbre de plein vent. C'est cette dernière caractéristique qui fait de son agriculture une agriculture étagée, au même titre que l'agriculture d'oasis, comme par exemple la culture sous palmier dattier telle que pratiquée en Égypte.

Contrairement à tous les préceptes agronomiques de son temps, Fernand Barbié a cultivé une quinzaine d'hectares de grandes cultures sous un couvert de quatre cent noyers, soit une densité de 27 noyers à l'hectare.

9. © Olivier Barbié, 2002,

D'une part, la légende tenace, rapportée par Pline l'Ancien, auteur latin du Ier siècle avant J.-C., qui veut que les noyers aient une influence néfaste sur les autres cultures est fausse. Les chimistes modernes considèrent habituellement que ce phénomène (appelé effet allélopathique) est dû à la sécrétion par les feuilles et les racines du noyer d'une substance toxique, la juglone (5-Hydroxy-{1,4}-naphthoquinone (6) de la famille des oxynaphtoquinone) isolée en 1973. Mais eux aussi sont dans l'erreur. Au fil des années, je n'ai vu sur la ferme de Fernand Barbié aucune différence entre l'orge et le ray-grass qui poussent sous les noyer par rapport à l'orge et au ray-grass qui poussent sous d'autres arbres, les pruniers par exemple.

10. © Olivier Barbié, 2002

La pratique de Fernand Barbié ressemblait fortement à ce que l'on appelle aujourd'hui l'agroforesterie. Sous les noyers se succédaient le maïs, une céréale à paille (blé, orge, avoine ou triticale) et une dicotylédone (tournesol, colza, fèverole, etc.). Après deux ou trois rotations venait une luzerne ou un trèfle hybride-dactyle. Il s'était rangé à cette rotation après avoir constaté que, lorsqu'il cultivait blé sur blé, la seconde année était meilleure que la première mais que la troisième et les suivantes étaient pires que la première.

Au fil des années, Fernand Barbié a labouré de moins en moins profond. D'un labour annuel au soc à 40 cm en 1950, il est passé en 1980 à un labour au disque à 15 cm, une fois tous les trois ans. A la fin de sa carrière, il remplaçait le labour par un déchaumage au covercrop et ou un passage de vibroculteur. A partir des années 1970, il a abandonné complètement l'usage du rotavator, toujours dans l'idée de préserver la vie du sol.

« Cultiver, c'est élever des micro-organismes » disait-il au soir de sa vie.

Fernand Barbié n'a jamais cultivé son potager sous couvert d'arbre. Cela peut paraître curieux tant la pratique est courante et profondément inscrite dans la tradition. En général, les jardiniers installent leurs planches de légume sous des arbres fruitiers de plein vent de la famille des Rosacées comme les cerisiers, les pruniers, les cognassiers, les poiriers, les pommiers, etc. Lorsque l'ombre des arbres est trop épaisse, ils sont alors éclaircis ou bien renouvelés.

Potager sous des cerisiers
11. © Olivier Barbié, 2002

3. Élever sous couvert d'arbres

Fernand Barbié a aussi pratiqué l'élevage sous couvert, ce qui est une très vieille pratique de l'agriculture traditionnelle. D'ailleurs, ses voisins faisaient de même en faisant pâturer sous les chênes leurs vaches ou leurs brebis.

12. © Olivier Barbié, 2002

13. © André Sartène, 2006

Selon ce principe, son troupeau de 20 vaches limousines pâturait l'herbe sous plus de 200 peupliers installés en zone humide. Là encore, il s'agit d'une pratique fréquente dans la région.

14. © Olivier Barbié, 2002

15. © André Sartène, 2006

Dans le même ordre d'idées, Fernand Barbié faisait aussi pâturer ses 40 truies mères dans des parcelles de ray-grass installées sous le couvert de chênes, d'ormeaux, de sycomores, de pruniers et de noyers. Après tout, ce n'était qu'une mise au goût du jour de la conduite des porcs en forêt, redécouverte sous une autre forme dans les années 1990 par le courant du « porc plein air ».

Pour finir, il est à noter que Fernand Barbié laissait aller librement dans les cultures une dizaine de poules et autant de pintades. L'usage de canards ayant été abandonné suite à des migrations impromptues. Cette pratique traditionnelle, très rependue et consistant à lâcher des volailles diverses, poules, canards, pintades, dindes, visait à nourrir la bassecour à peu de frais tout en luttant contre les limaces. Mais pour être juste, il faut dire que Fernand Barbié utilisait aussi massivement les limacides chimiques. On voit là la version autochtone d'une technique qui connaît aujourd'hui un regain d'intérêt sous le nom de méthode Furuno et propagée par Masanobu Fukuoka.

Conclusion

Alors qu'il a hérité d'une ferme très défavorisée par la mauvaise qualité de ses sols, Fernand Barbié a su mettre en valeur sa trentaine d'hectares en y développant l'élevage de bovins et de porcins ainsi que les grandes cultures. Fait remarquable, il a adossé ce développement à trois techniques : l'emploi des engrais de synthèse préconisé par l'agriculture chimisée, le sarclage issu de l'agriculture traditionnelle et l'implantation d'arbres de plein vent dans les parcelles cultivées ou pâturées. En procédant de la sorte, il s'est approché très près de ce que nous appelons maintenant l'agroforesterie, devenant ainsi un des tout premiers précurseurs français de cette technique.

Bibliographie

GROS A. : *Engrais : guide pratique de la fertilisation,* la Maison rustique, 3eme édition, Paris. p. 255, 1962.

FUKUOKA Masanobu : *L'agriculture naturelle : Théorie et pratique pour une philosophie verte*, Editions de la Maisnie, Paris, 1989.

Légende des photographies

1. Carte des Causses.
2. Chemin de berger sur le Causse de Villeneuve-d'Aveyron.
3. Chemin de berger sur le Causse de Villeneuve-d'Aveyron.
4. Lande pâturée par les moutons sur le Causse de Villeneuve-d'Aveyron.
5. Petite parcelle labourée sur le Causse de Villeneuve-d'Aveyron.
6. Figuier poussant dans le rocher de la falaise de Capdenac-le-Haut. Parcelle dite « Le long du chemin », ferme de La Combe.
7. Pied de haricot-vert cultivé par Fernand Barbié à Saint-Jean-Lagineste. Parcelle dite « Le long du chemin », ferme de La Combe.
8. Planche de Haricot-vert cultivée par Fernand Barbié à Saint-Jean-Lagineste.
9. Maïs cultivé par le fermier de Fernand Barbié à Saint-Jean-Lagineste. Parcelle dite « Le grand champs », ferme de Lacombe.
10. Parcelle déchaumée par le fermier de Fernand Barbié à Saint-Jean-Lagineste. Parcelle dite « Le grand champs », ferme de Lacombe.
11. Potager à l'ombre des cerisiers. Ihtiman, Bulgarie.
12. Chênaie pâturée par des bovins. Limitrophe de la ferme de La Combe. Saint-Jean-Lagineste.
13. Chênaie pâturée par des ovins. Causse de Villeneuve d'Aveyron.
14. Peupleraie plantée par Fernand et Bertrand Barbié et pâturée par des bovins. Saint-Jean-Lagineste. Ferme de La Combe.
15. Peupleraie pâturée par des bovins. Causse de Villeneuve d'Aveyron.

L’impact négatif des pesticides sur la nutrition des plantes
L'exemple de la bouillie bordelaise

Note de l'ITAN
Axel Maunoury
14 mai 2010

> « L’étude des plantes sans leurs mycorhizes est l’étude d’artefacts. La majorité des plantes ne forment pas de racines sensus stricto : elles forment des mycorhizes » (BEG, 1993)

La base d’un rendement satisfaisant repose sur la nutrition des plantes. La source de celle-ci est la lumière complétée par les minéraux qui se trouvent dans le sol. Le sol est composé de matière minérale provenant de l’érosion des roches, et de matières organiques (l’humus) issues de la décomposition partielle des végétaux. Il héberge une flore microbienne très variée comprenant des bactéries, des champignons, des protozoaires, des algues, des virus. Parmi cette flore, les champignons et les bactéries jouent un rôle central, entre autres, dans la nutrition des plantes. Mais certains champignons et certaines bactéries sont sources de maladies pour les plantes. C’est pour cette raison que des fongicides et bactéricides sont couramment utilisés en traitement de certaines cultures. Le plus anciens d'entre eux, toujours couramment employé, y compris en agriculture biologique, est le sulfate de cuivre. Puis nous verrons pourquoi ces pesticides, biologiques ou non, impactent négativement le rendement des cultures malgré l’avantage éphémère qu'ils procurent en combattant à court terme certaines infections.

Le sulfate de cuivre est principalement utilisé sous le forme appelée bouillie bordelaise. C’est un pesticide (bactéricide et fongicide) fabriqué par neutralisation d'une solution de sulfate de cuivre par de la chaux éteinte. C'est le caractère toxique de la synergie entre cuivre et chaux qui confère à la bouillie bordelaise ses propriétés fongicide et bactéricide. Elle contient 20 % de cuivre (exprimé en cuivre métal). Pour garantir un meilleur effet mouillant, on y ajoute un surfactant (du savon noir naturel en général), qui est un composé présentant deux parties de polarité différente, l'une qui retient les matières grasses, et l'autre miscible dans l'eau. Elle est souvent vendue sous forme de poudre micronisée (dont la taille des grains est de l'ordre du micromètre, ce qui augmente la réactivité du produit) mouillable, de couleur bleue, à ne pas confondre avec d'autres matières actives biocides à base de cuivre tels que l'oxychlorure de cuivre, l'oxyde cuivreux ou l'hydroxyde de cuivre.

Sulfate de cuivre

La bouillie bordelaise a commencé à être utilisée sur la vigne vers 1885 dans le Bordelais. Elle a été utilisée et l'est encore sur les arbres fruitiers (pêcher, pommier, abricotier, prunier) avant la floraison et après récolte. En oléiculture, le cuivre est utilisé contre l'œil de paon et parfois contre des bactérioses et la fumagine. La bouillie bordelaise s'utilise aussi sur les pommes de terre, les tomates, les fraisiers, les rosiers et bien d'autres plantes, afin de :

- traiter ou limiter certaines maladies cryptogamiques (cloque du pêcher, mildiou, tavelure, chancre…) ;
- traiter quelques maladies bactériennes, comme la galle du collet par exemple, causée par une bactérie du genre Agrobacterium.

Si dans certains cas les champignons ou les bactéries sont pathologiques, une large biodiversité fongique et bactérienne est cependant indispensable pour une nutrition correcte des plantes. Comme nous allons le voir, dans le cas du traitement au sulfate de cuivre, comme d'ailleurs avec tous les autres fongicides et bactéricides, le remède est bien pire que le mal. En effet, en voulant combattre une infection, on élimine par un traitement une partie des populations fongique et bactérienne, ce qui aboutit à une perturbation de la nutrition des plantes, et de ce fait à une diminution du rendement moyen.

Maladie de la tache noire du rosier causée par un champignon du genre Diplocarpon

Le monde des racines est indissociable de celui des champignons. Chaque plante est associée à une communauté de champignons. Cette association est appelée mycorhize. Une mycorhize est une association mutualiste, spécifique, durable et à bénéfice réciproque entre le mycélium d'un champignon et les racines d'une plante. Cette symbiose racines/champignons est obligatoire dans les conditions naturelles, car ni les champignons mutualistes ni les végétaux ne peuvent vivre indépendamment l'un de l'autre : les champignons mutualistes ont besoin des sucres synthétisés par les feuilles de la plante, en contrepartie, ils fournissent de l'eau et des sels minéraux qu'ils extraient du sol.

Les deux principaux types de mycorhizes sont les suivants : (si certaines plantes peuvent présenter simultanément les deux types de mycorhizes, la plupart sont spécifiquement liés à l'une ou à l'autre des mycorhizes).

Les endomychorizes à arbuscules concernent, par exemple, les platanes, les érables, les frênes, les fruitiers ainsi que la quasi-totalité des plantes herbacées. Invisibles à l'œil nu, les filaments du champignon pénètrent dans les cellules où ils se ramifient très finement pour former des arbuscules (de la forme d'un arbre) qui ont donné leur nom à ce type de mycorhize. C'est au niveau de ces arbuscules qu'ont lieu les échanges de la symbiose. Les filaments fongiques (mycélium) se développent également à l'extérieur des racines, explorant ainsi le sol à grande distance des racines (10 cm), alors qu'une racine par ses propres moyens ne peut exploiter au mieux que les ressources situées à moins d'un cm.

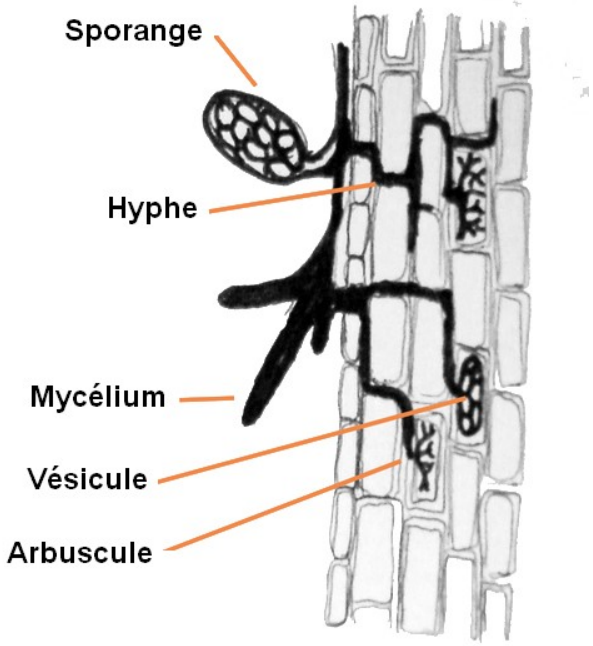


Schéma d'une endomycorhizes à arbuscules dans une racine

Les ectomycorhizes concernent, à titre d'exemple, les frênes, les hêtres, les chênes, et les épicéas communs. Visibles à l'œil nu, les filaments des champignons ectomychoriziens forment un manchon compact qui gaine et recouvre complètement l'extrémité des racines fines. De ce manchon émane des filaments très ramifiés qui s'insinuent entre les cellules et les enserrent (comme un filet) sans les pénétrer et sans former d'arbuscules. Les ectomycorhizes émettent des filaments qui explorent et exploitent le sol comme les endomycorhizes, à une longue distance (10 cm). Encore plus que les endomycorhizes, les ectomycorhizes contrôlent tous les échanges entre le sol et les racines puisque le manchon forme une barrière continue et que tous les flux doivent transiter par les tissus fongiques.

Les mycorhizes associées aux racines assurent une grande diversité de fonctions indispensables à la vie de la plante, pour lesquelles les racines seules ne sont pas équipées ou peu efficaces.

Ectomycorhize d'amanite formant un manchon autour d'une racine

Une meilleure nutrition en eau et en éléments minéraux.
Les hyphes sont les réseaux ramifiés formant le cours des champignons (le corps est appelé mycélium). Les hyphes explorent le sol à plusieurs centimètres de distance, ce qui accroit considérablement le volume prospecté par la plante. De plus, du fait de leurs diamètres beaucoup plus fins que celui des poils absorbants des racines, les hyphes exploitent les pores du sol (interstice pouvant contenir un liquide) les plus petits, là où les sels minéraux dissous présents dans le sol subsistent le plus longtemps lors des périodes de sécheresse. Enfin, les hyphes possèdent des caractéristiques physiques et chimiques particulières qui leur permettent, mieux qu'aux racines seules, d'absorber de l'eau fortement retenue par les colloïdes du sol (argile et humus), ou très concentrée en substances dissoutes. Ces trois propriétés (volume exploité, finesse, caractères physico-chimiques) du réseau mycélien lui permettent d'accéder à l'eau et aux éléments nutritifs dissous qu'elle contient : azote, phosphore, potassium, magnésium...

En résumé, les racines fines absorbent l'eau du sol et les éléments nutritifs qui y sont dissous, mais elles sont assistées en cela par le mycélium externe de leurs champignons symbiotiques qui puisent dans le sol plus efficacement qu'elles.

Mobilisation des éléments peu solubles.
Parmi les éléments nécessaires à la nutrition et à la croissance des plantes, certains sont peu solubles ou retenus dans les minéraux de la roche-mère ou dans la matière organique du sol, et donc inaccessibles aux racines.

Beaucoup mieux que les racines, les champignons symbiotiques (surtout les ectomycorhizes), disposent de toute une gamme de mécanismes qui leur permettent de solubiliser et de rendre absorbables ces ressources d'accès difficile : altération des minéraux, solubilisation du fer, extraction de l'azote et du phosphore contenus dans les matières organiques. Ils sont aidés dans ces travaux par les bactéries qui vivent dans la terre immédiatement au contact des racines (rhizosphère) :

Altération des minéraux. Les minéraux du sol qui proviennent de la roche-mère représentent un stock important mais insoluble de calcium, phosphore, potassium, magnésium, etc. Les

champignons et les bactéries associées sont capables, par une production d'acides, de les altérer et de les rendre soluble dans l'eau du sol. C'est ainsi que les champignons et les autres micro-organismes de la rhizosphère jouent un rôle important, non seulement dans la nutrition des plantes, mais aussi dans la formation des sols, en participant à la dissolution de la roche-mère et aboutissant ainsi à la constitution d'un milieu meuble.

Solubilisation du fer. Le fer, élément essentiel dans la respiration des plantes, se trouve dans le sol sous des formes insolubles. Certains champignons associés à des bactéries spécialisées de la rhizosphère solubilisent le fer et le rendent disponible pour les racines.

Décomposition des macromolécules organiques (humus). Une grande partie du stock d'azote et de phosphore du sol est bloqué dans l'humus. La solubilisation et le recyclage de l'azote et du phosphore sont assurés par des bactéries mais surtout par des champignons spécialisés dans la décomposition du bois, et aussi par les champignons ectomychoriziens qui contribuent ainsi à la nutrition de la plante.

Production de substances de croissance. Les extrémités des racines en croissance (coiffes) sont le siège de la production d'hormones végétales qui assurent la régulation du développement et de la croissance des différents organes de la plante. Les champignons mycorhizes et les autres micro-organismes de la rhizosphère ont la capacité de produire les mêmes substances ou des molécules analogues dotées des mêmes propriétés physiologiques, avec comme effet de favoriser la prolifération des racines qu'ils peuvent coloniser. L'ensemble des micro-organismes associés aux racines contribue donc à l'équilibre hormonal de la plante et influe sur son développement (croissance racinaire, date de débourrement, floraison, persistance des feuilles, port, maturation des semences).

Le mycélium des champignons mycorhiziens présente ainsi le précieux avantage d'explorer à grande distance des racines, contribuant ainsi à la nutrition des arbres. Mais ils présentent une autre conséquence positive. En effet, lorsqu'il atteint d'autres racines, le mycélium forme de nouvelles mycorhizes. Un pont est alors mis en place entre les plantes, qu'elles soient de la même espèce, ou même d'une espèce différente. Il en résulte l'interconnexion des plantes par un réseau mycélien qui permet le transport et la redistribution de l'eau, des éléments minéraux, et de la matière organique au sein du peuplement.

Les interactions entre plantes sont donc plus complexes qu'on ne le croit souvent : à la compétition qui existe bel et bien (il existe des arbres qui en tuent d'autres par cette voie), s'ajoute l'entraide.

En plus des champignons, les bactéries jouent, comme nous l'avons vu, un très grand rôle dans la nutrition des plantes. Tout comme les champignons, certaines bactéries sont capables de dégrader des substances insolubles d'origine végétale comme la cellulose, la lignine, de réduire les sulfates, d'oxyder le soufre, de fixer l'azote atmosphérique et de produire des nitrates. Elles ont donc un rôle indispensable dans la fertilité des sols. Les bactéries abondent au niveau des racines des végétaux avec lesquels elles vivent en mutualisme.

Certaines fixent l'azote et produisent des composés azotés utilisés par les plantes

(exemple des bactéries Azotobacter ou Frankia). En échange, la plante évacue au niveau des racines des sucres, des acides aminés et des vitamines qui stimulent la croissance des bactéries. D'autres bactéries comme Rhizobium sont associées aux plantes légumineuses au niveau des nodosités, qui sont de petites boursuflures se formant sur les racines de ces dernières.

Pour conclure, un rendement satisfaisant implique une nutrition efficace des plantes, laquelle passe par de nombreuses relations symbiotiques au niveau du système racinaire, et donc une riche biodiversité fongique et bactérienne.

Cette biodiversité est anéantie par l'emploi d'un fongicide et bactéricide, même aussi biologique que le sulfate de cuivre. Par conséquent, les pesticides impactent positivement le rendement des cultures lorsqu'ils sont appliqués de façon curative mais négativement dès qu'ils sont appliqués de façon préventive. L'avantage transitoire obtenu par la suppression d'une bactériose ou d'une maladie cryptogamique se paie très cher.

Sources :

ASSELINEAU Emilia, DOMENECH Gille (2007), *De l'arbre au sol : Les Bois Raméaux Fragmentés*, Éditions du Rouergue.

BARBIÉ Olivier (2005), *Abrégé d'agriculture naturelle*, Éditions ITAN, Paris, 2007.

BURONFOSSE,F., BERNY P. (ENVL). 2004. « L'écotoxicologie des fongicides », Formation ACTA « Connaissance des Fongicides »

FORTIN Jean-André, PLENCHETTE Christian, PICHÉ Yves (2008), Les mycorhizes - La nouvelle révolution verte, Éditions Quæ et Multimondes, Québec.

FUKUOKA Masanobu : *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*, Éditions de la Maisnie, Paris, 2005.

LESPINASSE Jean-Marie (2006), *Le jardin naturel*, Éditions du Rouergue, 173 pages.

SOLTNER Dominique (2000, 2001), *Les bases de la production végétale : Le sol, le climat, la plante*, Tome I et III, Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire, 2000 pour le tome I et 2001 pour le tome III.

THE INTERNATIONAL BANK FOR THE GLOMEROMYCOTA (BEG), http://www.kent.ac.uk/bio/beg/french/frenchhomepage.htm

Crédit photos : Wikipédia

http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Copper(II)-sulfate-pentahydrate-sample.jpg
http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Black_spot.jpg
http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:485px-Arbuscular_mycorrhiza_cross-section-es.png
http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Mycorrhizal_root_tips_(amanita).jpg

Un jardin naturel au sud de Paris

Note de l'ITAN
Olivier Barbié
05/07/2009

Le mardi 16 juin 2009, j'ai rendu visite à Dounia et Nicolas, qui vivent dans le département de l'Essonne. Là, depuis deux ans, ils cultivent avec amour un terrain de 150 m² qui leur a été concédé de façon informelle. Pour tout dire, ce petit bout de terrain est un chef d'oeuvre d'agriculture naturelle. Ils avouent d'ailleurs tirer leur inspiration du jardin synergétique d'Emilia Hazelip.

Le jardin est en grande partie à l'ombre d'un saule pleureur. Le terrain est assez fertile mais souvent gorgé d'eau. Nos cultivateurs en herbe ont alors eu le bon réflexe : s'adapter au terrain plutôt que tout bouleverser en jouant aux apprentis sorciers. Ils ont organisé l'espace en planches surélevées de un mètre de large, recouvertes de paille et plus ou moins bordées de bambous tressés. Une petite marre à même été aménagée à l'endroit le plus humide.

Dans leur jardin, Dounia et Nicolas n'utilisent aucune technique aratoire (labour, sarclage, buttage), aucun fertilisant (ni engrais chimiques ni compost ni fumier), aucun pesticide (ni désherbant ni insecticide ni fongicide ni limacide). De façon générale, ils visent l'autonomie. Cela se traduit dans leur jardin par un achat très limité de plants et semences. Et si le bois est très présent sur leur parcelle, il s'agit toujours de bois de récupération. De même, le paillage est limité au maximum. On retrouve là un goût pour l'autarcie qui a toujours été présent en agriculture naturelle (Fukuoka, Mollison, Hazelip). Mais Dounia et Nicolas souhaitent mettre leur expérience au service d'une AMAP[1] parisienne et se lancer ainsi, comme l'ITAN, dans une optique d'ouverture en direction des consommateurs.

L'intégralité du travail est fait à la main. Mais que l'on se rassure. D'une part, la surface est petite et, de toute façon, se prête mal à la motorisation à cause de l'humidité. D'autre part, les travaux agricoles sont réduits à l'extrême limite : semis, désherbage et récolte. Néanmoins, le choix du manuel, à main nue, a des conséquences très importantes sur l'équilibre général du jardin. Il est indéniable que l'impression de douce harmonie et, pour tout dire, d'amour qui se dégage de ce petit coin de potager provient en très grande partie de ce choix technique : travailler en douceur, à la main, comme si l'on caressait la nature. Bien que cultivé selon la méthode « sauvage » de Fukuoka, le jardin montre dès le premier coup d'oeuil qu'il est un lieu profondément humain.

