DOSSIER

AGRONOMIE

Exploitant à Saint Jean sur Moivre, Marcel Estienne a rédigé ce dossier afin de transmettre un certain nombre d'informations aux lecteurs de la Marne Agricole.

Comprendre ➡ Un entrepreneur digne de ce nom doit avoir tous les éléments de connaissances en sa possession pour prendre de bonnes décisions. C'est bien sûr le cas des agriculteurs. Sur le dossier Paille, quelques-uns n'ont pas l'impression d'avoir toujours des conseils très objectifs. Un agriculteur a donc, par lui-même, après un an d'investissement souhaité faire part de ses recherches afin d'alimenter le débat et pour que chacun soit maître et conscient de ses choix.

Exportation des pailles en sol crayeux : se poser les bonnes questions avant de s'engager

Il est peu commun que la Marne Agricole laisse accès à ses colonnes pour un dossier complet rédigé par un agriculteur. Pour autant, il se trouve que sur le terrain, certains exploitants dépensent beaucoup d'énergie dans la réflexion des modes de production. C'est le cas de Marcel Estienne, de Saint-Jean-sur-Moivre qui, après des nombreuses heures de recherches, d'entretiens, d'analyses bibliographiques, a réuni un ensemble de connaissances concernant les exportations de paille dans nos sols de craies. Son objectif n'est pas d'affronter les projets des uns ou de défendre aveuglement le choix des autres, mais tout simplement, informer des conséquences de choix qu'on peut être amené à prendre, comme un véritable chef d'entreprise.

Après un an de collecte d'articles de presse, de lectures d'anciens livres d'agronomie, d'entretiens, il a souhaité au travers de ce dossier vous faire partager la somme des recherches qu'il a accumulée afin que vous aussi, vous puissiez prendre toutes vos décisions en mesurant tous les aspects d'une exportation ou non de la paille dans les sols et plus particulièrement crayeux.

Avec les projets de co-génération et transformation en pâte à papier, la paille retrouve de la valeur. Mais son exportation des parcelles aura-t-elle des impacts agronomiques ?

Les sources

Entretiens et témoignages avec :
- M. Joseph Pousset, agriculteur et agronome indépendant ;
- MM. Ballif et Dutil, anciennement INRA de Châlons en Champagne ;
- M. Frédéric Thomas, agriculteur et rédacteur en chef de la revue TCS.

Ouvrages :
- «*La dynamique du sol*» par Albert Demolon ;
- «*La microbiologie des sols*» par Serge Winogradsky ;
- «*Essai longue durée matière organique du Centre Wallon de Recherches Agronomique à Gembloux en Belgique*».

Différentes informations recueillies via Internet :
- archives départementales et de l'Inra de Reims ;
- et plusieurs rencontres et entretiens avec des personnes des Coopératives, OPA et Instituts Techniques.

Tout autant de personnes ici remerciées pour leur réponse, écoute et parfois patience.

Le Soleil, le Vent et les Pailles…

…ont un point commun, se sont des énergies renouvelables et au vue des nombreuses études de gisement paille, communiquées via Internet, on pourrait en déduire quelles auraient encore un autre point commun : appartenir à tout le monde et être bien sûr disponibles puisque les pailles étant parfois classées dans les déchets diffus ! (cinq millions de tonnes seraient alors disponible annuellement au niveau national, représentant en autre l'équivalent énergétique d'environ deux tonnes d'uranium).Plus précisément sur le sujet de la paille, il n'existe pas ou très peu d'études récentes, surtout pour nos sols de craie, et concernant ce qui intéresse directement les agriculteurs, les conséquences éventuelles d'exportation de paille de manière durable et importante. Ce sujet ne s'arrête pas pour ma part à une simple interrogation. « *Combien de pailles peut on laisser sans problème pour de nouvelles filières ?* ». Il y a vingt ou trente ans les soucis des agriculteurs étaient très différents de ceux qui nous attendent demain, le contexte également, raréfaction des énergies fossiles, pression écologiste en hausse, réduction importante et obligatoire de l'utilisation des produits phytosanitaires et très grande incertitude sur le prix de nos denrées agricoles mais aussi sur les engrais, on entend parler « *d'Agriculture Ecologique Intensive* » de plus en plus, d'IFT (indice de fréquences de fraitement), de Nodu (nombre de doses unité) et le référentiel Agriculture Raisonnée sera vite dépassé par l'HVE (haute valeur environnementale). Pour aborder ces problèmes à venir et tenter de répondre à mes interrogations, j'ai passé en revue les moyens dont nous disposons aujourd'hui, dont le rôle très important des engrais verts, et ceux qui se profilent à l'avenir et cela en étroit rapport avec les conséquences éventuelles d'exportation importante de nos pailles. Cette introduction, a pour seul et unique but, de faire part de mon étude personnelle qui essaiera de répondre à la question suivante : peut-on de manière durable détourner toute ou partie des pailles du retour à la terre ?

Contexte

Notre département a toujours été un département novateur, prêt à développer des filières, à la veille des développements de l'Agriculture notamment sur les vocations non alimentaires du secteur. Amèneront-elles une grande richesse pour la région ? Est-ce que les agriculteurs, principaux intéressés, en auront pleinement le retour ? C'est une autre question ! Depuis quelque temps, plusieurs projets s'appuyant sur la valorisation des pailles de céréales sont en gestation. Il faut noter que déjà, suite aux premiers chocs pétroliers, des organismes agricoles et politiques s'étaient déjà intéressés aux produits agricoles pour diversifier ces sources énergétiques. Un de ces projets, entre autre C5D, s'inscrit dans une logique durable pour améliorer l'efficience énergétique de nos productions de biocarburants et autres débouchés de Bazancourt. Le projet de fabrication de pâte à papier et d'extraction de composés chimiques par la paille est également intéressant. La question est : est-ce rentable ? Qui porte ces outils ? Qui bénéficiera de la valeur ajoutée ? Les projets marnais et régionaux sont-ils compatibles et suffisamment sobres en volume de paille pour ne pas impacter, les marchés et la fertilité de nos sols ? Les éleveurs devront-ils subir ces projets ? Pour ma part, j'ai du mal à trouver les vraies réponses à toutes ces questions. Notre département doit continuer à se développer dans ces voies mais uniquement si tous les éléments de réussite et d'échecs sont bien identifiés. A ce jour, d'après mes informations, le projet C5D est réétudié avec des volumes inférieurs et deux autres projets de moindre envergure seraient à l'étude. Le projet CIMV quant à lui, doit se monter et fonctionner dès 2010, mais les volumes de paille consommés sont très nettement revus à la baisse. A la différence de nos productions agricoles régionales, pratiquement rien ne pourrait, à court terme, remplacer les pailles. C'est donc dès aujourd'hui qu'il faut se poser les bonnes questions avant de s'engager car demain lorsque les usines seront lancées, il sera trop tard pour faire machine arrière.

