



Exporter des pailles sans risque pour l'état organique des sols

Guide de décision à la parcelle



Région Picardie

Mai 2008

Ce document a été produit par la FRCA Picardie et COOPENERGIE® Picardie dans le cadre du programme régional CARTOPAILLES et réalisé par AGRO-TRANSFERT Ressources et Territoires et ARVALIS Institut du Végétal avec la participation de l'INRA de Laon, du LDAR et du groupe régional « Sols & Matières Organiques » des Chambres d'Agriculture de Picardie

Ce document a été réalisé :

■ dans le cadre du **programme régional CARTOPAILLES** (2004-2007) porté par la Fédération Régionale des Coopératives Agricoles de Picardie en partenariat avec l'INRA Laon-Reims-Mons, ARVALIS Institut du Végétal, l'Institut Lasalle Beauvais, la Chambre d'Agriculture de l'Aisne, Alternatech, avec le soutien financier du Conseil Régional de Picardie et de la Direction Régionale de la Recherche et de la Technologie,

■ à l'appui de travaux réalisés au sein du **projet régional GCEOS** (Gestion et Conservation de l'Etat Organique des Sols dans les exploitations agricoles de Picardie, 2004-2008) conduit par AGRO-TRANSFERT Ressources et Territoires en partenariat avec les Chambres d'Agriculture de Picardie, l'INRA de Laon-Reims-Mons, le Laboratoire d'Analyses et de Recherche de l'Aisne (LDAR), l'Institut Lasalle Beauvais, la Fédération Régionale des Experts Fonciers et Agricoles, la FRCA Picardie, avec le soutien financier du Conseil Régional de Picardie,

■ à partir des travaux et avec le concours de Bruno MARY de l'INRA de Laon, Unité de recherche Agro-Impact et d'après la base de données d'analyses de terre du LDAR.



■ L'objectif du programme CARTOPAILLES était d'anticiper la demande émergente en biomasse en évaluant la ressource en paille en Picardie ainsi que les conséquences sur la fertilité des sols.

Ainsi, un ensemble de travaux ont été menés pendant 30 mois afin notamment :

- ✓ d'évaluer les répercussions agronomiques liées à l'exportation des pailles,
- ✓ de caractériser la ressource en paille de céréales,
- ✓ d'évaluer la répartition spatiale du gisement mobilisable en paille compatible avec une agriculture durable.

■ Pour en savoir plus : FRCA Picardie
Tél : 03.23.79.22.38, frcapicardie@orange.fr

■ L'objectif du projet GCEOS est de développer une démarche de conseil pour donner aux agriculteurs de Picardie les moyens de gérer les matières organiques de leurs sols sur le long terme, à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation. Deux axes de travail sont privilégiés :

- ✓ l'amélioration de la qualité du prélèvement pour analyse de terre pour un suivi fiable de l'évolution de l'Etat Organique des Sols (EOS),
- ✓ l'adaptation du modèle de calcul de bilan humique AMG de l'INRA de Laon pour développer un outil de simulation de l'évolution à long terme de l'EOS et d'aide à la décision pour le choix des pratiques culturales sur ce critère.

■ Pour en savoir plus : Agro-Transfert Ressources et Territoires – Tél : 03.22.95.75.89
www.agro-transfert-rt.org

Peut-on vendre durablement de la paille sans entamer le potentiel de fertilité des sols ?

C'est possible à condition de prendre certaines précautions. Ces possibilités sont en effet très dépendantes du type de sol et du mode de conduite culturale de chacune des parcelles de l'exploitation.

L'objectif est de conserver les stocks de matière organique des sols, voire de continuer à les augmenter dans les situations les plus fragiles ou les plus dégradées.

Conserver les matières organiques de vos sols, c'est préserver :

Leurs propriétés physiques :

stabilité structurale, résistance à la battance et à l'érosion, facilité de travail du sol, vitesse de ressuyage, qualité de l'enracinement.

Leur fertilité chimique :

fournitures d'azote, disponibilité du P et du K, des oligo-éléments.

Leurs qualités biologiques.

Leur rôle dans le stockage du carbone.

