



# SIMEOS-AMG



Outil de SIMulation de  
l'Etat Organique du Sol  
basé sur le modèle de calcul de  
bilan humique à long terme AMG  
de l'INRA de LAON

GUIDE UTILISATEUR  
Version 2019 1.3.x



## Préambule

SIMEOS-AMG a été réalisé dans le cadre du projet 'Gestion et Conservation de l'Etat Organique des Sols' (GCEOS), mené par Agro-Transfert Ressources et Territoires, en partenariat avec l'INRA, le LDAR, les Chambres d'Agriculture des Hauts-de-France, UniLaSalle, les Experts Fonciers et Coop de France (2004-2010 : <http://www.agro-transfert-rt.org/projets/gestion-conservation-etat-organique-des-sols/>).

A partir des données du système de culture et des caractéristiques simples du sol de la parcelle et du climat local, SIMEOS-AMG calcule les entrées et les pertes annuelles de carbone du sol, et mobilise le modèle de bilan humique AMG (ci-dessous) de l'INRA de Laon pour prévoir l'évolution de l'état organique dans les couches travaillées et non travaillées du sol.

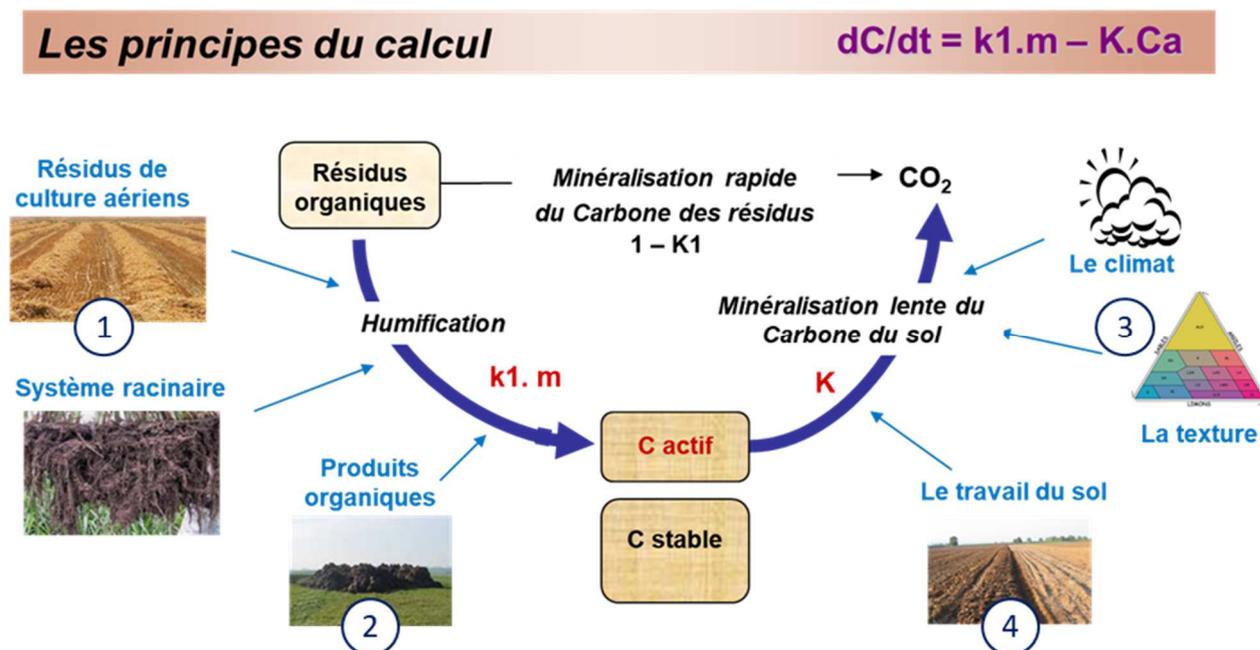


Figure 1 : Schéma du bilan humique simplifié AMG (Andriulo, et al., 1999; Saffih-Hdadi & Mary, 2008; Clivot, et al., à paraître) représentant les flux de carbone organique du modèle et les facteurs influençant ces flux.