1 Association pour la Maintien d'une Agriculture Paysanne.

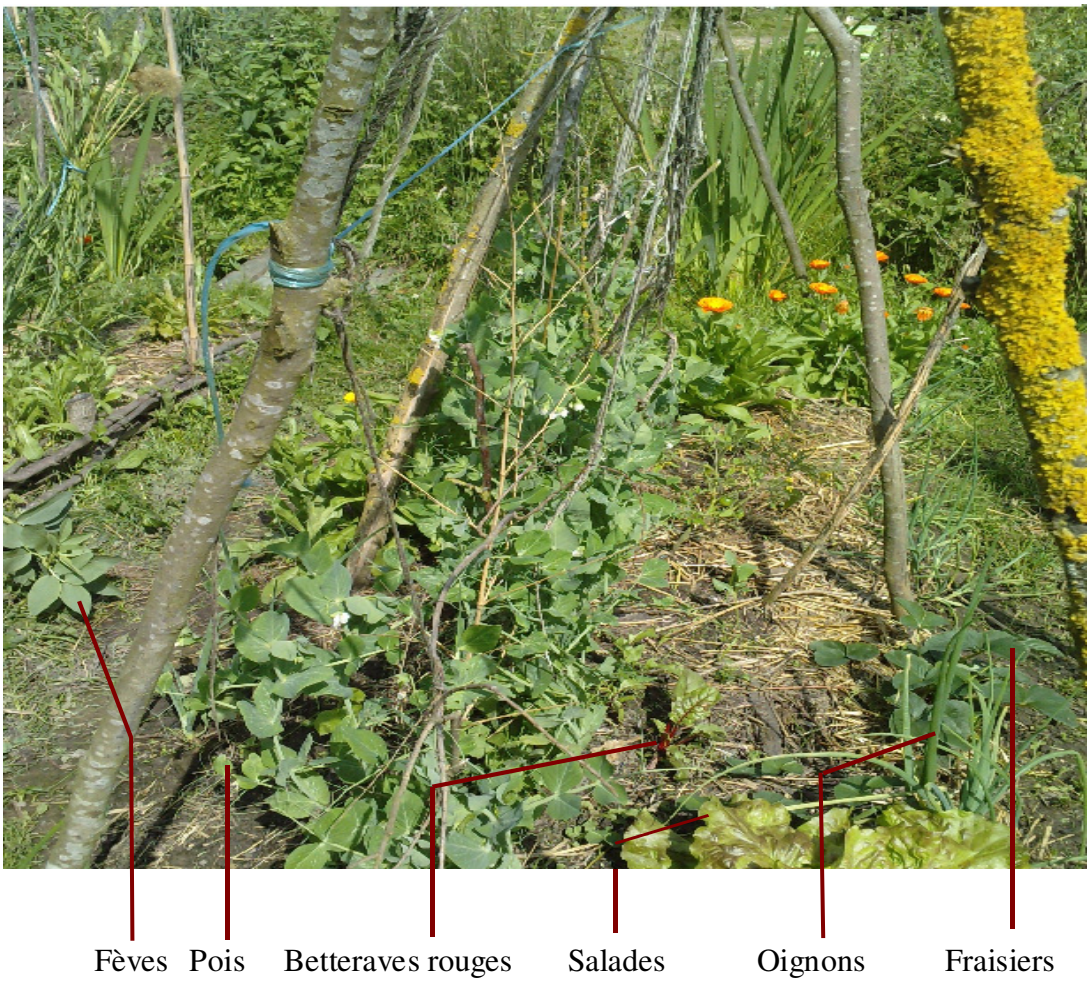
En ce qui concerne les cultures, le maître mot est : diversité ! Les plantes cultivées sont des plantes légumières (pomme-de-terre, tomate, poireau, oignon, choux pommé, salades, ...), des plantes médicinales (bourrache, soucis, hysope, valériane, …) et des plantes ornementales (prunier mirobolant, iris faux acore, bleuet, ...). Parmi les légumes, se trouvent des légumes communs, des légumes anciens (arroche, roquette) et des condiments (cerfeuil, persil, capucines, ...). Sur chaque planche, tous les types de plantes sont mélangées. De plus, des légumineuses sont systématiquement mêlées aux autres plantes (haricots nains, pois, pois mange-tout, fèves, trèfle blanc). Quelques plantes spontanées ont été conservées pour leurs vertus : consoude, ortie, grande mauve, etc.

Légumes		**Condimentaires**	**Médecinales**	**Ornementales**
Arroche	*Roquette*	Cerfeuil	Capucines	Prunier mirobolant
Betterave rouge	*Choux pommé*	Persil	*Bourrache*	
Blette	*Cresson*		*Consoude*	*Bleuets*
Tomate	Carottes	**Légumineuses**	Soucis	Tounesol
Pomme-de-terre	Fraisier	Haricots nains	*Grande mauve*	Maïs
Oignon	Framboisier	Pois mange-tout	*Ortie brûlante*	Blé
Poireau	Cornichon	Fèves	Valériane	Phacélie
Salade	Courgettes	*Trèfle blanc*	Hysope	
Laitue	Salsifi		*Iris faux acore*	

En italique, les plantes spontanées

Légumineuse (haricots) Paillage Arroche

La multiplication des plantes se fait essentiellement par graine. Soit en laissant les plantes grainer soit par l'achat de quelques semences chez Kokopelli. Il faut aussi noter l'abondance des plantes spontanées mais conservées pour leur utilité (bourrache, bleuets, iris faux acores, cresson, trèfle blanc, …) L'avantage de cette technique est d'éviter de remuer le sol lors des repiquages et de maintenir une diversité biologique maximale.



La fertilité du jardin est évidente. Le mulch de paille et de mauvaises herbes permet de maintenir le taux d'humus à un niveau élevé. Le nom labour permet de retenir les sels minéraux naturels nécessaires aux plantes. Quant aux légumineuses, présentes en abondance, elles fixent l'azote de l'air pour le restituer à l'ensemble des autres plantes.

La lutte contre les mauvaises herbes est limitée au strict minimum. En général, elles sont sectionnées à la main juste avant leur floraison. Cela permet d'éviter leur propagation sans bouleverser le sol par l'arrachage. Autre avantage, les mauvaises herbes sectionnées contribuent au paillage. La lutte contre les ravageurs est quasiment nulle. Tout d'abord, la grande diversité biologique des végétaux fait qu'il n'y a pratiquement pas de ravageurs. Même les pommes-de-terre sont indemne de doryphores ! Au contraire, les insectes pollinisateurs (papillons, mouches, coléoptères floricoles) sont très nombreux. Seul bémol : la forte présence es limaces (arions, loches, limaces) qui menacent les semis. Il faut dire que le terrain humide et l'absence de labour favorisent les mollusques. Pour faire face à ce danger, Dounia et Nicolas ont investi dans un couple de canards, de race coureur indien. Ceux-ci circulent librement dans le jardin et font leur travail de nettoyeurs très honnêtement.

Dans ce jardin, le bois joue un grand rôle. On le trouve sous la forme de piquets, bordures, panneaux indicateurs de semis, rames, protections des semis, etc. Mais on regrettera que les végétaux ne puissent pas profiter d'un véritable étagement à plusieurs strates : grands arbres, fruitiers, arbustes, plantes herbacées, petites herbacées. De même, on regrettera l'absence de haies fleuries. L'étagement, proposé par Robert Hart et moi même, rendrait le jardin plus résistant encore. Cela donnerait en effet la possibilité à la faune (hérissons, oiseaux des haies, grenouilles, carabes et grandes sauterelles) de se développer librement et de mieux contrôler les ravageurs, notamment les limaces. Cela permettrait aussi de cultiver plus facilement les plantes grimpantes exotiques telles que la vigne, le kiwi, la passiflore. Nos jeunes cultivateurs en son bien conscients. Mais il buttent sur un problème de taille : ils ne sont pas propriétaires du terrain et leur istallation, comparée à la vie d'un arbre, est bien récente...

En fin de compte, je conseille vivement à tous ceux qui s'intéressent à l'agriculture naturelle de visiter ce petit coin de verdure, à quelques kilomètres seulement au sud de Paris. Ils verront en un coup d'œil ce qui fait le charme d'un jardin fait en suivant l'inspiration de la nature. Quant à ceux qui croient en l'agriculture naturelle, ils trouveront un exemple à suivre, à la fois conforme aux principes du jardin naturel de Jean-Marie Lespinasse et à ceux, plus exigent encore, de l'agriculture naturelle de Masanobu Fukuoka et du jardin synergétique d'Emilia Hazelip.

Les limaces : classification, comportement, dégâts, causes de la prolifération en agriculture naturelle, méthodes de lutte

Note de l'ITAN
Francis Bourdeu
5 mai 2010

CLASSIFICATION

Règne : Animal
Embranchement : Mollusques
Classe :Gastéropodes
Ordre : Stylommatophores
Familles : Arionidés, Limacidés

UTILITE

Les limaces s'alimentent de cadavres de petits animaux, d'excréments et de déchets végétaux, qu'elles réduisent en petits morceaux, et sont donc l'un des premiers maillons de la chaîne de décomposition de la matière organique. Elles contribuent aussi largement à la minéralisation des substances organiques et à la formation de l'humus ce qui profite à nos cultures. Malheureusement, elles s'attaquent aussi aux cultures.

COMPORTEMENT

Elles sont constituées à 85% d'eau et n'ont pas de peau ou de coquille pour éviter l'évaporation. Pour éviter de se dessécher, elles ont donc un besoin constant d'absorber de l'eau, par la peau, ou en buvant et en mangeant. Leur activité est en rapport direct avec l'humidité ambiante. Elles quittent leur abri, à la nuit tombée, lorsque la température baisse, que le sol restitue la chaleur emmagasinée dans la journée et que la rosée se forme. La longueur de leur promenade dépend de la quantité de bave (ou mucus) qu'elles devront sécréter, compte tenu de l'humidité du substrat, et la durée de leur phase d'activité est fonction de la quantité d'eau perdue par évaporation. Ce mucus qui recouvre la peau de l'animal lui assure son humidification et fait office de lubrifiant lors des déplacements. Élaboré par des glandes spécifiques, il est un élément indispensable de la locomotion des limaces. Composée à 98% d'eau, cette bave est écrasée sous la sole de réptation (le dessous du pied), formant la trace bien connue, visible sur les plantes attaquées. Comme les gastéropodes ne peuvent avancer sans ce lubrifiant, la nature du substrat qu'ils rencontrent conditionne fortement leurs déplacements. Un support sec et poreux ne leur permet pas d'avancer, car il absorbe l'eau de la bave qui s'épaissit. Cette importante dépense d'eau ne convient pas à la limace qui change alors de direction ou réduit immédiatement son activité.

DEGATS

Les limaces causent des dégâts aux semis (surtout de radis, choux, colza, maïs, tounesol, etc.), aux légumes feuille (choux, radis, salades, blettes, oseille, épinards, etc.), aux légumes racines (carottes,

radis, navets, pommes de terres), aux fraises et aux tomates les plus basses, à de nombreuses plantes d'ornement (iris, hosta, etc.) et aux champignons commestibles (cèpes, girolles, rosés, etc.). Elles se nourrissent de jeunes pousses tendres. Les légumes sont alors peu ragoutants car les parties atteintes pourrissent souvent et ce d'autant plus vite que les limaces transmettent fréquemment des agents infectieux aux plantes, par l'intermédiaire de leur bave ou de leurs déjections. Les symptômes sont des feuilles trouées ou mangées sur les bords avec des traces de bave sèche et brillante.

Attaque d'Arion rufus sur une laitue chicorée
http://www.fairesonjardin.fr/plantes.php?id=031

REPRODUCTION

Les limaces sont hermaphrodites, donc à la fois mâle et femelle, mais pas simultanément : les deux phases sexuelles se succèdent. Elles sont d'abord, les deux mâles, produisant des spermatozoïdes, s'accouplent et se fécondent mutuellement. Ensuite, commence la période femelle pendant laquelle les limaces produisent des ovules qui seront fécondés par le sperme stocké dans une poche spéciale. Les œufs sont pondus dans le sol en paquets pouvant contenir jusqu'à 200 œufs. La durée de la maturation des œufs va de 2 à 4 semaines en été, à 2 à 4 mois en hiver, période où ils résistent mieux au gel que les adultes et représentent de ce fait, le stade le plus approprié à l'hibernation. Ceux sont des limaces de quelques millimètres de long, adultes en miniature, qui éclosent.

Oeufs de limace

INFLUENCE DU MILIEU SUR LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

La qualité et l'accessibilité de la nourriture ont une influence déterminante sur le comportement alimentaire des limaces. En effet elles possèdent des organes olfactifs et des papilles gustatives bien développés, qui leurs permettent d'évaluer la qualité des aliments et de repérer des sources de nourriture situées parfois à des distances non négligeables. Les limaces préfèrent certains types de plantes, voire des stades particuliers de la croissance végétale et ont une prédilection pour les plantes endommagées. Des études ont révélées combien il était vital pour les limaces de pouvoir distinguer la qualité de leurs mets afin de se composer un régime alimentaire varié, car les limaces nourries exclusivement d'une espèce végétale, pomme de terre par exemple, présentent un retard de croissance très net. La distance entre le lieu de nourriture et le gîte joue, elle aussi, un rôle décisif : plus la limace doit se déplacer pour rechercher sa nourriture, plus elle est à la merci du temps qu'il fait. Par contre, si son gîte est proche, cette contrainte n'existe plus et elle peut alors consommer régulièrement de grandes quantités de nourriture et se développer très rapidement. C'est pourquoi, en agriculture naturelle, les limaces ont tendance à proliférer, du fait qu'elles aient d'une part, le gîte idéal dans une litière humide et chaude, et d'autre part, le choix au niveau de la nourriture, grâce à la diversité végétale présente.

LES TROIS ESPECES DE LIMACES LES PLUS FREQUEMMENT RENCONTREES

- La grosse limace (*Arion rufus*) est la plus connue : sa couleur va du rouge au brun noir et elle peut mesurer jusqu'à 15 cm. On la rencontre dans des biotopes très variés : haies, prés, marais et forêts, mais aussi dans les jardins et les champs. Elle s'active surtout à la surface du sol. Elle est pratiquement omnivore, mais opère un choix parmi les légumes et les plantes, suivant la saison et l'offre. Elle a une préférence pour les jeunes pousses tendres et les plantes déjà entamées. Une grosse limace est capable d'ingurgiter jusqu'à 50% de son poids, soit 5 à 10 g, en une seule nuit. Les plantes abîmées sont souvent contaminées par des maladies après le passage des limaces. Quant aux légumes destinés à la conservation ils pourrissent à partir des endroits attaqués. La grosse limace peut parcourir plusieurs mètres tous les soirs pour s'offrir le repas qui lui convient mais si elle trouve un nouvel abri convenable à proximité de son lieu d'approvisionnement, elle y reste.

Grande limace

-La limace horticole ou limace des jardins (*Arion hortensis*). Elle mesure entre 2 et 3 cm. Elle est assez allongée et de couleur bleu noir avec 2 bandes latérales gris foncé à peine visible. La sole de reptation est orange ou jaune et le mucus incolore ou jaune. Elle est moins sensible au froid que la grosse limace donc l'hiver ne signifie pas pour elle une inactivité totale. Sa zone d'activité se situe à la surface ou dans les premiers centimètres du sol. Par temps humide (nuit de rosée par exemple) elle rampe aussi sur les feuilles, abîmant par exemple les têtes de chou. Plus la température et l'humidité de l'air sont élevées, plus les sorties nocturnes sont fréquentes. La quantité dévorée varie peu, mais les dégâts sont plus importants car les plantes sont entamées en de nombreux endroits. Elles endommagent plus particulièrement les racines et les germes, ainsi que les légumes-racines et les tubercules. Les limaces horticoles sont sédentaires et ne parcourent pas de grandes distances.

Elles se déplacent d'une planche à l'autre pour trouver des plants plus jeunes et plus savoureux.

Limace des jardins

- La petite limace grise ou loche (*Deroceras reticulatum* de la famille des Limacidés) mesure entre 3, 5 et 5 cm.Son corps est blanc jaunâtre, gris ardoise ou marron et souvent ornementé de tâches brunâtres dessinant une sorte de réseau. La peau est légèrement ridée, la sole de reptation claire. Comme cette espèce vit à la fois sous et sur terre, elle menace toutes les parties des végétaux : feuilles, fleurs, fruits, tiges, racines et tubercules. La nature des dommages dépend du climat : en période de sècheresse, les petites limaces grises restent surtout dans le sol où elles rongent les parties souterraines des plantes. Elles peuvent ainsi, en l'espace de 2 jours, réduire à néant un semis de carottes sans qu'on en ait aperçu une seule. La petite limace grise peut poursuivre son activité même si la température avoisine 0°C.

Petite limace grise

METHODES DE LUTTE

- Le piégeage et le ramassage (plus adapté à la grosse limace rouge) : on dispose, le soir, en plusieurs endroits du jardin, des abris artificiels tels que pots en terre retournés, tuiles, cartons ondulés mouillés, feuilles de plastique noir, morceaux de planches avec éventuellement des appâts comme des feuilles de consoude, d'œillet d'Inde, des déchets de cuisine, des épluchures, du son, de la bière, ... Et le lendemain, on procède au ramassage des limaces.
- Une barrière physique : on met en place autour des semis ou des plants à protéger un obstacle gênant le déplacement des limaces. Cela peut être de la cendre de bois ou de la sciure à condition que la couche face au moins 1 cm d'épaisseur, un mulch sec, un morceau de tube PVC ou une bouteille en plastique coupée en deux placés sur les jeunes plantes.
- L'effet répulsif : les limaces n'aiment pas certaines plantes comme le thym, l'ail, la civette, la menthe, le géranium, la digitale, le fenouil, l'oignon, la capucine dont on disposera quelques parties aux endroits à protéger.

- Une fine couche de broyat de branches comme mulch sera moins confortable que de la paille appréciée des limaces.

- Attendre que le sol soit suffisamment réchauffé avant d'effectuer les premiers semis en pleine terre. Plus les plants lèveront vite, moins les dégâts causés par les limaces seront importants. Pour accélérer la germination on peut laisser tremper les graines toute une nuit dans l'eau. Pour les plantes à risque (laitue) on choisira plutôt la technique du repiquage de plants vigoureux et en bonne santé, en godets.

- Limiter l'arrosage aux plantes qui en ont vraiment besoin en le faisant localement, au tuyau ou à l'arrosoir. Préférer arroser le matin de manière à ne pas favoriser la circulation des limaces qui sont des animaux nocturnes.

- Tasser le sol autour des semis ou des plantations afin de ne pas laisser de refuge aux limaces.

- Faire un lâcher de volailles - canards, poules, dindes, pintades - durant quelques minutes, le matin de bonne heure ou le soir à la tombée de la nuit.

- Les prédateurs naturels : favoriser la présence des prédateurs des limaces avec une haie pour accueillir les oiseaux, les hérissons, les musaraignes ; un tas de pierre pour les carabes, le vers luisant et ses larves, l'escargot de Bourgogne (qui mange les œufs de limace) ; un plan d'eau pour les orvets, les crapauds et les grenouilles ; sans oublier les taupes.

Escargot de Bourgogne

Carabe doré

Crapaud commun

Hérisson d'Europe

- Les produits chimiques : sur les grandes surfaces et de manière uniquement curative, par exemple lorsque la récolte est compromise en cas d'attaque massive des semis, il est possible d'épendre du phosphate de fer. C'est un produit biodégradable, qui n'attire ni n'empoisonne les carnivores (chiens et chats) contrairement à d'autres produits sur le marché tel que le Métaldéhyde.

En conclusion, si l'on conduit son jardin de façon naturelle, c'est à dire en réunissant toutes les

conditions nécessaires à un équilibre biologique, les limaces ne seront qu'un élément parmi tant d'autre de la chaîne alimentaire et elles ne poseront pas de problèmes majeurs.

Pour approfondir

50 Façons d'assassiner les limaces de Sarah Ford et Luc Rigoureau (Poche - 13 février 2008)
Puceron, mildiou, limaces... : Prévenir, identifier, soigner bio de Jean-Paul Thorez et Christine Achard (Broché - 10 mars 2008)
Elsevier's Dictionary of Pests and Diseases in Useful Plants: In English, French, Spanish, Italian, German, Dutch, and Latin de Ernest Eylenbosch (Relié - 30 août 1995)

Crédit photos : Wikipédia, sauf mention contraire.

Permaculture et agriculture soutenable

Olivier Barbié*

22 août 2007

Document de travail

* Président de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle.

RÉSUMÉ

Dans ce papier, nous montrons que la permaculture, comme l'agriculture naturelle et nombre de méthodes marginales d'agriculture biologique, peine à se généraliser car elle repose sur une erreur fondamentale : elle tente de reproduire le modèle de la forêt sauvage à partir d'espèces végétales domestiques. L'erreur repose sur deux fait établis : les plantes cultivées sont héliophiles et la productivité nette de la forêt est très inférieure à la productivité nette d'un sol cultivé selon les méthode industrielles.

À notre avis, la solution à suivre pour faire en sorte que l'agriculture biologique puisse se généraliser, passe par l'abandon de la référence au modèle forestier et donc par la remise en cause des 4 principes de Masanobu Fukuoka et des 12 principes de David Holmgren.

En lieu et place, nous conseillons d'explorer les voies tracées par les associations végétales à base de légumineuses, l'agroforesterie, les techniques culturales simplifiées et l'emploi de bois raméal fragmenté.

Nous avons montré dans deux textes précédents que l'agriculture naturelle originelle de Masanobu Fukuoka ne pouvait être préconisée telle quelle (O. Barbié, 2007a) et qu'une fois améliorée, elle cédait la place à une forme pus classique d'agriculture biologique (O. Barbié, 2007b).

Nous allons ici étendre nos résultats à toutes les formes d'agricultures biologiques marginales et en particulier à la permaculture qui est la plus répandue et la plus institutionnalisées d'entre elles.

Après avoir fait un rapide rappel de ses principales caractéristiques, nous soulèverons le difficile problème du manque de productivité de la permaculture. Nous verrons qu'il est dû à un présupposé fondamental, commun à l'agriculture naturelle : le modèle à suivre est la forêt sauvage en équilibre (foret climax).

Nous développerons deux arguments à l'encontre de cette idée : le premier est que les plantes cultivées ne sont pas des espèces sciaphiles forestières mais des espèces héliophiles anthropophiles, le second est que la productivité nette de l'écosystème forestier est beaucoup plus faible que celui des écosystèmes agraires.

Dans une troisième partie, nous envisagerons quelques pistes permettant à l'agriculture biologique de coller au plus près avec la réalité écologique, économique et sociale du moment.

1. Permaculture et agriculture naturelle

L'expression « agriculture permanente » a été forgée en 1911 par Franklin Hiram King dans son livre classique *Farmers of Forty Centuries: Or Permanent Agriculture in China, Korea and Japan*. Elle désignait alors une forme d'agriculture indéfiniment durable.

Cette définition a été introduite en Australie en 1973 par P. A. Yeomans. Il a aussi été l'inventeur du concept de forme (design, keydesign) qui permet de décrire un système agricole.

L'écologue Howard T. Odum a quant à lui introduit le principe de pouvoir maximum, qui évalue un écosystème en fonction de l'énergie qu'il conserve (énergie potentielle).

Ces divers éléments ont été combinés en 1978 par Bill Mollison et David Holmgren dans l'ouvrage fondateur : *Permaculture One*. C'est dans cet ouvrage qu'apparaît le terme de permaculture comme abréviation d'agriculture permanente.

Leur approche agronomique consiste en une approche systémique de la nature, comme en écologie scientifique, mais normative, comme en écologie politique. L'idée est de cultiver en reproduisant (*design*) le modèle (*pattern*) des écosystèmes naturels et en particulier la forêt climacique (supposés meilleurs en terme de pouvoir maximum).

1.1. Principes de la permaculture

La forme du nouveau système (*design*) est pensée à la fois verticalement (strates végétales) et horizontalement (zones géographiques).

Sa structure comprend 7 strates :

1. La canopée (grands arbres)
2. Le niveau des arbres bas (arbres fruitiers)
3. Le niveau arbustif (arbustes et buissons)
4. La strate herbacée (céréales, légumes)
5. La surface du sol
6. La rhizosphère (racines des plantes)
7. Les plantes grimpantes

Quant aux zones, il en existe 5 :

1. Zone 0 — La maison.
2. Zone 1 — La zone la plus proche de la maison.
3. Zone 2 — Le jardin potager.
4. Zone 3 — Le verger et les cultures.
5. Zone 4 — La forêt cultivée.
6. Zone 5 — La zone sauvage.

Ces zones et ces strates sont gérées en respectant les douze principes de David Holmgren :

1. Observer et interagir
2. Capter et stocker l'énergie

3. Obtenir des résultats
4. Utiliser une autorégulation et accepter les effets de rétroaction.
5. Utiliser et valoriser les ressources renouvelables.
6. Ne pas produire de déchets.
7. Créer (*to design*) à partir de modèles généraux (*patterns*) jusqu'aux détails.
8. Intégrer plutôt que séparer.
9. Appliquer des solutions petites et lentes.
10. Utiliser et valoriser la diversité.
11. Employer le petit et valoriser ce qui est marginal.
12. Utiliser avec créativité et responsabilité le changement.

Comme on le voit, cette approche de l'agriculture cache sous un vocabulaire scientifique des années 1970 une vision du monde spiritualiste et non naturaliste, bien plus proche du bouddhisme que de Lavoisier.

D'ailleurs, dès les années 1980, le terme de permaculture n'est plus compris dans le sens d'agriculture permanente (*Original permaculture*) mais dans celui de civilisation (du) durable (*Design permaculture)* et est repris par des gens plus soucieux de l'habitat que de production agricole (Whitefield, 2001).

1.2. L'agriculture naturelle

C'est ici que Masanobu Fukuoka entre en scène. Il n'est jamais présenté comme un des pères de la permaculture. Pourtant, il n'en est jamais loin et beaucoup de permaculteurs le citent et s'y réfèrent. Il faut dire que sa volonté de s'inspirer constamment du modèle forestier climax rejoint largement les préoccupations de Odum et de Homlgren. On trouve aussi l'idée de zone chez Fukuoka. Mais c'est chez lui une simple reprise des traditions agricoles locales pour qui il avait beaucoup d'estime (Barbié, 2007, p. 36).