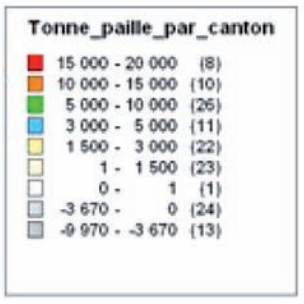
Gisement de paille officiel

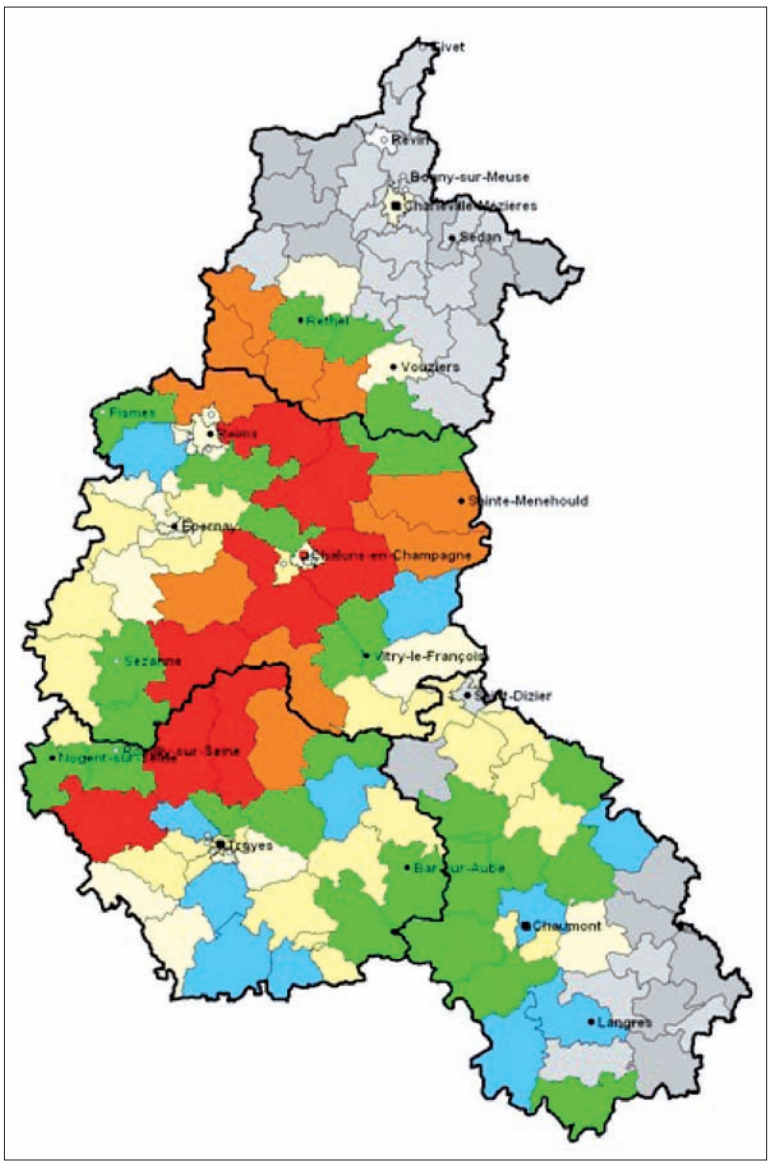
Afin d'avoir une vision claire sur les ressources en paille disponible de façon pérenne, la Chambre régionale d'agriculture de Champagne Ardenne a mené une étude en 2006 sur le gisement disponible et a mis au point un outil informatique innovant avec le soutien financier du Conseil Régional de Champagne-Ardenne. La Chambre régionale a appuyé son étude sur les conseils des quatre Chambres départementales d'agriculture, d'Arvalis Institut du végétal et sur l'observatoire des systèmes d'exploitation afin de déterminer la part de paille exportable pour chaque système d'exploitation en tenant compte des besoins de l'élevage, du maintien du potentiel agronomique et de la nature des sols. L'étude a tenu compte de la paille produite dans la région et a déduit l'utilisation potentielle par les éleveurs et s'est basée sur l'export d'une paille sur trois pour la valorisation non alimentaire (Vana). Résultats (chiffres 2006, affinés depuis) la Marne dispose d'une ressource d'environ 235 000 t de paille exportable (située essentiellement en terre de craie, *voir carte*). Tout en sachant, que les négociants de paille commercialisent près de 110 000 t de paille marnaise. Pour autant, ces opérateurs sont confiants. Ils pensent réorienter ces volumes vers les nouveaux clients comme CIMV *(voir article de la Marne Agricole du 6 février 2009)*.

Remarque : sur le gisement marnais disponible de 235000 t, le chiffre de 110000 t est-il déjà décompté ? Comment vont faire les éleveurs, clients des négociants, pour retrouver ces 110000 t ? Ainsi en cas d'une éventuelle demande supplémentaire par des éleveurs touchés par la sécheresse, comme en 2003 pour 40000 t ? On entend dire dans la plaine que la filière paille aurait besoin de 25 % des pailles des céréaliers pour satisfaire annuellement ses besoins, soit une paille sur quatre, ce qui n'est pas énorme. Mais sont elles vraiment disponibles. La solution serait que chaque agriculteur marnais soit enquêté par sa propre coopérative avec une réponse obligatoire pour connaître le tonnage éventuellement exporté et vers quelle direction (élevage, nouvelles filières ou les deux ou rien). Car l'étude d'un gisement, principalement sur le papier, ne reflètera jamais la réalité. Pour exemple, certaines communes ardennaises incluses dans ce gisement alors que toutes les pailles appartiennent à des éleveurs et enfin sans donner de détails et ceci par déontologie, deux enquêtes de différents organismes auprès des agriculteurs et pour les mêmes questions, verraient les résultats varier du simple au double. La majeure partie du gisement est situé en plaine de craie ainsi que les cultures industrielles, grandes consommatrices de matières organiques !

	Gisement	Paille disponible
Ardennes	356 640	6 300
Aube	711 630	148 800
Marne	977 230	235 600
Haute Marne	397 900	43 300
Région	2 443 400	434 000

Source « *Etude disponibilité de la paille Chambre régionale d'agriculture* » août 2006.





Le gisement de paille disponible se trouve essentiellement en zone crayeuse.

Chapitre 1 : la paille et nos sols

Etude des enlèvements de pailles en Champagne Crayeuse

Une étude complète fut réalisée par MM. P. Dutil, J. Muller et JL. Ballif, ingénieurs de la station de sciences du sol de Châlons en Champagne (Inra de Châlons) et publié en février 1980, sous le titre : pailles et énergies, données actuelles sur le problème de l'enlèvement des pailles en Champagne Crayeuse.

Principaux extraits

Effet global de l'enlèvement des pailles sur les rendements des cultures : cet effet peut être apprécié en grandes cultures à partir d'un certain nombre de dispositifs permanents existants en France. Dans ces dispositifs, les fertilisants apportés sont le plus souvent largement supérieurs aux exportations (selon MM. Dutil et Ballif, les minéraux exportés par les pailles étaient bien sûr compensés à leur juste valeur en comparaison des pailles non exportées), et les différenciations ont pu être suivies sur des périodes allant de 6 à 15 ans.

- *essais implantés dans des régions autres que la Champagne Crayeuse (voir tableau 1) ;*
- *essais implantés en Champagne Crayeuse (voir tableau 2).*

Résultats

Pour les cultures de betteraves, l'enlèvement des pailles diminue légèrement les rendements, de 3 à 8 % par rapport à la paille enfouie, quand cette paille est enfouie avec un apport d'azote de 40 à 50kg /ha. Il est à noter que l'écart est d'autant plus important que la fréquence de retour des pailles est plus élevée : 3 % pour un blé revenant tous les trois ans, 10 % pour un blé revenant tous les deux ans.Dans ce cas, le rendement plus élevé des betteraves sur paille restituée n'est pas à attribuer uniquement à un apport paille, mais à une fourniture différente de l'azote minéral réorganisé. Dans le cas d'une exportation presque totale de pailles, qui peut être simulée par le traitement «paille brulées» sur les parcelles de certains essais précédents, la chute des rendements porte aussi bien sur le blé (4 %)que sur les betteraves (10 %).

Aspect organique

L'effet sur le statut organique est plus difficile à saisir, car jusqu'à présent les études ont porté sur la matière organique totale appréciée par le dosage du carbone. Dans le cas d'enlèvement des pailles, l'évolution est variable selon les milieux et suivant l'incorporation ou non d'azote minéral à l'enfouissement des pailles. En milieu calcaire, l'enlèvement systématique des pailles induit une légère baisse des teneurs en carbone, azote et rapport C/N. Lorsque les enfouissements sont couplés avec des apports d'azote, il peut y avoir un léger relèvement des teneurs en carbone et azote. Cette observation se retrouve également dans les limons sur sols bruns. Dans un essai implanté dans le département de la Marne depuis 15 ans, les résultats se rapportant aux 20 centimètres de la couche arable, sont les suivants (voir tableau ci-contre).

Tableau 1

Origine		Bassin parisien			Alsace	Centre	Landes
Nature du sol		brun colluvial			caillouteux	brun calcinorphe	sablo-limoneux
Durée de l'essai		15 ans			6 ans	10 ans	
Culture d'évaluation		Betterave sucre t/ha	Blé q/ha	Pomme de terre t/ha	Maïs q/ha	Blé / Orge q/ha	Maïs
Paille	restituée	7,3	46,3	28,3	53,9	34,9	74
	enlevée	7,1	46,0	29,1	53,6	34,5	75
Rendement : « paille enlevée » p. cent du rendement « paille restituée »		97	99	103	99	99	101

Influence du non enfouissement des pailles sur quelques résultats culturaux globaux, dans plusieurs départements.

Tableau 2

Origine		Aube	Marne		Aube	
Nature du sol		argilo-calcaire	rendzine brune sur craie		rendzine brune sur craie	
Durée de l'essai		11 ans	15 ans		7 ans	
Culture d'évaluation		Blé / Betterave	Blé q/ha	Betterave t/ha*	Blé/orge q/ha	Colza q/ha*
Paille	restituée	-	53,6	60,3	43,7	11,1
	enlevée	-	54,2	55,4	42,6	8,8
Rendement : « paille enlevée » p. cent du rendement « paille restituée »		100	102	92	98	79

** essais avec 40 unités d'azote (ammonitrate) lors de l'enfouissement des pailles.*

Influence du non enfouissement des pailles sur quelques résultats culturaux globaux en Champagne Crayeuse.

