

CARTOPAILLES : les principaux résultats agronomiques

Exporter de la **paille de céréales**
pour capter de nouveaux marchés...



...quel effet sur la **qualité**
des sols ?

Introduction : définition de la matière organique

CARTOPAILLES

La matière organique du sol, c'est quoi ?

Résidus organiques frais, «libres»	pailles	0 - 4 t C/ha
Résidus organiques évolués (MOP)		2 - 4
Macrofaune		0.5 - 1
Biomasse microbienne		1 - 2
"Humus"		36

Total 42 t C/ha

Mesures et estimations au laboratoire :

la teneur en MO : **MO = 2 fois le taux de Carbone (g/kg)**
le stock de carbone : **stock C = taux de C x Masse sol (t/ha)**

Réunions CARTOPAILLES - Mai/Juin 2007

4

Quand on parle de matière organique (**M.O.**), on se réfère à la quantité de carbone des sols pour 1 hectare donné. Ce carbone est donc composé à l'instant « t » de résidus organiques frais et évolués, de macrofaune, de biomasse microbienne et d'humus (dans les proportions précisées ci-dessus) pour un tonnage total moyen de 42 tonnes de carbone à l'hectare (dans le cas des sols de limons en région Picardie).

Les résidus de cultures évoluent sous l'action des micro-organismes et se transforment progressivement en humus. Les travaux récents de l'INRA montrent pour information que seule une partie du carbone organique du sol est active (environ un tiers) ; elle se minéralise sous l'action du climat (en fonction de l'humidité et de la température du sol) et l'autre partie, majoritaire, est considérée comme stable car se renouvelant seulement à l'échelle du millénaire.

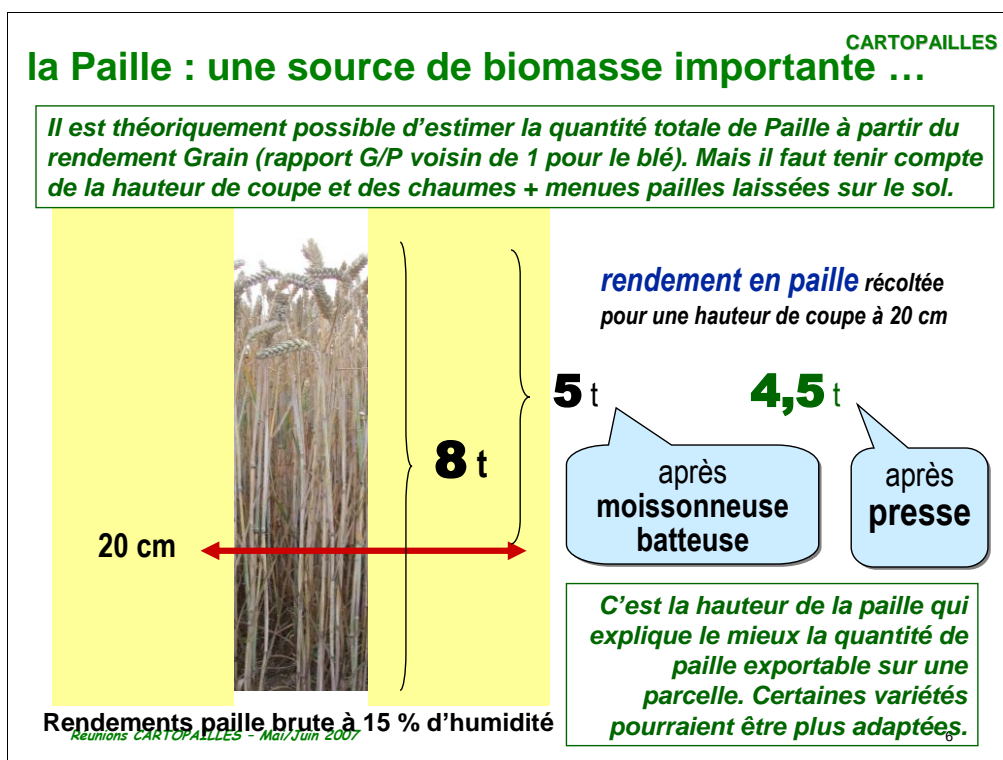
Pour interpréter les conséquences d'une modification du statut organique des sols, il faut prendre en compte deux grandeurs :

- la teneur en M.O. du sol dans l'horizon travaillé,
- le stock de M.O. du sol.