Par contre, Fukuoka n'a pas réellement cultivé en respectant les strates forestières (jardin forestier). Pour lui, l'essentiel de l'agriculture naturelle était ailleurs et surtout dans le non-labour. Il l'a donc formalisé sa pensée dans ses quatre principes, d'ailleurs très largement repris par la permaculture originelle : pas de labour, pas d'engrais, pas de sarclage, pas de désherbant.

Par conséquent, si la permaculture et l'agriculture naturelle convergent, c'est surtout par la permaculture originelle de Mollison et Homlgren. Les extensions des années 1980 sont plutôt des prolongements qu'un approfondissement, une diversification adaptée à un public toujours plus urbain.

Néanmoins, sur le fond, agriculture naturelle et permaculture souffrent des mêmes défauts. Toutes les deux supposent que l'on peut cultiver en copiant la forêt. À notre avis, cela pose une série de problèmes dont les conséquences sont si importantes que ni l'agriculture naturelle ni la permaculture n'ont su les résoudre, se retrouvant ainsi cantonnées ainsi à jouer le rôle de curiosités agronomiques, s'étendant sur quelques ares ou acres, ou de mouvements sectaires marginaux réfugié au sein de quelques groupuscules communautaires ayant opéré leur retour à la nature.

2. Morale sous-jacente

Le premier de ces problèmes, soulevé notamment par Williams (2001), est tout simplement que la productivité d'un écosystème se mesure par la biomasse annuellement exportable et non par la biomasse produite. En d'autres termes, il ne sert à rien de créer un écosystème très dense s'il ne permet aucune récolte. Le cas le plus évident de ce paradoxe est celui des forêts primaires qui malgré une biodiversité incommensurable et une production annuelle vertigineuses ne supportent pas la moindre exportation, ne serait-ce que par manque de minéraux solubles. Il est bien connu à ce propos que la forêt amazonienne ne survit que grâce aux vents qui transportent du sable du Sahara jusqu'en Amérique, par delà l'océan. Exprimé en termes scientifiques, la productivité nette d'un écosystème est une fonction inverse de son degré de maturité.

S'il est vrai qu'un champ de blé ne produit pas grand-chose, au moins tout y est exportable, et il suffit de quelques kilos de fertilisants à l'hectare pour maintenir durablement la production annuelle de ce système indéfiniment immature.

Mais d'autres difficultés surgissent. Nous avons constaté en concevant empiriquement notre coefficient d'associations végétales β (Barbié, 2007a, p. 10) que la plupart des plantes cultivées sont héliophiles, comme les grands arbres, et qu'à cause de cela, elles ne supportent pas l'ombre, contrairement à toutes les plantes herbacées forestières :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times n'} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{n''} \times \frac{1}{1 + n'''}$$

avec n' le nombre de strates herbacées (comprendre non arbustives) totalement occupées[1], n'' le nombre d'espèces ou de variétés de la strate herbacée la plus haute (quelle que soit sa hauteur) et n''' le taux d'occupation de la strate arbustive[2].

Par exemple, si l'on cultive un mélange du maïs sous des arbres, le rendement espéré sera au mieux égal à 50% du rendement moyen sans arbres :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 1} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1+1} \approx \frac{1}{3}.$$

Cela signifie que nos plantes cultivées ne sont généralement pas adaptées à la vie sous couvert. Et il faut des climats particulièrement impitoyables pour voir des céréales mieux croître à l'ombre des arbres (palmeraies d'oasis). Tout au plus peuvent-elles s'adapter à des couverts très clairs semés.

Cette propriété des plantes cultivées n'est qu'un indice d'une vérité beaucoup plus profonde encore. Comme nous avons pu l'observer suite à une série de relevés en France et en Bulgarie (2006), la plupart des plantes cultivées font partie non des plantes forestières mais des plantes rudérales. Il faut comprendre que nos plantes domestiques sont nées dans les décombres, c'est à dire dans des clairières bouleversée par l'action de l'homme, et non au cœur des forêts sauvages de la fin du Paléolithique. Si les plantes cultivées souffrent de la concurrence des plantes adventices, c'est quelles partagent nombre de points communs : cycles végétatifs courts, forte capacité à mobiliser l'eau et l'azote, besoin de sols meubles et

[1] Il en existe deux : < 50 cm de haut et > 50 cm de haut, n' varie donc de 1 à 2, il n'y a pas de prise en compte possible des valeurs intermédiaires.

[2] 0 si elle est vide, 1 si elle est totalement occupée, 0,5 si elle ne l'est qu'à moitié, …

bouleversés. Nos cultures sont donc fondamentalement incompatibles, par nature, avec un écosystème stable. Se sont des plantes pionnières d'un type particulier : elles sont anthropophiles et se sont adaptées à l'exploitation du sol spécifique qu'est l'anthropozium. Si la forêt incarne la stabilité, alors les plantes domestiques sont l'icône d'un écosystème constamment bouleversé et toujours maintenu en devenir. Vouloir faire en sorte que l'agriculture copie la forêt, c'est comme vouloir reproduire le mouvement permanent : c'est possible, à condition qu'elle ne produise rien, quelle ne soit pas le fait des hommes et qu'elle n'implique aucune espèce domestique. Dans cette hypothèse, Fukuoka a raison de dire que les pins de la montagne se cultivent tous seul. Mais les pins ne sont ni des cognassier ni des choux ! Et à proprement parler, la montagne ne cultive rien. Car cultiver, c'est maintenir hors du monde sauvage.

L'agriculture, si elle a le souci du naturel, doit donc se focaliser sur les caractéristiques intrinsèques des plantes qu'elle cultive et non sur celle des plantes spontanées, sauvages par définition.

Deuxièmement elle doit accepter d'être en perpétuel déséquilibre. Agriculture durable ne veut pas dire agriculture en équilibre mais agriculture durablement en déséquilibre.

Il se trouve que ces deux idées sont particulièrement en opposition avec l'état d'esprit de ceux qui ont préparé (M. Fukuoka) ou soutenu la permaculture (B. Mollison, D. Holmgren, Robert A. de J. Hart, Ph. Corbett, É. Hazelip, M. Bonfils). Mais aussi celui de beaucoup d'agrobiologistes inspirés de R. Steiner (biodynamie), E. Caddy (New-Âge), P. Rabhi (agriculture humaniste), G. Clément (jardin en mouvement) et G. Lemieux (utilisation du bois raméal fragmenté). Pour tous ces gens, ce qui est sauvage a plus de valeur que ce qui est domestique. J'utilise ici le mot valeur au sens moral et normatif du terme. De même, ce qui est en équilibre vaut plus que ce qui ne l'est pas, que ce soit productif ou non.

Il faut critiquer ici avec vigueur le masque moderne de ce culte platonicien (et taoïste) de l'équilibre qu'est la pensée américaine de l'analyse systémique, encore colportée par Lemieux et Henry (2005) pour ne citer qu'eux. Cette pensée croit avoir trouvé le graal en représentant le monde sous forme de systèmes et en jugeant que la forêt est moralement supérieure parce qu'elle forme un système métastable. Outre le fait que la stabilité d'un système ne présente en soit strictement aucun intérêt (les atomes du granit aussi sont stables et on ne va pas les cultiver pour autant), cette démarche pose un problème épistémologique redoutable. En effet, si un système est un ensemble d'éléments en interaction et finalisé, alors la cause d'un phénomène n'est pas unique mais toujours aussi multiple que les interactions en jeu. Tous le savent, mais nul n'en tire la conséquence que Nietzsche avait pourtant déjà vue : si tout est la cause de tout, alors il n'y a plus de cause du tout. L'effet papillon tue définitivement la causalité, et sans causalité, il n'y a plus de science. Ce qui n'est d'ailleurs pas dramatique, sauf pour la caste qui vit des subsides publics au nom de la science : l'agriculture n'a jamais été une science et il n'y a pas de raison qu'elle le devienne un jour, pas plus que la comptabilité, le management, l'architecture ou la médecine ne sont appelées à devenir des disciplines scientifiques. Après tout, l'agriculture occidentale doit autant à Columelle et à de Brabant qu'à von Liebig et à Boussingault.

Le sauvage et l'équilibre, qui mènent à la forêt, sont des présupposés moraux et non scientifiques ou techniques, c'est pourquoi ils ne sont guère discutables. D'ailleurs, ils sont irréfutables au sens de K. Popper puisque les agrobiologistes qui les prônent refusent

généralement de soumettre leurs méthodes à des protocoles scientifiques (Williams, 2001), sauf Lemieux qui reste dans une logique scientifique, bien que marginale dans sa profession.

La question est donc de savoir si ces valeurs morales sont compatibles avec les faits. Manifestement, non.

Obstinément, les chrysanthèmes, qui ne savent pas lire, continue à pousser en biais pour éviter l'ombre des buis et des lilas, et l'on a beau leur expliquer qu'il est plus naturel pour eux qui sont des plantes herbacées de pousser sous une ligneuse, rien n'y fait ! Tout aussi obstinément, les pommes de terre réclament un sol meuble, profond et bien arrosé. Et ceux qui veulent cultiver autrement récoltent des tubercules minuscules.

Nous avons montré (Barbié, 2007c) à partir d'observations de terrain aisément reproductibles par tous que la flore générée par un sol riche en azote n'est pas naturelle ! En effet, les biotopes naturels sont en équilibre et il se trouve que l'azote soluble du sol est instable. Dès lors se pose la question de l'origine des plantes cultivées.

Il est évident que les plantes cultivées appartiennent à une série étroitement liée à la présence de l'homme et marquée par quatre caractères : ces plantes sont souvent herbacées, presque toujours héliophiles, généralement luxuriantes et assez souvent nitrophiles.

Par conséquent, l'idée qui consiste à cultiver en copiant le modèle de la forêt est donc contraire aux caractéristiques biologiques de ces plantes car elles diffèrent radicalement des séries forestières.

Par ailleurs, la culture consiste à reproduire le milieu originel des cette série de plantes, à savoir manifestement les dépotoirs de la fin du Paléolithique. D'où notre nouvelle vision des zones cultivées : un champs ou un jardin est un milieu ou l'on s'efforce de reproduire les conditions d'un dépotoir, sol perturbé (labour) et contenant des déchets (fumure). Et il ne peut pas en être autrement.

Cependant, les plantes domestiques se répartissent en deux sous-groupes : les plantes cultivées et les adventices. Nous montrons qu'elles ont les mêmes caractères écologiques et qu'elles sont souvent génétiquement proches. Mais les plantes cultivées se distinguent des plantes adventices par l'hypertrophie d'un de leur membre due à la sélection variétale. Cette hypertrophie handicape définitivement les plantes cultivées vis-à-vis des adventices.

Il est donc illusoire de croire que l'on peut cultiver sans générer et partant sans détruire les adventices.

Voici pour les faits.

Encore qu'il faille introduire ici une remarque fondamentale sur la réalité de ces faits. Il est par exemple frappant de lire sous la plume de Henry (2005, p. 16) que les indicateurs de rentabilité « ce ne sont que des indicateurs dont la mesure repose sur des conventions, l'hypothèse étant qu'ils représentent la réalité au plus près mais ils ne sont pas la réalité elle-même. » Visiblement, contrairement à l'Allemagne de Kant, le Canada n'a pas encore vécu son réveil humien et croit encore à la réalité. Sous qu'elle forme ? L'essence ? L'être ? Dieu ? Ces chercheurs espèrent-ils, malgré le théorème d'incomplétude de Gödel, définir des indicateurs qui ne reposent sur aucune convention ? Qu'on se le dise dans les chaumières, la réalité n'existe pas plus que la vérité, et nous devons faire avec, humblement, sachant que tout ce qui ne peut être énoncé doit être tu (Wittgenstein).

3. Perspectives

Notre avis est donc que si l'on veut développer une agriculture naturelle, c'est-à-dire compatible avec les lois de la nature connues des physiciens, des chimistes, des généticiens, des botanistes, *etc.*, il faut aborder les problèmes agronomiques avec pragmatisme et opportunisme. Ainsi, nous n'avons aucun modèle rassurant à suivre. La vraie nature des cultures et la culture. Tout est donc sans cesse à inventer pour répondre aux besoins des hommes contemporains. Notre modèle n'est pas le sauvage. Mais un système agricole civilisé et performant à imaginer. De même, le goût pour la stabilité et l'équilibre, l'envie de situations « de toute éternité », ce qui ressemble beaucoup aux concepts « momifiés » tant critiqués par Nietzsche, doit être abandonné au profit de pratiques en perpétuelle évolution.

3.1. Les objectifs de l'agriculture

Les idées de la permaculture, de l'agriculture naturelle ou de la biodynamie, bien que souvent inventées par des savants (Fukuoka, Mollison, Steiner) s'inspirent largement de celles de certains religieux ou marginaux en rupture de ban avec la société comme le furent les moines taoïstes du moyen age ou les groupuscules écologistes des années 1970 – 1990. La vérité, si elle existe, est que nous ne créeront pas un monde adapté à l'homme, par essence inadapté à la nature sauvage, qu'en faisant reposants nos techniques non sur la métaphysique mais sur les sciences de la nature, suivant en cela Wittgenstein.

Les arracheurs de maïs transgénique de José Beauvais ont raison d'arracher les plants génétiquement modifiés et déjà condamnés par la justice. Mais il a tord de ne pas proposer de solution alternative crédible. Et s'il ne le fait pas, c'est qu'en réalité, sa position s'appuie sur des présupposés tout simplement indéfendables, révélés par sa récente candidature aux élections présidentielles françaises de 2007 (P. Rabby semble avoir été plus sage en s'abstenant).

Car en définitive, quel est notre objectif ? N'est-il pas celui du plan d'Edgar Pisani (1962) : donner à tous accès à une alimentation saine et peu chère, dont la production permette aux paysans de vivre dignement ? Nous ajouterions aujourd'hui, et qui respecte l'environnement ?

L'agriculture biologique, quelle que soit sa forme, peut effectivement produire une nourriture saine. Encore que le développement des productions agricoles non alimentaires (fibres, énergie, médicaments, etc.) impose des défis toujours plus difficiles à relever. Par contre, elle a démontré sur plusieurs dizaines d'années que ses coûts de production sont plus élevés, à cause d'une productivité plus faible. À ce propos, il est frappant de lire, dès l'introduction de son ouvrage (Fukuoka, 1989) qu'ils se complait regarder ses disciples s'échiner sur sa modeste parcelle à produire un peu de riz et d'orge. Que vaut une agriculture qui ne nourrit pas la main d'œuvre qu'elle emploie ? C'est pourtant le cas de nombre d'expériences comme celle de Lanza del Vasto, de Rabby, de Hazelip, de Hart, etc.

À quoi peut donc bien ressembler la voie à suivre si l'on souhaite développer une agriculture durable pragmatique et opportuniste, capable de remplir correctement ses fonctions économiques, sociales et environnementales ?

Avec le recul que donne plus de vingt ans de réflexion et d'expérimentation, nous pensons qu'il ne peut exister de réponse unique. Les voies tracées par Sir Howard et suivies par les défenseurs des associations végétales herbacées à base de légumineuses (Ponchon), l'agroforesterie (Kerkhof), la restauration des haies (Soltner, 1995), les Techniques Culturales

Simplifiées (Soltner, 1998, 2000), peut-être le BRF (Lemieux) et de façon certaine la micro-agriculture biointensive de J. Jeavons sont toutes très précieuses. Mais comme elles ne sont pas forcément compatibles entre elles et que nous souhaitons toutes les conserve, cela nous conduit à introduire la gestion différenciée usuelle en aménagements paysagers en agriculture.

3.2. Le coefficient d'intensification

La gestion différentiée consiste à affecter à chaque parcelle un coefficient d'intensification. Mais bien sûr, le calcul de ce coefficient est tout à fait conventionnel.

Notre préféré pour les grandes cultures est la masse d'engrais azoté (exprimée en unité fertilisante N) par hectare. En espaces verts, l'inverse de la hauteur de coupe est très utile pour les zones fauchées ou tondues (voir tableau).

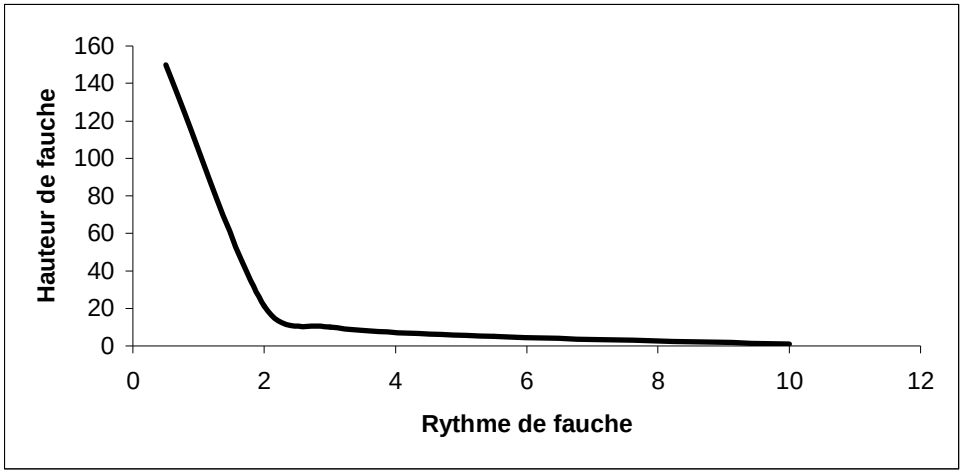
Catégorie	Hauteur de coupe en cm	Rythme de coupe	Apports azotés	Irrigation
Green de golf	< 2	Tous les jours	Une fois par semaine	Oui
Pelouse de prestige	2	Une fois par semaine	Une fois par mois	Oui
Gazon	2 – 4	2 fois par mois	Une fois par an	Parfois
Terrain de jeu	4 – 7	1 fois par mois	Jamais	Non
Prairie	> 7	1 à deux fois par an	Jamais	Non

Quant aux surfaces qui ne sont ni fertilisées ni fauchées, il faut se résoudre à employer un indicateur plus général. Nous proposons d'employer un indice construit sur le nombre d'heures de travail consacrées par an à chaque hectare. Cette valeur, proche de la valeur travail de Pareto, peut être adaptée au travail mécanisé en divisant les coûts par le salaire ouvrier moyen.

$$Ci = \frac{WL + PK}{\overline{WL}}$$

avec Ci le coefficient d'intensification réel, W le salaire horaire versé, L le nombre d'heures effectuées, P le coût horaire du matériel, K le nombre d'heures d'utilisation du matériel et $\overline{WL}$ le coût moyen du travail de référence ($\overline{L} = L$ en économie non monétaire).

Cependant, comme le montre le tableau ci-dessus, tous ces paramètres sont liés. Par exemple, un supplément d'irrigation crées des besoins azotés qui eux-mêmes obligent à augmenter le rythme des coupes. Et comme on irrigue prioritairement les zones les plus luxueuses, par ailleurs tondues plus court, le rythme des coupes et des apports azotés augmente de façon géométrique par rapport à la hauteur de coupe. Il en va de même pour le travail.



Il est toute fois permis d'observer que l coefficient d'intensification est généralement lié à la surface, pour de simples raisons budgétaires. On voit mal par exemple une exploitation agricole utiliser l'équivalent des techniques horticoles les plus onéreuses sur de vastes étendues. À partir de cette remarque, il est possible de tirer un coefficient d'intensification potentiel de la forme suivante :

$$\hat{C}i = \frac{1}{\log(S) + k}$$

avec S la surface. La constante dépend de l'unité de S :

Unité de surface (S)	Valeur de *k*
M²	0
Are	1
Décare	2
Acre	2,716 ≈ e
Hectare	4
Km²	6
Miles²	6,413

Il est alors aisé de comparer des systèmes agraires ou des parcours culturaux soit en comparant directement leurs coefficients d'intensité réels respectifs (à condition que les surfaces soient comparables), soit en comparant un coefficient d'intensification relatif : $CI = Ci \times \hat{C}i$.

Par exemple, pour une petite ferme du sud de la France utilisant engrais chimiques et pesticides, on obtient les valeurs suivantes :

$$Ci = \frac{8{,}5 \times 1550 + 23 \times 400}{10 \times 1550} = 1{,}44$$

$$\hat{C}i = \frac{1}{\log(23) + 4} = 0{,}186$$

$$CI = Ci \times \hat{C}i = 1{,}44 \times 0{,}186 = 0{,}27$$

A l'inverse, un jardin conduit selon les méthodes de l'agriculture biologique se révèle être cinq fois moins intensif :

$$Ci = \frac{170}{1550} = 0{,}11$$

$$\hat{C}i = \frac{1}{\log(100)} = 0{,}5$$

$$CI = Ci \times \hat{C}i = 0{,}11 \times 0{,}5 = 0{,}055$$

3. 3. Gestion différenciée

Notre idée est ainsi de traiter de façon différenciée les zones traditionnelles agricoles définies par les agronomes romains et réinventées par les permaculteurs.

Zone 0 ⇔ *domus* — La maison.

Zone 1 ⇔ *hortus* — La zone la plus proche de la maison.

Zone 2 ⇔ *viridarium* — Le jardin potager.

Zone 3 ⇔ *ager* — Le verger et les cultures.

Zone 4 ⇔ *saltus* — La forêt cultivée.

Zone 5 ⇔ *silva* — La zone sauvage

Zone 5 — La zone sauvage.La zone 1 n'est pas cultivée sauf en ce qui concerne les plates d'intérieur, les balcons et terrasses et les plantes grimpantes. Les surfaces étant très faibles, il faut s'attendre à obtenir des coefficients d'intensification potentiels supérieurs à 1.

La partie ornementale ou potagère est en général assez réduite et ce compte plutôt en décares qu'en ares. Le coefficients d'intensification potentiel y varie donc de 1/3 à 1. Il en va de même pour le verger.

En ce qui concerne les champs et les prairies, le d'intensification potentiel attendu est compris entre 1/4 et 1/5.

En dessus, il s'agit de zones boisées ou de réserves naturelles.

Zone	Coefficient d'intensification (potentiel) attendu
Zone 0 ⇔ *domus*	>1
Zone 1 ⇔ *hortus*	1/3 – 1
Zone 2 ⇔ *viridarium*	1/3 – 1

Zone 3 ⇔ *ager*	1/4 – 1/5
Zone 4 ⇔ *saltus*	<1/5
Zone 5 ⇔ *silva*.	<1/5

Pour chaque zone, une méthode agricole spécifique doit être développée.

Par exemple, la zone 0 sera entretenue selon les méthodes de l'agriculture biologique avec force arrosage et terreaux reconstitués.

Par contre, la zone 1 devra être séparée en deux : la zone ornementale et la zone potagère. La zone ornementale pourra être gérée selon l'agriculture biologique mais en tenant compte de l'intensification réelle nécessaire. Quant au potager, il serait préférable de le conduire selon l'agriculture biointensive. Ce qui suppose une production de cellulose en complément soit intégrée en zone 1 soit en zone 3. Il serait très interessant de voir de quelle manière cette méthode pourrait employer la terra preta indienne de façon à réduire les besoins en compost.

Le verger est une zone encore différente (Zone 2) bien que de taille parfois comparable. L'idéal serait selon nous de le gérer selon l'agriculture naturelle avec apport de bois raméal fragmenté (BRF) en surface et couvert permanent de légumineuses. Notons ici que bien souvent, le verger est le lieu idéal pour installer les ruches d'abeilles et de bourdons indispensables à toutes les zones de culture.

Vient ensuite la Zone 3, celle des agriculteurs. Il semble à peu près évident que la méthode Ponchon s'impose en production d'herbe (associations graminées – légumineuses) et les techniques culturales simplifiées (TCR) en grandes cultures (culture sans labour en semi direct). Ici, c'est l'usage des associations de légumineuses avec des graminées qu'il serait judicieux de développer, dans la mesure du possible. Bien sûr, il ne faut pas négliger la plantation systématique de haie et l'introduction d'essences forestières ou nobles selon es règles de l'agroforesterie.

Enfin, la zone 4 devrait être gérée avec circonspection en cultivant des mélanges d'espèces comprenant systématiquement des feuillus.

Toutes ces méthodes sont bien connues. L'agriculture biologique est présentée dans nombre de livres agréables à lire. L'agriculture naturelle est précisée dans les ouvrages de Fukuoka et dans notre *Abrégé d'agriculture naturelle*. De même, le lecteur trouvera tout le nécessaire sur la Méthode Ponchon auporès du CEDAPA. Les TCR ont bien été décrites par Soltner. Le BRF et l'agroforesterie ont d'efficaces défenseurs au Quebec (Lemieux, Henry) et en France. Par contre l'agriculture biointensive mérite encore d'être présentée.

3.4. L'agriculture biointensive

D'après Joh Jeavons lui-même, les pratiques Biointensives sont constituées des éléments suivants :

« * Tout d'abord, nous préparons le sol en le travaillant sur 60 cm de profondeur. Il n'est plus nécessaire de réaliser un double bêchage. Il est ensuite suffisant d'ameublir le sol sur 5 cm et de travailler en surface. »

* Deuxièmement, « nous utilisons du compost. »

* « Le troisième élément est donc un espacement très serré [forte densité de plantation], parce que les racines des plantes ont la capacité de s'étendre en profondeur plutôt que de façon horizontale. »

* « Quatrièmement, nous pouvons mettre en oeuvre le compagnonnage des plantes. C'est une association de culture des plantes qui croissent mieux ensemble que séparément. »

* « Cinquièmement, (...) si vous n'utilisez pas de compost, le système ne peut pas fonctionner.