Elément	Matières organiques (%)		Azote total (%)		C/N	
Année	1967	1976	1967	1976	1967	1976
Traitement : paille enfouie + - N. minéral	29,3	31,7	1,88	2,06	9,1	8,9
- paille enlevée	29,1	27,0	1,90	1,87	9,1	8,4

Conséquences pratiques et conclusions de M. Dutil (ancien directeur, INRA de Châlons)

Selon M. Dutil (parti en retraite en 1985), le rapport de l'Inra de Châlons (paille et énergie février 1980) est toujours valable à ce jour, car établi sur des données concrètes de laboratoire et de terrain. En l'état actuel des connaissances, les sols de craie ayant de bonnes propriétés physiques (stabilité structurale), avec ou sans restitution des pailles, on peut donc envisager sans grave danger un enlèvement partiel des pailles.

Il reste une proportion à définir, par mesure de sécurité, bien qu'un enlèvement de pailles ne soit jamais total, puisqu'il y a toujours restitution du système racinaire et de 15 cm de chaumes environ. En première étape, dans l'assolement classique sur 8 ans : betteraves, blé, betterave, blé, escourgeon, luzerne deux ans et blé, on peut envisager raisonnablement une exportation des pailles sur trois céréales (trois blés ou deux blés et un escourgeon), soit un peu plus du tiers de l'assolement dans ce cas-là. Dans les rotations plus courtes : betterave, blé, escourgeon, il conviendrait de se limiter à une seule exportation, 33 % de l'assolement dans l'attente d'informations techniques plus détaillées fournies par nos études. Si de nouvelles expérimentations devraient être mises en place, il conviendrait de vérifier le rôle de l'azote dans le cas d'exportation des pailles. L'enlèvement des pailles est corrélatif à la suppression de l'apport d'azote qui était effectué pour favoriser la décomposition des pailles enfouies (10 kg par tonne). Il conviendrait de faire des expérimentations relatives à cet apport d'azote avec enlèvement des pailles et d'apprécier ce rôle de l'azote vis à vis de la biomasse du sol, et de la culture qui va suivre.

Commentaire

Ces résultats d'études ont près de 30 ans, ces rares essais longue durée ont d'ailleurs été abandonnés depuis longtemps et les informations techniques plus détaillées aussi (certainement depuis que l'Inra de Chalons fût fermé). Les rendements et l'assolement Marnais ont fortement évolué depuis (dont la hausse des rendements en betteraves, 60 tonnes à l'époque et 90 tonnes aujourd'hui), et ce qui était valable à l'époque ne l'est peut être plus aujourd'hui. M. Ballif en retraite mais toujours passionné par l'agronomie admet cet état de fait et suggère à juste titre la mise en place de nouveaux essais longue durée.

Première remarque : la réputation des sols de craie, dite de bonne de bonne propriété physique, est entachée par le croutage* encore trop fréquent des semis de betterave, une moindre pluie printanière assez soutenue peu en effet plâtrer la surface du sol. La terre fine de ce dernier renferme une part non négligeable d'éléments fins, tel que l'ensemble des limons granulométriques, environ 50% dans la plupart des cas d'où un certain intérêt par les TCistes de conserver un maximum de matières organiques en surface. *(Référence : Eléments d'Agronomie Champenoise, esquisse géomorphopédologique - JL Ballif, H Guérin, JC Muller Inra 1995)*

Deuxième remarque : un taux de MO (matière organique totale à l'analyse) d'une parcelle n'est pas forcément en corrélation avec sa productivité. Une terre blanche peut présenter un taux de MO de plus de 5% et être nettement moins productive qu'une terre de rendzine grise offrant un taux de MO deux fois moins élevé. Les sols de craie sont très variés et le pourcentage très élevé de $CaCO_3$ et de calcaire actif, d'ailleurs pratiquement unique en France, gène souvent l'humification des pailles et le seul fait d'en retirer n'y changera rien. Le seul moyen pour parer à cet état de fait est d'introduire des engrais verts, (il suffit pour s'en convaincre de voir les résultats de la plate forme de l'essai de l'Arep à Thibie), des effluents organiques ou même comme l'indiquait l'Inra de Chalons d'apporter 10 kg d'azote par tonne de paille. Ces fertilisants doivent être appliqués lors de l'incorporation des pailles au sol.

** battance et reprise en masse du lit de semence*

Etude actuelle des enlèvements de paille

Les exportations de pailles, sans aucunes compensation, impactent le rendement.

Puisqu'il n'y a plus d'essai d'exportation de paille longue durée en place à ce jour en Champagne Crayeuse, sur lequel s'appuyer avec sûreté pour exporter éventuellement des pailles pour les nouvelles filières. J'ai découvert cet essai par hasard, bien que les terres qui les supportent soient totalement différentes de nos sols crayeux, il a l'avantage de comparer à ce jour un enlèvement de paille total en comparaison d'une restitution totale additionnée d'un Cipan et pour ce qui nous concerne moins, l'apport de lisier et fumier.

Cette Expérimentation permanente MO située en Belgique à Gembloux sur le Centre wallon de Recherches agronomiques, date de 50 ans et est unique en son genre.

Commentaire

Dans un souci d'adaptation à la réalité agricole, l'essai a été enrichi de Cipan dès 1998. Malgré la confortable proportion de céréales dans la rotation de cet essai, le retrait des résidus est manifestement préjudiciable. L'importance des différents apports organiques ainsi que l'enfouissement des Cipan est ici bien démontrée, un fait marquant, le Tr 6 (enfouissement des sous produits de cultures + Cipan) qui surclasse le Tr 1 (exportation), fait aussi bien, si ce n'est mieux que le Tr 4 (exportation + fumier + Cipan) sans résidus de culture, mais pourtant avec apport régulier de fumier ! Les essais de longue durée menés en sol crayeux avant 1980 *(voir plus haut, tableau 2)*, conduisent aux mêmes conclusions, s'agissant essentiellement de la réponse des betteraves, mais avec des rendements bien inférieurs à ceux que nous connaissent maintenant. Principalement avant céréales, il faut compenser le fort déficit en azote (C/N très élevé) des pailles, c'est ce qui se fait actuellement avec les vinasses ou les composts s'agissant du colza. Un apport d'azote minéral sur chaumes serait aussi efficace (cité plus haut par l'Inra de Chalons). Remarque : pour ce qui est des besoins en matière organique physiquement structurante, nos craies valent bien les limons (semis de betteraves encore trop fréquemment rebattus et croûtés). Manquant d'argile minéralogique, les sols crayeux ne peuvent compter que sur la matière organique pour conserver leur fertilité tant chimique que physique.

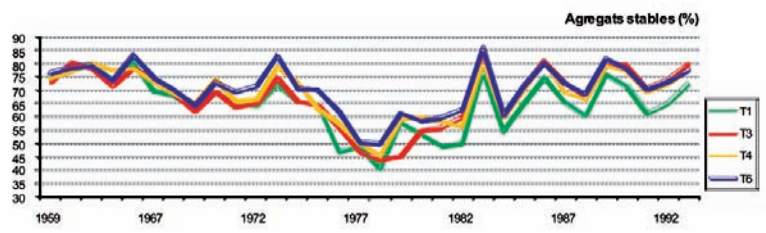
Expérimentation permanente MO

Régimes de restitutions et d'apports organiques

Evolution du stock de carbone du sol (en %C dans la couche arable)

Tr 1	1959 :	0.9%C	2006 :	0.9
Tr 2				1.1
Tr 3				1.1
Tr 4				1.2
Tr 5				1.1
Tr 6				1.1

Evolution des propriétés physiques du sol



Centre wallon de Recherches agronomiques
Rue de Liroux, 9 – 5030 GEMBLOUX - Tél :++ 32 (0) 81 62 65 55 - Fax : ++ 32 (0) 81 62 65 59
cra@cra.wallonie.be - http://cra.wallonie.be

Centre wallon de Recherches agronomiques

Expérimentation permanente MO

Régimes de restitutions et d'apports organiques

Rendements observés au cours des 6 dernières années (en valeur relative du traitement 1)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moy
Nature culture	Orge hiver	Betterave	Blé hiver	Orge hiver	Betterave	Blé hiver	
Tr1	100	100	100	100	100	100	100
Tr2	107	100	114	114	103	103	109
Tr3	96	107	109	109	103	103	106
Tr4	100	112	103	111	105	105	107
Tr5	95	103	107	98	104	104	103
Tr6	105	110	113	107	101	101	108