L'exportation des pailles doit être raisonnée à la parcelle ou par grand type de parcelle (combinaison type de sol - système de culture) représenté au sein de l'exploitation.

Comment utiliser ce document ?

Une démarche en 4 étapes :

1 Prendre en compte le comportement actuel du sol de chaque parcelle de l'exploitation : Si des signes de détérioration des propriétés du sol sont déjà observés alors même que le statut acido-basique de la parcelle est surveillé, si son comportement physique notamment fait apparaître des problèmes (*battance, ressuyage lent hors présence d'une nappe affleurante, difficulté de travail du sol,...*),

⇒ **ne pas exporter les pailles de la parcelle.**

2 Rattacher chaque parcelle à un cas-type (ou éventuellement la situer entre deux cas-types successifs) via le **tableau 1** en page 4, en fonction du type de sol (texture de surface) et du système de culture pratiqué.

ex : *Système Céréaliier en sol de limon-argileux, rotation type : Mais-blé-orge => Cas-type 6, sol C*

3 Lire le conseil d'exportation possible des pailles pour le cas-type retenu dans le **tableau 2**, en page 5 et remplir la fiche de calcul pour l'exploitation (fiche insérée dans le document).

Pour les parcelles sur lesquelles des épandages de produits organiques de types fumiers, composts, boues solides à fort C/N sont réalisés régulièrement, ou pour le cas-type 7 si la parcelle reçoit plus d'environ 20 tonnes de fumier par hectare tous les 3 ans, évaluer l'importance de l'apport de carbone au sol correspondant au type d'épandage pratiqué via le **tableau ci-après** :

Seuls sont considérés les produits organiques dont le rendement de transformation en humus dans le sol est élevé. Ce sont aussi, d'une façon générale, des produits à C/N élevé (>15).

Fréquence des apports	Nature de l'apport	Régime d'apport
tous les 4 à 6 ans	15 T/ha de fumier de bovin ou 10 T/ha de compost de déchets verts	A
	30 T/ha de fumier de bovin ou 20 T/ha de compost de déchets verts	B
tous les 2 à 3 ans	15 T/ha de fumier de bovin ou 10 T/ha de compost de déchets verts	B

4 Surveiller sur le terrain l'évolution au cours du temps de l'état organique des sols à lire en page 6.

Rattacher chaque parcelle ou chaque grand type de parcelle de l'exploitation à un cas-type

Tableau 1

Système de culture	Type de sol (texture de surface)	Sols peu calcaires : $\text{CaCO}_3 < 20\%$				Sols calcaires : $\text{CaCO}_3 > 20\%$
		Sol A	Sol B	Sol C	Sol D	Sol E
		Sable et sable-limoneux	Limon-sableux et limon moyen	Limon argileux	Argile-limoneuse et argile	Cranette et limon crayeux
		Argile = 3 à 10 %	Argile = 10 à 19 %	Argile = 19 à 26 %	Argile = 26 à 45 %	Argile = 9 à 13 %
Cas 1 0 à 25 % de céréales (1 céréale tous les 5 à 6 ans) + pdt / légume / betterave <i>Exemple de rotation :</i> <i>pdt - blé - légume - betterave - légume</i>		1				
Cas 2 25 à 45 % de céréales & colza (1 céréale tous les 3 à 4 ans) + betterave / pdt / légume <i>Exemples de rotation :</i> <i>betterave - pdt - blé - légume - blé</i> <i>betterave - pdt - blé - lin fibre - légume - blé</i>		2				
Cas 3 45 à 60 % de céréales & colza (1 céréale tous les 2 ans) + betterave / pdt / protéagineux <i>Exemples de rotation :</i> <i>betterave - blé - pdt - blé</i> <i>betterave - blé - féverole - blé</i>		3A	3B	3C		
Cas 4 60 à 70 % de céréales & colza + betterave / protéagineux <i>Exemple de rotation :</i> <i>betterave - blé - orge</i>		4A	4B	4C	4D	4E
Cas 5 70 à 85 % de céréales & colza + betterave / protéagineux <i>Exemples de rotation :</i> <i>betterave - blé - orge - colza - blé</i> <i>betterave - blé - maïs grain - blé</i>		5A	5B	5C	5D	5E
Cas 6 85 à 100 % de céréales & colza + protéagineux / betterave <i>Exemples de rotation :</i> <i>colza - blé - orge</i> <i>colza - blé - maïs grain - blé - pois - blé</i>		6A	6B	6C	6D	6E
Cas 7 Céréales + maïs ensilage <i>Exemple de rotation :</i> <i>maïs ensilage - blé - orge</i> Exportation paille pour élevage : 50 % Fumier 20 T/ha tous les 3 ans	% croissant de céréales, colza, maïs grain	7				