Ainsi, selon ces deux grandeurs "teneur" et "stock", ont été étudiés les effets de l'exportation des pailles sur :

- **la teneur en M.O.** concernant les propriétés physiques des sols (propriétés de résistance au compactage, à la battance, facilité d'ameublissement...) et les effets des résidus sur l'activité microbologique et la stabilité structurale.
- **le stock de M.O.** du sol, en rapport avec sa capacité à stocker de l'eau, à fournir des éléments nutritifs au travers des processus de minéralisation et plus généralement à stocker du carbone à long terme.

Petit rappel de ce que l'on exporte réellement en paille de céréales :



Pour une production moyenne de paille, en Picardie, de 8 tonnes à l'hectare, on en ramasse suite à la coupe (qui ne se fait pas au ras du sol mais à 20 cm au dessus du sol) et suite au pressage uniquement la moitié (environ 4T/ha) et on en laisse donc environ 4 tonnes au champs (chaumes – partie basse de la tige -, menues pailles). Ainsi, quand on exporte 1 tonne de paille, on en laisse en moyenne, à chaque fois, 1 tonne au champ.

Les effets de l'exportation des pailles sur les propriétés physiques du sol :

- Conclusion sur la sensibilité au tassement : même pour les sols où le risque de tassement par les engins agricoles est déjà élevé (ex : limon en Picardie), l'exportation des pailles n'augmenterait pas sensiblement ce risque.
- Conclusion sur la sensibilité à la battance et l'ameublissement : une diminution du taux de carbone montre un accroissement significatif des situations battantes (pour des diminutions cependant très fortes, jamais constatées sur nos analyses de sols en Picardie) ; les sols limoneux (plus de 70 voire 80 % de limons) sont les plus exposés.

Les effets de l'exportation des pailles sur l'activité microbologique et la stabilité structurale :

Les résidus en surface comme par exemple les pailles, outre l'effet direct de protection vis-à-vis de l'action dispersante de la pluie, permettent de **diminuer les phénomènes de battance ou d'érosion**. Mais plus que la quantité des résidus, ce sont les apports réguliers et leur localisation en surface qui jouent le rôle le plus important. Rappelons que lorsque l'on prélève des pailles, on laisse encore la moitié de la production en surface.

Les effets de l'exportation des pailles sur la teneur matière organique des sols :

SIMULATIONS DES EVOLUTIONS DES TENEURS EN MATIERE ORGANIQUE

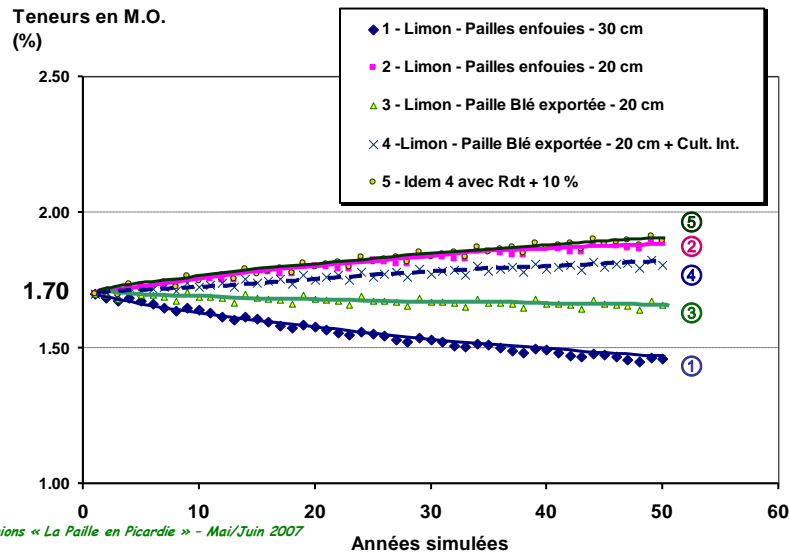
Limon de Picardie
Argile : 17 %
D.A. : 1.4
Teneur MO : 1.7 %

Hypothèses :

Rotation 5 ans : Bett. – Blé – Colza – Blé – O.P.

Rendements : 87 t 85 q 37 q 90 q 65 q

Culture Intermédiaire : crucifère avant Bett. ou OP (2 t MS/ha)



A propos de la teneur en M.O. et des conséquences de l'exportation des pailles, il est possible de simuler (sur une longue période, au moins 50 ans) l'effet de différentes pratiques. Par exemple, dans le cadre de l'exemple présenté ci-dessus, en ne changeant rien aux pratiques actuelles et en restituant systématiquement les résidus de cultures, l'équilibre à long terme situe la teneur en M.O. du sol en dessous de 1.5 % (et en dessous de la valeur de départ) si la profondeur de labour est de 30 cm. Il suffit de réduire cette profondeur de labour à 20 cm pour s'orienter vers des teneurs de 1.9 %. Dans ce cas, un enlèvement des pailles de blé (soit deux années sur cinq de la rotation) permet de conserver une teneur stable, voisine de 1.6 – 1.7%. Enfin, la pratique régulière des cultures intermédiaires avant les cultures de printemps augmente à terme les teneurs à 1.8 % dans cet exemple.

