

GESTION DE L'ÉTAT ORGANIQUE DES SOLS AVEC SIMEOS-AMG

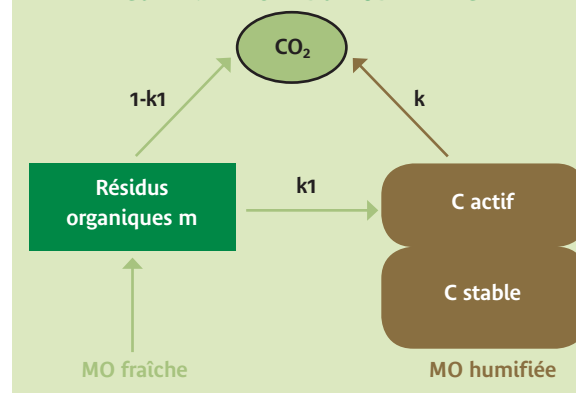
Les matières organiques du sol sont le pivot de la fertilité des sols puisqu'elles agissent sur la composante physique (stabilité de la structure du sol, agrégation, rétention d'eau...), chimique (réserve d'éléments nutritifs, CEC...) et biologique (substrat énergétique pour les organismes du sol). Au-delà des aspects agronomiques, elles influencent aussi les fonctions environnementales du sol : rétention de polluants, séquestration du carbone, développement de la biodiversité du sol, maîtrise du risque d'érosion... Les matières organiques du sol étant au cœur des fonctions agronomiques et environnementales du sol, il est important de bien savoir les gérer. Or, jusqu'à présent, il existait peu d'outils simples et fiables pour visualiser aisément l'effet des pratiques culturales sur l'état organique du sol. L'outil SIMEOS-AMG, développé dans le cadre du projet GCEOS¹, mené à Agro-Transfert Ressources et Territoires en Picardie, permet de simuler l'évolution de l'état organique des sols à partir du modèle de calcul de bilan humique AMG de l'Inra de Laon.

Diagnostic de l'état organique du sol

Pour une bonne gestion de la fertilité du sol, il est important de pouvoir porter un diagnostic sur l'état organique du sol de la parcelle. Le diagnostic s'établit en plusieurs étapes :

- L'observation du comportement du sol au champ est le premier outil d'appréciation : l'observation d'une croûte de battance dans les sols limoneux, de phénomènes d'érosion, de ruissellement, de mauvais ressuage, de difficulté à travailler le sol ou encore d'une mauvaise dégradation des pailles est signe d'un mauvais fonctionnement du sol. Le statut acido-basique du sol ou un tassement peuvent parfois être la cause de ces phénomènes, mais le plus souvent, un manque de matières organiques dans le sol est en cause.
- L'analyse de terre permet ensuite d'aider à comprendre l'origine d'un problème agronomique et d'estimer l'importance quantitative prise par la fraction organique dans le sol par la mesure de sa teneur en carbone organique – le carbone étant le principal composant des matières organiques. Dans

FIGURE 1: PRINCIPE DU MODÈLE AMG



Le modèle AMG (du nom de ses auteurs Andriulo, Mary, Guérif, Inra de Laon) distingue deux fractions de l'humus :

- la fraction active qui se renouvelle rapidement (à l'échelle de quelques dizaines d'années);
- la fraction stable, avec un temps de résidence dans le sol très important (plusieurs siècles, jusqu'à plus de 1000 ans).

La masse de résidus organiques est affectée par un coefficient d'humification K1, qui varie en fonction du type de matière organique fraîche: ce flux de carbone entrant alimente le stock de C actif du sol. Une partie du C des résidus organiques n'est cependant pas humifié et est libéré sous forme de CO₂ lors de la décomposition (1-K1).

La perte de carbone organique par minéralisation du C actif est mesurée par le coefficient K.

le cadre d'expérimentations, des mesures plus complexes de biomasse microbienne ou de la MO particulière, correspondant à la fraction active de la matière organique, peuvent compléter la caractérisation de l'état organique du sol en renseignant sur la qualité des matières organiques.