Tableau 2

Cas-type	Teneurs en C organique (en g/kg)	Teneurs en MO (en g/kg) (= 2 x Teneur en C org ; voir annexe)	Possibilités d'exportation des pailles de céréales ⁽³⁾ (hors paille de colza)		
			Si pas d'apports d'amendements organiques	Si apports d'amendements organiques	
				Régime d'apport A (cf. page 3)	Régime d'apport B (cf. page 3)
Cas 1			<i>Teneurs en MO faibles et restitutions organiques faibles => pas d'exportation</i>	<i>Teneurs en MO faibles et restitutions organiques faibles => pas d'exportation</i>	
Cas 2					
Cas 3 A-B	9 ⁽¹⁾ 7 à 10 ⁽²⁾	18 14 à 20	Pas d'exportation	Pas d'exportation	1 paille/4
Cas 3 C	9,5 8,5 à 10,5	19 17 à 21	Pas d'exportation	1 paille/4	1 paille/2
Cas 4 A	8 7 à 9	16 14 à 18	Pas d'exportation	Pas d'exportation	1 paille/3
Cas 4 B	9,5 8,5 à 10,5	19 17 à 21	Pas d'exportation	1 paille/4	1 paille/2
Cas 4 C	10 9 à 11	20 18 à 22	1 paille/3	1 paille/2	3 pailles/4
Cas 4 E	12,5 11 à 14	25 22 à 28	1 paille/3	1 paille/2	3 pailles/4
Cas 5 A	8 7 à 9	16 14 à 18	1 paille/3	1 paille/2	3 pailles/4
Cas 5 B	9,5 8,5 à 11	19 17 à 22	1 paille/3	2 pailles/3	3 pailles/4
Cas 5 C	10 9 à 11	20 18 à 22	1 paille/3	2 pailles/3	3 pailles/4
Cas 5 D	11,5 10 à 12,5	23 20 à 25	1 paille/2	3 pailles/4	Toutes les pailles
Cas 5 E	13 11,5 à 14	26 23 à 28	1 paille/2	3 pailles/4	Toutes les pailles
Cas 6 A	9 8 à 10	18 16 à 20	1 paille/4	1 paille/2	Toutes les pailles
Cas 6 B	10 9 à 11	20 18 à 22	1 paille/3	2 pailles/3	Toutes les pailles
Cas 6 C	11 9,5 à 12	22 19 à 24	1 paille/2	3 pailles/4	Toutes les pailles
Cas 6 D	13 12 à 14,5	26 24 à 29	1 paille/2	3 pailles/4	Toutes les pailles
Cas 6 E	13,5 12 à 15	27 24 à 30	2 pailles/3	Toutes les pailles	Toutes les pailles
Cas 7	11,5 10 à 13	23 20 à 26	Pas d'exportation supplémentaire pour la vente ^(4a)	+ 25 % d'exportation supplémentaire pour la vente ^(4b)	+ 50 % d'exportation supplémentaire pour la vente ^(4b)

⁽¹⁾ Teneur repère : voir définition en annexe page 11 ; ⁽²⁾ Gamme de teneurs en C organique (ou en MO) actuelles du sol prises en compte dans le calcul pour déterminer la valeur d'exportation de paille possible pour chaque cas-type ; ⁽³⁾ Les quantités de paille déjà exportées de la parcelle pour les besoins de l'élevage sur l'exploitation sont incluses dans les possibilités d'exportation indiquées ici ; elles ne doivent pas être comptées en plus, sauf dans le cas 7 où cela est précisé ; ^(4a) Seul l'apport de 20 T de fumier tous les 3 ans est pris en compte ; ^(4b) Prise en compte cumulée d'apports de 20 T de fumier tous les 3 ans et des apports d'amendements organiques supplémentaires, régime A ou B.