* Le sixième point concerne la production de carbone à la ferme ou dans le jardin.

* Le septième point concerne la production de calories pour un équilibre nutritionnel total.

* Le huitième point qui est le dernier, mais non le moindre, concerne l'utilisation de semences de variétés fixées, afin de promouvoir la protection de la diversité génétique. »

CONCLUSION

Dans ce papier, nous avons montré que la permaculture, comme l'agriculture naturelle et nombre de méthodes marginales d'agriculture biologique, peine à se généraliser car elle repose sur une erreur fondamentale : elle tente de reproduire le modèle de la foret sauvage à partir d'espèces végétales domestiques. L'erreur repose sur deux fait établis : les plantes cultivées sont héliophiles et la productivité nette de la forêt est très inférieure à la productivité d'un sol cultivé selon les méthode industrielles.

À notre avis, la solution à suivre pour faire en sorte que l'agriculture biologique puisse se généraliser, passe par l'abandon de la référence au modèle forestier et donc par la remise en cause des 4 principe de Masanobu Fukuoka et des 12 principes de David Holmgren.

En lieu et place, nous conseillons d'explorer les voies tracées par les associations végétales à base de légumineuses, l'agroforesterie, les techniques culturales simplifiées et l'emploi de bois raméal fragmenté.

BIBLIOGRAPHIE

BARBIÉ O. (2007) : *Abrégé d'agriculture naturelle*, ITAN.

BARBIÉ O. (2007a) : « Cultiver sans fertilisants », document de travail de l'ITAN.

BARBIÉ O. (2007b) : « De l'agriculture naturelle à l'agriculture biologique », document de travail de l'ITAN.

BARBIÉ O. (2007c part 1 et 2) : «qu'est-ce qu'une plante cultivée ? », note, ITAN.

BONFILS Marc : *Culture du blé d'hiver*, Éditions Las Encantadas

BONFILS Marc : *Le sol et l'érosion*, Éditions Las Encantadas.

CADDY E. : *La petite voix*, Le Souffle d'or.

CLEMENT G. : *Le jardin en mouvement*. Éditions Sens & Tonka.

FUKUOKA M. (1974) : *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*. Éditions Guy Tredaniel.

FUKUOKA M. (1989) : *L'agriculture naturelle : théorie et pratique pour une philosophie verte.* Éditions de la Maisny.

FUKUOKA M. : *La voie du retour à la nature : Théorie et pratique pour une philosophie verte*. Éditions Le Courrier du livre.

HART, R. *Forest Gardening*. Green Books.

HAZELIP E. (1938-2003). Elle ne semble pas avoir laissé d'écrits. Par contre, elle a édité une cassette vidéo en 1999 intitulée : Synergistic Garden.

HENRY D. (2005) : « Sol et écosystème : manifeste pour un nouveau regard. Introduction de Gilles Lemieux. Document de travail n° 208, GCBR, Université de Laval.

HIRAM KING F. (1911) : *Farmers of Forty Centuries: Or Permanent Agriculture in China, Korea and Japan*.

HOWARD Sir Albert (1940) : *Testament agricole : pour une agriculture naturelle*, Éditions Vie et Action, Lille, 1971.

JEAVONS John (2006) : *How to Grow More Vegetables*, 7eme édition.

KERKHOF P. (2000) : *Agroforesterie en Afrique*, L'Harmattan.

LANZA DEL VASTO : *L'Arche avait pour voilure une feuille de vigne*.

MAZOYER M. et ROUDART L. (1997) : *Histoire des agricultures du monde*, Éditions de Seuil, 2002.

MOLLISON B., HOLMGREN D. (1978) : *Permaculture*, 2 tomes, Debard, 1986.

NIETZSCHE F. : *De la naissance de la tragédie*, Gallimard, 1977.

NIETZSCHE F. : *Crépuscule des idoles*, Gallimard, 1974.

ODUM, H.T., JORGENSEN, S.E., BROWN, M.T. “Energy hierarchy and transformity in the universe”, in *Ecological Modelling*, 178, pp. 17-28 (2004).

POCHON A. : consulter le site du CEDAPA : http://www.cedapa.com/index.htm.

POPPER K. : *Conjectures et réfutations*, Payot, 1985.

RABHI P. (1997) : *Manifeste pour des Oasis en tous lieux*, Ouvrage collectif sous la direction de.

SOLTNER Dominique (1995) : *L’arbre et la haie*, Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire.

SOLTNER D. (1998) : *Les Techniques Culturales Simplifiées (TCS)*, Éditions. Sciences et techniques agricoles.

SOLTNER Dominique (2000, 2001) : *Les bases de la production végétale : Le sol, le climat, la plante*, *Tome I* et *III*, Éditions Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-Sur-Loire, 2000 pour le tome I et 2001 pour le tome III.

STEINER R. (1924) : *Cours aux agriculteurs*, Éditions Novalis, 2007

WHITEFIELD, P. (1993) : *Permaculture In A Nutshell*.

WHITEFIELD, P. (2004) : *The Earth Care Manual*.

WILLIAMS G. (2001) : « Review of Toby Hemenway's book *Gaia's Garden* », *Whole Earth Review*, Hiver, 2001.

WITTGENSTEIN L. (1922) : *Tractatus logico-phiolosophicus*, Gallimard, 1993.

YEOMANS P. A. (1973) : *Water for Every Farm: A practical irrigation plan for every Australian property*, K.G. Murray Publishing Company, Pty, Ltd, Sydney, N.S.W..

Pour passer d'une prairie à l'agriculture naturelle

par un couvert d'engrais vert en mélange

Olivier Barbié

26 septembre 2010

Institut Technique d'Agriculture Naturelle

L'*agriculture naturelle* est une doctrine agronomique éprouvée qui consiste à cultiver sans labour, sans sarclage, sans fertilisation et sans épandage de préparations phytosanitaires. Le passage d'un *itinéraire technique* conventionnel (labour, engrais, pesticides), ou biologique, à l'agriculture naturelle nécessite une transition. Pour les petites surfaces, la méthode est connue depuis près de quarante ans. Mais pour les grandes surfaces, la chose est entièrement nouvelle. Deux cas de figure se présentent : la reprise d'une prairie et la reprise d'une parcelle labourée. Nous envisagerons ici la conversion d'une prairie. L'objectif est ici de remplacer des *plantes vivaces* (qui vivent plusieurs années) par des plantes cultivées qui ne dure qu'une année (*plantes annuelles*) ou parfois deux (*plantes bisannuelles*). Une fois que la parcelle est débarrassée de ses vivaces, il suffit d'introduire progressivement des plantes cultivées. Pour atteindre ce résultat, deux méthodes sont possibles : utiliser un couvre sol mort ou utiliser un couvre-sol vivant.

Le *couvre sol* mort (appelé aussi mulch) est constitué soit de paille, de feuilles d'arbres, de bambous coupés ou de bois raméal fragmenté (BRF). Il faut compter 5 cm au moins de couvre sol pour avoir une efficacité minimale. L'avantage du couvre sol mort est qu'il permet une mise en culture rapide. Il suffit de faucher et d'étaler le couvre sol pour pouvoir cultiver.

Conversion d'une prairie naturelle en agriculture naturelle sur butte avec mulch de paille

(Patrick Blestas, Normandie)

Si l'utilisation de mulchs morts est très efficace, en revanche elle est inconcevable dans le cas des surfaces un peu importantes. En effet, à la dose de 5 cm/ha, il faut apporter 500 m^3/ha de mulch par ha (soit 20 à 30 camions) ! Il est donc préférable d'envisager un couvre sol vivant, plus lent d'installation mais beaucoup moins onéreux. Le couvert doit comprendre trois types de plantes : des légumineuses, des crucifères et des céréales. Par conséquent, il correspond à un engrais vert en mélange. Les légumineuses constituerons la partie vivace du couvre sol vivant, qui sera conservée par la suite pour apporter l'azote. Les crucifères sont chargées d'ameublir le sol et les céréales doivent étouffer les plantes de la prairie. L'implantation du mélange doit être régulièrement contrôlée et sa dynamique maîtrisée. L'agriculteur peut soit acheter le mélange tout prêt (voir par exemple la gamme Chlorofiltre de Jouffray-Drillaud semences), ou bien le préparer lui-même.

CHLOROFILTRE® TRIUM

- avoine fourragère diploïde **Activert®**
- trèfle d'Alexandrie
- vesce commune
- moutarde

Dose de semis : 25 kg/ha
1 dose/ha

1. Semis du mélange

a) Installation du couvre sol

On sème une *légumineuse*[1]. Cela peut être un trèfle (blanc, violet, hybride, incarnat, de Byzance, …), une luzerne (commune, lupuline), une vesce, une gesse, un lotier, un sain-foin, etc. Les légumineuses sont difficiles à implanter. Il faut donc semer plusieurs fois, par exemple en automne et au printemps. Le premier semis est appelé le *semis principal* et le second semis est appelé le *semis de rattrapage*. Le semis principal et le semis de rattrapage peuvent être fractionnés en deux fois, pour réduire les risques de mauvaise implantation.

La dose de semence dépend de l'espèce. Pour un semis principal, elle est par exemple de 8-10 kg/ha de trèfle blanc et de 20-25 kg/ha pour la luzerne. La dose fractionnée est alors de 4 kg/ha de trèfle blanc et de 10 kg/ha pour la luzerne. Le semis de rattrapage se fait généralement à demi dose identique, soit 4 kg/ha pour le trèfle blanc et 10 kg/ha pour la luzerne.

Les doses recommandées sont très petites. En effet, il ne faut que 0,4 grammes /m² de trèfle blanc et 1 gramme /m² de luzerne. Rappelons qu'une cuillère à soupe contient 15 grammes d'eau ! Pour faciliter la tâche, on mélange les graines avec un produit que l'on appelle la *charge*. En agriculture naturelle, la charge peut être constituée de sable (autant que l'on veut) ou d'argile crue plus ou moins mélangée à des fibres (paille hachée, sciure etc.). Dans ce cas, les graines sont mélangées à de l'argile (on parle d'*enrobage*) qui est ensuite divisée en billes que l'on fait sécher à l'air libre. On peut aussi mélanger les graines avec de l'argile poudreuse que l'on humecte légèrement dans une bétonnière.

Les graines chargées ou enrobées sont semées à la volée (*semis à la volée*). La volée peut être faite à la main ou à l'épandeur d'engrais rotatif. Mais cette seconde solution donne un semis très irrégulier lorsque les graines sont de tailles différentes. Il est plus efficace de mécaniser le semis avec un semoir à poudres (chaux, phosphate). Si les graines ne sont par enrobées, elles peuvent être semées sèches, trempées ou germées. Pour le *trempage*, il suffit de mettre les graines dans un récipient plein d'eau durant toute une nuit. Si le trempage dure plusieurs jours, les graines commencent à germer. Dès que le germe pointe, il faut semer.

Une fois que les graines sont semées, il faut faucher l'herbe en dispersant les pailles sur le sol, sans les recouper.

L'année se divise en deux périodes : la *bonne saison* et la *mauvaise saison*. La bonne saison

1 Les plantes légumineuses sont toutes les plantes de la famille des Fabacées et de la sous-famille des *Papilionoïdées*.

va du 15 mars au 15 octobre à peu près. Le reste, c'est la mauvaise saison. Aucun semis ne peut se faire durant la mauvaise saison.

b) Préparation du sol

Pour ameublir le sol en profondeur, il suffit de semer des crucifères[2] : choux, navet, radis noir, colza, moutarde, ravenelle, navette, etc. Le semis doit se faire à l'automne à environ 2 kg/ha dans les mêmes conditions que pour les légumineuses. Il est donc avantageux de semer en même temps les légumineuses et les crucifères. Dans ce cas, on sème un *mélange* qui peut contenir plusieurs espèces de légumineuses et plusieurs espèces de crucifères.

c) Désherbage

Pour combattre les graminées[3] de la prairie, on les étouffe avec une plante étouffante. Les espèces les plus étouffantes sont les céréales à paille et la phacélie. Le désherbage le plus simple se fait avec l'avoine, le seigle, voire le triticale. Dans ce cas, on sèmera la céréale choisie à la dose de 120 à 150 kg/ha. On sèmera moins dense sur une prairie clairsemées (ray-grass anglais, pâturin, fétuque rouge) et plus épais sur une prairie dense (fétuque des prés, dactyle, ray-grass d'Italie).

Il faut compter plusieurs années pour remplacer totalement la prairie par les cultures.

2. <u>Contrôle de la levée</u>

Lorsque les graines germent et donnent une jeune plante (la *plantule*), on parle de la *levée* du semis. Il est indispensable de savoir si la levée s'effectue correctement pour décider d'un éventuel semis de rattrapage mais aussi pour prévoir le rendement. Pour effectuer ce contrôle, on compare le nombre de plantules potentiel (la *densité de semis*) au nombre de plantules présents (l'*effectif*), cinq à dix jours après le semis. Deux problèmes se posent alors : comment compter et comment repérer les plantules ?

Le *comptage* est assez simple. On prend un *gabarit* circulaire ou rectangulaire. Cela peut être un seau découpé (pour obtenir le cercle), un fil de fer recourbé ou bien une cagette dont on n'a conservé que le cadre. On pose le gabarit au sol et on compte toutes les plantules qui se trouvent à

2 Les crucifères sont toutes les plantes de la famille des Brassicacées.

3 Les graminées sont toutes les plantes de la familles des Poacées.

l'intérieur du gabarit. Puis on répète l'opération à divers endroits de la parcelle cultivée et on fait une moyenne.

Voici un exemple de comptage. Avec un cercle de 25 cm de diamètre, on compte 10 puis 15 puis 13 plantules. La densité de semis était de 3 000 000 graines par hectare. Quel est le taux de levée ?

1. La surface du gabarit est donnée par la formule $S = \Pi \times R^2$. Sachant que R est égal à la moitié du diamètre en mètres, on a $S = 3{,}1416 \times (0{,}25/2 \times 0{,}25/2) = 0{,}049$ m².
2. Le nombre moyen de plantules emprisonnées par le gabarit, noté n, est de $n = (10 + 15 + 13)/3 = 12{,}67$ plantules.
3. Le nombre de plantules par mètre carré est donné par la formule $D = n / S$. Dans notre exemple, nous obtenons $D = 12{,}67 / 0{,}049$ m² = 258 plantules/m².
4. Le nombre de plantules par hectare est donné est égal à 10 000 x D. Soit, ici, 258 plantules/m² x 10 000 m²/ha = 2,58 millions de plantules à l'hectare.
5. Le *taux de levé* est égal à la densité des plantules divisée par la densité du semis ($t_p = D$/ha / n). Dans notre exemple, t_p = 2 580 000 plantules/ha / 3 000 000 graines/ha = 86 %. Autrement dit, il est né 86 plantules pour 100 graines semées.

Avec un gabarit rectangulaire, on mesure deux côtés (largeur l puis la longueur L) de façon à obtenir la surface : $S = l \times L$.

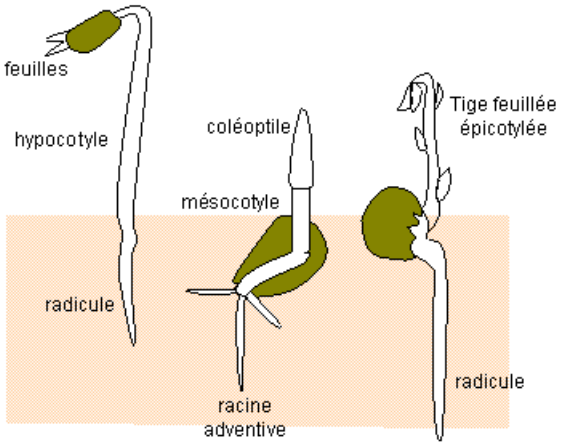
Avec des *semences fermières*, c'est-à-dire produites à la ferme, un taux de levée supérieur à 75% sera considéré comme correct. Avec des semences du commerce, il faut espérer un taux de levée de 90%. Mais il faut savoir que dans une certaine mesure, les plantes se développent plus lorsqu'elles sont moins nombreuses, ce qui compense le manque de pieds. De même, il est toujours possible de rouler (à la sortie de l'hiver avec un rouleau lisse) une graminée un peut clairsemée.

Le calcul ci-dessus est fort simple. Mais il suppose de connaître le nombre de graines semées. Pour cela, on part de la dose du semis exprimée en kilogramme par hectare et on la divise par le *poids des mille grains* (PMG). Le PMG s'obtient en prenant une partie de la semence et en la versant dans une assiette. Puis on compte les graines une à une en triant les impuretés. On pèse ensuite au pèse lettres plusieurs lots de mille graines ainsi que le rebut, afin de savoir combien on a de graines par kilogramme de semence. Par exemple, on sème 100 kg de blé par hectare. Après comptage d'un échantillon de 100 grammes, on trouve 12 grammes de rebut et 2500 graines. On en déduit que le PMG de cette semence est de (100 g de semence – 12 g de rebut) / 2500 graines =

35,2 g/1000 gr. En semant 100 g à l'hectare de cette semence, on jette donc en terre : [(100 kg de semence/ha / 10 000 m²/ha) x 1000 g/kg] / (PMG x 1000 gr) = 284 gr/m² soit 284 graines par mètre carré. Le calcul se simplifie en (100 kg de semence/ha / PMG) x 100 = 284 gr/m². Si le taux de levée est de 80%, on devrait trouver 227 plantules au mètre carré (284 / 0,8).

L'identification des plantules est très délicate pour deux raisons. D'une part, les plantules sont très différentes de la plante adulte. D'autre part, les plantules sont petites et parfois cachées par la végétation spontanée ou cultivée. Il est donc indispensable de couper la végétation à 5 cm de haut à l'intérieur du repère de comptage. Ensuite, il faut repérer les plantules. Pour cela, on peut s'appuyer sur une flore des plantules comme en utilisent les agronomes. Mais le plus simple est d'arracher quelques jeunes plantes. En général, la graine se trouve encore à la base de la plante, soit sous terre soit sur la partie blanche de la tige. Une fois la graine reconnue en la comparant avec la semence, il est facile d'identifier la plantule qu'elle donne et de la distinguer du reste de la végétation.

Types de plantules



Légumineuses graminées crucifères

(dessin de Alain Gallien)

Lorsque la levée a été contrôlée, on peut décider de procéder à un semis de rattrapage ou au contraire de s'en abstenir. Dans ce second cas, la question se pose du stockage des semences excédentaires. Les semences sont très fragiles. Elles craignent le gel, l'humidité, la lumière, les insectes (mites, charançons, ténébrions), les oiseaux (moineaux) et les rongeurs (souris, rats). Il faut donc emballer soigneusement les semences dans du papier (sacs doublés pour les grandes quantités, enveloppes pour les toutes petites quantités) et placer les sacs à l'abri de la lumière. Pour les petites

quantités, il est possible d'éloigner les insectes avec des herbes aromatiques (lavande, chrysanthème, armoise, girofle, etc.). La prévention la plus efficace par rapport aux rats consiste à suspendre les sacs à une ficelle, elle même fixée au plafond.

3. Équilibre de la dynamique

Une culture en mélange est toujours dynamique en ce sens que certaines espèces ou variétés ont tendance à prendre le dessus sur les autres en fonction des densités de semis utilisées et des conditions de sol et de climat. Cependant, on remarque que, lorsque l'on sème une *dose normale* de plusieurs espèces sur la même parcelle, un équilibre s'installe dans lequel chaque plante se trouve dans une proportion égale à ce que j'ai appelé le *coefficient d'association végétale,* noté β. La connaissance de cet équilibre entre espèces végétales permet de calculer au plus juste les doses de semence à employer.

a) Le coefficient d'association végétale

Sur une parcelle, toutes les plantes sont soumises au même coefficient d'association végétale. Pour calculer ce coefficient, on classe les espèces par taille adulte. Lorsque les plantes mesurent normalement moins de 50 cm de haut à l'âge adulte, elles forment la *strate sous-herbacée*. Ce sont les trèfles, le lotier, le ray-grass anglais, la fétuque rouge, les pâturins et les petits légumes. Lorsqu'elles mesurent normalement plus de 50 cm de haut à l'âge adulte, elles forment la *strate herbacée*. Ce sont les céréales, les graminées fourragères, les crucifères, le tournesol, le soja, la luzerne, les féveroles, le lupin, le mélilot, la phacélie, les grands légumes, etc. Lorsque des arbres sont présents, ils forment la *strate arbustive*.

Premièrement, on estime la *densité du couvert arbustif* (la surface de l'ombre des arbres mesurée à midi et divisée par la surface totale). En suite, on évalue la proportion des strates végétales en notant n''' la surface du couvert arbustif, n' le nombre de variétés sous herbacées et n'' le nombre de variétés herbacées. Le coefficient est alors donné par la formule suivante :

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times n'} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{n''} \times \frac{1}{1 + 2 \times n'''}$$

Prenons un exemple avec un mélange simple de trèfle blanc, d'avoine et de colza. On sème 125 kg/ha d'avoine, 9 kg/ha de trèfle et 5 kg/ha de colza sous un couvert de pommier de 20%.

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 1} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1 + 2 \times 0{,}2}$$

$$\beta = 1 \times \frac{1}{2} \times 0{,}7$$

$$\beta = 0{,}36$$

Le coefficient d'association est de 36% pour les quatre espèces. Le total fait donc plus de 100% car le mélange crée une synergie entre espèces plus forte que la concurrence qu'elles se livrent.

b) Le rendement espéré

Le *rendement espéré* est le produit entre le *rendement normal* et le coefficient d'association végétale. Le rendement est le rapport mathématique entre la production (la récolte), exprimée en une unité d'œuvre, et la surface exprimée en hectare (ha). Les principales unités d'œuvres employées en agriculture sont le quintal (ou la tonne) pour les grains, la tonne pour les fruits, les pommes de terre, les betteraves et toutes les racines, le kilogramme pour les petits fruits et les champignons, la tonne de matière sèche pour les fourrages verts (tMS) et le stère pour le bois. Le quintal vaut 100 kilogrammes et le stère vaut un mètre cube. Quand à la matière sèche, elle correspond à la matière qui reste lorsque l'on a placé une plante à l'étuve. Le rendement normal est le rendement moyen obtenu en situation de *monoculture*. La monoculture est la culture d'une seule espèce sur une seule parcelle. Elle n'est absolument jamais pratiquée en agriculture naturelle. La monoculture est conventionnelle dès que des engrais azotés de synthèse sont apportés à la culture.

Polyculture dans un potager naturel sur BRF

(Jean-Michel Demètre, Landes)

Ordre de grandeur du rendement normal

Espèce	Rendement	Unité
Avoine	50	q
Betterave sucrière	700	t
Blé	65	q
Blé dur	60	q
Céréales vertes	10	tMS
Colza	30	q
Lin	2	t
Luzerne	10	tMS
Mais	100	q
Maïs fourrage	12	tMS
Mil	8	q
Orge	45	q
Pois	45	q
Pomme de terre	265	t
RGI	12	tMS
Sorgho	17	tMS
Tournesol	15	q
Trèfle violet	8	tMS
Triticale	55	q

Soir $\hat{R}$ le rendement espéré et $\overline{R}$ le rendement normal. Alors on a la relation : $\hat{R} = \beta \times \overline{R}$. Si l'on applique un coefficient d'association de 0,36 au rendement normal, on obtient les résultats suivants.

Variété	Rdt norm	Unités	Surface	β	Rdt esp
Pommier	14	t/ha	20%	0,36	1
Avoine	50	q/ha	100%	0,36	18
Colza	30	q/ha	100%	0,36	10,8
Trèfle	6	tMS/ha	100%	0,36	2,2

Comme on le voit, la récolte totale attendue est supérieure à n'importe qu'elle récolte faite en monoculture. C'est pourquoi nous pouvons effectivement parler de synergie puisque tout se passe comme si les espèces se renforçaient mutuellement au lieu de se nuire.

c) La densité de semis

Si l'on augmente la dose de semence par hectare des différentes variétés du mélange jusqu'à un maximum égal à la *dose normale* (la dose employée en monoculture), alors le rendement de chaque espèce se stabilise à un niveau déterminé par le coefficient d'association végétale. Il est donc

souhaitable de multiplier les doses de semis recommandées en monoculture par ce même coefficient, afin d'économiser des semences.

On sèmera ainsi aux doses suivantes :

Variété	Norme	β	Dose
Avoine	125 kg/ha	0,36	45 kg/ha
Colza	5 kg/ha	0,36	2 kg/ha
Trèfle	9 kg/ha	0,36	3 kg/ha

Si l'on veut être plus précis, on peut partir d'une densité de plantules à atteindre et rechercher la dose de semis (*d*). L'opération est alors la suivante :

$$\beta \times \frac{\overline{D}}{\overline{t_p}} \times \frac{10000\text{m}^2}{1\text{ha}} \times \frac{1}{1000} \times \overline{PMG} \times \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} = d\text{kg/ha}$$

qui se simplifie en

$$\frac{\beta \times \overline{D} \times \overline{PMG}}{100 \times t_p} = d\text{kg/ha}$$

(la barre placée au-dessus des lettres signifie « normal »)

Autre exemple, si l'on veut semer un blé produisant habituellement 100 q/ha avec une densité de 350 pieds/m² dans une association dont le coefficient β = 50% et sachant que le poids au mille graines de ce blé est de 50 g/1000gr et son taux de levée évalué à 80%, on obtient alors une dose de semis de

$$\frac{0{,}33 \times 350 \times 50}{100 \times 0{,}8} = 72\text{kg/ha}$$

Pour réaliser ce calcul, plusieurs données sont nécessaires telles que la densité normale des plantules par mètre carré, le poids au mille grain et le taux de levée. Le taux de levé étant à priori inconnu, on le remplacera par la *faculté germinative* (FG). La faculté germinative est le nombre de graines germées au bout de 7 à 14 jours. Avec des semences fermières, on enlèvera environ 10% à la faculté germinative. Le taux de levé est souvent égal à 80-90% de la faculté germinative. Mais il faut le vérifier soigneusement afin de tenir compte des effets du climat et des ravageurs.