- Enfin, le bilan humique permet d'évaluer l'impact des systèmes de culture et des pratiques agricoles sur l'évolution à moyen ou long terme de la quantité de matières organiques du sol. Il consiste à comparer, durant une période donnée, les entrées et les sorties de produits carbonés dans le sol. Les quanti-

tés « entrantes » proviennent de la transformation dans le sol des résidus de culture, amendements organiques et cultures intermédiaires, tandis que les quantités « sortantes » correspondent à la minéralisation, fonction des conditions climatiques (température et humidité), du type de sol et de l'intensité du travail du sol pratiqué. Le logiciel SIMEOS-AMG permet d'effectuer un bilan humique.

L'outil SIMEOS-AMG

L'outil SIMEOS-AMG d'Agro-Transfert, intègre un modèle simple pour le calcul de bilan humique : le modèle AMG (figure 1).

L'outil SIMEOS-AMG est un outil informatisé, disponible via Internet depuis février 2012, et mobilisable à partir de données simples, accessibles sur une exploitation. Une version de démonstration de l'outil est accessible librement à l'adresse suivante : <http://ag-trt.nnx.com/simeos/>. À partir d'informations connues par les agriculteurs, telles que la rotation culturale, les rendements des cultures, les cultures intermédiaires implantées, la dose d'irrigation, les amendements organiques, le travail du sol (type de travail et profondeur), le type de sol et le climat local, l'outil calcule les entrées de carbone au sol

Pas d'économie sans agronomie



Actisol
Des solutions adaptées à vos besoins

Actisol c'est aussi une gamme :

- Viticulture
- Maraîchage
- Herbe

www.actisol-agri.fr

Z.I. Le Cormier - 4 rue de la Gâtine - 49300 CHOLET
Tél : 02 41 62 60 00 - Fax : 02 41 62 08 05
E-mail : info@actisol-agri.fr

Mise en œuvre de SIMEOS-AMG pour gérer les transferts de fertilité

L'exploitation de Didier Roux dans l'Aisne comportait, avant sa reprise, 250 têtes de bovins viande et alors, la grande majorité des pailles de blé disponibles étaient prélevées pour les besoins de l'élevage sur toutes les parcelles de l'exploitation. Cependant, les effluents n'étaient épandus que sur les parcelles intégrant les betteraves (ilot parcellaire A) et certaines parcelles proches du corps de ferme.

Le fumier ainsi valorisé pour les betteraves permettait d'apporter des éléments minéraux phospho-potassique et d'entretenir l'état organique du sol pour obtenir un meilleur affinement lors de la préparation des semis de betteraves par le travail du sol dans les sols argilo-sableux.

Sur les parcelles sablo-limoneuses sans betteraves et éloignées de l'exploitation (ilot parcellaire B), les pailles ont été exportées pour l'élevage pendant de nombreuses années, sans retour de fumier. Des problèmes de prise en masse ont été observés et des difficultés de travail du sol lors de la préparation des lits de semence devenaient fréquentes.

Dans ce cas, il y a eu progressivement un transfert de fertilité entre les parcelles dont la paille était prélevée sans retour d'effluents et celles qui ont reçu régulièrement des apports de fumier.