Les effets de l'exportation des pailles sur la fertilisation minérale :

CARTOPAILLES

Conséquences sur la fertilisation PK

- En cas d'exportation des pailles, il est nécessaire de compenser la fumure de fond :

+ 5 à + 25 kg P₂O₅ / ha / an selon les sols et leurs teneurs

+ 20 à + 40 kg K₂O / ha / an en sols riches

+ 100 à + 160 kg K₂O / ha / an en sols pauvres

Contenus en minéraux	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Teneurs : kg / tonne	7	2.3	16	1
kg N, P ₂ O ₅ , K ₂ O pour 4.5 tonnes exportées / ha	32	10	72	10

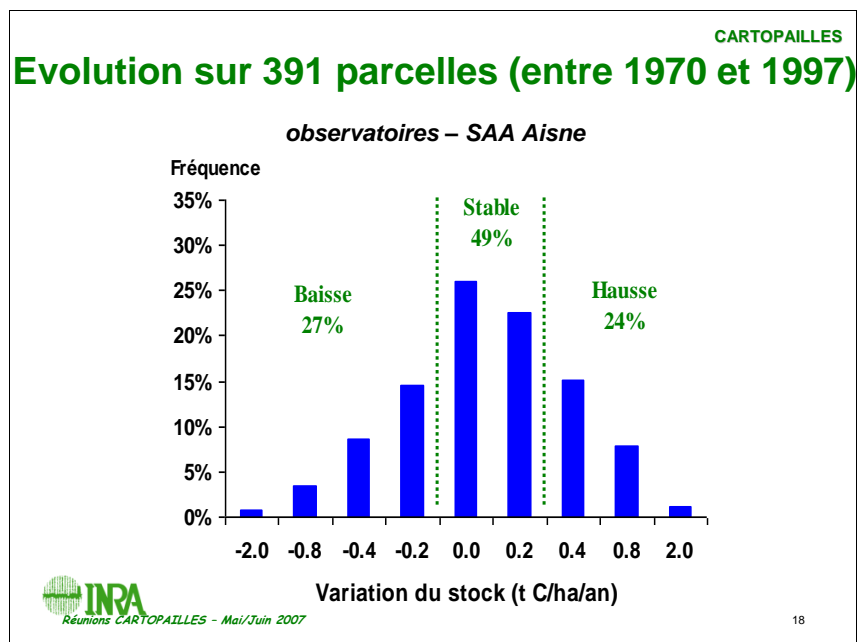
- Remarque : il peut y avoir des restitutions en cas de retour des cendres (dont le PK)