Le calcul des possibilités d'exportation de pailles présentées ci-dessus a été établi via le **modèle AMG** de l'INRA de Laon.

Suivre l'état du stock organique des sols au moyen d'analyses de terre

D'après des simulations récentes en région Picardie (Bruno MARY - INRA de LAON, 2007), il est possible d'exporter, en moyenne globale sur tout un département, plus de 30 % des pailles sans que le stock moyen de carbone des sols agricoles baisse de façon significative (moins 2,5 % en 50 ans) à **condition de raisonner les prélèvements de paille par type de situations et de surveiller l'état organique du sol.**

Mesurer la teneur en carbone actuelle du sol et tenir compte de son évolution au cours du temps

Il est important pour l'agriculteur de suivre l'évolution de l'état organique du sol de ses parcelles directement par des analyses de terre et d'ajuster ses décisions de mise en œuvre de pratiques culturales en conséquence au cours du temps.

Attention : l'intervalle entre deux analyses permettant une comparaison significative sur les teneurs en C organique du sol est au moins de 5 ans et le plus souvent plutôt de 10 ans.

Pour que deux analyses de terre successives réalisées sur une même parcelle puissent être comparées et permettent de détecter une évolution de l'état organique du sol de façon fiable, plusieurs précautions sont à prendre :

- Repérer une **zone représentative** (environ 15 m de diamètre) dans la parcelle (la localiser sur un plan ou enregistrer les coordonnées GPS) afin de pouvoir revenir **au même endroit** tous les 5 à 10 ans, si possible à la **même période de l'année et dans la même culture**.
- **Prélever sur 30 cm** - ou dans les sols plus superficiels, sur une profondeur toujours identique au fil du temps - une douzaine de carottes, en éliminant les résidus éventuellement visibles en surface, afin de constituer un échantillon moyen représentatif du sol.

La profondeur standard de 30 cm permettra au laboratoire de calculer le stock de carbone du sol sans biais, quelles que soient les pratiques de travail du sol ⁽¹⁾. Cette pratique conduit en fait à s'intéresser à la même couche de terre d'une analyse à la suivante.

La pratique du non labour pendant plusieurs années concentre la matière organique en surface, mais le stock de carbone de la couche arable n'est pas obligatoirement fortement modifié et c'est ce stock qui est suivi.



Opération de prélèvement à la tarière dans un champ

Crédit photo : Chambre d'Agriculture de la Somme

⁽¹⁾ La profondeur de prélèvement de 30 cm se justifie en Picardie car le travail du sol est rarement plus profond actuellement.

Estimer le tonnage de paille disponible dans une parcelle

Le tonnage de paille récoltable est inférieur à la paille produite par une culture de céréale. Il existe une relation étroite entre la paille totale produite (P) et le rendement en grain (G). **Le rapport P/G est d'environ de 1 pour les variétés actuelles de blé d'hiver.** Mais la fraction de paille récoltable au dessus d'un chaume de 10 à 20 cm ne représente plus qu'environ 60 % du rendement en grain d'un blé, 55 % d'un escourgeon et 45 % d'une orge de printemps. Cette valeur est influencée surtout par la hauteur de la paille.

Les variétés hautes permettent un rendement en paille exploitable supérieur. Outre la variété et la hauteur de coupe, d'autres facteurs peuvent également agir sur le tonnage de paille récoltable. Il s'agit par exemple du type de batteur-séparateur de la moissonneuse, du taux d'humidité de la paille au moment de la récolte (aux heures chaudes de la journée la paille est plus finement broyée) et des pertes au pressage qui peuvent varier entre 0,5 et 1 tonne/ha.



Le rendement en paille est évalué en termes de tonnage brut à l'hectare (l'humidité peut varier, elle est généralement voisine de 15 % à la moisson) ou bien du tonnage en matière sèche à 0 % d'humidité.