L'outil fournit des courbes d'évolution des stock et teneur en carbone organique du sol d'une parcelle gérée de façon identique sur toute la période de simulation : il permet ainsi de visualiser l'effet à moyen ou long terme d'un système de culture, dans un sol et sous un climat donnés, en fonction de l'état organique initial de ce sol (Duparque, et al., 2007).

L'outil permet ainsi d'accompagner la décision vers une meilleure gestion de l'état organique des sols cultivés pour le choix des pratiques favorables à une amélioration du statut organique du sol ou pour répondre à certaines problématiques agronomiques (possibilités d'exportation des pailles à la parcelle, quels produits organiques apporter...). Il s'agit d'un outil d'échange entre conseillers et agriculteurs pour aider à la décision sur le mode de gestion de l'état organique du sol à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation, en visualisant rapidement l'effet d'un changement de pratiques culturales (Duparque, et al., 2011; Duparque & Barbot, 2013).

La nouvelle version 1.3 de SIMEOS-AMG a été remise au point sur la base des améliorations du modèle dans le cadre du projet SOLéBiom, mené par Agro-transfert Ressources et Territoires, en partenariat avec l'INRA, Arvalis et Terres Inovia (2015-2018 : <http://www.agro-transfert-rt.org/projets/solebiom-evaluation-de-prototypes-de-systemes-de-grande-culture-orientes-vers-la-production-de-biomasse-vis-a-vis-de-la-preservation-du-bilan-de-carbone-organique-des-sols-a-long-terme/>).

Ces améliorations ont notamment porté sur le carbone apporté par les résidus de culture aériens et racinaires (Figure 1.1), le carbone apporté par les produits organiques (Figure 1.2), et les effets du pédoclimat (Figure 1.3) et du travail du sol (Figure 1.4) sur la minéralisation lente du carbone du sol.

## Ce qu'apporte la version 1.3 (sortie 2019) par rapport à la version 1.2 (en ligne jusqu'à 12/2018) :

**Important :** Cette nouvelle version 1.3 requiert deux nouveaux paramètres disponibles dans les analyses de terre : le **pH** et le **rapport C/N** de la matière organique du sol. Bien que ces valeurs soient assez stables à long terme au sein d'une parcelle, le modèle reste très sensible à ces deux paramètres, qui doivent être renseignés de manière précise à partir d'une analyse de terre.

### 1- Le paramétrage des cultures principales et intermédiaires.

L'analyse de plusieurs bases de données expérimentales, de l'INRA, d'Arvalis, de Terres Inovia et de l'UNILET notamment, ainsi que de nombreuses références scientifiques, ont permis d'actualiser les paramètres des cultures existantes et d'intégrer de nouvelles cultures principales et intermédiaires

Le paramétrage des résidus de cultures de 22 cultures principales a été mis à jour (quantités, humification). 9 nouvelles cultures principales ont été ajoutées : cameline, lentille, sorgho, moutarde noire à graines, colza associé à une légumineuse, chanvre fibre et chènevis, sarrasin, lupin, pois chiche.

La liste des cultures dérobées a été étoffée : 35 nouvelles cultures intermédiaires ont été ajoutées parmi de grandes familles végétales dont des crucifères, des graminées, des légumineuses ou encore des astéracées.

Ce paramétrage a été intégré à l'outil ainsi que dans une calculette indépendante à la simulation permettant de vérifier les biomasses de résidus produits pour un rendement de culture donné pour chaque culture.

13 - La « calculette biomasses » : page 18

5.2 - Saisie des données concernant le système de culture : page 7

ANNEXES : Tables des cultures : page 30

### 2- Le paramétrage des produits résiduels organiques (PRO)

L'entretien et l'enrichissement, de longue date, de bases de données issues d'incubations de PRO en laboratoire et d'essais longue durée menés en France et à l'étranger, ainsi que l'analyse approfondie de ces données dans le cadre des travaux de recherche menés par l'INRA Ecosys de Grignon, l'INRA Agroimpact de Laon et Agro-transfert, ont permis la mise à jour de la valeur agronomique carbone des PRO. Celle-ci inclut notamment désormais des valeurs de digestats de méthanisation.