Ordre de grandeur des doses de semence

Espèce	PMG en g	*FG*	*D* en p/m²	*d* en kg/ha
Avoine	32	90%	350	125
Blé	40	95%	400	170
Blé dur	40	90%	400	180
Brome	10	80%	500	50
Colza	5	90%	70	5
Dactyle	1,25	90%	1600	20
Epeautre	40	90%	300	130
Fétuque des près	2	90%	1000	20
Fétuque élevée	2	90%	1000	20
Fléole	0,4	90%	1500	6
Lin	5	90%	1000	55
Lotier	1,25	90%	800	10
Luzerne	2	80%	1000	25
Luzerne	2	80%	1000	20
Maïs	330	90%	9	35
Mil	7	90%	8	1
Orge	40	95%	350	150
Pois (graine)	250	90%	100	280
Pois (interculture)	130	90%	70	100
Ray-grass	2,5	90%	800	20
Riz	27	90%	300	90
Seigle	21	90%	300	70
Soja	165	90%	50	95
Sorgho	23	90%	15	4
Tournesol	53	90%	7	4
Trèfle blanc	0,6	90%	1300	9
Trèfle hybride	3	90%	650	20
Trèfle violet	2	90%	1000	20

(Avec PMG le poids au mille grains, FG la faculté germinative, *D* la densité de semis et *d* la dose de semence.)

4. Chronologie de la dynamique

Une fois que l'on a implanté le mélange souhaité servant de couvre sol vivant, encore faut-il lui permettre de se maintenir. Ceci suppose que l'on comprenne précisément ce qu'est une communauté végétale et qu'elles sont les conditions qui président à son maintient.

a) Les communautés végétales

Les plantes qui croissent sur une parcelle ne le font pas seules. D'une part il y a toujours de nombreux individus par espèce. D'autre part, il y a toujours plusieurs espèces qui cohabitent. C'est pourquoi les botanistes parlent de *communautés végétales*. Pour chaque condition de sol, de climat et de *façons culturales*, il existe une communauté végétale spécifique. Par façons culturales, on

entend le labour, le sarclage, l'irrigation, l'épandage de fertilisants, l'épandage de pesticides, la fauche, le semis, etc. Sur une *parcelle cultivée*, c'est-à-dire une parcelle sur laquelle on a pratiqué au moins une façon culturale, il existe deux catégories de communautés : les *plantes liées à l'homme* et les *plantes sauvages*. Les plantes liées à l'homme sont les plantes qui n'existeraient pas dans la région sans la présence humaine. Ce sont les *plantes cultivées* et les *adventices*. Les plantes cultivées sont semées volontairement. Toutes les autres plantes se sèment elles-mêmes et sont dites pour cela *spontanées*. Les plantes cultivées regroupent les grandes cultures (céréales, pomme de terre, betterave, tournesol, colza, soja, etc.), les plantes prairiales cultivées, les petites cultures (légumes, petits fruits), les arbres fruitiers, etc. Les plantes adventices croissent uniquement là où poussent des plantes cultivées car elles ne peuvent pas se maintenir en l'absence de façons culturales. Ce sont par exemple le chiendent pied de poule, la sétaire, le panic, les chénopodes, l'amarante, les rumex, la renouée des oiseaux, la véronique persicaire, l'euphorbe piéplu, le liseron des champs, le sèneçon commun, le pourpier, le chardon des champs, etc. Les plantes prairiales cultivées sont le dactyle, la fétuque des près, le ray grass d'Italie, le ray grass anglais, le ray grass hybride, le trèfle violet, le trèfle hybride, le trèfle incarnat, la Luzerne, etc. Parmi les plantes prairiales cultivées se glissent des espèces non désirées considérées aussi comme des adventices spécifiques telles que le pissenlit, les pâquerettes, les bouton d'or, les colchiques, les champignons de rosée, etc.

Parmi les plantes sauvages, on rencontre plusieurs communautés qui vivent autour des champs. Il y a tout d'abord les *plantes prairiales spontanées*, les *plantes rudérales*, les *plantes pionnières* et les plantes forestières. Les plantes prairiales spontanées sont le dactyle, la fétuque des près, le ray grass anglais, la fléole, la pâturin des près, le pâturin annuel, le trèfle blanc, la vesce, et nombre de plantes fleuries telles que les leucanthèmes, les centaurées, les cirses, l'achillée, la carotte sauvage, etc. Les plantes rudérales vivent là où l'on a bouleversé le sol depuis un certain temps. Ce sont l'érigéron du Canada, la chicorée, le sèneçon fluviatile, le liseron des haies, le plantain, le datura stramoine, les cardères, les carlines, les orties, la molène, la ronce des champs, etc. Quand on laisse tranquille les plantes rudérales, elles dépérissent sous les coups des plantes pionnières. Les plantes pionnières sont la ronce des bois, l'églantier, les sureaux, les graminées, le cerfeuil sauvage et peu à peu toutes les espèces typiques de la forêt.

Communautés végétales	Plantes sauvages	(Plantes avantagées par l'homme)	Plantes liées à l'homme
Plantes cultivées (semées)			Cultures (grandes cultures, prairiales cultivées, petites cultures, fruitiers)
Plantes spontanées (non semées)	Forestières Ripuaires	Pionnières, rudérales, prairiales spontanées	Adventices (champêtres et prairiales)

On remarquera que la hauteur des plantes varie selon la communauté. Les plantes adventices et prairiales sont soit des plantes sous-herbacées (< 50 cm) soit des herbacées (> 50 cm). Les *plantes ligneuses* (qui possèdent une écorce) font timidement leur apparition dans les communautés rudérales, deviennent nombreuses dans les communautés pionnières et dominantes dans les communauté forestières. Les plus petites ligneuses sont les *sous-arbrisseaux* (< 50 cm). Viennent ensuite les *arbrisseaux* et *arbustes* (1 à 5 m) puis les *arbres* (> 5 m). Chaque groupe d'herbacée ou de ligneuse défini en fonction de la taille moyenne des plantes est appelé une *strate*. Ainsi, une communauté est-elle divisée en strates.

b) Les *successions communautaires*

Dès qu'une façon culturale cesse, les communautés végétales se succèdent dans le temps dans un ordre bien précis qui conduit à terme à une communauté forestière. J'appelle *succession communautaire* cette variation dans le temps de la physionomie d'une communauté végétale. Deux façons culturales entraînent des successions communautaires spectaculaires : le labour et la fauche.

L'agriculture commence habituellement par un *défrichage*, qui consiste à détruire totalement la flore forestière dans toutes ses strates pour la remplacer par une flore cultivée. Le défrichage est traditionnellement suivi d'un premier labour profond appelé *défonçage*. Ensuite, traditionnellement, la terre est retournée chaque année sur 20 à 30 cm d'épaisseur. C'est le *labour*. Tant que le sol est labouré, seule la strate sous-herbacée peut se maintenir. Mais dès qu'il cesse, les adventices sont remplacées par les plantes rudérales. Au bout de quelques années, les plantes rudérales sont dépassées par les plantes pionnières. Puis, peu à peu, la forêt se reconstitue.

Labour	< 1 an	2-5 ans	5 – 10 ans	> 10 ans
Communautés spontanées	adventices	rudérales	pionnières	forestières
Strates	1 à 2	2 à 3	3 à 4	5

Les parcelles défrichées qui ne sont pas labourées mais fauchées se transforment en prairies naturelles. La *fauche* consiste à couper les plantes à une hauteur mesurée du sol comprise entre 3 et 7 cm. La fauche peut être mécanique, à l'aide d'une faucheuse ou d'un gyrobroyeur, ou bien assurée par des herbivores mis à la pâture. Le résultat est toujours le même : les plantes rudérales et pionnières laissent la place à la flore de prairie. On parle alors de *prairie naturelle*. On y trouve toutes les plantes prairiales spontanées et principalement le dactyle, la fétuque des près, le pâturin annuel, le ray grass anglais, le trèfle blanc, le pissenlit, les pâquerettes, etc. Un résultat similaire peut être obtenu en labourant la terre pour y semer des graines fourragères qui seront ensuite semées. C'est la *prairie artificielle*. On y trouvera toutes les plantes prairiales cultivées telles que la luzerne, le sain foin, le trèfle violet, le trèfle hybride, le ray-grass d'Italie, le ray-grass hybride, le dactyle, la fétuque des près, etc. On voit par là que la prairie est une communauté liée à l'homme, comme les cultures et les adventices des grandes cultures, même lorsque qu'elle contient des espèces spontanées. Dès que la fauche cesse une succession communautaire se met en place.

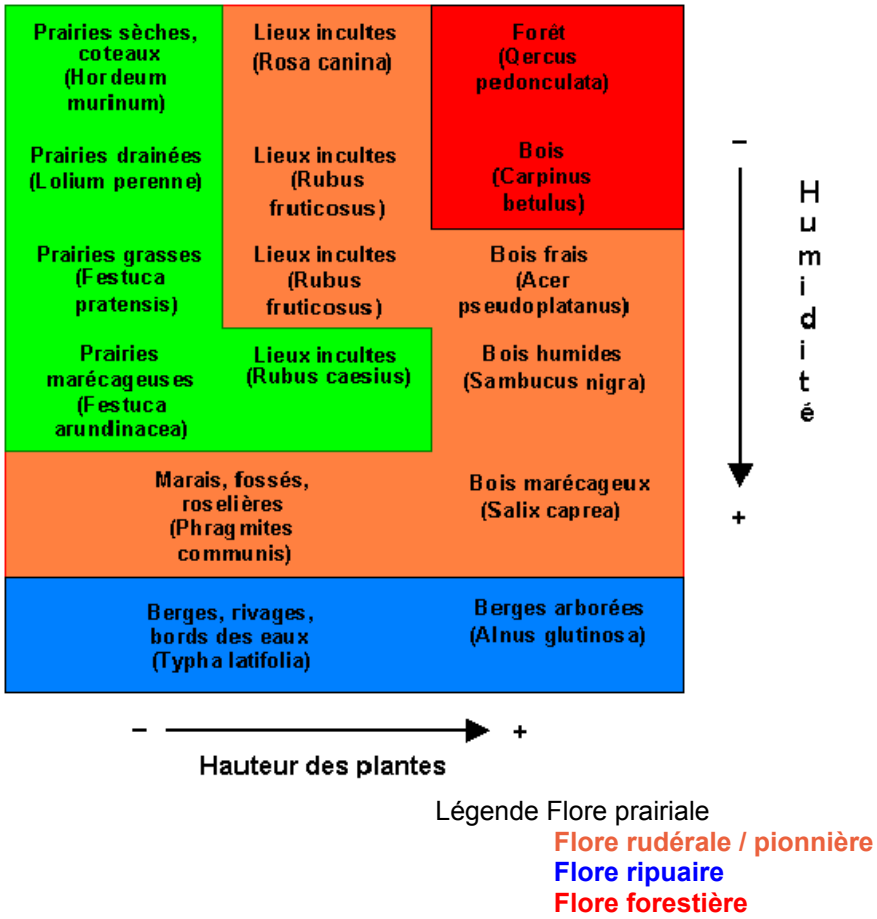
Fauche	< 1 an	2-3 ans	3 – 10 ans	> 10 ans
Communautés spontanées	Prairiales spontanées		pionnières	forestières
Strates	1 à 2	2 à 3	3 à 4	5

Les prairies occupent des lieux souvent plus humides ou plus secs que les cultures. L'influence de l'humidité est donc très importante sur la composition des communautés qui succèdent à la prairie.

<u>Prairie naturelle trèfle blanc – ray grass anglais</u>

(Olivier Barbié, Yvelines)

Influence de l'humidité sur la succession communautaire liée à la fauche



Légende Flore prairiale
Flore rudérale / pionnière
Flore ripuaire
Flore forestière

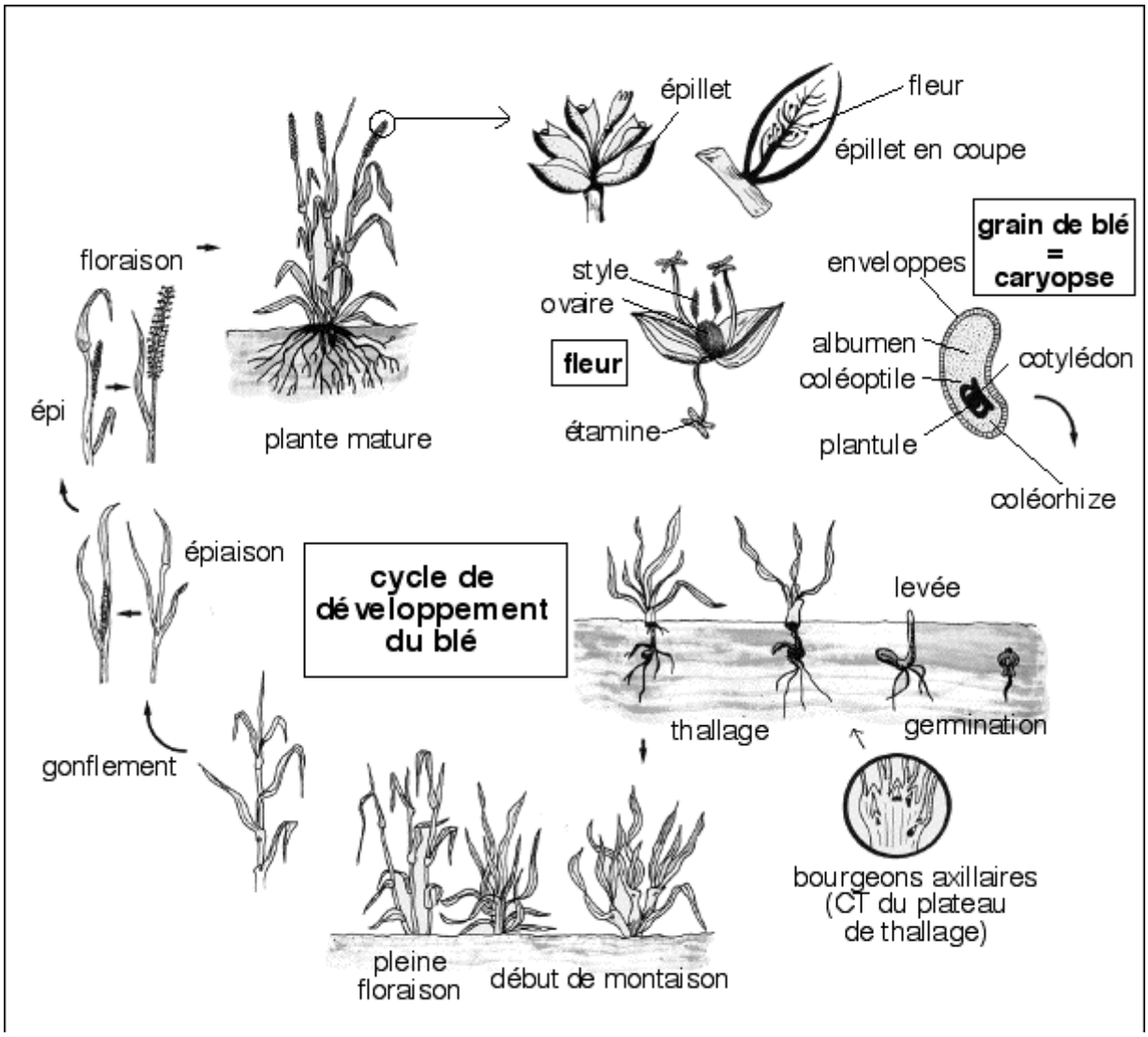
(Olivier Barbié, relevés floristiques faits dans le Val d'Oise)

c) Orienter une succession communautaire

Vouloir cultiver en agriculture naturelle sur une prairie revient à passer d'une communauté prairiale à une communauté de plantes cultivées relevant des grandes ou des petites cultures. La façon la plus simple de procéder est d'arrêter de faucher, de retourner la prairie et de labourer ensuite chaque année. Mais nous savons tous que le labour réduit très fortement la fertilité du sol en détruisant la micro-flore symbiotique des plantes, en détruisant la micro-faune qui recycle les matières organiques et en provoquant le lessivage des sels minéraux nécessaires à la vie. Nous devons donc changer radicalement de technique en jouant sur le mécanisme même qui commande aux successions communautaires. Quel est-il ?

Dans la nature, les plantes se livrent à une concurrence permanente en se disputant la lumière, l'eau, les sels minéraux et l'espace. Elles emploient dans cette lutte des armes chimiques (comme le tanin du chêne) et des armes physiques (comme l'ombre mortelle de l'épicéa et du

noyer). Mais surtout, elles se livrent à une course de vitesse. Les plantes herbacées, de faible hauteur, doivent accomplir leur *cycle de développement* en un temps très court. Le temps qu'une plante pionnière germe, croisse et fleurisse, une adventice a déjà réalisé le même cycle des dizaines de fois. Par contre, le bois qui compose la tige des plantes ligneuses leur donne un avantage indéniable car grâce à lui elles peuvent monter beaucoup plus haut sans ployer et ainsi faire de l'ombre à tous les végétaux qu'elles couvrent. C'est pourquoi, bien qu'éprouvant d'innombrables difficultés à s'installer sur un sol labouré ou fauché, les ligneuses finissent toujours pas dominer dès que ces façons culturales cessent. Le but de l'agriculteur qui adoptent les principes de l'agriculture naturelle est de ralentir le cycle des plantes spontanées pour favoriser celui des plantes cultivées.



(Pierre Stouff, 2002)

Les plantes herbacées comptent sur leur vitesse de multiplication alors que les plantes ligneuses comptent sur leur bois. La multiplication des herbacées spontanées se fait soit par des

graines très nombreuses (plantain, chénopode, amarante, pissenlit, pâquerette, chardon des champs, etc.) soit par des tiges plus ou moins souterraines qui lui permettent de se marcotter (bouton d'or, trèfle blanc, potentille, chien dent, liseron, chardon des champs). Les herbacées à fructification abondante et fréquente doivent être combattues par un semis de plantes cultivées fréquent (fractionné) et abondant (conforme aux densités de semis préconisées). Les herbacées à multiplication végétatives doivent être combattues par l'arrêt total du labour et du sarclage qui tronçonnent leur tiges souterraines et les dispersent en une multitude de petits bouts qui formeront autant de nouvelles plantes. Enfin, les plantes ligneuse doivent être combattues par la fauche régulière (au moins deux fois par an). Avec ces trois outils – le semis fréquent et dense, le non-labour et la fauche – les plantes cultivées finissent toujours par l'emporter. Encore faut-il que la fauche intervienne à des dates compatibles avec leur cycle reproductif.

d) Synchroniser la fauche avec les stades de développement

Entre le moment où la plante est enfermée dans sa graine et le moment où elle atteint sa taille adulte, elle passe par un certain nombre d'étapes, caractéristiques de sa famille, voire de son genre, et appelées *stades*.

(stades du colza, société Rozier, http://www.rosier-be.com)

Ces stades sont codifiés selon une *échelle*.

(A)	(B)	(C)	Brève description	Dates approximatives de la réalisation des stades en région limoneuse			
				Froment d'hiver	Escourgeon et orge d'hiver	Froment de printemps et avoine	Orge de printemps
21	E	2	Début tallage: début de l'apparition des tiges secondaires ou talles.	Fin d'hiver - début mars	Avant et pendant l'hiver	Fonction de la date de semis	
26	F	3	Plein tallage: plante étalée. Formation de nombreuses talles.	15-30 mars	01-10 mars	et des conditions	
30	G	4	Fin tallage: la tige maîtresse se redresse, les talles commencent à se redresser. Redressement: talles dressés. Début d'allongement.	10-15 avril	20-25 mars	Particulières de la saison.	
30	H	5	Epi à 1 cm: fin redressement. Tout début du 1er noeud.	20 avril	5-10 avril		
31	I	6	Premier noeud: se forme au ras du sol. Décelabe au toucher.	5-10 mai	20-25 avril	15-20 mai	15-20 mai
31	I	6	Premier noeud: se forme au ras du sol. Décelabe au toucher.	5-10 mai	20-25 avril	15-20 mai	15-20 mai
32	J	7	Deuxième noeud: apparition du 2ème noeud sur la tige principale.	12-15 mai	1-5 mai	Fin mai	20-25 mai
37	K	8	Apparition de la dernière feuille: encore enroulée. Tige enflée au niveau de l'épi.	20-25 mai	6-10 mai	Début juin	1-10 juin
39	L	9	Ligule visible: ligule (oreillette) développée. Début de l'apparition des barbes p our l'escourgeon.	25 mai 1 juin	15 mai	-	-
50	N	10,1	Epi émerge: le sommet de l'épi sort de sa gaine.	Début juin	20-25 mai	10-15 juin	15-20 juin
58	O	10,5	Epi dégagé: épi complètement dégagé de sa gaine.	10-15 juin	Début juin	-	-

(A): Echelle selon Zadoks, échelle la plus couremment utilisée
(B): Echelle selon Keller et Baggiolini
(C): Echelle selon Feekes et Large

(Livre Blanc « Céréales » F.U.S.A. et CRA-W. Gembloux – février 2007)

Tout l'art de l'agriculteur qui pratique l'agriculture naturelle consiste à synchroniser la fauche (hauteur et fréquence) avec les stades de chaque plante.

Revenons à l'exemple de notre mélange d'engrais vert servant de couvre sol vivant. Que va-t-il se passer si nous semons ensemble de l'avoine, du colza et du trèfle blanc, vers le mois de septembre, au beau milieu d'une prairie naturelle ? Nous devons semer deux fois, en septembre-octobre et en mars-avril. Chaque semis doit être immédiatement suivi d'une fauche. Ensuite, la moisson doit être faite, même si les graines sont laissées sur place. Cela fait trois fauches au total, pratiquées entre 5 et 10 cm de hauteur.

Première année	septembre	octobre	Mauvaise saison	mars
Prairie graminées	2sd noeud	chaume	talle / mort	talle
Prairies dicotylédones	regain	chaume	rosette / mort	rosette
Avoine	graine	plantule	talle	talle
Colza	graine	plantule	rosette	rosette
Trèfle blanc	graine	plantule	rosette	rosette

Première année	avril	mai	juin	juillet	août
Prairie graminées	redressement	2sd noeud	épiaison	chaume	regain
Prairies dicotylédones	reprise	montaison	floraison	chaume	regain
Avoine	redressement	2sd noeud	épiaison	chaume	mort
Colza	reprise	montaison	floraison	chaume	mort
Trèfle blanc	reprise	stabilisation	stabilisation	chaume	regain

Prairie graminées	2sd noeud
Prairies dicotylédones	regain
Avoine	graine
Colza	graine
Trèfle blanc	regain

Fauche

e) Planifier la transition

Un rythme de fauche intense (trois par an) ne laisse aucune chance aux plantes rudérales et ligneuses. Enfin, en l'absence de labour, seules les adventices prairiales pourraient survivre. Mais elles ne le font pas car elles ne sont que le produit indirect du sur-pâturage ou du piétinement excessif. Le résultat est donc une réduction drastique du nombre de variétés en place.

Communauté	Première année	Deuxième année
Culture	avoine, colza, trèfle blanc	avoine, colza, trèfle blanc
Prairie	dactyle, fétuque des près, pâturin annuel, ray grass anglais, trèfle blanc, pissenlit, pâquerettes, luzerne, sain foin, trèfle violet, trèfle hybride, ray-grass d'Italie, ray-grass hybride.	dactyle, fétuque des près, ray grass anglais, ray-grass hybride, trèfle blanc, luzerne, sain foin, trèfle violet, trèfle hybride,
Adventices	chiendent pied de poule, sétaire, panic, chénopodes, amarante, rumex, renouée des oiseaux, véronique persicaire, euphorbe piéplu, lisseron	

	des champs, sèneçon commun, pourpier, chardon des champs,	
Rudérales	érigéron du Canada, chicorée, sèneçon fluviatile, liseron des haies, plantain, datura stramoine, cardères, carlines, orties, molène, ronces des champs,	
Pionnières	ronce des bois, églantier, sureaux, graminées, cerfeuil sauvage	

Le tableau ci-dessus montre que si l'on installe selon notre méthode un mélange couvre sol dans une prairie, il s'ensuit une forte réduction de la diversité biologique. Mais le résultat est exactement le même si on installait ce mélange sur une champs, un jardin ou un terrain vague.

On remarque aussi que, toujours d'après ce tableau, les plantes cultivées restent en concurrence avec deux groupes de plantes prairiales spontanées : des graminées plutôt grandes et des légumineuses. La présence des légumineuses spontanée n'est pas un inconvénient puisque l'agriculture naturelle compense l'absence de fertilisants azotés en associant justement des légumineuses à ses cultures. En revanche, les graminées prairiales spontanées restent des concurrentes potentiellement gênantes d'autant qu'elles peuvent éventuellement salir la moisson par leurs fruits. Ce point est capital car à lui seul il a su empêcher jusqu'à aujourd'hui le développement de l'agriculture naturelle sur de grandes surfaces.