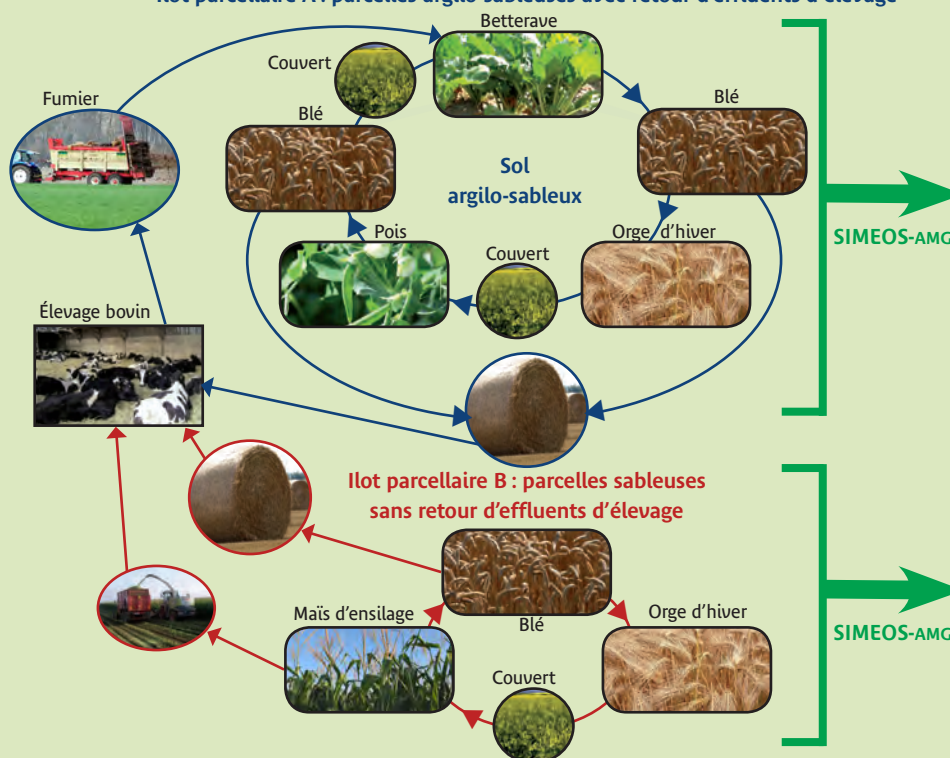
L'application de l'outil SIMEOS-AMG sur l'exploitation a permis d'évaluer la baisse des teneurs en matières organiques sur les parcelles sableuses sans apports de fumier de l'ilot B (courbe rouge) et l'enrichissement en

matières organiques dans les parcelles argilo-sableuses avec apports de fumier de l'ilot A (courbe bleue), liés aux pratiques adoptées sur une longue durée.

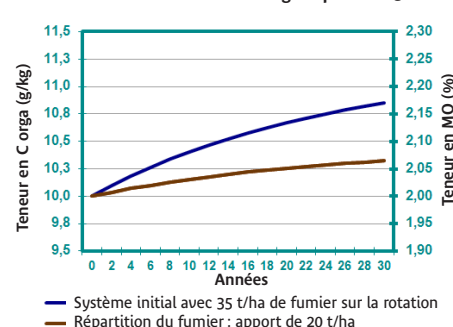
À l'époque où l'élevage était encore présent sur l'exploitation, la solution la plus évidente aurait été la répartition des effluents d'élevage sur toutes les parcelles de l'exploitation (courbes marron). Ce cas n'était cependant ici pas envisageable sur les parcelles de l'ilot B car celles-ci sont trop éloignées ou non épandables.

SIMEOS-AMG permet aujourd'hui de proposer à l'agriculteur des solutions de redressement progressif de l'état organique du sol des parcelles appauvries (ilot parcellaire B) en simulant l'effet à long terme de pratiques nouvelles, tenant compte aussi du changement d'orientation du système de production, puisque l'élevage a disparu de l'exploitation depuis 2003 : sur ces parcelles sableuses de l'ilot B, la rotation actuelle est : maïs grain - blé - orge avec pailles restituées et couvert végétal entre l'orge et le maïs (courbe verte) : le système actuel permet d'équilibrer le bilan humique et d'éviter ainsi une détérioration de l'état organique du sol. Pour obtenir une amélioration du comportement du sol et viser un accroissement des teneurs en matières organiques, une réduction du travail du sol et l'implantation d'un engrais vert supplémentaire (sur les 2 mois d'inter-culture entre le blé et l'orge d'hiver) sont envisageables (courbe orange).