Centre wallon de Recherches agronomiques
Rue de Liroux, 9 – 5030 GEMBLOUX - Tél :++ 32 (0) 81 62 65 55 - Fax : ++ 32 (0) 81 62 65 59
cra@cra.wallonie.be - http://cra.wallonie.be

Centre wallon de Recherches agronomiques

Expérimentation permanente MO

Régimes de restitutions et d'apports organiques

	Jusque 1998	Après 1998
Tr 1	Exportation des S/P [1]	Exportation des S/P
Tr 2	Enfouissement des S/P + lisier [2]	Enfouissement des S/P + lisier + CIPAN [4]
Tr 3	Exportation des S/P maïs + Lisier	Enfouissement des S/P + Lisier + CIPAN
Tr 4	Exportation des S/P maïs + fumier [3]	Exportation des S/P + fumier + CIPAN
Tr 5	Enfouissement des pailles de céréales	Enfouissement des S/P + CIPAN
Tr 6	Enfouissement des S/P culture d'engrais verts [4]	Enfouissement des S/P + CIPAN

1 S/P = sous-produits des récoltes (feuilles de betteraves et paille de céréales)
2 lisier porcin 30000l/ha en tête de rotation
3 fumier bovin : 30-40T/ha en tête de rotation
4 vesces par la suite remplacée par la moutarde (CIPAN)

Centre wallon de Recherches agronomiques
Rue de Liroux, 9 – 5030 GEMBLOUX - Tél :++ 32 (0) 81 62 65 55 - Fax : ++ 32 (0) 81 62 65 59
cra@cra.wallonie.be - http://cra.wallonie.be

Centre wallon de Recherches agronomiques

Quels rythmes de retrait des pailles dans l'assolement ?

Il reste en suspens la réponse à la question suivante : quel rythme de retrait des pailles peut-on accepter en fonction de l'assolement ? Il faut d'ailleurs prendre en compte le fait qu'un retrait des pailles se solde en général pa la conservation au champ de 2500 à 3500 kg/ha de chaumes et menues pailles.
Voici l'avis de M. Joseph Pousset, agronome indépendant et experts en engrais verts : *Engrais Verts et Fertilité des Sols (édition La France Agricole), agriculteur et agronome ancien élève de l'Enita de Bordeaux).*

Pailles : les redonner au sol ou les exporter ?
La question n'est pas nouvelle mais se pose à nouveau aux céréaliers en ces temps d'incertitude économique où la « *volatilité* » des prix, de ce que l'on vend et de ce que l'on achète, devient la règle. Il n'existe pas de petits profits et vendre les pailles est tentant.

Quels sont les apports de la paille pour le sol ?
- divers éléments minéraux, notamment du potassium et un peu d'azote ;
- surtout de la cellulose, forme de glucides «*coriaces*» que digèrent certains micro-organismes, par exemple dans la panse des ruminants ou dans la terre fertile. La cellulose est composée essentiellement de carbone, cela explique que le rapport C/N des pailles soit élevé (voisin de 90).

Les engrais verts peuvent-ils remplacer les pailles ? (lors de sa destruction, en général après 2 à 2,5 mois du semis)
Les pailles apportent au terrain de l'humus lorsque sa décomposition se passe dans de bonnes conditions. Une tonne de paille produit environ 150 kg d'humus stable. On dit que le cœfficient isohumique K1 est de 0,15. Chacun connaît les propriétés essentielles de l'humus qui ont été bien étudiées. Les engrais verts peuvent également fournir plus ou moins d'humus. Lorsqu'ils sont détruits jeunes, leurs parties aériennes se décomposent très vite et leur relative pauvreté en carbone (C/N voisin de 20) fait qu'elles ne donnent pas beaucoup d'humus, leurs racines en fournissent un peu plus. Globalement une tonne de matière sèche d'engrais vert détruit jeune donne environ 50 kg d'humus stable. Pour ce qui est de la fourniture d'humus à la terre, un engrais vert jeune ne peut pas remplacer la paille (détruit plus âgé et donc plus tardivement et sous certaines conditions, il risque d'être dépressif pour la culture suivante)

Propos partagée également par M. Dutil
« *En fait, les engrais verts fournissent des composés organiques à décomposition assez rapide (de l'ordre de quelques semaines à quelques mois) et ne peuvent constituer un apport d'humus stable. On ne doit pas compter sur la culture d'engrais verts pour compenser un déficit humique. Par contre, cette culture peut contribuer à une récupération de l'azote minéral du sol et donc à la réorganisation biochimique de la matière organique* ».

Quels peuvent être les inconvénients possibles d'un retour de la paille au sol ?
La paille est riche en carbone et pauvre en azote. Elle fournit le premier en abondance aux organismes décomposeurs mais pas suffisamment le second. Les microbes prélèvent ailleurs l'azote qui leur manque. Si la paille est enterrée ils ont tendance à prendre l'azote dans le sol et momentanément cet azote mobilisé manque aux cultures, il est donc utile d'apporter une fumure azotée compensatoire sous une forme minérale ou organique.

La paille est-elle un remède ou une contrainte pour nos sols ?
Si la paille reste sur le sol ou est enterrée très superficiellement, elle peut être décomposée, au moins en partie, par les microbes ayant besoin d'air et capables de prélever leur azote directement dans l'atmosphère (Azotobacters et certains champignons). L'apport azoté devient inutile ou moins nécessaire.
Mais les bactéries fixatrices d'azote de l'air aiment les glucides « *tendres* », plus faciles à décomposer que la cellulose, notamment ceux fournis par les engrais verts jeunes.
On a donc intérêt chaque fois qu'on le peut à associer l'apport des pailles à la culture d'un engrais vert détruit jeune. Portons notre choix sur les légumineuses (jusqu'à 50 % autorisé par la future directive nitrates) qui présentent l'avantage supplémentaire de fixer l'azote atmosphérique par les bactéries symbiotiques vivant dans les racines.
Pour résumer :
- pas d'enterrage profond ;
- broyage correct et bonne répartition ;
- association avec un engrais vert, si possible de légumineuses ;
- l'engrais vert jeune ne remplace pas la paille mais la complète très utilement ;

Les engrais verts ne remplaceront pratiquement pas le carbone perdu après une exportation de paille

Et le fumier ?
L'enlèvement de la paille pour la confection des litières permet d'obtenir le fumier dont la matière sèche fournit, si les conditions de décomposition sont excellentes, 50 % d'humus. La fabrication de fumier sur une ferme, avec les pailles de la même ferme est une excellente opération. Par contre, si le fumier produit ne revient pas sur le sol où la paille a poussé, on retombe bien sur dans le cas d'une exportation nette.

Quelle est l'interaction entre l'engrais vert et la paille ?
L'exportation d'une paille n'est jamais totale (il reste de 3 à 4 t de chaumes et racines). L'engrais vert implanté sans paille est parfois plus facile à installer, mais avec un C/N assez faible, il y aura moins de formation d'humus et un risque de pertes importantes d'éléments fertilisants, essentiellement d'azote.
L'implantation d'engrais vert avec paille, offre un C/N plus élevé et plus équilibré pour la vie du sol. Cela permet la formation d'humus assez important (grâce à une meilleure humification « *fumier végétal* ») et pas ou peu de perte d'éléments nutritifs.

Doit-on conserver toutes les pailles ?
Pas forcément, quelques exportations de temps en temps sont envisageables mais elles doivent rester rares d'autant plus que le blé, l'orge, les betteraves, pommes de terre et autres légumes de plein champ occupent une place importante dans l'assolement marnais. Pour être prudent, l'enlèvement d'une paille sur quatre ou cinq serait possible dans ce type d'assolement. Et dans le cas d'assolement avec un pourcentage assez élevé de colza et maïs grain, le prélèvement d'une paille sur trois ou quatre serait raisonnable. On peut par exemple admettre que l'agriculteur récolte la paille nécessaire au chauffage de son habitation !

Que se passe t-il en cas d'exportations systématiques ?
Pas grand chose au début, les inconvénients apparaissent lentement mais ils sont difficiles à supprimer une fois installés car un taux d'humus trop bas est difficile à remonter. A ce sujet, retenons que les façons culturales inadaptées (labours trop profonds) contribuent également fortement à diminuer la teneur en humus.
Gardons bien à l'esprit que les engrais verts sont très précieux en complément de la paille mais que leur action ne remplace pas l'effet de cette dernière en ce qui concerne la formation de l'indispensable humus.
« *Le grain est pour le paysan et la paille pour le sol* ». L'excès d'avidité conduit à la ruine *(voir le monde économique actuel).*

La matière organique joue un rôle indéniable sur la structure du sol.