Si l'on sème un mélange d'avoine, de colza et de trèfle sur un espace découvert, le coefficient d'association recherché tend vers

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2}\times 1} + 0{,}3\right)\times \frac{1}{2}\times \frac{1}{1+2\times 0}$$
$$\beta = 1\times \frac{1}{2}\times 1$$
$$\beta = 0{,}5$$

Mais dans la réalité, il est plus faible, car il faut tenir compte de la présence de la communauté prairiale. Dans le cas d'une prairie artificielle, on compte les variétés en place comme autant de cultures sous-herbacées ou herbacées. Dans le cas d'une prairie naturelle, les légumineuses herbacées sont rares et l'ont peut considérer sans problème que les graminées prairiales comptent comme une seule espèce herbacées.

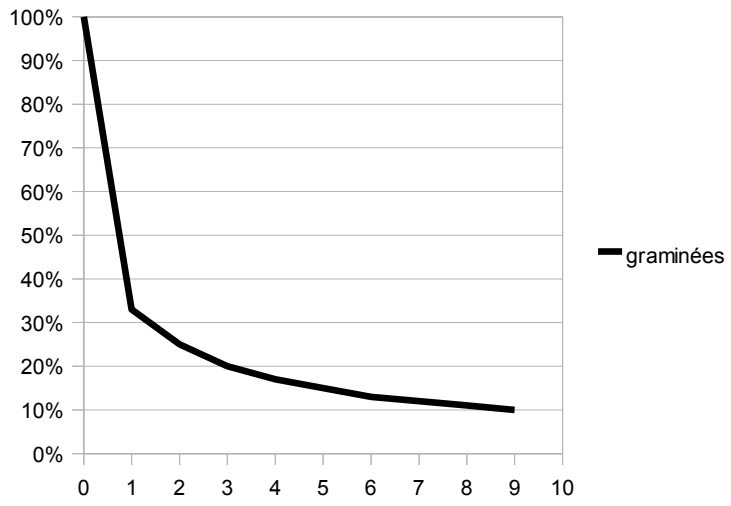
Lorsque l'on sème toutes les plantes de la parcelle, il est aisé de calculer le coefficient d'association. Mais comment évaluer la multiplication des graminées prairiales spontanées ? Avant le semis du mélange, on peut considérer que la moitié des semences (ou équivalent) qui tombent en terre sont des semences de graminées. Sans compter les arbres, le coefficient d'association est alors de 1.

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 1} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{1}$$
$$\beta = 1 \times \frac{1}{1} \times 1$$
$$\beta = 1$$

La deuxième année, il faut ajouter les semences des plantes cultivées et supprimer les plantes prairiales sous-herbacées.

$$\beta = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \times 1} + 0{,}3 \right) \times \frac{1}{3}$$
$$\beta = 1 \times \frac{1}{3}$$
$$\beta = 0{,}33$$

Comme on le voit, les graminées prairiales on vu leur nombre divisé par 3 en deux ans ! Mais ce taux reste toutefois trop élevé car il empêche toute culture correcte. La question est donc de savoir si, avec les années, leur présence va rester toujours aussi importante. La réponse est apportée par la différence entre le nombre de graines semées et le nombre de graines spontanées. Comme nous l'avons vu plus haut, les cultures sont semées à une dose qui ne tient pas compte des graminées. Donc, sur la base d'un coefficient $\beta = 1/n''$. Dans le même temps, les graminées se multiplient à un taux de $1/(n''+1)$. C'est cet écart, apparemment faible, qui constitue le moteur de la transition entre la communauté prairiale plus ou moins spontanée et la communauté cultivée.



Évolution de la proportion de graminées prairiales

Le graphique ci-dessus montre qu'il faut pratiquement 10 ans de semis répétés du couvert végétal pour que la population de graminées prairiales se stabilise. Si on ne récolte rien, la durée peut être ramenée à 7 ans car les pailles participent à l'étouffement des graminées prairiales.

Au bout de cette durée, la population de graminées ne disparaît pas puisqu'elle continue à envahir 10% de la surface. Mais ce taux d'infestation en graminées de 10% est suffisamment bas pour permettre la pratique de l'agriculture naturelle.

Une transition de si longue durée suppose toutefois que le couvert végétal soit récolté comme fourrage (foin ou ensilage) au moins pendant les premières années d'installation et afin de rentabiliser les grandes parcelles. Les dates de fauche sont alors légèrement différentes : juin, septembre et parfois une fauche intermédiaire. Après trois ou quatre années, il est souhaitable d'implanter seule une céréale à paille étouffante de type seigle, blé barbu ou triticale associée toujours à une légumineuse sous-herbacée. Enfin, quand les graminées prairiales ne représenterons plus que 10% de la strate herbacée, l'agriculteur pourra commencer à installer des cultures de taille plus modeste.

Ceux qui voudront aller plus vite que la nature ne pourront pas convertir une prairie naturelle ou artificielle en champs tout en restant dans le cadre des principes de l'agriculture naturelle. A ceux là, qui ont certainement leurs raisons, s'offrent trois techniques fort désagréables mais aptes à accélérer le processus de transition :

- Arracher les graminées subsistantes à la main. Dans ce cas, on revient à l'agriculture primitive.
- Faucher la prairie la première année puis y pratiquer un labour superficiel sur 5 cm de

profondeur à l'aide d'une déchaumeuse, d'un cover crops ou d'un cultivateur canadien. La parcelle sera ensuite roulée avec un rouleau brise motte puis semée. Cependant, si cette solution n'est pas suffisante, il faut passer à la seconde. Dans ce cas, on passe à l'agriculture biologique.

- Pulvériser un herbicide sélectif anti-monocotylédones (graminicide) non-rémanent si possible, appliqué avant chaque semis d'automne pendant les trois premières années. Utiliser par exemple des matières actives comme le fluazifop-P-butyl ou le haloxyfop-R ou des spécialités telles que alloxydim-sodium ou cycloxydime, etc. Dans ce cas, on passe à l'agriculture de conservation.

Cette modeste présentation montre que la conversion d'une prairie en culture céréalière ou maraîchère conduite selon les principes de l'agriculture naturelle est possible. La méthode est maintenant connue autant du point de vue des mécanismes en jeux que des résultats à attendre. Pour les petites surfaces, il suffit de couvrir le sol d'un mulch de branches broyées. Mais pour les grandes surfaces, il faut reconnaître que la transition est longue. Aussi, la réduction de ce délai constitura-t-elle dans les prochaines années un des axes de recherche majeur dans le domaine de l'agriculture naturelle. En attendant, la transition peut être menée rapidement selon les règles de l'agriculture biologique.

Bibliographie

« Avoines d'hiver et de printemps, blanches et nues », *Guide technique 2010*, Sem-Parteners – 2010.

Céréales, « Densité de semis et quantité de semence », Agridea, www.agridea.ch - juin 2007.

Couverts végétaux en inter-culture, « Nouvelles compositions Chlorofiltre® », Jouffray Drillaud, www.jouffraydrillaud.com.

Diagnostic et rénovation des prairies, « Annexe 2 : Clé de détermination des principales graminées prairiales », D. Leconte, GNIS.

Guide des espèces & variétés Fourragères, Loras, www.grainesloras.com/FOURRAGE.htm – 26/09/2010.

Guide pratique d'utilisation des produits phytosanitaires à l'usage des communes, Conseil général des Landes.

Interférence entre le chiendent et l'orge, Feuillet NO-2001-02, CRDSGC - Sainte-Foy / Normandin – 2001.

« L'avoine fleurie », *Guide de production sous régie biologique*, édition 2009, Filière des plantes

médicinales biologiques du Québec – 2009.

Les Céréales, INA P-G, Département AGER – 16/06/03.

Livre Blanc « Céréales », « stades repères 47 », F.U.S.A. et CRA-W. Gembloux – février 2007.

« Luzerne », Etudue *Agrice 1998*, ADEME / ITCF – 1998.

Maïs, « Culture », Agridea, www.agridea.ch - février 2007.

Mémoire « le dispositif de la motte : rotation et fertilité du milieu en agriculture biologique sans élevage », Lorraine Soulié, Arvalis / Institut National Agronomique Paris / Grignon – décembre 2006.

Prairies, INA P-G – Département AGER – 2003

Prévisions annuelles sur le rendement agricole: La Commission Européenne prévoit une récolte de céréales au dessus de la moyenne pour 2008, Union Européenne, 7 août 2008.

Produire des semences de luzerne dans un itinéraire agrobiologique, F. COLLIN et L. BRUN, ITAB / FNAMS – 2003.

« Résultats de l'enquête sur la campagne 2005/2006 », *Bulletin technique céréales à paille*, Chambre d'agriculture des Pyrénées Atlantiques / Arvalis - Septembre 2006.

Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées : BBCH Monographie, Uwe Meier, Centre Fédéral de Recherches Biologiques pour l'Agriculture et les Forêts – 2001.

Stockage et conservation des grains à la ferme », *Guide pratique*, FAO Département de l'agriculture, http://www.fao.org/wairdocs/x5163f/X5163f02.htm.

« Tournesol, Maïs, Soja », *Info cultures*, Chambre d'agriculture de la Drôme, - MAI 2003.

« Une période favorable de 50 années s'est achevée : Les rendements du blé et du maïs ne progressent plus », *Agreste Primeur*, numéro 210 – mai 2008.

Glossaire

Agriculture biologique : doctrine agronomique qui recommande l'usage de fertilisants (surtout organiques tels que les composts) et de préparations phytosanitaires d'origine naturelle.

Agriculture conventionnelle : doctrine agronomique qui recommande l'usage de fertilisants (surtout azotés) et de préparations phytosanitaires obtenus par synthèse chimique.

Agriculture naturelle : doctrine agronomique éprouvée qui consiste à cultiver sans labour, sans sarclage, sans fertilisation et sans épandage de préparations phytosanitaires.

Annuelle : plante qui ne vit qu'un an.

Arbre : plante ligneuse de plus de 5 mètres.

Arbrisseau : petit arbuste.

Arbuste : plante ligneuse non grimpante plus petite qu'un arbre.

Association végétale : mode de culture qui consiste à mélanger plusieurs espèces sur la même parcelle (opposé à la monoculture).

Bis-annuelle : plante qui vit avant et après la mauvaise saison.

Bonne saison : saison durant laquelle il ne gèle pas de façon prononcée (souvent du 15 mars au 15 octobre).

BRF (acronyme de Bois Raméal Fragmenté) : mulch de branches fraîches de petit diamètre broyées à 5-7 cm.

Charge : matière souvent minérale (sable ou argile) ajoute à la semence pour la diluer.

Chaume : tige sectionnée par la fauche et encore liée aux racines.

Coefficient d'association végétale : rapport entre le rendement espéré et le rendement normal, noté β.

Communauté végétale : ensemble de plantes d'espèces généralement différentes qui vivent sur une même parcelle. Une communauté est caractérisée par ses strates et les effectives relatifs des différentes espèces.

Comptage : action de dénombrer des graines, des plantules, des parasites, etc.

Conventionnel : relatif à l'agriculture conventionnelle.

Couvert arbustif : strate arbustive d'une communauté cultivée.

Couvre sol : façon culturale qui permet d'éliminer les plantes indésirables.

Couvre sol mort : couvre sol formé de minéraux ou de végétaux mort (paille, feuilles d'arbres, bambous coupés, bois raméal fragmenté, etc.).

Couvre sol vivant : couvre sol formé de végétaux vivants.

Cycle de développement : succession chronologique des stades d'une plante.

Défonçage : labour profond (au moins 50 cm de profondeur) qui fait suite à un défrichage.

Défrichage : façon culturale qui consiste à détruire totalement une communauté végétale forestière.

Densité de plantules : nombre de plantules, exprimée en i/m^2 (i pour individu) et notée D.

Densité de semis : nombre des graines semées lors d'un semis, exprimée en gr/m^2 et notée n.

Densité du couvert : surface du couvert (ombre des arbres à midi, par exemple), divisée par l'unité de surface, l'hectare en général.

Dose de semence (ou quantité de semence) : masse des graines semées lors d'un semis, exprimée en kg/ha et notée d.

Dose normale : dose de semence utilisée en moyenne en monoculture.

Échelle : liste complète et codifiée des stades d'une espèce.

Enrobage : action de coller la charge à la semence.

Épiaison : stade des graminées durant lequel elles développent leurs épis.

Façon culturale : action humaine visant à modifier la flore d'une parcelle (labour, semis, fertilisation, irrigation, sarclage, fauche, moisson, etc.).

Faculté germinative : pourcentage des graines d'une échantillon de semence capables de germer effectivement.

Floraison : stade des plantes à fleur durant lequel elles ouvrent leurs fleurs.

Gabarit : objet présentant une forme géométrique qui permet d'isoler une petite surface de terrain afin de facilité le comptage de ce qu'elle contient.

Herbacées : plantes qui n'a pas d'écorce.

Herbicide : pesticide capable de détruire les plantes herbacées.

Itinéraire technique : succession dans le temps des façons culturales appliquées à une parcelle.

Labour : façon culturale qui consiste à retourner la terre sur une certaine profondeur.

Levée : stade d'une plante durant laquelle elle germe et devient une plantule.

Ligneuse : plante qui possède de l'écorce, au moins à la base de sa tige.

Matière active : molécule chimique qui donne son efficacité à un pesticide.

Mauvaise saison : saison durant laquelle le gel peut détruire les jeunes plantes.

Mélange : semence formée de grains issus d'espèces différentes.

Monocotylédones : plantes à nervures parallèles dont font parties les graminées.

Monoculture : situation dans laquelle une parcelle ne reçoit qu'une seule espèce ou variété cultivée.

Mulch : couche de matières minérales ou organiques (pailles, copeaux de bois, etc.) épandu sur le sol.

Normal : correspondant à la moyenne constatée en situation de monoculture.

Parcelle cultivée : terrain auquel a été appliqué au moins une façon culturale.

Pionnière : se dit d'une plante forestière (lisières et clairière) qui croît en lieu précédemment défriché.

Plantule : jeune plante qui ne possède pas encore de vraies feuilles ou bien seulement quelques feuilles (2 ou 3).

Poids de mille grains : nombre de graines nécessaire pour faire un gramme, exprimé en g/1000 gr et noté PMG.

Prairiale : se dit d'une plante qui vit habituellement dans une prairie.

Prairie : parcelle régulièrement fauchée ou pâturée peuplée essentiellement de graminées et de légumineuses fourragères.

Prairie artificielle : parcelle occupée par une communauté végétale formée uniquement de plantes prairiales cultivées.

Prairie naturelle : parcelle occupée par une communauté végétale formée uniquement de plantes prairiales spontanées.

Redressement : stade des graminées qui suit le stade talle.

Regain : repousse d'une plante suite à une fauche qui ne donne pas de floraison.

Rémanent : se dit d'un pesticide dont l'action dure longtemps après son épandage.

Rendement : rapport entre la récolte exprimée en unité d'œuvre et la surface, généralement exprimée en hectare (ha).

Rendement espéré : rendement calculé en situation d'association végétale.

Rendement normal : rendement calculé en situation de monoculture.

Reprise : stade des plantes herbacées (sauf les graminées) qui suit le stade rosette.

Ripuaire : qui vit au bord de l'eau.

Rosette : ensemble de feuilles dépourvu de tige qui persiste lors de la mauvaise saison chez certaines plantes herbacées ; stade correspondant à la formation de la rosette.

Rudéral : qui vit dans les décombres.

Sélectif : ce dit d'un herbicide qui ne s'attaque cas une catégorie limitée d'espèces.

Semences fermières : semences prélevées par l'agriculteur sur sa dernière récolte.

Semis : action de mettre des graines en terre ou sur le sol.

Semis à la volée : semis qui consiste à jeter les graines sur le sol, sans les enterrer.

Semis de rattrapage : semis postérieur au semis de rattrapage qui permet de remplacer les plantes qui ne sont pas nées à l'issue du semis principal.

Semis principal : semis réalisé à la dose suffisante pour obtenir la production souhaitée.

Sous-arbrisseau : ligneuse d'une hauteur inférieure à 50 cm.

Spécialité : pesticide obtenu par mélange de matières actives.

Spontanée : se dit d'une plante qui se multiplie seule, sans intervention humaine.

Stabilisation : stade adulte de la strate sous-herbacée.

Stade : étape nettement identifiée du développement d'une plante.

Strate : ensemble des plantes d'une communauté qui sont du taille comparable à l'âge adulte.

Strate arbustive : strate composée de plantes ligneuses de plus de 5 m de haut.

Strate herbacée : strate composée de plantes herbacées de plus de 50 cm de haut.

Strate sous-herbacée : strate composée de plantes herbacées de moins de 50 cm de haut.

Succession communautaire : transformation d'une communauté végétale en une autre sous l'influence d'un facteur naturel ou humain tel qu'une façon culturale.

Synergie : propriété d'une association végétale dont le résultat total est supérieur à la somme des parties.

Talle : ensemble des feuilles d'une graminées qui persiste lors de la mauvaise saison ; stade correspondant à la formation du talle.

Taux de levée : rapport donné en pourcentage entre le nombre de plantule et la densité de semis par unité de surface. Il est noté t_p.

Trempage : procédé qui consiste à mouiller les graines en les immergeant dans l'eau pour déclencher leur germination.

Unité d'œuvre :

Unité d'œuvre : unité de mesure d'une récolte telle que la tonne, le quintal, le stère, l'hectolitre, …

Vivace : plante qui vit plusieurs années.

Pourquoi le bioéthanol ne remplacera pas l'essence.

Viviane Parent

15 mars 2008

Ducument de travail

I.T.A.N.

Le bioéthanol est fabriqué par fermentation à partir de végétaux contenant du saccharose (la betterave, la canne à sucre, ...) ou par hydrolyse de l'amidon (blé, maïs, ...). L'éthanol ainsi obtenu est mélangé à l'essence, dans des proportions allant de 5 à 85%. Ce mélange peut ensuite être utilisé comme carburant pour les moteurs de voiture. Le gouvernement français a autorisé depuis 2006 le développement du Super-ethanol E85, qui contient 85% d'éthanol et qui a l'avantage de pouvoir être utilisé dans les moteurs « flexfuel » (moteur qui fonctionnent aussi bien à l'essence qu'à l'E85).

Cette nouvelle source de carburant semble une véritable aubaine. Pourtant, il n'existe en France que 500 pompes de bioéthanol, ce qui est très peu pour une véritable généralisation.

Annoncé comme étant « l'essence verte », le bilan de ce carburant est pourtant loin d'être aussi positif que ce que l'on pourrait croire. On peut en effet affirmer que le bioéthanol ne remplacera pas l'essence actuelle, et ce pour plusieurs raisons : tout d'abord, parce que l'argument de « plus écologique » ne tient pas. Ensuite parce que la production de ce carburant est un danger pour l'agriculture en général et l'approvisionnement planétaire en nourriture, et enfin parce que l'argument financier que certains tenteraient d'avancer est lui aussi un leurre.

Commençons par un point très sensible en ce moment : l'écologie.

La consommation d'essence et la production de CO_2 qui en découle est une partie importante de ce problème. Les différents successeurs potentiels de l'essence se doivent donc de montrer patte blanche à ce propos. Il est un fait indiscutable : le taux de CO_2 dégagé par la combustion du bioéthanol est largement inférieur à celui dégagé par l'essence (entre 20 et 60% de moins) et l'on pourrait considérer ce dégagement nul puisqu'il s'agit du CO_2 que les plantes avaient absorbé durant leur croissance. Une sorte d'équilibre, si l'on peut dire. Mais si les gaz à effet de serre et le benzène dégagés sont inférieurs lors de la combustion, il produit en revanche deux composés organiques volatils : l'acétaldéhyde et le formaldéhyde. Ces composés chimiques sont dangereux : le formaldéhyde provoque des cancers divers et l'acétaldéhyde est très toxique lorsqu'il est inhalé.

Mais pour avoir un réel aperçu du problème, il ne faut pas tenir uniquement compte des matières dégagées lors de la combustion. En effet, le bioéthanol nécessite une biomasse organique pour pouvoir être produit et souvent une utilisation massive de pesticides et nitrates. L'agriculture intensive qui résulte des besoins de cultures supplémentaires accroit les problèmes liés aux engrais chimiques, au labour et à l'érosion progressive des terres arables. Les parcelles utilisées pour la production de biocarburant sont autant de terres qui ne seront pas mise en jachère pour leur restauration, et qui ne pourront pas servir pour les cultures alimentaires. Cet appauvrissement de la terre est aussi un enjeu écologique majeur. Il faut de 3.500 à 5.000 litres d'eau suivant les conditions météorologiques pour produire 1 litre de bioéthanol. La production des biocarburants peut entraîner une détérioration de la nature. Avec les rendements agricoles actuels, il faudrait l'équivalent de

quatre à six planètes Terre pour produire suffisamment d'éthanol et d'huile afin de remplacer toute l'énergie fossile consommée dans le monde.

Ce problème de terrain est déjà présent avec le manque de place pour les cultures alimentaires, sans avoir besoin d'être encore amplifié par la production de maïs ou de blé destinés à l'éthanol. Ce phénomène ne pourra entrainer qu'une seule chose : l'accélération de la déforestation, directement ou indirectement. Si les pays européens veulent rester indépendants vis-à-vis de leur approvisionnement en bioéthanol, il reste néanmoins une contrainte naturelle : pour un hectare de plantation, le Brésil produit 6.000 litres de carburant contre seulement 1.200 litres pour la même parcelle qui serait située en Angleterre, et ce pour un prix deux fois inférieur, qui plus est. Les cultures les plus efficaces pour le bioéthanol sont en effet les cultures tropicales. Selon plusieurs ONG, les surfaces occupées par la canne à sucre plantée pour le biocarburant empiètent souvent sur des pâturages, sur la forêt amazonienne ou sur le cerrado qui est le meilleur sol brésilien. Un dossier paru dans Courrier International explique : *« il est évident que le Brésil devra utiliser ses immenses étendues de forêt pour répondre à la nouvelle donne énergétique ; il est tout aussi évident que la destruction de la forêt entraînera un désastre écologique qui affectera l'ensemble de l'humanité. »*

L'utilisation à grande échelle de bioéthanol sous-entend l'utilisation de très grandes surfaces agricoles pour la production de maïs ou de canne à sucre. Il y a un risque certain de compétition entre les besoins alimentaires de la population de la planète et les besoins énergétiques de nos voitures. Le développement des biocarburants tire vers le haut les prix du maïs, du soja et du blé, et vers le bas la surface cultivable pour se nourrir et les ressources en eau. Dans certaines régions, le prix des aliments de base a déjà commencé à monter (par ex.: maïs au Mexique). Des experts annoncent des hausses de prix énormes sur toutes les denrées alimentaires de base dans le monde entier ; par exemple +41% pour le maïs d'ici à 2020 ; +76% pour les oléagineux (colza, soja, tournesol) ; +30% pour le blé ; +135% pour le manioc qui est un aliment crucial dans les pays les plus pauvres.

Si les prix alimentaires restent connectés à ceux du pétrole, ce sont 1,2 milliards de personnes qui risquent de ne pas manger à leur faim d'ici 2025.

Puisque nous en arrivons à parler de prix, parlons aussi de celui du Super-ethanol. Le ministre de l'économie a répété que la partie éthanol de ce carburant ne serait pas soumise à la taxe intérieure sur les produits pétroliers, pour encourager son développement. Son prix serait donc fixé à 0,80 € le litre. Du moins, jusqu'à ce qu'il n'ait plus besoin d'être encouragé, sachant que le prix réel de la production du bioéthanol est encore globalement supérieur à celui de l'essence. Mais même à 0,87 €, on peut faire un bref calcul : le bioéthanol a un rendement énergétique légèrement supérieur à celui de l'essence mais son utilisation dans nos moteurs fait qu'il faut deux tiers d'un réservoir d'essence pour parcourir la même distance qu'avec un réservoir plein d'éthanol. Donc, pour un litre d'un carburant équivalent à l'essence, on a en réalité le prix de quatre tiers de litre de bioéthanol, soit 1,06 € le litre. En cette fin du mois de mars 2008, le litre d'essence est en moyenne de 0,94 €. Donc même avec son régime de faveur, le bioéthanol reste plus cher.

Ainsi, ce Super-ethanol est loin d'être un super carburant : pour un rendement énergétique assez peu supérieur, le bioéthanol perd très vite son blason doré quand on commence à prendre en compte tous les paramètres, de sa plantation à son utilisation, en passant par sa fabrication. Plus cher que l'essence, dont il sera de plus toujours dépendant puisqu'il ne peut être utilisé concentré à 100%, et les conséquences de son utilisation mondiale seraient au moins équivalentes, voir bien pires que celle du pétrole. Les simulations américaines de l'utilisation généralisée du E85 font apparaitre une augmentation fulgurante des problèmes respiratoires, et la production massive de ce carburant serait un véritable suicide écologique. Le bioéthanol ne sera pas le successeur de l'essence. Une voie est peut-être possible avec les biocarburants de seconde génération, ceux qui sont produits à partir de déchets végétaux et à base de cellulose. Leur rendement pourrait peut-être être meilleur que celui de la première génération.

Bibliographie :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Bio%C3%A9thanol
http://www.caradisiac.com/php/actu_enq/enq/budget/299/biocarburant.php
http://www.bioethanolcarburant.com/
http://www.reforme.net/archive2/article.php?num=3193&ref=1774
http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89thanal

Qu’est-ce qu’une plante cultivée ?

Partie 1 : Les plantes cultivées et l'azote.

Olivier Barbié*

30 août 2007

Note

* Président de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle.