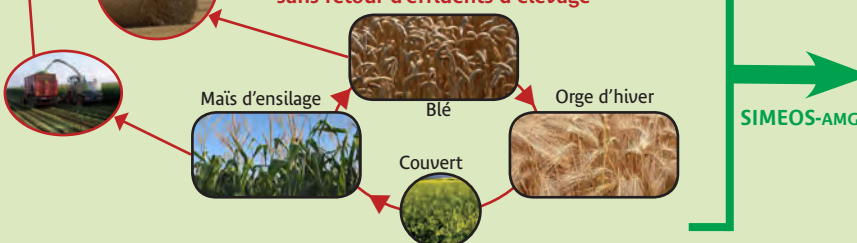
Ilot parcellaire A : parcelles argilo-sableuses avec retour d'effluents d'élevage



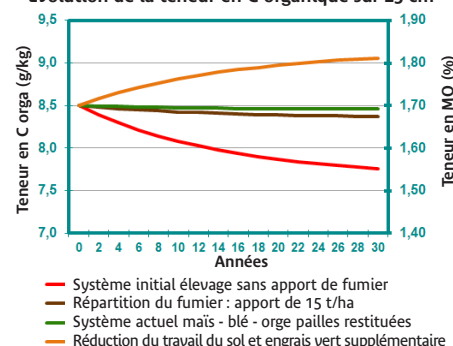
Évolution de la teneur en C organique sur 25 cm



Ilot parcellaire B : parcelles sableuses sans retour d'effluents d'élevage



Évolution de la teneur en C organique sur 25 cm



AMEUBLISSEUR LOCALISE

Pour semis direct
Utilisation en solo ou combiné
avec semoir monograinne

JAMMET
45390 ECHILLEUSES
Tél : 02.38.33.60.04 - Fax : 02.38.33.59.74

MELANGE, INCORPORATION DE RESIDUS, FINITION

- Disques ondulés double rangées
- Adaptables derrière un outil ou en frontal devant un tracteur
- Toutes largeurs
- Décrottoirs efficaces

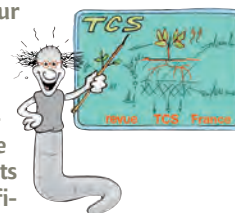


ONDUDISQ

Fabriqués en France

LACHAUD 02 54 49 21 40

Même si cet outil n'a pas été validé précisément sur des essais de longue durée en AC, faute de références adéquates (essais longue durée avec suivi très rigoureux de l'évolution du carbone des sols), il permet cependant de comparer différents systèmes sur l'état organique du sol et montre l'influence des pratiques en les hiérarchisant, avec des résultats qui correspondent à nos observations. Si la simplification du travail du sol est favorable à l'accumulation des MOS en réduisant la minéralisation, l'augmentation des entrées par les couverts végétaux et a fortiori, ceux à forte biomasse est beaucoup plus efficace en agissant sur les ressources en carbone. Bien entendu, l'association et la combinaison des deux approches seront le système le plus performant au niveau de la réhabilitation du niveau organique des sols, de l'activité biologique et du recyclage de la fertilité. Remarquez également la pente que prend dès le départ la courbe verte (voir page 12, sur l'évaluation de l'AC sur le statut organique du sol) : dès lors qu'on met en place tous les éléments de l'AC, on obtient plus rapidement de résultats (dès 5 ou 10 ans, déjà une nette distinction de la courbe verte par rapport aux autres courbes).





■ en culture

ainsi que les pertes annuelles par la minéralisation.

En sortie du calcul, l'outil fournit :

- L'évolution du stock de C organique du sol, afin de connaître la quantité totale de matières organiques présentes dans le sol ;
- L'évolution de la teneur en carbone organique (ou en matières organiques) du sol sur la couche travaillée, ou en surface en cas de semis direct ;
- La répartition des teneurs dans le profil de la couche arable à l'échéance choisie ;
- Le flux de matières organiques fraîches restituées par les résidus de culture, qui renseigne sur la quantité de nourriture disponible pour les organismes vivants du sol.

Applications de SIMEOS-AMG

L'outil est mobilisé pour :

- Effectuer un diagnostic agronomique pour un système de culture pratiqué : les simulations effectuées par l'outil permettent ainsi d'évaluer l'effet des pratiques culturales actuelles sur l'état organi-

que du sol dans les différentes parcelles de l'exploitation. Le diagnostic s'appuie alors principalement sur la dynamique des courbes d'évolution (hausse, stagnation ou baisse) et sur ce que l'agriculteur connaît du comportement du sol de ses parcelles.