ANNEXES : Tables des PRO : page 32

### 3- L'impact des conditions pédoclimatiques sur la minéralisation lente de la MO

La minéralisation a été améliorée pour une meilleure représentativité des types de sol français. La fonction hydrique, la fonction argile, et la fonction calcaire ont été révisées et des fonctions pH et C/N ont été implémentées, sur la base d'essais en plein champ français de longue durée. Ces fonctions de minéralisation sont adaptées des travaux de l'INRA sur le modèle de recherche STICS (Clivot, et al., 2017). La minéralisation potentielle a été paramétrée sur plus de 60 situations françaises en sol agricole nu ou cultivé sur des essais de longue durée (Clivot, et al., à paraître).

5.3 - Saisie des données concernant le sol : page 9

5.4 - Saisie des données concernant le climat : page 10

### 4- L'impact d'une réduction du travail du sol sur la minéralisation lente de la MO

L'effet du travail du sol sur la minéralisation lente du carbone a été revu et corrigé en prenant en compte les travaux récents sur l'essai long terme de Boigneville. Le mélange de la matière organique fraîche apportée dans le système de culture se fait dans la couche de sol travaillée. La matière organique de la couche de sol non-travaillée n'est plus alimentée que par les racines. De ce fait, la couche de sol travaillée stocke du carbone tandis que la couche de sol non-travaillée déstocke du carbone. La dynamique du carbone de la résultante entre ce stockage en surface et ce déstockage en profondeur lors d'une réduction de la profondeur du travail du sol n'est pas différente de la dynamique du carbone du système labouré.

14.4- « La réduction du travail du sol diminue les pertes de carbone par minéralisation » : page 19

# Sommaire

<b>Préambule.....</b>	<b>2</b>
<b>Ce qu'apporte la version 1.3 (sortie 2019) par rapport à la version 1.2 (en ligne jusqu'à 12/2018) : .....</b>	<b>3</b>
<b>Sommaire.....</b>	<b>4</b>
1. Ecran d'accueil : Se connecter à SIMEOS-AMG.....	5
2. Version de démonstration : Utilisation de SIMEOS-AMG en mode « démo ».....	5
3. Ecran « liste des scénarios » .....	5
4. Création d'un nouveau scénario .....	6
5. Saisie d'un nouveau scénario.....	6
5.1 Identification du scénario .....	6
5.2 Saisie des données concernant le système de culture.....	7
5.3 Saisie des données concernant le sol : .....	9
5.4 Saisie des données concernant le climat : .....	10
6. Visualisation des résultats du calcul .....	10
7. Consultation des scénarios existants .....	12
8. Création d'une variante d'un scénario existant .....	14
9. Suppression de scénarios existants .....	14
10. Comparaisons de scénarios .....	15
10.1 Création d'une comparaison.....	15
10.2 Visualisation des résultats de la comparaison .....	15
10.3 Consultation des comparaisons existantes.....	16
10.4 Suppression d'une comparaison.....	16
11. Importation de scénarios.....	17
12. Exportation de scénarios (à venir) .....	17
13. La « calcullette biomasses » .....	18
14. Idées reçues concernant la gestion de l'état organique du sol .....	19
15. Questions fréquentes concernant la gestion de l'état organique du sol.....	21
<b>Travaux cités.....</b>	<b>23</b>
<b>ANNEXES : Formulaire de sorties .....</b>	<b>24</b>
<b>ANNEXES : Exemples d'impacts sur les stocks et teneurs en carbone des améliorations de la version 1.3 sur la fonction de minéralisation .....</b>	<b>28</b>
<b>ANNEXES : Tables des cultures paramétrées.....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXES : Liste des cultures intermédiaires (engrais verts) .....</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXES : Tables des produits résiduaux organiques paramétrés.....</b>	<b>32</b>

# 1. Ecran d'accueil : Se connecter à SIMEOS-AMG

Configuration requise : navigateur Internet récent

L'adresse de l'outil est : <http://simeos-amg.org/>

Pour vous identifier en tant qu'utilisateur, entrer votre identifiant et votre mot de passe.