Résumé du chapitre

Les bases de raisonnement d'enlèvement des pailles n'ayant plus cours depuis 30 ans (pour nos sols de craie), des essais longue durée d'exportation de paille devront être rapidement remis en place sur les différents sols concernes. Des expérimentations seraient utiles pour étudier le statut organique des engrais verts et cipans en comparaison de paille exporte et restitue

Chapitre 2 : d'un point de vue des engrais

Du lisier ou du fumier apportés en majorité laisseront un digestat riche en fertilisants, à l'opposé des tontes de pelouse et autres débris végétaux apportés en grande quantité laisseront probablement un digestat plus pauvre en fertilisant moins intéressant pour l'agriculteur.

Avec la forte hausse des derniers mois, lorsque le sujet des exportations de pailles est abordé entre deux agriculteurs, rapidement la paille prend de la valeur. La teneur en éléments fertilisants de ce résidus de récolte et l'évolution à la hausse des engrais renchérissent de ce fait le prix de la paille ou freinent son exportation de la parcelle. Suivant les interlocuteurs (coopératives, négoces, négociant paille, les éleveurs, les céréaliers), l'estimation de cette valeur fait le grand écart. Donc pour se donner une base de raisonnement, il faut se reporter aux normes Comifer dont voici un extrait *(voir-ci contre)*, (il manque ici les valeurs d'exportations d'N des pailles soit environ 5 kg par tonne). Et se poser les questions sur le contexte économique de la filière et la liaison paille et engrais organique.

Les valeurs de la paille

Le Comifer vient d'établir de nouvelles normes en teneur Phosphore, Potassium et Magnésium des organes végétaux récoltés. La tendance sensiblement à la baisse de ces valeurs semble s'expliquer par l'évolution des pratiques de fertilisation et l'augmentation de l'efficience du phosphore et du potassium absorbés, probablement par le progrès génétique et l'amélioration de la conduite de cultures.

Actualité sur l'engrais organiques

Les pailles étant essentiellement composées de matières organiques, leur exportation devra être parfois compensée, comme c'est parfois le cas aujourd'hui, par des apports de fertilisants organiques. L'intérêt principal est l'apport de matière organique stable et en second, l'avantage d'apporter des éléments fertilisants.
Notre département étant principalement couvert de grandes cultures, les ressources n'y sont pas très importantes, je me suis livré à une petite étude, qui n'a rien d'officielle, et qui n'engage que moi.
Les Boues de Ville : en prenant référence à l'agglomération de Châlons en Champagne avec un équivalent de 80000 habitants, sa station d'épuration, d'ailleurs très moderne, traite 12000m3 d'effluents et eaux usées par jour, produit en moyenne 1800 tonnes de granulés de boues déshydratés par an et fertilise annuellement 500 ha. En rapportant ces chiffres à notre département qui compte environ 550000 habitants et en imaginant que toutes les eaux usées, de même que les effluents ruraux, soient ainsi traités, un total d'environ 3500 ha pourrait être fertilisé.(une partie des boues d'Aschères est épandu sur l'ouest de notre département).
Pour le reste l'estimation est plus difficile et trop hasardeuse, combien d'ha sont fertilisés annuellement par les effluents industriels et en particulier agricoles, vinasses, effluents de sucrerie, féculerie, etc, seul les intéressés doivent le savoir de manière précise.

Espèce	Organe	% matière sèche récolte	Unité de teneur	P205	K20	MqO
Avoine	grain	85	kg/q	0,75	0,45	0,12
	paille	86	kg/t	3,00	12,00	1,00
Blé tendre	grain	85	kg/q	0,65	0,50	0,12
Blé	paille	88	kg/t	1,70	12,30	0,85
Colza	grain	91	kg/q	1,25	0,85	0,35
	paille	88	kg/t	1,70	14,50	0,75
Orge	grain	85	kg/q	0,65	0,55	0,15
	paille	88	kg/t	1,00	12,90	0,75
Seigle	grain	85	kg/q	0,65	0,45	0,16
	paille	86	kg/t	3,00	12,00	2,00

Normes Comifer 2007.

Autres fertilisants organiques

Il est bien évident qu'il est et sera impossible de fertiliser organiquement les quelques 500000 ha environ de terres labourables marnaises et les composts de fientes de volailles ne suffiraient pas non plus, d'ailleurs la ressource de ces composts sera peut être à l'avenir compromise par la Cogénération de celle-ci semblant vouloir se développer en Hollande et pourquoi pas plus tard en Belgique. Les éleveurs malgré les difficultés liées à leur activité ont au moins un avantage sur ce plan là.

La méthanisation

Concernant la méthanisation et surtout ses digestats, éventuels fertilisants, apparemment de très bonne qualité, leur valeur fertilisante dépendra surtout de la nature des produits introduits dans le digesteur. Du lisier ou du fumier apportés en majorité laisseront un digestat riche en fertilisants, à l'opposé des tontes de pelouse et autres débris végétaux apportés en grande quantité laisseront probablement un digestat plus pauvre en fertilisant moins intéressant pour l'agriculteur. D'ailleurs il ne sera pas très riche en matière organique puisque la vocation du Carbone, C, est de se combiner à l'hydrogène, H, pour produire du Méthane, CH4. Un projet de grande envergure verra peut être le jour du côté de Givry en Argonne et on entend parler à mi-mots de projets autour de Reims.
Combien d'ha pourrait être éventuellement fertilisés par l'unique emploi de telles matières organiques, y compris les composts importés des Pays Bas, 50000,100000 ha ?, seul l'avenir pourrait peut-être nous le dire.

Les engrais organiques compensent en partie une exportation de paille. Mais quel est le gisement de matières organiques disponibles.

La fertilité, la stabilité et le potentiel des sols passent par le respect du bon équilibre humique.

Et les engrais minéraux ?

Comme leurs noms l'indiquent, ils sont d'origine minérale (à part l'azote, d'origine atmosphérique) et ne sont donc pas pourvus de matière organique. Ils sont essentiels à nos cultures et responsables pour une bonne part à la productivité de nos sols de craie.

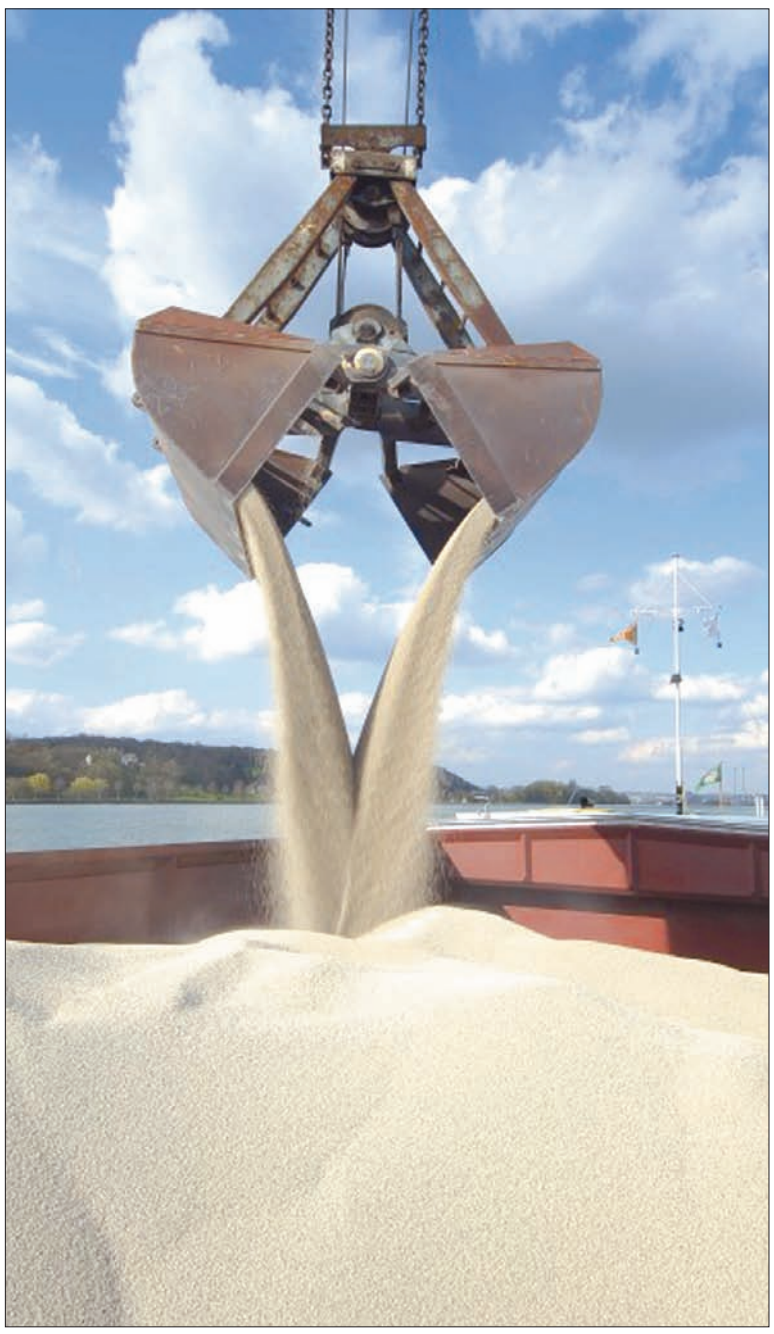
Leur prix vient heureusement de baisser, est ce que l'on peut espérer des prix encore plus bas ? Cette question peut paraître hors sujet mais les pailles ne contiennent pas uniquement de la matière organique et les quelques pour cent de minéraux les composant devront, en cas d'exportation, être restitués au sol. Pour une exportation de 4 à 5 tonnes de paille se sont globalement entre 80 et 100kg d'éléments minéraux soustraits au sol : N, P, K, MGO et une petite quantité d'oligo-éléments.