En première approximation, il est possible de retenir comme rendement brut de paille exploitable d'un blé d'hiver, une valeur de **4 à 4.7 tonnes/ha** en région Picardie. Un escourgeon ou une orge d'hiver sera plus proche de 4 t/ha et une orge de printemps entre 2 et 3 t/ha.

Informations issues d'enquêtes terrain sur 206 exploitations et d'expérimentations.

Influence du travail du sol sur l'évolution de l'état organique des sols

Le travail du sol influence la vitesse de minéralisation des matières organiques et donc l'évolution à long terme du stock de carbone organique du sol. En tendance, plus le travail du sol est profond, fréquent et plus il demande d'énergie (labour, outils animés), plus il favorise la minéralisation des matières organiques humifiées et donc le déstockage de C organique du sol. Une comparaison des vitesses de minéralisation annuelles estimées (coefficient k du modèle AMG) pour différents modes de travail du sol, sur l'essai de longue durée de la station ARVALIS de Boigneville les classe comme suit :

$k\text{-labour} > k\text{-travail superficiel} > k\text{-semis direct}$ (Wylleman et al, 1999).

L'approfondissement du labour a une autre conséquence dont l'effet, dans ce cas, est immédiat et se traduit par une diminution de la teneur en C organique du sol sur la couche travaillée devenue plus profonde : en effet, le stock existant dans la couche labourée initialement est alors dilué dans une masse de terre plus importante.

A l'opposé, une remontée de la profondeur de labour et sa pérennisation tendront à faire augmenter, mais de façon lente, la teneur en C organique de la couche travaillée.



Influence des cultures intermédiaires

La pratique régulière de cultures intermédiaires fournit du carbone organique au sol sur le long terme. Les pratiques les plus courantes en région sur ce point ont été intégrées dans la définition des cas-types et donc dans le conseil délivré (*). La prise en compte des variantes par rapport à ces pratiques de références n'est pas quantifiable ici. Mais des travaux sont en cours à l'INRA de Laon et devraient fournir des informations nouvelles d'ici à fin 2009 sur le sujet.

() Les pratiques retenues sont les suivantes :*

- pour les systèmes les plus intensifs (cas-types 1 et 2) : 2 engrais verts de type moutarde sur 5 ans,
- pour les systèmes à dominante betterave et céréales (cas-types 3, 4 et 5) : 1 engrais vert sur 5 ans,
- pour les systèmes céréaliers (cas-type 6) : pas d'engrais vert.

Exportation des pailles de céréales et acidification des sols

Les pailles constituent une source d'alcalinité et leur exportation contribue à augmenter les risques d'acidification des sols. On estime en effet la teneur moyenne en CaO de la paille à 12g/kg de matière brute. Leur exportation correspond donc à priver le sol d'une restitution d'environ :

5 tonnes de pailles/ha x 12 kg CaO = 60 kg CaO/ha.

Prise en compte de l'exportation des pailles dans le plan de fumure P et K

A moyen ou long terme, l'exportation des pailles peut diminuer les quantités d'éléments minéraux biodisponibles et tout particulièrement celle de potassium (K) qui est importante. Une adaptation de la fumure minérale est nécessaire en cas d'exportation fréquente des pailles sans compensation par des apports organiques.

L'enfouissement des résidus de culture, y compris les pailles, correspond à un apport d'éléments minéraux P et K pour la culture suivante. La décomposition des pailles libère ces éléments dont l'efficacité est équivalente à celle d'un engrais minéral soluble.

Composition minérale moyenne des pailles de céréales

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
teneurs kg / tonne	7	2.3	16	1
kg exportés dans 4 à 4,7 tonnes/ha	30	10	70	5

En cas d'enlèvement des pailles, **le supplément de fertilisation phosphatée est modeste :**

+ 5 à + 15 kg P₂O₅/ha/an,

mais il doit être plus conséquent **concernant la potasse :**

+ 15 à + 25 kg K₂O/ha/an en sols riches,

+ 60 à + 80 kg K₂O/ha/an en sols moyennement pourvus.