Réunions CARTOPAILLES - Mai/Juin 2007

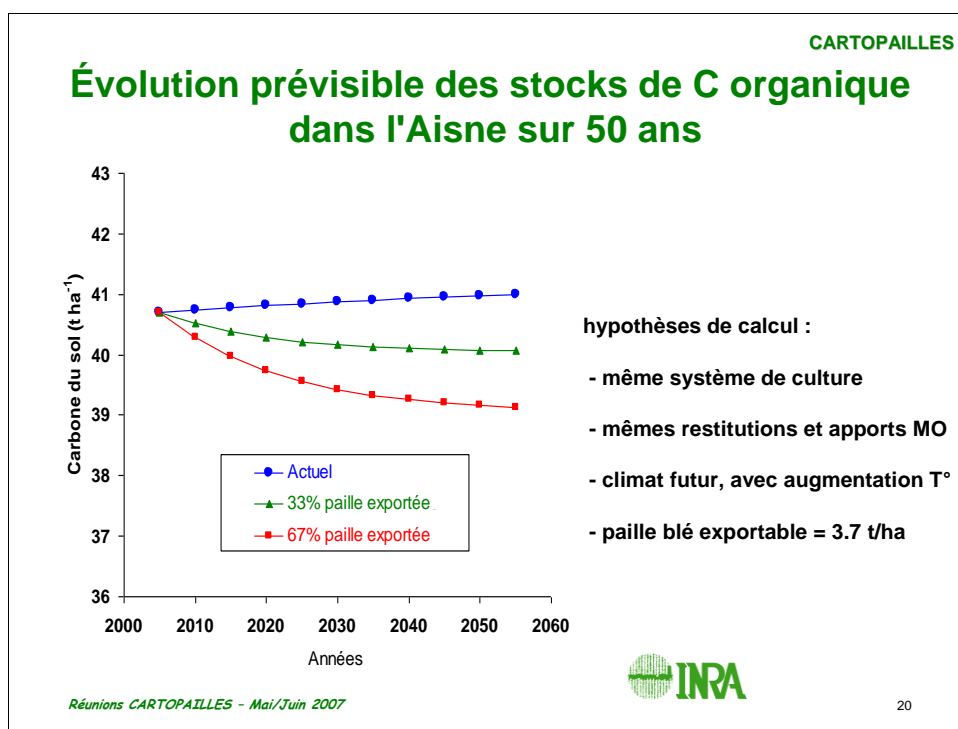
17

Les conséquences de l'enlèvement des pailles sont plus importantes sur la gestion de la fumure phosphatée et potassique et tout particulièrement pour le potassium. En effet, lorsqu'on enlève 4.5 tonnes de paille à l'hectare, on exporte environ 70 unités de K₂O et 10 unités de P₂O₅ (teneurs en K₂O et P₂O₅ contenues dans les pailles). Il est ainsi nécessaire de compenser par des apports minéraux (ou organiques : fumiers, lisiers, vinasses, etc...) surtout dans les sols faiblement pourvus. Un suivi régulier tous les 5 ans au moyen d'analyses de terre permet d'ajuster cette fertilisation PK.

Les effets de l'exportation des pailles sur le stock de matières organiques des sols :



Le suivi d'un grand nombre de parcelles (exemple : l'observatoire des Analyses de la Station Agronomique de l'Aisne) montre qu'entre 1970 et 1997 (sur 27 ans) environ 50% des parcelles ont un stock de carbone stable. Un quart des parcelles évolue légèrement à la hausse et l'autre quart à la baisse. Ces dernières parcelles voient leurs stocks baisser généralement dans des situations qui ne sont pas à l'équilibre et pour lesquelles les valeurs sont élevées.



La simulation des effets liés à l'**exportation de 66% des pailles** sur les stocks de carbone organique d'un département comme l'Aisne verrait des stocks stables dans 57% des cas, des stocks encore à la hausse dans 8% des cas et à la baisse dans 35% des cas.

Mais un **taux d'exportation de 33% des pailles** ne modifierait pratiquement pas le stock de carbone organique des sols (soit 2.5% du stock sur 50 ans).

Ainsi, un **taux d'exportation des pailles constant (33% en Picardie)** doit conduire en moyenne à une très faible diminution des stocks (1 t C/ha, soit 2.5% du stock en 50 ans) :