**Accès utilisateurs**

Identifiant :

Mot de passe :

SIMEOS-AMG est un outil de simulation de l'évolution des teneurs et stocks en C organique du sol fondé sur le modèle AMG. Le modèle AMG est maintenu et amélioré depuis 2012 dans le cadre du Consortium AMG rassemblant l'INRA, Agro-Transfert RT, Arvalis, le LDAR et avec la collaboration de Terres Innovia depuis 2016.

Contacts : a.duparque@agro-transfert-rt.org  
jc.mouny@agro-transfert-rt.org  
v.tomis@agro-transfert-rt.org

**Documents et liens :**

- [www.agro-transfert-rt.org](http://www.agro-transfert-rt.org)
- page de l'outil Simeos-AMG
- page du projet GCEOS



Dépliant Simeos



Guide utilisateur

Après avoir saisi l'identifiant et le mot de passe, la page d'accueil avec la liste des scénarios apparaît.

## 2. Version de démonstration : Utilisation de SIMEOS-AMG en mode « démo »

Une version de démonstration de l'outil est disponible en cliquant sur le pavé « Créer un compte démo », pour accéder à une version restreinte par rapport à la version complète de SIMEOS-AMG : les données ne sont pas capitalisées dans cette et certaines fonctionnalités sont non-disponibles (exportations / comparaisons).

## 3. Ecran « liste des scénarios »

L'écran « liste des scénarios » affiche la liste de tous les scénarios à simuler déjà saisis par l'utilisateur.

Id	Exploitation	Commune	Parcelle	Scénario	Dernière modification
325	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles restituées	08/03/2012 15:22
326	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles exportées	19/01/2012 13:33
363	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le fond	initial	19/01/2012 13:33
324	EARL Petit	Estrées-Mons	lot 2	Exportation 1 paille sur 3	19/01/2012 13:38
366	EARL Petit	Estrées-Mons	lot 1	compost	07/03/2012 12:27
323	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	S1	03/01/2019 14:22
368	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	engrais vert	19/01/2012 17:59
217	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	S1	03/01/2019 14:22
369	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles restituées	19/01/2012 18:00
370	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles exportées	19/01/2012 18:01
3827	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	Scénario 4	03/01/2019 14:22

## 4. Création d'un nouveau scénario

Cliquer sur l'onglet « Nouveau Scénario » sur la page « liste des scénarios ».

The screenshot shows the SIMEOS-AMG web application interface. At the top, there is a navigation bar with the SIMEOS-AMG logo on the left and the user information 'Utilisateur : Test Simeos (test)' and 'Déconnexion' on the right. Below the navigation bar, there are four tabs: 'Liste des scénarios', 'Nouveau Scénario', 'Liste des Comparaisons', and 'Importation'. The 'Nouveau Scénario' tab is selected, and a mouse cursor is pointing at it. Below the tabs is a table with columns: 'tout cocher', 'Id', 'Exploitation', 'Commune', 'Parcelle', 'Scénario', and 'Dernière modification'. The table contains 15 rows of data. A dialog box titled 'Création d'un scénario' is open in the foreground, containing three input fields: 'Nom Scénario:', 'Nom Exploitation:', and 'Nom Parcelle:'. Below the input fields are 'OK' and 'Annuler' buttons. At the bottom of the dialog box, there are 'OK' and 'Annuler' buttons. At the bottom of the table, there is a status bar that says 'Affichage de 1 à 15 sur 15 résultats' and two buttons: 'Créer une comparaison à partir des scénarios cochés' and 'Supprimer les scénarios cochés'.

Une fenêtre apparaît pour saisir le nom de l'exploitation ou de l'utilisateur, de la parcelle et du scénario. Après validation, la fenêtre de saisie s'ouvre.

## 5. Saisie d'un nouveau scénario

La fenêtre de saisie ouverte permet d'entrer tous les paramètres descriptifs d'un scénario. Pour déclencher le calcul et accéder à la visualisation des résultats, le scénario devra être sauvegardé en fin de saisie.