RÉSUMÉ

Nous montrons à partir d’observations de terrain aisément reproductibles par tous que la flore générée par un sol riche en azote n’est pas naturelle ! En effet, les biotopes naturels sont en équilibre et il se trouve que l’azote soluble du sol est instable. Dès lors se pose la question de l’origine des plantes cultivées.

Nous montrons que les plantes cultivées appartiennent à une série étroitement liée à la présence de l’homme et marquée par quatre caractères : elles sont herbacées, héliophiles, luxuriantes et souvent nitrophiles.

Par conséquent, l’idée de Fukuoka qui consiste à cultiver en copiant le modèle de la forêt est donc contraire aux caractéristiques biologiques de ces plantes car elles diffèrent radicalement des séries forestières.

Par ailleurs, la culture consiste à reproduire le milieu originel des ces plantes, à savoir les dépotoirs de la fin du Paléolithique. D’où notre nouvelle vision des zones cultivées : un champs ou un jardin est un milieu où l’on s’efforce de reproduire les conditions d’un dépotoir, sol perturbé (labour) et contenant des déchets (fumure).

Cependant, les plantes domestiques se répartissent en deux sous-groupes : les plantes cultivées et les adventices. Nous montrons qu’elles ont les mêmes caractères écologiques et qu’elles sont souvent génétiquement proches. Mais les plantes cultivées se distinguent des plantes adventices par l’hypertrophie d’un de leur membre due à la sélection variétale. Cette hypertrophie handicape définitivement les plantes cultivées vis-à-vis des adventices.

Il est donc illusoire de croire que l’on peut cultiver sans générer et partant sans détruire les adventices.

Le principal point de désaccord entre l'agriculture bioogique et l'agriculture chimisée réside dans l'emploi d'engrais azotés de synthèse par la seconde. Mais même du côté de l'agriculture biologique, certains critiquent l'usage d'engrais azotés organiques, comme c'est le cas des tenants de l'agriculture naturelle. La question que nous posons ici est alors la suivante. Peut-on cultiver sans employé d'azote ?

Est-ce que les plantes culutivées peuvent se passer d'azote importé ? Ou, dit avec les mots de l'écologie, les plantes cultivées sont-elles nitrophile ? Voici quelques pistes pour répondre.

1. Flore de trois stations fertiles

Voici trois petites observations de terrains qui ont été réalisée durant l'été 2006. L'objectif était de vérifier si les plantes cultivées sont nitrophiles. Si elles le sont, alors il est nécessaire de cultiver sur des terrains fertiles. Si elle ne le sont pas, alors il est possible de ne plus employer d'engrais comme le conseille l'agriculture naturelle de Fukuoka.

Le raisonnement se fait ici par une approche écologique, c'est dire une observation *in situ* conforme aux principes de l'agriculture naturelle (Barbié, 2007). Autrement dit, nous testons la validité de l'agriculture naturelle avec sa propre logique.

Les lieux d'observation ont été choisis pour leur teneur supposée importante en urine et en fescès animaux. Trois lieux ont été choisis et une liste des espèces les plus présentes a été établie à chaque fois.

Liste A : jardin fumé tous les deux ans au fumier de vache. Observation faite a Ihtiman (Bulgarie, 600 m d'altitude) le 16 juillet 2006, complétée le 22 août 2007[1].

Amarante réfléchie	*Amanranthus retroflexus* L.
Chénopode blanc	*Chenopodium album* L.
Chien dent pied de poule	*Cynodon dactylon* (L.)
Mauve	*Malva silvestris* L. *Malva neglecta* Wallroth (= *M. rotundifolia* L.)
Laiteron.	*Sonchus arvensis* L., *S. asper* (L.) Hill (= *S. asper* Vill.) *S. oleraceus* L.

1 Les noms latins sont de Mac Clintock *et al.*. (identiques à ceux de Petrova *et al.*). Entre parenthèse, la notation de G. Bonnier.

Liseron des champs	*Convolvulus arvensis* L.
Mouron rouge	*Anagallis arvensis* L.
Orge des rats	*Hordeum murinum* L.
Ortie dioïque	*Urtica dioica* L.
Panic pied-de-coq	*Echinochloa crus galli* (L.) Beauvois
Pourpier	*Portulaca oleracea* L.
Renouée des oiseaux	*Polygonum aviculare* L.
Sétaire	*Setaria viridis* (L.) Beauvois = (*S. viridis* P. B.)
Mouron des oiseaux	*Stellaria media* (L.) Villars (= *S. media* Vill.)
Mercuriale	*Mercurialis annua* L.

Tableau 1

Liste B : trottoir bordant une rue empruntée quotidiennement par des troupeaux de bovins. Observation faite a Ihtiman (Bulgarie, 600 m d'altitude) le 16 juillet 2006.

Amarante réfléchie	*Amanranthus retroflexus* L.
Bardane	*Arctium minus* (Hill) Bernhardi (= *Lappa communis* L.)
Chénopode	*Chenopodium hybridum* L.
Chicorée	*Cichorium intybus* L.
Chien dent pied de poule	*Cynodon dactylon* (L.)
Erigeron du Canada	*Erigeron canadensis* L.
Laiteron rude	*Sonchus asper* (L.) Hill (= *S. asper* Vill.)
Liseron	*Calystegia sepium* (L.) Brown (= C*onvolvulus sepium* L.)
Orge des rats	*Hordeum murinum* L.
Pâturin des près	*Poa pratensis* L.
Pissenlit	*Taraxacum officinale* Weber (= T. *Dens-leonis* Desf.)
Plantin à grandes feuilles	*Plantago major* L.
Pourpier	*Portulaca oleracea* L.
Ray-grass anglais	*Lolium perenne* L.
Renouée des oiseaux	*Polygonum aviculare* L.
Salsifis sauvage	*Tragopogon pratensis* L.

Tableau 2

Liste c : cours et trottoirs de porcheries ou s'ébattent des porcs adultes. Observation faite à Saint-Jean-Lagineste (Lot, 350 m d'altitude) vers 1986 (d'après mémoire).

Panic pied-de-coq	*Echinochloa crus galli* (L.) Beauvois
Sétaire	*Setaria glauca P. B.*
Digitaire	*Digitaria sanguinalis* (L.) Scopoli (= *D. sanguinalis* Scop.
Grande oseille	*Rumex acetosa* L.
Mauve	*Malva silvestris* L. *Malva neglecta* Wallroth (= *M. rotundifolia* L.)
Amarante réfléchie	*Amanranthus retroflexus* L.
Chénopode blanc	*Chenopodium album* L.
Renoueée persicaire	*Polygonum persicaria* L.

Tableau 3

2. Construction d'un indice pour le caractère nitrophile

Les plantes répertoriées par ces petites listes ne sont certainement pas des plantes indicatrices puisqu'elles se rencontrent aussi en des lieux forts différents.

Plante	Bonnier	Mac Clintock
Arctium minus (Hill) Bernhardi	Endroits incultes.	Chemins, décombres, clairières.
Amanranthus retroflexus L.	Endroits incultes.	Bords des chemins, terrains vagues, adventice. (Amérique du Nord).
Anagallis arvensis L.	Champs, chemins.	Terrains cultivés, dunes.
Calystegia sepium (L.) Brown	Haies, bois.	Haies, lisières.
Chenopodium album L.	Décombres, chemins, champs.	Lieux cuktivés, terrains vagues.
Chenopodium hybridum L.	Décombres, murs, chemins.	Bords des chemins, fumiers, près des fermes.
Cichorium intybus L.	Endroits incultes.	Bords des chemins, lieux secs, terrains vagues.
Convolvulus arvensis L.	Haies, champs.	Champs, cultures, jardins.
Cynodon dactylon (L.)	Endroits incultes, grèves, sables.	Lieux sablonneux.

Digitaria sanguinalis (L.) Scopoli	Chemins, champs.	Terrains vagues, cultures, chemins.
Echinochloa crus galli (L.) Beauvois		Lieux cultivés, bords de chemins.
Erigeron canadensis L.	Décombres, talus, chemins.	Terrains vagues, cultures, ballast (Amérique du Nord)
Lolium perenne L.	Près, chemins.	Cultivé, subspontanné, naturalisé au bord des chemins et des fermes.
Hordeum murinum L.	Endroits incultes, chemins.	Murs, prés secs, talus.
Malva neglecta Wallroth	Endroits incultes.	Terrains vagues, haies, bords des chemins.
Malva silvestris L.	Endroits incultes,	Terrains vagues, bords des chemins,
Mercurialis annua L.	Champs, endroits incultes.	Cultures, friches, terrains vagues.
Poa pratensis L.	Près, chemins, murs.	Prairies, bors des chemins.
Plantago major L.	Endroits incultes.	Bords des chemins, talus.
Polygonum aviculare L.	Endroits incultes, champs, chemins.	Chemins, pavés, champs, cultures, plages.
Polygonum persicaria L.	Endroits humides.	Fossés, champs, cultures.
Portulaca oleracea L.	Décombres, vignes.	Jardins, terrains vagues. Contrées chaudes. Cultivé.
Rumex acetosa L.	Près.	Prairies.
Setaria glauca P. B.	Chemins, champs.	
Setaria viridis (L.) Beauvois	Chemins, champs.	Cultures, chemins.
Sonchus arvensis L., *S. asper* (L.) Hill, *S. oleraceus* L.	Champs.	Terrains cultivés, mauvaise herbe des cultures, des jardins.
Stellaria media (L.) Villars	Chemins, champs, murs.	Terrains cultivés.
Urtica dioica L.	Endroits incultes, décombres, villages.	Sols riches en azote, près des fermes, décombres.
Taraxacum officinale Weber	Endroits incultes, bois, champs, chemins.	Prairies, pelouses, parfois marécages et rocailles

		alpines.
Tragopogon pratensis L.		Prairies.

Tableau 4

Les seules plantes typiques sont les suivantes.

Plante	Indication
Calystegia sepium (L.) Brown	Lieux boisés clairs
Cichorium intybus L.	Lieux secs
Cynodon dactylon (L.)	Lieux sablonneux.
Hordeum murinum L.	Endroits incultes, chemins.
Polygonum persicaria L.	Lieux humides
Portulaca oleracea L.	Lieux chauds
Rumex acetosa L.	Prairies
Urtica dioica L.	Sols riches en azote,
Tragopogon pratensis L.	Prairies.

Tableau 5

Il est à remarquer qu'une seule est liée à l'azote ce qui est pour le moins paradoxal.

Pour mieux appréhender cette situation, attribuons un coefficient Cn représentant la richesse en azote de chaque milieu. Ce même indice nous permettra d'évaluer le caractère nitrophile de chaque espèce.

Milieux classés en fonction de leur fertilité azotée supposée.	Note (Coefficient Cn)
Ballast	1
Murs	2
Grèves,	3
Sables, lieux sablonneux, plages, dunes	4
Rocailles	5
Décombres	6
Vignes	7
Talus	8
Terrains vagues, lieux incultes, endroits incultes	9
Bois, friche	10

Lisières, clairières	11
Haies	12
Près, Prairie	13
Pelouses	14
Cultures, Champs, Adventice	15
Jardins	16
Sols riches en azote	17
Fumiers	18
(moyenne des extrêmes)	6
Lieux cultivés, terrains cultivés (moyenne des extrêmes)	14
Fossés	
Marécages	

Tableau 6

Les mentions « Pavés », « Chemins », « Bord de chemin », « Bord de fermes », et « Village » n'ont pas été reprises car il est difficile de leur appliquer une valeur relative d'azote car elle dépend de la présence ou non d'animaux libres.

À l'aide de ce classement des milieux, on obtient un classement des espèces spontanées qui les occupent.

Plante	Valeurs extrêmes de Cn	Valeur moyenne de Cn
Erigeron canadensis L.	[1 ; 9]	5
Cynodon dactylon (L.)	[3 ; 9]	6
Poa pratensis L.	[2 ; 13]	7,5
Hordeum murinum L.	[2 ; 13]	7,5
Stellaria media (L.) Villars	[2 ; 15]	8,5
Arctium minus (Hill) Bernhardi	[6 ; 11]	8,5
Plantago major L.	[8 ; 9]	8,5
Malva silvestris L.		9
Cichorium intybus L.		9
Polygonum aviculare L.	[3 , 15]	9
Anagallis arvensis L.	[4 ; 15]	9,5
Chenopodium hybridum L.	[2 ; 18]	10
Taraxacum officinale Weber	[5 ; 16]	10,5

Chenopodium album L.	[6 ; 15]	10,5
Malva neglecta Wallroth	[9 ;12]	10,5
Calystegia sepium (L.) Brown	[10 ; 12]	11
Portulaca oleracea L.	[6 ; 16]	11
Urtica dioica L.	[6 – 17]	11,5
Amanranthus retroflexus L.	[9 ; 15]	12
Mercurialis annua L.	[9 ; 15]	12
Digitaria sanguinalis (L.) Scopoli	[9 ; 15]	12
Rumex acetosa L.		13
Tragopogon pratensis L.	13	13
Echinochloa crus galli (L.) Beauvois		14
Convolvulus arvensis L.	[12 ; 16]	14
Lolium perenne L.	[13 ; 15]	14
Setaria viridis (L.) Beauvois		15
Setaria glauca P. B.		15
Polygonum persicaria L.		15
Sonchus arvensis L., *S. asper* (L.) Hill, *S. oleraceus* L.	[14 ; 16]	15

Tableau 7

3. Des milieux riches en azote

Voici la moyenne de Cn pour chaque liste d'observation :

Milieu	Liste	Moyenne de Cn	Écart type de Cn
Bords de chemins	B	9,5	2,7
Jardins	A	11,3	2,7
Bords de ferme	C	12,3	2,1

Tableau 8

D'après ce tableau, il apparaît que les trois observations ne sont pas exactement comparables puisque les milieux qu'elles concernent sont caractérisés par des fumures différentes. Du moins fumé au plus fumé, on a « Bords de ferme », « Jardins » et « Bords de chemins».

Ceci devrait être confirmé en faisant la moyenne du Cn des plantes mentionnées dans ces milieux :

Milieu	Nombre de plantes	Moyenne de Cn	Ecart
Bords de chemins (B)	8	10	+5%
Jardins[2] (A)	12	11,5	+2%
Bords de ferme (C)	2	12	-2%

Tableau 9

Il est donc évident que ce résultat est conforme avec nos observations, avec tout de même une certaine circonspection nécessaire pour la station « bords de ferme ».

Cela nous permet de compléter nos données. En effet, l'indice moyen des « Jardins » est de 11,5 soit 70% de la note que nous leur avions initialement attribuée (16). En conservant le même rapport, on obtient pour les autres milieux :

Station	Cn moyen	Note reconstituée
Bords de chemins (B)	10	14
Jardins (A)	11,5	**16**
Bords de ferme (C)	12	16,5

Tableau 10

On constate ainsi que les mentions « Pavés », « Chemins », « Bord de chemin », « Bord de fermes », et « Village » renvoient à des stations richement fumées.

Pour avoir un ordre d'idée de cette fumure, notre station « Bords de ferme » est catractérisée par une teneur en azote équivalente à celle d'un jardin bien fumé. Quant à notre « Bords de chemins », il est aussi riche qu'une pelouse cultivée. Toutes nos observations sont donc valables puisqu'elles représentent des lieux triches en azote.

Ceci peut d'ailleurs etre confirmé en comparant ces milieux avec la moyenne. Cette dernière s'obtient facilement en supposant que l'indice Cn de la flore spontanée suit une loi normale.

Dans ce cas, le Cn moyen est égal à la moyenne de ses extrêmes soit Cn moy = (1 + 18)/2 = 9,5.

Au delà de 9,5, le milieu pourra être considéré comme riche en azote et donc peuplé de plantes nitrophiles.

Nos observations concernent ainsi des milieux riches en azote, conformément à nos choix initiaux.

2 Mentions « jardins », « terrains cultivés », « lieux cultivés », « adventices » et « cultures ».

Station	Note reconstituée	Écart à la moyenne
Bords de chemins (B)	14	+47%
Jardins (A)	16	+68%
Bords de ferme (C)	16,5	+73%

Tableau 11

Voyons maitenant ce qu'il en est de la flore associée. Logiquement, on s'attend à trouver une flore itrophile.

4. Une flore copmplexe

L'idée est d'étudier la dispertion du Cn des espèces observées aafin de déterminer s'il existe trois flores distinctes correspondant aux trois stations étudiées.

On complète le tableau 7 à l'aide des tableaux 4 et 10.

Plante	Cn initial	Cn modifié
Cichorium intybus L.	9	[9 ; 14] = 11,5
Lolium perenne L.	14	[13 ; 16,5] = 14,75
Malva neglecta Wallroth	10,5	[9 ; 14] = 11,5
Malva silvestris L.	9	[9 ; 14] = 11,5
Poa pratensis L.	7,5	[2 ; 14] = 8
Plantago major L.	8,5	[8 ; 14] = 11

Tableau 11

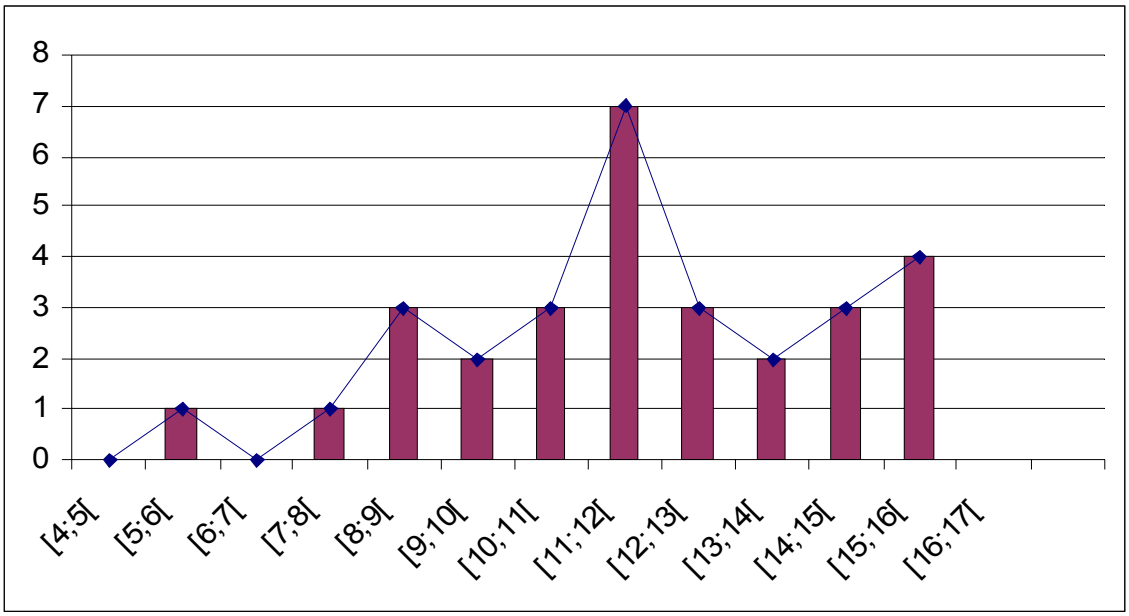
Une fois corrigé, notre tableau général devient ainsi :

Plante	Valeurs extrêmes de Cn	Valeur moyenne de Cn
Erigeron canadensis L.	[1 ; 9]	5
Cynodon dactylon (L.)	[3 ; 9]	6
Hordeum murinum L.	[2 ; 13]	7,5
Poa pratensis L.	[2 ; 14]	8
Arctium minus (Hill) Bernhardi	[6 ; 11]	8,5
Stellaria media (L.) Villars	[2 ; 15]	8,5
Polygonum aviculare L.	[3 , 15]	9
Anagallis arvensis L.	[4 ; 15]	9,5

Chenopodium hybridum L.	[2 ; 18]	10
Chenopodium album L.	[6 ; 15]	10,5
Taraxacum officinale Weber	[5 ; 16]	10,5
Portulaca oleracea L.	[6 ; 16]	11
Calystegia sepium (L.) Brown	[10 ; 12]	11
Plantago major L.	[8 ; 14]	11
Urtica dioica L.	[6 – 17]	11,5
Malva neglecta Wallroth	[9 ; 14]	11,5
Cichorium intybus L.	[9 ; 14]	11,5
Malva silvestris L.	[9 ; 14]	11,5
Digitaria sanguinalis (L.) Scopoli	[9 ; 15]	12
Mercurialis annua L.	[9 ; 15]	12
Amanranthus retroflexus L.	[9 ; 15]	12
Tragopogon pratensis L.	13	13
Rumex acetosa L.		13
Convolvulus arvensis L.	[12 ; 16]	14
Echinochloa crus galli (L.) Beauvois		14
Lolium perenne L.	[13 ; 16,5]	14,75
Sonchus arvensis L., *S. asper* (L.) Hill, *S. oleraceus* L.	[14 ; 16]	15
Polygonum persicaria L.		15
Setaria glauca P. B.		15
Setaria viridis (L.) Beauvois		15

Tableau 12

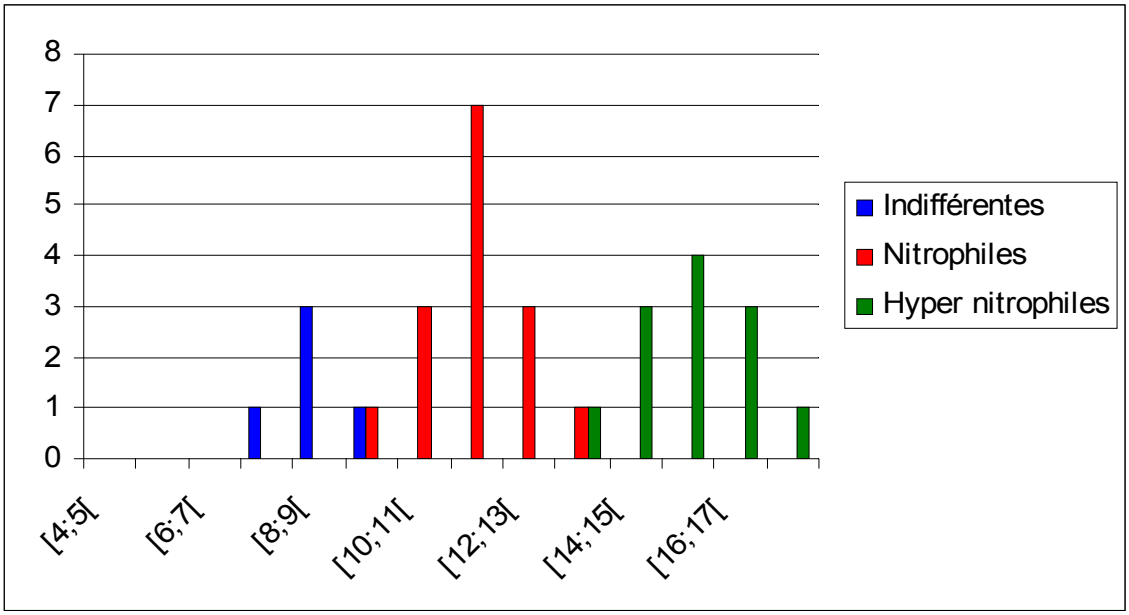
À partir de ce tableau, il est possible de tracer le graphique de la distribution de Cn.



Graphique 1

Le graphique montre que la distribution de Cn est polymodale : il existe donc des flores distinctes adaptées à différents milieux. Si l'on délaisse les classes ne contenant qu'une seule plante et donc très sujettes à l'erreur, trois modes se détachent, comme attendu. Leurs valeurs sont réspectivement 8,5, 11,5, et 15,5.

En reconstituant les séries par symétrie, on obtient le graphique suivant :



Graphique 2

Dans nos échantillons, il existe bien trois flores indépendantes. Nous les avons respectivement appelées flore indéfférente (Cn 8,5), flore nitrophile (Cn 11,5) et flore hyper nitrophile (Cn 15,5).

Mais elles ne se supperposent pas avec les trois milieux de nos observations.

La flore indifférente est caractéristique des lisières, clairières, haies et prairies, c'est à dire d'une forée dégradée mais sans retournement du sol (note égale à 12 : 8,5/ 0,71).

La flore nitrophile correspond à des milieuxcultivés tels que pelouses, champs, jardins et sols riches en azote (note supérieure à 16). Autrement dit, elle correspopnd à une flore habitée à des sols bouleversés et de fertilité ordinaire.

Enfin, la flore hyper nitrophile relève d'un milieu inconnu mais extrême (note de 22), plus azoté que les terrains cultivés et même que les fumiers (sols imprégnés de lisiers ?).

On remarquera que la station « Bords des chemins » porte une série intermédiaire entre la série « indifférente » et la série « nitrophiles ».

Station			Flore		
		Note ou Cn moy	Indifférente	Nitrophile	Hyper nitrophile
			8,5	11,5	15,5
Forêt dégradée		12	X		
Sols bouleversés	Bords de chemins (B)	14	X	X	
	Jardins (A)	16		X	
	Bords de ferme (C)	16,5		X	
Milieu inconnu		22			X

Tableau 13

Le but de l'anlyse est maintenant d'étudier la flore cultivée pour pouvoir la classer parmi ces trois séries.

4. Les cultures sont-elles nitrophiles ?

D'après nos résultats, nous pouvons classer dans la flore hyper nitrophiles toutes les plantes ayant un Cn supérieur à 14,5. Soit :

Plante	Valeur moyenne
Lolium perenne L.	14,75
Sonchus arvensis L., *S. asper* (L.) Hill, *S. oleraceus* L.	15

Polygonum persicaria L.	15
Setaria glauca P. B.	15
Setaria viridis (L.) Beauvois	15

Tableau 14

Cela représente 5 plantes hyper nitrophiles sur 32, soit seulement 16% de l'échantillon.

Voici leur répartition au sein des listes d'observation.