exemple d'une rotation **Bett. – Blé – Colza – Blé – O.P.**

=> 3 pailles sur 5 ans = 100 %

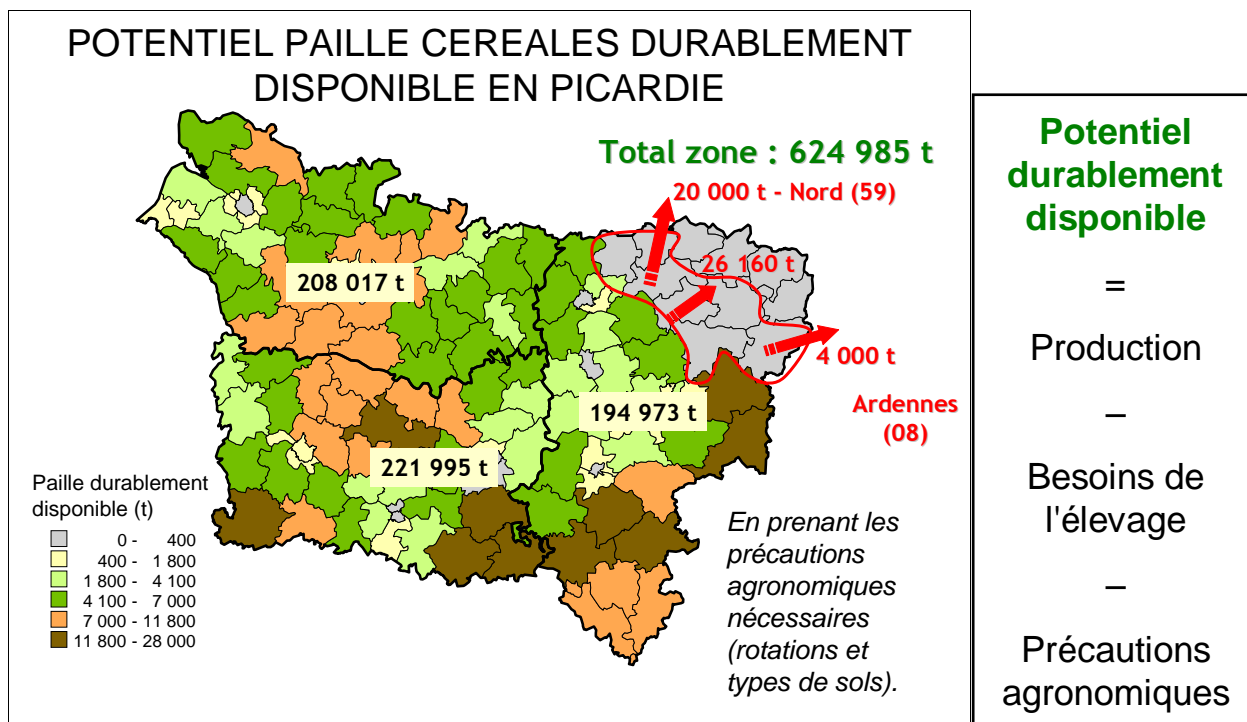
=> 1 paille tous les 5 ans = 33%

Une **stratégie de conduite à la parcelle**, sur la base d'analyses de terre, permettrait d'éviter les situations à risque (en fonction des sols et des rotations), et **d'exporter davantage** sur des parcelles peu sensibles.

Un exemple à l'échelle du département de l'Aisne : selon les études réalisées par l'INRA, l'exportation systématique de 33 % des pailles permettrait de prélever, globalement à l'échelle de l'Aisne, environ 200 000 tonnes de pailles de céréales. En raisonnant ces exportations à la parcelle, cela permettrait d'exporter un peu plus de 350 000 tonnes de paille à l'échelle du département.

Les mesures d'accompagnement pourraient être d'implanter davantage de **cultures intermédiaires** qui peuvent produire plus de 2 tonnes de MS/ha/an, de réduire la **profondeur** de travail du sol, de faire un véritable **suivi** du stock C dans les parcelles lorsque la paille est exportée.

De ces conclusions agronomiques, quel gisement de paille durablement disponible à l'échelle de la région Picardie ?



Avec plus de 630 000 ha de céréales à paille, la Picardie offre un potentiel de production de paille récoltable d'environ 2.5 millions de tonnes. Toute cette paille produite trouve actuellement deux destinations : l'élevage ou la restitution au sol.

La présence d'animaux sur les exploitations agricoles localement (voire dans les régions voisines et parfois assez loin) mobilise tout ou partie de la paille produite sur certains cantons. Sur la région picarde la quantité de paille destinée à l'élevage est évaluée à près de 400 000 tonnes avec une demande forte au nord est de la zone (Thiérache) et à l'ouest de l'Oise (Pays de Bray) et de la Somme. En intégrant les flux commerciaux de paille internes à la région et depuis la Picardie vers les zones d'élevage avoisinantes (Nord et Ardenne) la quantité orientée vers l'élevage atteint environ 425 000 tonnes. Le solde, soit plus de 2 millions de tonnes, est donc restitué actuellement au sol.

L'enfouissement de ces pailles constitue un apport de matière organique dont il faut souligner l'importance sur le plan agronomique (fertilité des sols et stabilité structurale). Cependant la paille récoltable (en moyenne 4 tonnes par ha) ne représente qu'une fraction des restitutions au sol puisque les chaumes, les éléments fins générés par la moissonneuse batteuse et les racines des céréales apportent sensiblement la même quantité de matière organique (environ 4 tonnes par ha).

S'interroger sur les prélèvements de paille, c'est avant tout confronter le bilan de la matière organique d'un sol (restitutions des cultures d'une rotation moins pertes par dégradation) avec sa teneur en humus et le niveau souhaitable à atteindre ou à maintenir. Dès lors plusieurs situations peuvent se présenter : interdire tout prélèvement lorsque l'objectif est d'enrichir la teneur en humus du sol (sols faiblement pourvus et sols fragiles), envisager des prélèvements avec des taux de 20 à 50 % dans les cas favorables et selon la « richesse » du sol.

C'est ainsi qu'en appliquant des taux d'exportations des pailles (par canton) différents selon les zones, le gisement exploitable durablement sans risque sur le plan agronomique est évalué à 625 000 tonnes sur les 3 départements (carte ci-dessus).

Laon, le 18/07/07