- Ajuster les pratiques culturales actuelles et tester l'effet de pratiques alternatives, en faisant varier les leviers agronomiques mobilisables sur l'exploitation : apport d'amendements organiques, implantation d'engrais verts, modification de la rotation culturale, restitution des résidus de culture et réduction du travail du sol.

- Traiter différentes problématiques agronomiques : choix des produits organiques, gestion des transferts de fertilité au sein d'une exploitation (voir exemple traité dans l'encadré), échange paille-fumier équitable, choix des pratiques pour augmenter la teneur en matières organiques de surface afin de réduire un problème de batance ou d'érosion, possibilités

d'exportation des pailles...

- Évaluer la dynamique de stockage ou de déstockage de carbone des sols de l'exploitation.

Insertion de SIMEOS-AMG dans une démarche de conseil

Dans le cadre du projet GCEOS d'Agro-Transfert, une démarche de conseil sur la gestion durable de l'état organique des sols a été formalisée. Cette démarche comporte quatre piliers :

1. L'utilisation de SIMEOS-AMG pour l'aide à la décision sur le choix des pratiques concernant leur effet quantitatif sur le statut organique du sol ;
2. L'accompagnement de la mise en œuvre de l'outil par un apport de connaissances sur les matières organiques. SIMEOS-AMG fournit une information quantitative, mais ne renseigne pas sur la qualité des matières organiques. Des apports de connaissances permettent ainsi d'aider à la caractérisation de la qualité des différents types de matières organiques qui reviennent au sol, pour complé-

ter le conseil et expliquer les variations de comportement du sol (un mémento « Sols et matières organiques » est disponible en pdf sur le site www.agro-transfert-rt.org). En effet, pour un même niveau d'apport de C humifié au sol, suivant la qualité de la matière organique apportée, l'effet sur la stabilité structurale du sol, sur la fourniture d'éléments minéraux, ou sur la stimulation de l'activité biologique sera différent.

3. Le suivi de l'évolution de l'état organique du sol directement au champ par l'analyse de terre.

4. L'observation de l'évolution du comportement du sol sur le terrain.

Vincent TOMIS,
Agro-Transfert RT

(1) GCEOS : Gestion et conservation de l'état organique des sols, un projet de recherche-développement conduit par Annie Duparque et Vincent Tomis de 2004 à 2011 : <http://www.agro-transfert-rt.org/index.php/fr/gestion-et-preservation-des-res-sources-naturelles>.