Quelques extraits d'articles de presse et études de gisements, de production et de consommation se promènent sur Internet mais sans grande nouveauté, mais à force de persévérance, et principalement avec l'aide d'articles de journaux financiers et boursiers surtout en anglais, des informations intéressantes y sont parfois indiquées.

Une exportation de paille doit être compensée par l'apport d'engrais. Vu l'incertitude sur les prix et la disponibilité future sur le marché des engrais, la prudence s'impose.

Des réserves encore disponibles, mais…

Contrairement à certaines idées préconçues, les réserves mondiales de matières premières pour les engrais minéraux restent énormes. Cependant, leurs exploitations exigent temps et investissements. Selon le US Geological Survey, les ressources mondiales de potasse sont estimées à 18 milliards de tonnes K2O et celles du phosphate brut à plus de 50 milliards de tonnes (3 tonnes de roche produit environ 6 tonnes d'engrais phosphatés tel MAP ou DAP). Toutefois, les gisements de taille économique et de qualité mondiale ne sont pas uniformément distribués; en effet, cinq pays comptent pour 85 % des ressources mondiales de phosphate, et sept pays regroupent 95 % des ressources mondiales de potasse. Selon différents sites et journaux spécialisés dans l'étude des matières premières, depuis environ trois ans c'est la course à l'exploitation de nouveaux gisements de potasse alors que la demande a explosé dans les pays émergeants au rythme d'une croissance mondiale annuelle de plus de 6 % en 2006 et 2007. A l'exemple de l'Inde qui a acheté différents engrais en 2007 pour environ 20 milliards de dollars. Pour répondre à une demande croissante, les industriels des engrais dont les usines opéraient à 90% de leur capacité de production au début des années 2000 et à près de 97 % en 2007 (et ceci pour N, P et K), projettent des investissements massifs pour répondre à ce défi.



La production d'engrais est aux mains de grands groupes industriels.

Coup de grisou avec la crise

La crise économique mondiale actuelle, la baisse du prix du pétrole et du coût des transports et du frêt international ont concouru à la diminution de prix, importante et générale pour l'ensemble des produits fertilisants. La chute de la demande dans les principaux pays importateurs a accentué très fortement ce phénomène. Face à cette crise inattendue, les stocks importants de ces industries, prévus pour répondre à la demande, ont du être dégagés à bas prix.

Il ne faut pas pour autant s'en réjouir trop vite car toujours selon les indications de différents sites économiques et financiers, une bonne partie des investissements prévus avant cette crise serait ralentie voire complètement abandonnée. En effet, par exemple l'exploitation d'un nouveau gisement de potasse demande 2 à 3 milliards de dollars d'investissement pour un retour sur investissement sur 15 à 20 ans, suivant l'importance du gisement et la période de construction des différentes infrastructures qui demande 7 à 10 ans. On peut en dire à peu près autant pour le soufre, tributaire du développement des hydrocarbures et du gaz naturel (95 % de la production mondiale du soufre en sont extrait).Toutes ces informations ne sont que des indications générales et ce qui est vrai aujourd'hui ne le sera peut être plus demain.

De très grandes industries

A l'image de l'industrie des métaux ferreux, une très grosse société telle que Potash Corp au Canada, pays possédant d'ailleurs plus de la moitié des réserves mondiales de potasse, est actuellement le premier producteur au monde d'engrais potassiques et contrôle 25 % de ce marché mondial. Cette entreprise qui commercialise également d'autres engrais mais de manière moins importante, possède des moyens colossaux, ses bénéfices ont augmenté de 181 % en 2007, avant la crise ses actions avaient été multipliée par cinq en deux ans et il y a de fortes probabilités pour que celle-ci profite de la crise pour s'étendre encore un peu plus !

Dans un même registre, l'Afrique du Nord possède, selon diverses sources, 30 à 40 % des réserves mondiales de phosphate brut et contribue actuellement pour 25 % au marché mondial. L'Office Chérifien des Phosphates, très important producteur Marocain, a réalisé des bénéfices également en forte hausse ces dernières années. Les gisements à très haute teneur en phosphate brut seront bientôt épuisés et d'autres gisements nombreux mais de plus petites tailles, auront un coût de revient beaucoup plus important et seront bien sûr moins rentables pour les industriels, le prix de cet engrais ne pourra donc qu'augmenter !

2030 - 2040 : le pic de consommation

Pour finir avec l'étude de la tendance de l'emploi des engrais, l'Europe consomme moins d'engrais grâce à une meilleure maîtrise de la fertilisation ; c'est loin d'être le cas pour de nombreux pays émergeants. Toutefois, le pic mondial de consommation des engrais devrait avoir lieu entre 2030 et 2040, dès que la fertilisation sera mieux maîtrisée au niveau planétaire. Nous n'en sommes pas encore là, d'autant plus que la France ne représente que 2,2 % du marché mondial des engrais. Il faudra donc rester vigilants et on entend d'ailleurs de plus en plus parler d'un possible marché à terme des engrais.

La crise économique actuelle passée, qu'adviendra-t-il des différents acheteurs mondiaux en cas d'un retour massif et simultané de la demande sur les marchés des engrais ?

Résumé du chapitre

L'approvisionnement d'effluents organiques en dehors de nos frontières n'étant pas assure, un état des lieux d'ampleur régionale permettrait de connaître avec exactitude les ressources de fertilisants organiques, dont ceux des différents projets à venir (méthanisation), générateurs d'effluents organiques. Face a l'entière dépendance de notre pays vis-à-vis des engrais minéraux, les 80 à 100 kg d'éléments fertilisants, inclus dans l'exportation de 4 à 5 tonne de paille par ha, auront toute leur importance.

Chapitre 3 : complémentarité avec nos pratiques futures

Nos pratiques vont forcement évolué à l'avenir (besoins techniques et réglementaires). Il est donc important de prendre en compte ces changements afin de ne pas se mettre dans une impasse.

Plus un Cipan est semé tôt, plus il est efficace.

Interaction avec les Cipans

L'obligation d'implantation des Cipan pourra engendrer une contrainte supplémentaire en termes de disponibilité de la parcelle. En clair, les andains ne pourront pas attendre les presses trop longtemps car désormais tout le monde le sait, l'efficacité d'un couvert repose sur sa date de semis précoce, précédé d'un ou deux déchaumages. La question devient encore plus compliquée dans le cas des Cipan avec des mélanges de légumineuses permettant de produire de l'azote pour la culture suivante. Piste plus qu'intéressante car elle permettrait de répondre à deux objectifs : piéger l'azote et en synthétiser. Mais les essais terrains conduits par différentes coopératives ou Chambre d' Agriculture montrent l'intérêt encore une fois d'un semis précoce voire d'un semis en végétation de couverture.

Pour exemple, les conclusions de la Chambre d'Agriculture de l'Oise. (Journée Technique Grandes Cultures biologiques Itab/Arvalis-23 Mars à Paris) « *Les dispositifs portent sur des implantations de légumineuses sous couvert de céréales d'hiver. L'analyse des rendements comparés avec semis après trèfle violet ou semis sur sol nu, montre un intérêt très net de la légumineuse avec une augmentation de la production de l'ordre de 10 q/ha sur des cultures courtes à 25q/ha pour des cultures de printemps (maïs grain ou orge de printemps)* ».