### 5.1 Identification du scénario

Les noms de l'exploitation, de la parcelle et du scénario sont repris à partir des données renseignées lors de la création du scénario.

Les choix du département et de la commune s'effectuent par menus déroulants. Ce sont des saisies facultatives.

The screenshot shows the SIMEOS-AMG web application interface. At the top, there is a navigation bar with the SIMEOS-AMG logo on the left and the user information 'Utilisateur : Test Simeos (test)' and 'Déconnexion' on the right. Below the navigation bar, there are four tabs: 'Saisie \*', 'Résultat', and 'Informations'. The 'Saisie \*' tab is selected. Below the tabs, there are two buttons: 'Enregistrer' and 'Dupliquer'. Below the buttons is a form with two sections: 'Scénario:' and 'Commune:'. The 'Scénario:' section has three input fields: 'Exploitation: Exploitation 1', 'Nom Parcelle: lot A', and 'Scénario: S1'. The 'Commune:' section has two dropdown menus: 'Département: 80 Somme' and 'Commune: ---non renseigné---'. A mouse cursor is pointing at the 'Commune:' dropdown menu, which is open and showing a list of communes: 'Abbeville' and 'Ablaincourt-Pressoir'.

## 5.2 Saisie des données concernant le système de culture

Dans la logique de fonctionnement de l'outil, le système de culture saisi est considéré comme se reproduisant équivalent à lui-même sur toute la durée de la période de simulation (30, 50, 100 ans... : au choix)

La succession des cultures caractéristique du scénario à enregistrer peut être saisie de deux façons :

- Soit on saisit la succession développée des cultures (Ecran 1) ; dans ce cas, la fréquence de chaque culture dans la rotation se calcule automatiquement et par ailleurs, des rendements différents peuvent être indiqués pour une même culture présente plusieurs fois selon sa position dans la rotation.
- Soit on saisit la liste des cultures et leur fréquence d'apparition dans la succession. Pour cela, cocher la case « Saisie des fréquences de cultures » en bas de l'écran ; l'écran 2 apparaît et permet de renseigner manuellement la fréquence de chaque culture (en %). Dans ce cas, veiller à ce que le total des fréquences de toutes les cultures soit égal ou très proche de 100 %.

**NB: Le séparateur décimal pour la saisie de nombres est le « . » et non la « , ».**

Ecran 1 :

Rotation culturale: ?

	Culture ?	Rendement aux normes	Fréquence Culture (%)	Fréquence de restitution des résidus	Type travail du sol	Prof Travail du sol (cm) ?	Irrig. moy. (mm /ha /an)
1	Betterave sucrière (t/ha)	75	25	Toujours restitués	Labour	25	0
2	Blé hiver (q/ha)	80	25	Enfouis 1 fois sur 2	Non Labour	10	0
3	Féverole (q/ha)	45	25	Toujours restitués	Labour	25	0
4	Blé hiver (q/ha)	80	25	Toujours restitués	Non Labour	10	0
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Total fréq. cultures : 100

Saisie des fréquences de cultures (optionnel)

Retirer ligne Ajouter ligne

Ecran 2 :

Rotation culturale: ?

	Culture ?	Rendement aux normes	Fréquence Culture (%)	Fréquence de restitution des résidus	Type travail du sol	Prof Travail du sol (cm) ?	Irrig. moy. (mm /ha /an)
1	Betterave sucrière (t/ha)	75	25	Toujours restitués	Labour	25	0
2	Blé hiver (q/ha)	80	50	Enfouis 1 fois sur 2	Non Labour	10	0
3	Féverole (q/ha)	45	25	Toujours restitués	Labour	25	0
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Total fréq. cultures : 100

Saisie des fréquences de cultures (optionnel)

Retirer ligne Ajouter ligne

Pour chaque culture de la succession, saisir :

- le rendement aux normes d'humidité (en quintaux/ha ou en tonne/ha suivant la culture)

NB : pour la betterave sucrière, il faut renseigner le rendement brut et non le rendement ramené à 16° de sucre

- la fréquence de restitution des résidus de culture (résidus à restitution non obligatoire telle que celle des pailles par exemple)

Type de culture, rendement et fréquence de restitution des résidus permettent le calcul de la quantité de biomasse (et donc de carbone) des résidus, racines et parties aériennes apportée au sol pour chaque culture sur un pas de temps d'un an.