Exemple : la teneur en K₂O qui sépare les sols riches et les sols moyennement pourvus est :

- en sols de limons, de 220 mg/kg de K₂O,
- en sols argilo-calcaires superficiels, de 450 mg/kg.

Conseils moyens pour les principaux systèmes de culture et types de sols en région Nord Picardie.

Pour un calcul ajusté au cas par cas, il est conseillé de suivre régulièrement l'évolution des teneurs en P et K du sol au moyen d'analyses de terre tous les 5 ou 6 ans et d'utiliser les conseils se référant aux normes COMIFER.

Il faut noter que l'enfouissement régulier des pailles contribue sur le long terme à un accroissement de la quantité de phosphore biodisponible. Cette disponibilité est en partie révélée par les analyses de terre. L'apport de fumures minérales ou organiques régulières a le même effet sur la disponibilité du phosphore à long terme.

Quelles conséquences de l'exportation des pailles sur la gestion de l'azote ?

La restitution d'une tonne de paille apporte 400 kg de carbone et 6 kg d'azote au sol. Au cours de la décomposition de la paille, la majeure partie du carbone part dans l'atmosphère sous forme de CO₂, alors que tout l'azote est recyclé et reste dans le sol. Par rapport à une situation habituelle de restitution des pailles, l'exportation des pailles a deux effets opposés sur la disponibilité en azote dans le sol :

1) Un effet positif à court terme

La décomposition de la paille en automne-hiver s'accompagne d'une organisation de l'azote minéral par les microorganismes du sol, de sorte que l'enfouissement de la paille provoque une diminution de la minéralisation nette de 15 à 25 kg N/ha par rapport à une situation de paille exportée. L'exportation de paille se traduit donc à court terme par une augmentation de la quantité d'azote minéral, qui peut être visible lors de la mesure du reliquat d'azote en sortie d'hiver (en cas d'hiver peu pluvieux).

2) Un effet négatif à long terme

En cas d'exportation systématique des pailles, le stock de matière organique à long terme (10 ans et plus) atteint un niveau d'équilibre plus faible que pour des restitutions systématiques. Il en résulte une minéralisation nette annuelle plus faible, la diminution pouvant atteindre 10 à 30 kg N/ha. Cet écart augmente au cours du temps, jusqu'à atteindre un niveau d'équilibre.

L'effet global de l'exportation des pailles est donc modéré et dépend du temps. Au cours des premières années, la fertilisation azotée pourra être égale ou inférieure à celle conseillée avec enfouissement de paille. Plus tard, la fertilisation sera égale ou un peu supérieure. Ces effets peuvent être pris en compte avec le logiciel AZOFERT®.

ANNEXE

Pour mieux comprendre les bases de réalisation des conseils d'exportation

Préambule : Dans l'ensemble de ce document, l'état organique du sol est évalué en termes de teneurs et de stocks de **carbone organique (C org)**, de préférence aux termes de teneurs et stocks de **matière organique (MO)**. En fait, la teneur en matière organique du sol est déduite de la mesure au laboratoire de la teneur en Carbone organique de l'échantillon de terre par la relation : $10 \text{ g/kg C org} = 20 \text{ g/kg de MO}$ ou $2 \% \text{ de MO}$.

Pour une parcelle type donnée, les possibilités d'exportation de pailles sont déterminées en tenant compte de l'évolution prévisible du stock de carbone organique du sol sur le long terme et de la teneur en carbone organique atteinte après un grand nombre d'années de pratiques identiques.

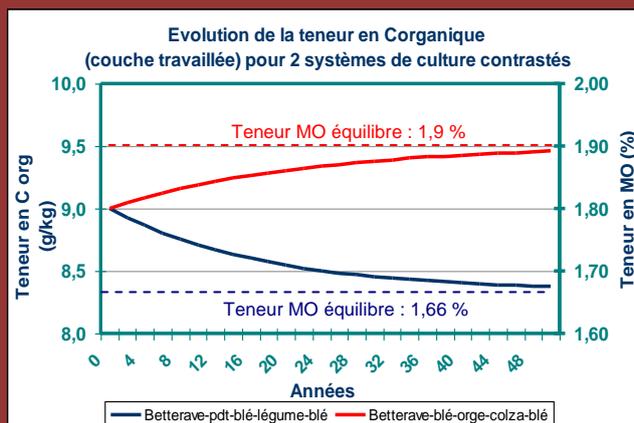
On estime cette évolution par la réalisation d'un bilan humique, qui tient compte :