Couvert de légumineuses

Pour améliorer l'efficience énergétique en grandes cultures, il est nécessaire d'agir sur le poste engrais (1er poste énergétique). Limiter la quantité d'azote, impacte directement le rendement. La solution est donc de remplacer les apports d'engrais minéral par uelles. Nos différentes Chambres d'Agricultures Régionales ont testé des légumineuses mais différents points restant à éclaircir, il faudra attendre un peu avant leur vulgarisation.

Bien sûr, ces techniques ne se feront pas du jour au lendemain, gérer une culture pure n'est pas toujours facile et avec un couvert en plus, d'autres difficultés apparaîtront peut être ; désherbage, impact sur la céréale en place.

Malgré tout beaucoup d'entre nous ne peuvent qu'être sensibles à ces pistes de progrès, bien que l'exportation de ces pailles, -sur couvertures de légumineuses- ne devrait pas poser de problème, qu'adviendra t'il en cas de printemps humide un peu trop favorable au développement de ces légumineuses, la hauteur de coupe devra-t-elle être relevée ? Malgré cela la mise en andain sera-t-elle aussi intéressante ? Quelle sera la compatibilité de cette technique avec la récolte de paille pour la valorisation en pâte à papier ? Quel sera le niveau d'exigence des industriels sur la qualité et la pureté des lots de paille ?

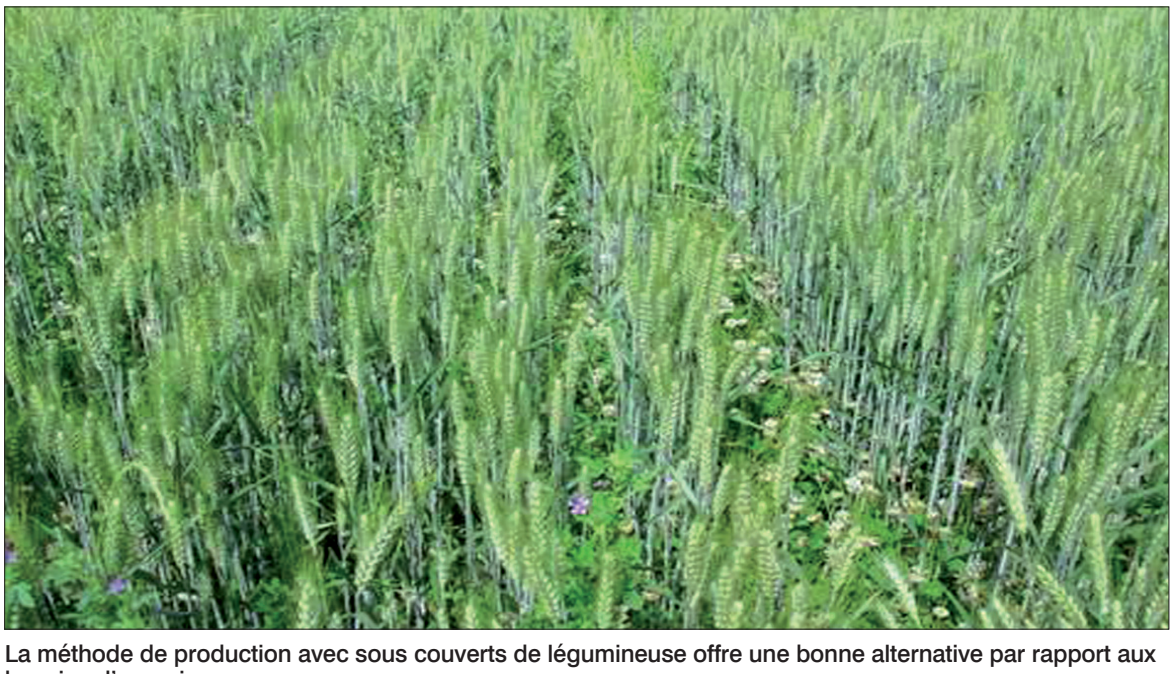
Impact de la baisse des phytosanitaires

Le plan « *écophyto* » et le « *paquet pesticides européen* » va entraîner une diminution du nombre de matières actives disponibles, ainsi qu'une réduction de leur emploi pour la gestion des cultures, les IFT (indice de fréquence de traitement) et Nodu (nombre de dose unités) seront certainement notre lot quotidien. De fait, le désherbage et l'entretien des parcelles sera plus difficile car limité.Une meilleure réflexion de la rotation, l'utilisation des techniques mécaniques de désherbage sont prometteuses mais l'efficacité d'une herse étrille risque d'être vite handicapée par un automne ou printemps trop longtemps humide. Alors que les exploitations ne cessent de s'agrandir (147 ha en moyenne), les fenêtres seront certainement trop courtes pour utiliser au mieux ces techniques. Imaginons donc dans cinq ans, revoir quelques brins de verts dans nos céréales qu'il faudra bien tolérer. Encore une fois, comme pour les cultures sous couvert, est-ce que nos industriels en ont tenu compte dans leur cahier des charges ? Est-ce qu'ils l'accepteront ? Dans une chaudière peut-être mais dans un process pour l'extraction de molécules pour la chimie verte et la fabrication de pâte à papier ?

Culture dédiée, diversification de nos assolements

Depuis quelques années, nos Chambres d'agriculture et le pôle de compétitivité testent les cultures dites « *dédiées* » pour différentes valorisations tel que les biocarburants, le cracking végétal (chimie verte), la biomasse à but énergétique. Les pistes d'exploitation semblent être intéressantes même si beaucoup demeurent encore sur leur conduite culturale. Un point est cependant en leur faveur, la récolte du miscanthus en sortie d'hiver et pour 15 à 20 t de MS, exporterait un total de 5 kg de phosphore et 100 kg de potasse. Idem pour le Switchgrass qui pour 17 t de MS en sortie d'hiver exporterait un total de 30 kg de phosphore et de 180 kg de potasse. Ces plantes ne s'accommodent pas de tous les types de sol, en particulier le miscanthus en terre blanche et il faut être réaliste, ces différentes plantes préfèrent plutôt les sols profonds.

Mais leur développement, comme celui d'autres cultures (chanvre, pomme de terre de fécule et pourquoi pas la betterave éthanol d'ailleurs encore loin d'être détrônée par les plantes dédiées, des légumineuses ou protéagineux, voire même des semences de Cipan !), est une bonne chose pour nos assolements. C'est d'ailleurs par la diversité de nos productions que nous pourrons assurer au mieux notre revenu demain. Mais le développement de ces cultures consomme des espaces et viendra certainement en remplacement des surfaces de céréales. Donc les investissements rentables sur 10 ou 20 ans doivent dès à présent prendre de sérieuses marges de sécurité pour s'assurer de l'approvisionnement. Et les « *agriculteurs-vendeurs de paille* » devront certainement également ne s'engager qu'en partie sur leurs céréales s'ils veulent avoir un peu de flexibilité dans leur assolement.



La méthode de production avec sous couverts de légumineuse offre une bonne alternative par rapport aux besoins d'engrais.

Résumé du chapitre

Les nouvelles filières devront tenir compte dans « leur plan d'action » du développement futur et probable de nouvelles techniques agronomiques ainsi que de la réduction des produits phytosanitaires. Les résultats de la plupart des essais de plantes dédiées en sol de craie leurs assombrissent un avenir pourtant prometteur, il en sera de même sur les bassins d'alimentation de captage « *bac* » ou la nature du sol sera éliminatoire. Alors que les chaînes carbonées des différentes sources de matières organiques paraissent essentielles pour la chimie verte et les carburants de seconde génération, des chercheurs français expérimentent actuellement l'extraction de l'hydrogène, de toutes sortes de matières organiques, pour les carburants de troisième génération (environ 6 % d'H par tonne de paille), que va-t-il rester au sol !