**Pour la prise en compte des cultures intermédiaires, doivent être indiqués :**

- le choix de l'espèce
- le niveau de production (4 niveaux de biomasse au choix)
- la fréquence de retour des cultures intermédiaires implantées au cours de la succession décrite

**Pour les cultures dérobées (cultures intermédiaires récoltées) :**

- le choix de l'espèce
- le rendement aux normes (en tonne/ha)
- la fréquence de retour des cultures dérobées implantées au cours de la succession décrite

**Et pour la prise en compte des apports de produits organiques :**

- la nature du produit,
- la fréquence d'apport au cours de la succession culturale
- la dose d'apport/ha du produit brut.

Dans le cas d'une simulation avec un produit non répertorié dans la liste proposée (cf. annexes page 32), il est possible de choisir parmi plusieurs produits génériques, avec des K1 et des teneurs en C organique fixés a priori selon la matrice suivante :

	K1 élevé = 0,70	K1 moy = 0,50	K1 faible = 0,20
Teneur C élevé = 200 g/kg	K1+C+	K1=C+	K1-C+
Teneur C moy = 100 g/kg	K1+C=	K1=C=	K1-C=
Teneur C faible = 50 g/kg	K1+C-	K1=C-	K1-C-

En attendant une version ultérieure permettant la saisie de son produit avec sa teneur et son ISMO, afin d'adapter la quantité du produit simulé à celle du produit utilisé, faire un produit en croix sur la quantité de carbone humifié apporté :

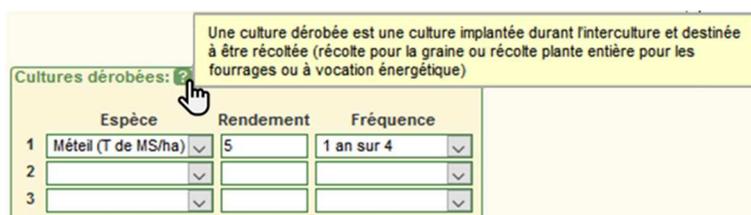
$$dose_{produit\ simulé} = \frac{dose_{produit\ utilisé} \times [teneur\ C_{produit\ utilisé} \times k1_{produit\ utilisé}]}{[teneur\ C_{produit\ simulé} \times k1_{produit\ simulé}]}$$

**Pour renseigner le travail du sol, indiquer, dans le tableau « Cultures », pour chaque culture de la succession :**

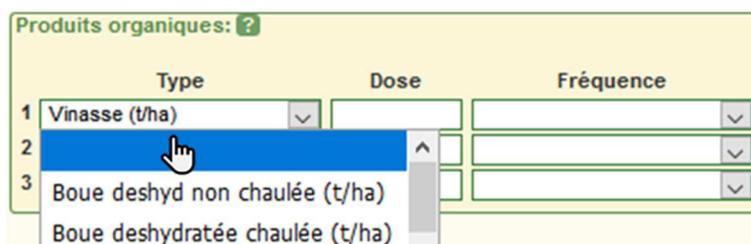
- le type de travail : labour ou non labour
- la profondeur maximale de travail du sol réalisée (excepté les opérations de décompactage)

**Remarque :** En cas de semis direct, la profondeur de travail du sol à indiquer est 0 cm. Cependant, pour tenir compte de l'intégration naturelle des résidus au sol lors de leur décomposition, la profondeur de calcul de la teneur en C organique considérée concerne les 4 premiers centimètres du sol.