Station	Effectif	Hyper nitrophiles	%
Bords de chemins (B)	16	2	12,5%
Jardins (A)	18	5	28%
Bords de ferme (C)	9	2	22%

Tableau 15

Il y a donc environ entre ¼ et 1/5 d'hyper nitrophiles dans le jardin et le bord de ferme.

Notre but est maintenant de déterminer le coefficient Cn des plantes cultivées pour savoir si elles font partie de la flore hyper nitrophile ou non.

Notre première méthode est de calculer le Cn de plantes spontanées jugées proches à la fois anatomiqement et écologiquement.

Voici la liste des cultures de notre petit jardin. Nous avons ajouté à droite les équivalents écologiques.

Culture	Équivalent	Cn
Pomme de terre	*Solanum dulcamara L* *Solanum nigrum L.*	[10 ; 12] = 11 [6 ; 10[3]] = 8
Tomate	*idem*	
Aubergine	*idem*	
Laitue	*Sonchus sp.*	15
Courgette	*Bryona dioica* Jacq.	[9 ; 12] = 10,5
Choux		
Cornichons	*Bryona dioica* Jacq.	[9 ; 12] = 10,5
Fenouil	*Aneth foeniculum* L.	9
Persil	*Petrosilenumsativum* Hoffm.	15
	Moyenne	Cn = 10,8

3 Cn de la station « Chemin » = 10 par hypothèse. Données de G. Bonnier uniquement.

Tableau 15

Culture	Équivalent	
Amarante rouge	*Amanranthus retroflexus* L.	12
Pourpier à grandes fleurs	*Portulaca oleracea* L.	11
Chrysanthème	*Chrysanthemum segetum* L.	15
Buis	*Buxus sempervirens* L.	[5 ; 10] = 7,5
Lila		
Noisetier	*Corylus avellana* L.	[8 ; 12] = 12
Ipomées	*Calystegia sepium* (L.) Brown	11
Muguet	*Convalaria majalis* L	10
Géranium	*Geranium robertianum* L.	[10 ; 10] = 10
Pivoines à grandes fleurs		
Aubriette		
	Moyenne	Cn = 11

Tableau 16

Avec un Cn de 11 en moyenne pour les cultures, quelles soient légumières ou ornementales, on constate qu'elles font parie de la flore nitrophile, mais pas de la flore hyper nitrophile.

Qu'en est-il des cultures de plein champ ? La même méthode ne peut pas être appliquée car peut de grandes cultures ont un équivalent écologique.

Culture	Équivalent	Cn
Avoine	*Avena fatua* L.	[9 ; 15] = 12
Orge	*Hordeum murinum* L.	7,5
Blé	*Hordeum murinum* L.	7,5
Maïs		
Sorgho	*Sorghum halepense Pers.*	9
Tournesol		
Colza		
Betterave	*Beta maritima* L.	[4 ; 5] = 4,5
	Moyenne	Cn = 8

Tableau 17

Il faut donc utiliser une autre méthode pour estimer la valeur du coefficient Cn des grandes cultures.

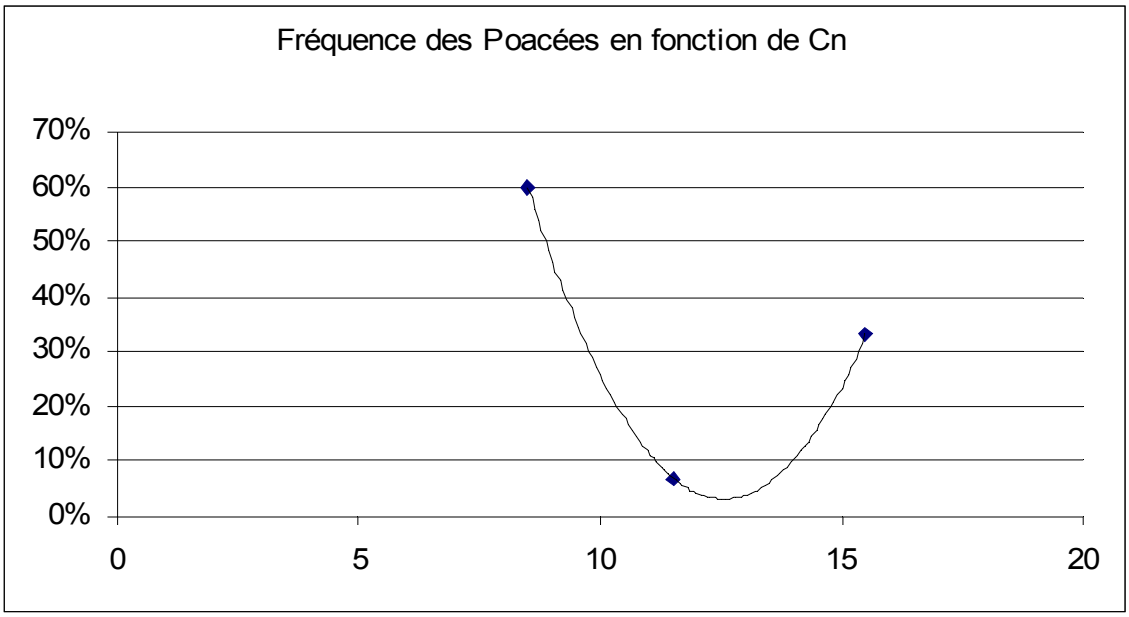
Tout d'abord, on remarquera que toutes poussent dans ce que l'on appelle des terres à blé (Ile de France) ou à maïs (Landes). Ce sont donc des plantes qui vivent dans des milieux d'abord affectés à la culture des graminées.

Revenir donc à nos observations et regardons quel rôle y jouent les graminées.

Série	Effectif	Graminées	%
Normale	5	3	60%
Nitrophiles	15	1	7%
Hyper nitrophiles	12	4	33%

Tableau 18

Ce tableau est assez déroutant car il transcrit une réalité non linéaire qu'un graphe fait mieux apparaître.



Graphique 3

Visiblement, il existe deux groupes distincts de graminées : les graminées indifférentes, plutôt sauvages, et les graminées hyper nitrophyles, qui sont plutôt des adventices. Mais les graminées nitrophiles manquent.

Nous attribuerons aux grandes cultures indifférentes un Cn de 8,5 et grandes cultures hyper nitrophiles un Cn de 15,5. Par convention, nous appellerons la série des indifférentes la « série du blé » et la série des hyper nitrophiles la « série du maïs ».

Cela nous permet de conclure que les cultures ont des besoins en azote très variables.

Les grandes cultures de la série du blé sont indifférentes à l'azote et peuvent vire sur des sols dégagés (sans arbres) mais pas forcément labourés. Les plantes potagères et d'ornement sont nitrophiles. Leurs autres caratéristiques sont à étudier. Quant aux grandes cultures de la série du maïs, elles sont hyper nitrophiles et ne peuvent vivre que sur des terrains dégagés et labourés.

On voit déjà poindre la possibilté de gérer certaines grandes cultures selon les méthodes des Techniques culturales simplifiées, voire de l'agriculure naturelle. Par contre, il est certain que ces méthodes ne sont pas applicables à toutes les grandes cultures, en particulier au maïs. Le cas des petites cultures reste à préciser.

BIBLIOGRAPHIE

BARBIÉ O. (2007) : *Abrégé d'agriculture naturelle*, ITAN.

BONNIER G. et LAYENS (de) G. : *Flore complète portative de la France, de la Suisse et de la Belgique*, Belin, Paris, 1986.

MAC CLINTOCK D., FITTER R. S. R., Favarger S. et C. (1956) : Guide des plantes à fleurs, des arbres et des arbustes d'Europe occidentale, 7eme édition, Delachaux et Nieslé.

PETROVA A., MINCHO A., PALAMAREV E. (1999) : *Kak da razpoznabame pastenijata v nashata priroda*, Prosveta, Sofia.

Qu’est-ce qu’une plante cultivée ?

Partie 2 : origine des plantes cultivées.

Olivier Barbié*

30 août 2007

Note

* Président de l'Institut Technique d'Agriculture Naturelle.

RÉSUMÉ : voir première partie.

Lorsque l’on regarde de près les petites listes qui correspondent à nos trois observations (voir partie 1), on ne peut manquer d’éprouver un certain malaise botanique. Pour tout dire, ces séries de végétaux ne ressemblent à rien. Disons que ces plantes n’appartiennent à aucun biotope naturel. La plupart se développent lorsque l’équilibre naturel a été localement brutalement rompu.

Sur 32 espèces, seule 1 peut vivre dans un milieu sauvage (cynodon) et encore est-ce un milieu bouleversé par l'eau ou le vent : grèves, sables, sols sabloneux.

Parmi les espèces de notre échantillon, certaines sont des adventices authentiques telles que le mouron rouge et le mouron des oiseaux. Mais la plupart sont des plantes dites rudérales, des plantes des bords de chemin, ou des plantes liées à la déforestation (prairies, clairières). Dans ces quatre cas, l’équilibre naturel a été localement rompu mais cette fois ci par l’activité humaine.

Par ailleurs, une proportion étonnement importante de ces plantes est d’origine exotique (amarante, érigeron, renouée persicaire, pourpier) soit plus de 12%. Ce qui nous éloigne définitivement d’une flore naturelle spécifique indiquant une reconquête par la nature d’un lieu récemment perturbé pour nous rapprocher d’une flore durablement inféodée aux activités humaines.

Il y a donc ici une conclusion très forte a tirer : la flore du jardin n’est pas naturelle ! Et même si elle l’était, elle serait typique des lieux récemment bouleversés – et donc en déséquilibre – peuplés par une flore et une faune (biocénose) aussi transitoires qu’éphémères.

Dans les deux cas, la sanction est la même. L’agriculture naturelle, qui se construit toute entière sur l’imitation de la nature, ne peut que s’opposer à des conditions biologiques artificielles. Et si par le plus grand des hasards, ces conditions étaient naturelles, leur caractère transitoire les rendrait impropres à l’élaboration d’une agriculture durable, c’est à dire durablement en équilibre.

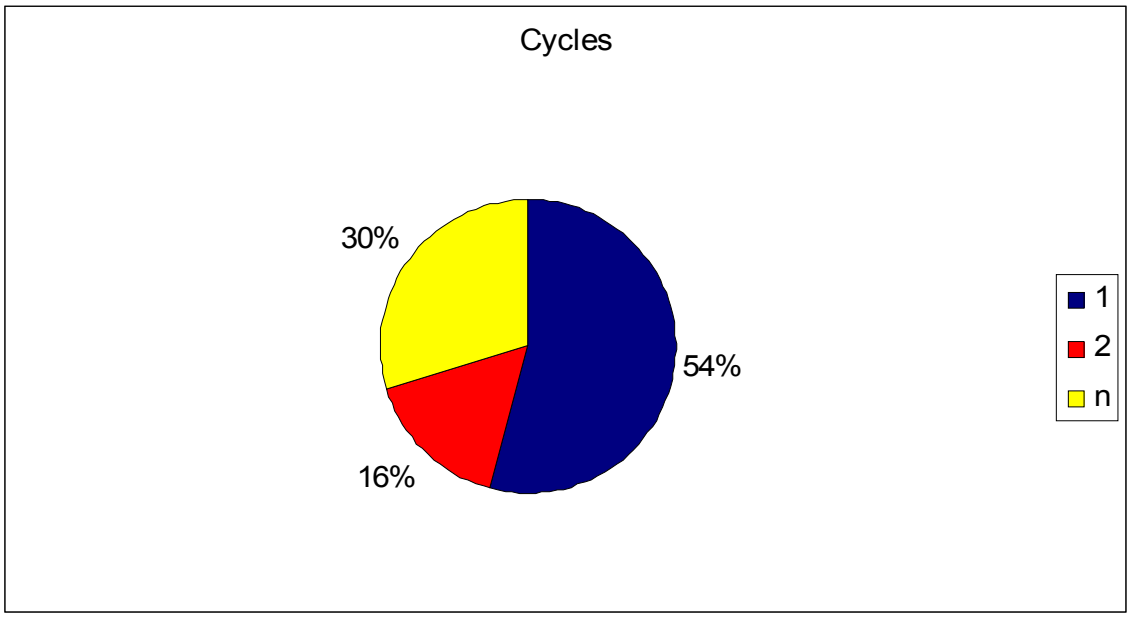
Cette idée (copier la forêt) est à nôtre avis le fondement le plus solide de toute l’agriculture naturelle et aussi la cause de sa perte. Car visiblement, les plantes cultivées fuient les biotopes en équilibre.

Mais que signifie exactement « fuir l'équilibre » ? Nous avons déjà entrevus quelques

indices dans la partie 1. Par exmple les séries du blé et du maïs comprennent des plantes qui vivent hors de la forêt et qui suppoprtent pour certaines (série du maïs) des sols retournés. Est-ce aussi le cas des plantes ornementales et légumières ?

Remarquons tout d'abord que toutes nos plantes spontanées sont herbacées et héliophiles (sauf *Urtica*). Autre fait notable, la plupart sont des annuelles.

Plante	Cycle (en années)
Amanranthus retroflexus L.	1
Anagallis arvensis L.	1
Arctium minus (Hill) Bernhardi	2
Calystegia sepium (L.) Brown	n
Chenopodium album L.	1
Chenopodium hybridum L.	1
Cichorium intybus L.	1 -2 - n
Convolvulus arvensis L.	n
Cynodon dactylon (L.)	n
Digitaria sanguinalis (L.) Scopoli	1
Echinochloa crus galli (L.) Beauvois	1 - 2
Erigeron canadensis L.	1
Hordeum murinum L.	1 - 2
Lolium perenne L.	n
Malva neglecta Wallroth	1
Malva silvestris L.	1 - 2
Mercurialis annua L.	1
Plantago major L.	n
Poa pratensis L.	n
Polygonum aviculare L.	1
Polygonum persicaria L.	1
Portulaca oleracea L.	1
Rumex acetosa L.	n
Setaria glauca P. B.	1
Setaria viridis (L.) Beauvois	1
Sonchus arvensis L., *S. asper* (L.) Hill, *S. oleraceus* L.	n ; 1; 1
Stellaria media (L.) Villars	1
Taraxacum officinale Weber	n
Tragopogon pratensis L.	2
Urtica dioica L.	n



Comme le montre ce graphique, seulement 30% des espèces spontannées de notre liste sont vivaces.

Autrement dit, entre le moment ou elles sont au repos (graine, rhizome, ou collet profondément enterré) et le moment ou elles donnent des graines (ou de nouveaux rhizomes), la période est très brève. Ce caractère est à relier à leur statut de plantes pionnières qui partent à la conquête de milieux fraîchement bouleversés.

Or, il existe beaucoup d'autres plantes pionnières adaptées à tous les climats et à tous les terrains. Par exemple, les roseaux sont des plantes pionnières dans la mesure on elles envahissent des zones trop humides pour une flore en équilibre (flore climax). Mais leur développement est si rapide qu'il conduit à l'obstruction des zones humides qu'elles colonisent. Elles cèdent alors la place a des plantes soit plus grandes (arbres) soit mieux adaptées a des terrains fermes. Ce qui les conduit à aller toujours plus avant vers l'eau.

Les plantes herbacées liées à l'homme rencontrent le même problème. À peine installées, elles sont concurrencées par des plantes ligneuses (ronces, roses, sureau, érables) qui les couvrent. Ceci explique la raison de la brièveté de leur cycle qui donne à la flore qu'elles composent son aspect luxuriant. Mais, en même temps, cela laisse entrevoir la raison de leur caractère généralement nitrophile et la cause de la brièveté de leur cycle.

D'une part, une végétation luxuriante, pour se développer en peu de temps, doit mobiliser de grandes quantités d'azote. Ce qui présuppose un patrimoine génétique apte a géré une substance aussi dangereuse que l'azote soluble. Tout plante qui arrive à gérer de fortes concentrations d'azote soluble peut prétendre à une végétation rapide et donc à un cycle court. C'est une stratégie de reproduction comme une autre, celle-la est simplement dépendante de la présence d'azote. Mai ce cas n'est pas unique. Par exemple, les légumineuses (trèfle, luzerne, soja, haricot) utilisent l'azote soluble fourni par les bactéries associées à leurs racines. Cela leur permet un cycle végétatif court sans être aussi strictement limitées dans leur répartition spatiale que les plantes nitrophiles. Quoi qu'il en soit, grâce à cette résistance à l'azote soluble, ces deux types de végétaux peuvent tenter d'étouffer les plantes concurrentes. Mais pourquoi donc tant d'agressivité, et à quoi sert un cycle végétatif court ?

Tout simplement par ce que nos plantes nitrophiles herbacées, ainsi que les légumineuses,

sont toutes absolument allergiques à l'ombre ; en termes écologiques elles font partie des plantes héliophiles. Ce constat est très important. Car, que l'on trouve des plantes héliophiles en altitude (edelweiss, gentianes) ou au beau milieu des lacs (nuphars, lentilles d'eau) ne saurait surprendre. Par contre, partout ailleurs, la forêt domine et réduit habituellement les plantes de la strate herbacées au statut de plantes sciaphiles (qui supportent l'ombre). Même les plantes pionnières au sens propre du terme et qui croissent sur les lieux d'un bouleversement naturel (grande berce, orties, ronces, sureaux, érables) n'en demeurent pas moins exposées à la rude concurrence des arbres de la forêt climax, ce qui explique que malgré leur taille parfois élevée, elles supportent l'ombre. C'est encore plus vrai pour les plantes pionnières de petite taille qui sont toutes sciaphiles, même si elles préfèrent généralement les lieux ensoleillés.

Au contraire, les plantes nitrophiles herbacées sont strictement héliophiles. C'est probablement là qu'il faut chercher la cause de leur luxuriance supposant le caractère nitrophile.

Voila donc résumées les plantes de nos séries : herbacées, héliophiles, luxuriantes et nitrophiles. Leurs contraintes de base sont leurs caractères herbacé et héliophile, deux caractères incompatibles dans une zone forestière à l'équilibre. Plusieurs stratégies se présentaient à elles : coloniser d'autre milieux (l'eau, la montagne) ou se développer en hauteur (lianes, arbustes). Leur réponse à été d'occuper une niche écologique qui s'étend non dans l'espace mais dans le temps. D'ou leurs caratères luxuriant et nitrophiles. C'est deux derniers caratères étant nécessairement liés. Encore que certains végétaux, dont le meilleur exemple est fourni par les légumineuses, ont réussi, grâce à des symbioses, à se passer presque totalement de l'azote soluble du sol.

Flore spontanée	Herbacées	Héliophiles	Non vivaces	Nitrophiles
Fréquence	100%	97%	70%	86%

Les plantes de notre liste ne sont donc pas des plantes pionnière ordinaires mais constituent une flore spécialisée dans l'exploitation des surfaces bouleversées par les activités humaines. Les plantes cultivées appartiennent-elles à ce groupe ?

Si l'on dresse le portrait robot de nos espèces cultivées à partir des quatre caractères que nous avons identifiés (herbacées, héliophiles, luxuriantes = non vivaces et nitrophiles) alors nous trouvons sur 20 espèces :

17 herbacées (85%), 17 héliophiles (85%), 9 annuelles (45%) et 9 autres plantes réputées plus gourmandes an azote (45%).

Mais si l'on s'intéresse uniquement au potager, on obtient 100% d'herbacées, 100% d'héliophiles, 56% d'annuelles et 67% de « nitrophiles » soit un profil quasiment identique.

Ceci confirme notre hypothèse : les plantes pionnières sont plutôt sciaphiles, les plantes liées à l'homme sont plutôt héliophiles.

Mais il apparaît aussi que la culture productive (légumes hors condiments) concerne essentiellement des plantes annuelles et modérément nitrophiles.

Force est de conclure que cette catégorie de plantes (cultures et adventices) ont des points communs très forts :

- elles ont besoin d'un bouleversement durable d'un écosystème naturel
- elles ont besoin de la présence humaine

L'idée de Fukuoka qui consiste à cultiver les plantes domestiques en copiant le modèle de la forêt est donc contraire aux caractéristiques biologiques des plantes cultivées. D'une part, elles ne supportent pas la concurrence des plantes hautes, d'autre part elles ont souvent besoin de plus

d'azote soluble (sauf les grandes cultures de la série du blé) de façon à accomplir leur cycle biologique relativement bref.

Cultures et plantes adventices se ressemblent donc beaucoup. Mais placées dans les mêmes conditions, les plantes adventices prennent toujours le dessus sur les plantes cultivées. Par exemple, une planche de poivron ne peut rien contre une invasion d'amarante et de chénopode, une planche de fraisiers est vite étouffée par le chien dent.

Quand on cherche à comprendre la cause de la supériorité biologique des adventices, on a souvent tendance à souligner leur enracinement profond (pissenlit, liseron), leur vigueur (mourrons, chien dent), les abondante floraison (chénopode, amarante). Et c'est certainement vrai. Pourtant, cela n'explique pas pourquoi l'amarante cultivée de notre jardin n'arrive pas à supplanter l'amarante sauvage !

Certes, l'amarante rouge est subspontanée et fait ce qu'elle peut pour coloniser toute la surface. Mais il n'y arrive pas alors que l'amarante queue de rat y arrive en quelques jours. Où est la différence ?

Il suffit de regarder un légume une fois dans sa vie pour comprendre. Les plantes cultivées sont des monstres difformes incapables de vivre sans assistance : l'in croule sous le poids de ses fruits, l'autre à des bulbes énormes, la salade et le choux frise ou pommes, telle variété est naine ou géante, etc. En règle générale, les plantes cultivées sont caractérisées par l'hypertrophie d'un de leur membre : racine (carotte, navet, radis), tige (pomme de terre), feuille (choux, salade, blette), fleur (choux fleur) ou fruit (tomate, poivron, aubergine, haricot). Il en est de même pour les grandes cultures, les arbres fruitiers et les plantes d'ornement. Il faut conclure que les plantes cultivées ont été sélectionnées très tôt, obligatoirement par sélection massale.

Cette hypertrophie des cultures est en elle-même un handicap physique qui oblige la plante à mobiliser beaucoup d'énergie et de ressources pour fabriquer un organe qui lui est inutile. Les adventices n'ont pas ce handicap alors qu'elles partagent la plupart des autres caractéristiques des cultures. Les adventices sont donc des concurrentes par nature et la sélection variétale leur donne un avantage supplémentaire à chacun de ces progrès.

Il est donc illusoire de croire que l'on peut cultiver sans détruire les adventices. D'une part, le biotope idéal des cultures (l'écosystème domestique) est aussi celui des adventices, et d'autre part, la sélection génétique, qui donne tout leur intérêt aux cultures, les rend incapables de lutter contre leurs soeurs ennemies.

Ceci nous amènes par ailleurs à reconsidérer l'origine des plantes cultivées.

Tout jardinier s'est déjà dit au moins une fois : « Ah, si l'on pouvait cultiver la mauvaise herbe ». Mais après avoir tenté vainement de cultiver l'ortie ou le tamier, il m'est certain maintenant que les plantes spontanées ne sont que très rarement cultivables.

Le fait que la série des plantes cultivées ne ressemble à aucune série végétale naturelle signifie qu'elle est le résultat de l'action humaine. Mais si la sélection des végétaux comestibles se comprend aisément, il est plus troublant de voir que les mauvaises herbes partagent la même origine.

Le plus probable est que toutes, cultures et adventices, sont apparues là où existaient un milieu ouvert et au sol souvent bouleversé et riche en azote.

Ce milieu ne peut qu'être une clairière habitée.

De sorte que les végétaux domestiques sont venus aux hommes plutôt que les hommes aient eu à les chercher. On peut biensûr imaginer que les plantes domestiques soient issues des graines de plantes comestibles tombées par les femmes du Paléolithique qui amenaient leur récolte au campement. C'est la vision classique et elle s'adapte fort bien aux céréales indifférentes à l'azote

comme le blé, l'orge, l'avoie, le triticale, le riz, etc.

Mais cette vision romantique dans le style de Lucrèce, de Rousseau ou de Condorcet ne colle pas du tout avec les cultures nitrophiles et hyper nitrophiles.

Il semble plutôt qu'une flore se soit spécialisée dans l'exploitation des surfaces dégagées pour les campements. Ces pantes devaient suivre les hommes qui, après la disparition des grands troupeaux d'herbivores suite à la fin de la dernière grande glaciation, voyageaient moins. Il est plus facile d'imaginer que des personnes en détresse, privées de viande, en soit venues à manger les herbes poussant sur les fosses à déchets et les bords des habitations, là où se trouvaient beaucoup d'azote soluble laissé par les gens, les chiens et les restes des animaux tués.

Ce n'est qu'ultérieurement que les femmes ont du s'intéresser peu à peu à ces plantes envahissantes toujours plus nombreuses et vigoureuses au fur et à mesure que les périodes de campement s'allongeaient.

Notre vision est donc que la culture est apparue avec la sédentarité plutôt qu'elle ne l'a provoquée. Elle est encore que la plupart des plantes cultivées n'ont rien à voir avec les plantes que cueillaient les gens du Paléolithique mais qu'elles sont un pur produit de l'humanisation de certains milieux sauvages.

Deux types se sont formés : des plantes qui vivaient autour du campement (série nitrophile) et des plantes qui vivaient sans doute près des latrines (série hyper nitrophile).

Station	Plantes
Espaces ouverts	Céréales à paille
Bords de camps	Légumes et plantes ornementales
Latrines	Maïs et grandes cultures nitrophiles

En somme, un champs ou un jardin est un milieu ou l'on s'efforce de reproduire les conditions d'origine proches d'un dépotoir : sol perturbé (labour) et contenant des déchets (fumure).