Fréderic Thomas, agriculteur et rédacteur en chef de la revue «*TCS*» www.agriculture-de-conservation.com

Exportation de paille de céréale pour la production d'énergie

Si cette idée semble, a priori, une solution intéressante dans un contexte de renchérissement des énergies fossiles et d'orientations plus respectueuses de l'environnement car la paille est un produit renouvelable issu de la photosynthèse, avant de s'engager massivement dans cette voie, il convient de prendre en compte les éléments suivants :

- la paille, comme tous les résidus organiques, c'est de l'humus circulant qui protège et structure le sol, qui nourrit l'activité biologique, qui soutient une partie de la CEC et contribue même à l'amélioration de la capacité de rétention. Les exportations de paille ne peuvent qu'entraîner l'appauvrissement organique et biologique des sols, un inconvénient majeur lorsque l'on souhaite s'appuyer sur ces fonctions naturelles pour limiter voire supprimer le travail du sol ;
- la paille c'est aussi des éléments minéraux, un peu d'azote, de phosphore et beaucoup de potasse pour les principaux mais, comme tout produit organique, elle contient également des quantités non négligeables d'oligo-éléments divers et non renouvelables qui seront eux aussi retirés. Les exportations de pailles entraîneront une baisse lente mais inéluctable de l'auto-fertilité exigeant une augmentation des besoins en fertilisant sur le long terme et pas seulement en NPK !
- La collecte de la paille occasionne également un trafic supplémentaire et souvent lourd dans les parcelles, qui, selon les conditions climatiques, peut entraîner des compactions nécessitant des reprises mécaniques pour les cultures suivantes et donc une dépense énergétique supplémentaire. Si cela est un coût qu'il faudra mettre en face du produit dégagé par la vente de paille, c'est cependant une contrainte majeure pour les TCSistes qui cherchent un poids et une circulation minimum dans les champs afin de limiter le travail du sol ;
- la collecte de paille entraine une concentration des menues pailles, retarde les opérations de déchaumage et/ou les semis précoces ou sous la coupe de la moissonneuse de couverts végétaux qui sont, au-delà des contraintes environnementales, d'intéressants outils agronomiques dont il faut apprendre à tirer profit et qui en aucun cas ne remplaceront la paille exportée ;
- enfin, la paille c'est de l'énergie mais c'est un élément très pondéreux dont la collecte et le transport vont également demander beaucoup d'énergie à laquelle il conviendrait d'ajouter celle des engrais pour remplacer les fertilisants exportés et celle directe et indirecte pour le travail du sol supplémentaire afin d'avoir une meilleure idée du bilan énergétique réel de cette opération. Au vu de ces éléments, il est possible ponctuellement d'exporter un peu de paille mais une généralisation massive est beaucoup plus risquée sur le moyen terme pour les sols mais aussi l'économie des exploitations agricoles. De plus, si tel est le cas, il faut de préférence orienter les flux vers des utilisations « *nobles* » et non vers de la production d'énergie. Car sur ce sujet, et comme beaucoup, nous avons tendance à réfléchir substitution : quelle énergie « *verte* » pour remplacer quelle autre « *fossile* ». A ce titre, les Américains ont réussi, en transformant une grande partie de leur maïs en éthanol, à ne produire que 3 % de l'essence consommée par le pays où les Allemands, champions du monde de l'éolienne avec 20 000 machines ne produisent que 5 % de leur électricité et de manière très aléatoire, lorsque le vent est complaisant. En matière d'énergie, il est donc plus productif et durable de réfléchir avant tout aux économies car celles-ci sont durables et sans aucune controverse environnementale. De plus et à l'instar de ce qui se fait en matière de simplification du travail du sol, de couverts végétaux producteurs d'azote et promoteurs d'auto-fertilité et d'agriculture de conservation en général, il existe d'importants gisements d'économie en agriculture mais également à beaucoup de niveaux de la société qu'il va falloir apprendre à exploiter.

Frédéric Thomas

Conclusion

Selon ses propres aspirations et s'il le souhaite, chacun déduira de cette étude qui ne se prétend pas exhaustive, ce qu'il voudra faire de ses pailles. Pour ma part même si l'exportation éventuelle d'une paille sur trois ou quatre ne pose apparemment pas de problèmes, j'estime qu'il serait plus que souhaitable que de nouveaux essais d'exportation de paille soient rapidement mis en place en sol de craie, dans le but d'étudier différents régimes d'enlèvement de paille. Un croisement avec différents engrais verts, permettrait de savoir si ceux-ci sont en mesure de conserver, voire d'améliorer la fertilité des sols. L'essai de l'Arep à Thibie nous démontre depuis une dizaine d'années un déplafonnement d'environ 10 % des rendements en faveur de ces engrais verts. Alors que depuis la mise en place de cet essai où « *toutes les pailles sont conservées* », qu'en serait-t-il avec des «*pailles enlevées*» ? *(voir l'entretien avec M. Pousset)*. En effet sur le Centre Agronomique de Gembloux où le sol et les modalités de l'essai différent de celui de Thibie, un rendement supplémentaire de 8 % est également en faveur des pailles restituées accompagnées de cipan mais par comparaison à « *des résidus de récolte enlevés* » ! Aucun essai en France, n'étudie à ce jour cette problématique, tout au moins en sol de craie. Si peu d'essais répondent aussi bien aux engrais verts que celui de Thibie, il doit bien exister une explication ! Tant que cette explication ne sera pas apportée, je ne changerai rien à mes pratiques, la fertilité des terres est à mes yeux la richesse de l'Agriculture, mes pailles resteront donc dans les champs, et comme tous les ans le peu de pailles que j'exporte ira en direction de l'élevage, sans oublier les éleveurs belges, clients de longue date. D'ailleurs, il faut bien reconnaître que les composts de volailles belges sont très appréciés dans notre département, et que même si leur filière est différente de celle des pailles il serait incorrect de ma part de continuer à leur acheter des fientes et de les priver de paille du jour au lendemain.

Les exportations de pailles entraîneront une baisse lente mais inéluctable de l'auto-fertilité exigeant une augmentation des besoins en fertilisant sur le long terme.

Maîtrisons les cultures et outils de demain

Pour répondre à l'éventuelle demande des nouvelles filières, j'implanterai des cultures dédiées à cet effet seulement après être certain de leur réelle faisabilité et rentabilité. Même si elles paraissent peu gourmandes en éléments minéraux, qu'en est-il d'un point de vue humique ? Si plusieurs de ces plantes étaient capables de produire de bons rendements en sols de craie, j'estime que leur rentabilité devrait être au moins égale à celle de mes meilleures cultures.

Si la « *révolution verte* » doit se faire, il faudra, pour ma part, s'assurer d'en avoir pleinement le retour ainsi que le plein contrôle. Les agriculteurs considérés la plupart du temps comme de simples fournisseurs de matières premières et auxquels on va demander demain de produire de l'énergie renouvelable, des agrocarburants plus verts que verts et autres produits en remplacement du pétrole, ne devront plus se contenter de quelques miettes. Le monde a faim et il ne faut pas oublier que notre vocation première est tout d'abord alimentaire. Et ne pas oublier non plus que comme l'explique en partie M. Joseph Pousset et plus précisément M. A. Demolon, déjà cité plus haut ainsi que M. S.Winogradsky dans son mémoire sur 50 ans de recherches sur la Microbiologie des sols, les matières organiques tel que les pailles, dont la lignine, le glucose, la cellulose, les pentoses de l'hemmicellulose, précurseurs de différents acides organiques, très recherchés par la chimie verte de demain sont aussi et depuis toujours les principaux produits liés à la vie des différents microorganismes peuplant tous nos sols. La fertilité de nos terres, richesse des agriculteurs est imputable, majoritairement, à ces milliards de microorganismes. Il va falloir dès lors éviter tout conflit d'usage car sans l'action de ces derniers, l'agriculture n'aurait pas pu apparaître sur notre planète.

Une certaine indépendance vis-à-vis des fertilisants semblant indispensable à l'avenir, la moindre économie sera alors nécessaire.

Ces quelques lignes composent ma conclusion. N'étant qu'un agriculteur, je ne prétends pas quelle sera celle de chacun d'entre vous. Chaque agriculteur champenois, picard et des autres régions de France devra peut être un jour ou l'autre se faire sa propre opinion avant de décider si oui ou non, et dans quelle proportion vendre des pailles ou produire d'autres biomasses pour de nouvelles filières Ce n'est ni votre comptable, ni vos coopératives, négoces, ni votre syndicat agricole et autres organismes qui devront prendre les décisions à votre place, seul «*le bon sens paysan*» aura raison. Les projets paille et biomasse auront indéniablement de bonne raison d'exister mais leur logique d'ailleurs très louable ne sera pas forcément la votre.

Pour en finir avec cette longue réflexion, les filières de la paille devront par bon sens, si elles voyaient le jour, prévoir dans leur cahier des charges, un financement assez important pour mettre en place de nouveaux essais longue durée d'exportation de pailles, croisés avec différents engrais verts et Cipan, gérés par des organismes indépendants afin d'y étudier les différentes mesures nécessaires au maintien de la fertilité de nos sols.