- de la succession de cultures pratiquée, de leurs rendements, de la gestion des résidus (enfouis, exportés) et de la pratique de cultures intermédiaires
- des apports organiques réalisés (nature des produits, dose et fréquence d'apport)
- des caractéristiques du sol de la parcelle : teneurs en argile vraie, teneur en calcaire, teneur en matière organique
- du type de travail du sol : profondeur, fréquence du labour dans la rotation
- du climat : température, régime hydrique

Détermination des entrées de carbone dans le sol

Modulation des sorties de carbone par minéralisation

Les simulations d'évolution à long terme du bilan humique par parcelle sont réalisées via le modèle AMG de l'INRA de Laon.



Dans un système de culture stable sur une très longue période, le bilan s'équilibre et la teneur en carbone organique du sol (= $\frac{1}{2}$ teneur en MO du sol) tend à se stabiliser, les quantités de Carbone perdues par minéralisation s'ajustant au niveau moyen des restitutions.

La teneur à l'équilibre est une caractéristique de chaque contexte de culture. Lorsque la teneur est élevée, par exemple après un retournement récent de prairie, sa valeur baisse jusqu'à atteindre un nouveau point d'équilibre. A l'opposé, une remontée de la profondeur des labours peut conduire à une élévation progressive des teneurs, vers un nouvel équilibre plus favorable, dans des situations fragiles ou dégradées.

Le principe retenu pour établir le conseil est d'éviter la détérioration sur le long terme de l'état organique des sols et des propriétés qui s'y rattachent, globalement par grand type de situation [système de culture- type de sol].

ANNEXE

Pour vérifier cela, pour chaque combinaison d'un système de culture et d'un type de sol (= **chaque cas-type**) la teneur en carbone organique du sol obtenue à long terme (simulations sur 50 ans) pour un rythme d'exportation donné est **comparée à deux valeurs** :

1 - Une teneur en carbone organique repère⁽¹⁾ indiquée par les agronomes-experts :

Après prise en compte de l'exportation des pailles, la teneur en C organique sur 0-30 cm à long terme (*50 ans*) doit rester supérieure ou égale à la teneur repère.

2 - La teneur en C organique actuelle du sol :

Après prise en compte de l'exportation des pailles, le stock de carbone du sol à 50 ans ne doit pas être dégradé de plus de 5% par rapport au stock actuel calculé sur 0-30 cm d'après cette teneur actuelle.

Pour chaque cas-type, le conseil est établi de façon à respecter **ces deux contraintes combinées**.

Le conseil donné pour chaque cas-type au tableau 2 correspond à **la moyenne pondérée** des exportations possibles calculées **pour une gamme de valeurs de teneurs actuelles du sol en C organique** (cf. ⁽²⁾ en bas du tableau 2, page 5).

(1) La teneur repère et la gamme de teneurs actuelles du sol en C organique du sol prises en compte dans le calcul des exportations possibles pour chaque cas-type ont été déterminées en tenant compte des valeurs de stocks de carbone organique connus en région (d'après la base de données d'analyses de terre du LDAR). La teneur repère correspond à la médiane des valeurs observées dans la base de données pour chaque cas-type.

Exemple

Une parcelle dont la rotation cadre est du type *betterave – blé – orge* et dont le sol est un limon argileux, s'apparente au cas-type 4, Sol C du tableau 1. On suppose que l'on y pratique des engrais verts (ex : 1 an/3) et qu'elle est labourée environ 2 ans sur 3. La teneur actuelle en C organique est de 9,5 g/kg.

La teneur repère considérée sur 0-30 cm est dans ce cas de 10 g de carbone organique par kg de terre (20 g/kg de MO).