BERTINI

SPECIALISTE DU SEMIS DIRECT SOUS COUVERTS

Destruction mécanique des couverts végétaux



Rouleau de destruction

à coupe hélicoïdale de 3 m à 8,65 m

TOUS COUVERTS
et
TOUS SOLS

Semoir BERTINI 22000D option Volumétrique et / ou Pneumatique

POLYVALENCE TOUTES GRAINES



Largeur de travail de 3 m à 21 m,
pliable ou transport en long

une seule machine, toutes options possibles

MG International
BERTINI France

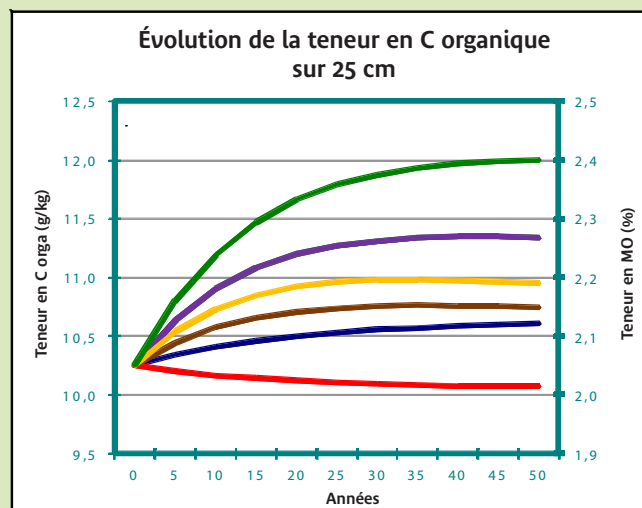
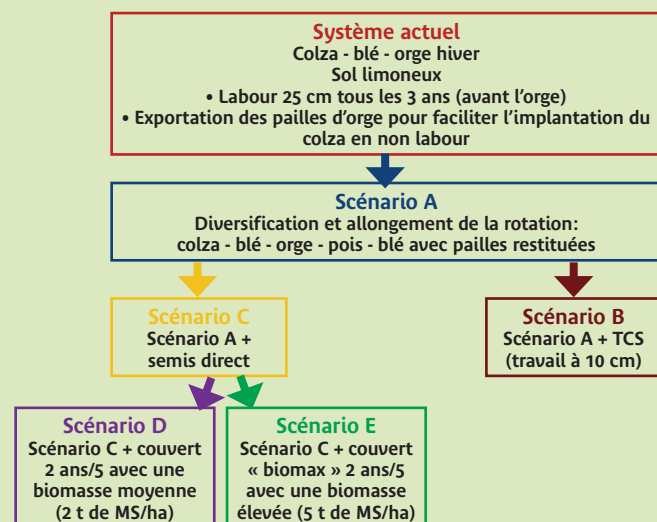


Siège social :
2 rue E. Gauthey, 71640 Givry
www.mg-international.org

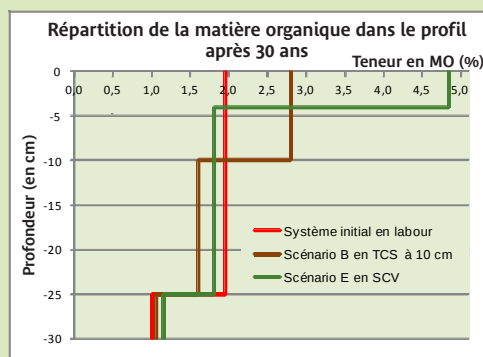
Service Technique & Commercial :

Tél - Fax : 04.73.63.66.76
Mobile : 06.08.26.98.23
e-mail : moroges@wanadoo.fr

ÉVALUATION DE L'IMPACT DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION SUR LE STATUT ORGANIQUE DU SOL AVEC SIMEOS-AMG



À partir d'un système céréalier classique en sol limoneux (courbe rouge) avec une rotation colza - blé - orge hiver; labour 1 an/3 avant l'orge et exportation des pailles d'orge (pour faciliter l'implantation du colza en non labour), plusieurs variantes ont été testées avec SIMEOS-AMG. La mise en place progressive d'un système en agriculture de conservation (restitution de tous les résidus de culture, diversification de la rotation, réduction du travail du sol et couverture du sol) permet d'augmenter le pool organique du sol. La réduction du travail du sol permet de limiter légèrement la minéralisation de l'humus (moins de perte de MO), mais intervient surtout sur la répartition des matières organiques dans le sol : en semis direct, la teneur en MO devient très importante en surface, ce qui permet d'améliorer la stabilité structurale et diminuer ainsi les risques de battance et d'érosion. Les engrais verts ont un impact assez important sur le stockage de C dans le sol : les recherches récentes, basées sur les essais de Thibie, Boigneville et Kerlavic, montrent que le rendement d'humification (la proportion du C des résidus transformé en humus) des engrais verts est élevé, au moins aussi élevé que celui des pailles, contrairement à ce que l'on pensait auparavant. Un système en agriculture de conservation induit ainsi une concentration des matières organiques en surface (effet teneur) et permet un stockage de carbone dans le sol en intervenant sur les deux termes de l'équation du bilan humique, par l'augmentation des retours organiques au sol et la réduction de la minéralisation.



Duro - France

Techniques de cultures simplifiées

28, rue de la conie
28150 VIABON

Tél : 02-37-99-96-80 / fax : 02-37-99-10-81
contact@duro-france.com