Règle de décision :

L'exportation de paille permise pour ce type de parcelle est déterminée de façon à ce que :

- 1) la teneur en C organique du sol après 50 ans de pratique simulée de ce système de culture avec exportation de paille reste supérieure ou égale à 10 g/kg,
- 2) le stock de carbone organique à l'équilibre tenant compte des exportations de pailles ne doit pas être inférieur de plus de 5 % au stock actuel, soit à 35,2 T/ha ($= 9,5 \text{ g/kg C org} * 0,001 * 3900 \text{ T terre/ha} * 0,95$).

Le calcul du bilan humique à long terme et donc celui de l'exportation de paille permise tient compte de la teneur actuelle du sol en carbone organique. Ainsi, dans les cas où la teneur actuelle est faible, l'exportation n'est pas permise afin de respecter la contrainte de teneur repère retenue. Dans le cas des teneurs plus élevées, c'est la limite de baisse de stock fixée à 5% maximum qui intervient.

Dans le cas traité ici, **l'exportation permise est de 1 paille/3** (soit une exportation 1 année sur 4 ou 5 dans le cas de la rotation considérée), **en moyenne pour la gamme de teneurs actuelles en C organique du sol ⁽¹⁾ considérée pour le calcul : 9 à 11 g/kg (18 à 22 g/kg de MO)**.

L'application de ces préconisations à un territoire tel que celui du département de l'Aisne (454 600 ha SAU ; 213 000 ha de céréales à pailles) conduit à un potentiel de pailles disponibles pour de nouveaux marchés (ventes pour l'élevage déduites) d'un peu plus de 200 000 T de paille par an en tenant compte des pratiques de travail du sol connues actuellement.

Vos contacts

Pour plus de précisions sur le programme CARTOPAILLES :

FRCA Picardie/COOPENERGIE

Caroline Bertrand
Tél : 03 23 79 84 81
cbefrca@hotmail.fr

Pour plus de précisions sur le mode de calcul des exportations conseillées :

Agro-Transfert-Ressources et Territoires

Annie Duparque & Vincent Tomis
Tél : 03 22 85 75 89
a.duparque@agro-transfert-rt.org
v.tomis@agro-transfert-rt.org

ARVALIS Institut du Végétal

Jean-Paul Prévot
Tél : 03 22 85 75 60
jp.prevot@arvalisinstitutduvegetal.fr

Et pour un conseil plus personnalisé :

Votre conseiller de Coopérative

Ainsi que les spécialistes régionaux :

Chambre d'Agriculture de l'Oise

Christian Dersigny
Tél : 03 44 11 44 11
christian.dersigny@agri60.fr

Chambre d'Agriculture de la Somme

Olivier Ancelin & Jacques Duranel
Tél : 03 22 33 69 00
o.ancelin@somme.chambagri.fr
j.duranel@somme.chambagri.fr

Chambre d'Agriculture de l'Aisne

Laurent Fleutry
Tél : 03 23 22 50 50
laurent.fleutry@ma02.org



Ressources et Territoires



CHAMBRES
D'AGRICULTURE
PICARDIE



Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie de Picardie

Ce document vous est remis par :

Fiche de calcul du tonnage moyen de paille exportable sur l'exploitation

EXPLOITATION :

Nom des parcelles ou ilots rattachés au même cas-type	Cas-type correspondant	Teneur du sol en C org (g/kg)	% de céréale à paille dans la rotation	Proportion de paille exportable	Rendement en paille (4 T/ha par défaut)	Superficie (en ha)	Quantité de paille exportable en moyenne (en T/an)
			a	b	c	d	a x b x c x d
<i>Exemple :</i>							
ilots 1, 2 et 4	Cas 5 Sol A	8,5	3 céréales à pailles sur 5 ans = 60 %	1 paille/4 (25 %)	4,2 T/ha	50	0,6 x 0,25 x 4,2 x 50 = 32 T
ilots 3 et 5	Cas 6 Sol B	10	2 céréales à pailles sur 3 ans = 66 %	1 paille/3 (33 %)	3,8 T/ha	30	0,66 x 0,33 x 3,8 x 30 = 25 T
							Somme : 57 T de paille
Somme :							

DATE :