NB 1 : Pour certains termes techniques, une aide à la compréhension est disponible en passant le curseur sur l'icône « ? ». Exemple :



NB 2 : Pour supprimer une culture ou un produit organique, cliquer sur la première ligne vierge dans le menu déroulant :



### 5.3 Saisie des données concernant le sol :

Saisir :

- Les teneurs du sol en :
  - argile vraie (après décarbonatation en sol si la teneur en CaCO<sub>3</sub> du sol l'implique),
  - CaCO<sub>3</sub> total
  - cailloux
  - C organique
  - Azote total
- Sa densité apparente (connue ou estimée)
- Son pH (connu ou estimé)
- La profondeur du prélèvement réalisé pour l'analyse de terre

Les paramètres « Sol », exceptés la teneur en C organique - pour lesquelles l'analyse de terre est une source indispensables -, celle en Azote Total et le pH, peuvent être entrés automatiquement en sélectionnant un type de sol pré-entré dans une liste déroulante :

Données sol:	
Type de sol:	<input type="text"/> ?
Argile (g/kg):	165
CaCO <sub>3</sub> (g/kg):	5
pH:	8.1
Azote Total (g/kg):	1.1 ?
C sur N:	10 ?
Cailloux (%):	0 ?
Densité apparente:	1.4
C organique (g/kg):	11
Teneur MO (%):	entre 1.89 et 2.2 ?

Chaque paramètre intégré automatiquement au scénario peut être ensuite modifié manuellement, indépendamment des autres (saisie d'autres valeurs issues d'une analyse de terre de la parcelle à traiter).

#### Remarques importantes :

La teneur en C organique du sol indiquée détermine l'état organique du sol au départ de la simulation. Elle est alors considérée comme homogène sur la profondeur de prélèvement pour analyse de terre (ou sur la profondeur maximale de travail du sol si celle-ci est supérieure à la profondeur de prélèvement). Cette teneur détermine le stock de C organique sur la couche prélevée à l'origine de la simulation, qui a un poids fort dans le résultat du calcul sur le long terme. La qualité de cette valeur est donc très importante.

La teneur en Azote Total permet de calculer un rapport C sur N - ou C/N - de la matière organique du sol - ratio de la teneur en C organique par la teneur en Azote Total (N). Ces deux valeurs sont généralement complémentaires d'une analyse de sol pour la teneur en C organique. Ce rapport indique un bon fonctionnement de la minéralisation de la matière organique par les microorganismes. En cas d'absence de mesure, utiliser une teneur en Azote Total permettant de calculer un rapport C sur N de 10 selon la formule :

$$\text{Azote Total} = \text{C organique} / 10$$

C'est une valeur retenue comme référence par certains laboratoires (notamment AUREA).

Le pH - ou potentiel hydrogène - est un indicateur de l'acidité du sol. Le pH d'un sol acide se situe entre 5,5 et 6,5. Celui d'un sol régulièrement chaulé ou calcaire se situe entre 8 et 8,5. Le pH d'un sol classique se situe entre 7,5 et 8.

La profondeur de prélèvement correspond à la profondeur maximale sur laquelle l'analyse, et donc la simulation, est réalisée. Cette valeur est généralement de l'ordre de 30cm ou de la profondeur de labour. En cas de travail superficiel, cette profondeur doit correspondre à l'ancienne profondeur maximale de labour. Actuellement cette profondeur ne peut être inférieure à 20cm. De même, une valeur supérieure à 30cm est également incohérente, la profondeur maximale minéralisante étant généralement considérée à 30cm.

## 5.4 Saisie des données concernant le climat :

Saisir dans le tableau dédié aux données « climat » :

- La température moyenne annuelle (°C) : saisie obligatoire
- Le bilan hydrique annuel moyen simplifié : Pluie -ETP (mm). La saisie des 2 valeurs (cumul annuel des pluies et cumul annuel d'ETP) est obligatoire

Saisir dans le tableau « Cultures » la dose annuelle d'eau d'irrigation pour chaque culture (mm/ha)

Les paramètres Température, Pluie et ETP peuvent être saisis automatiquement en sélectionnant un type de climat pré-rentre dans une liste déroulante, selon le même principe que pour les données Sol.

## 6. Visualisation des résultats du calcul

Pour pouvoir consulter le résultat du calcul :

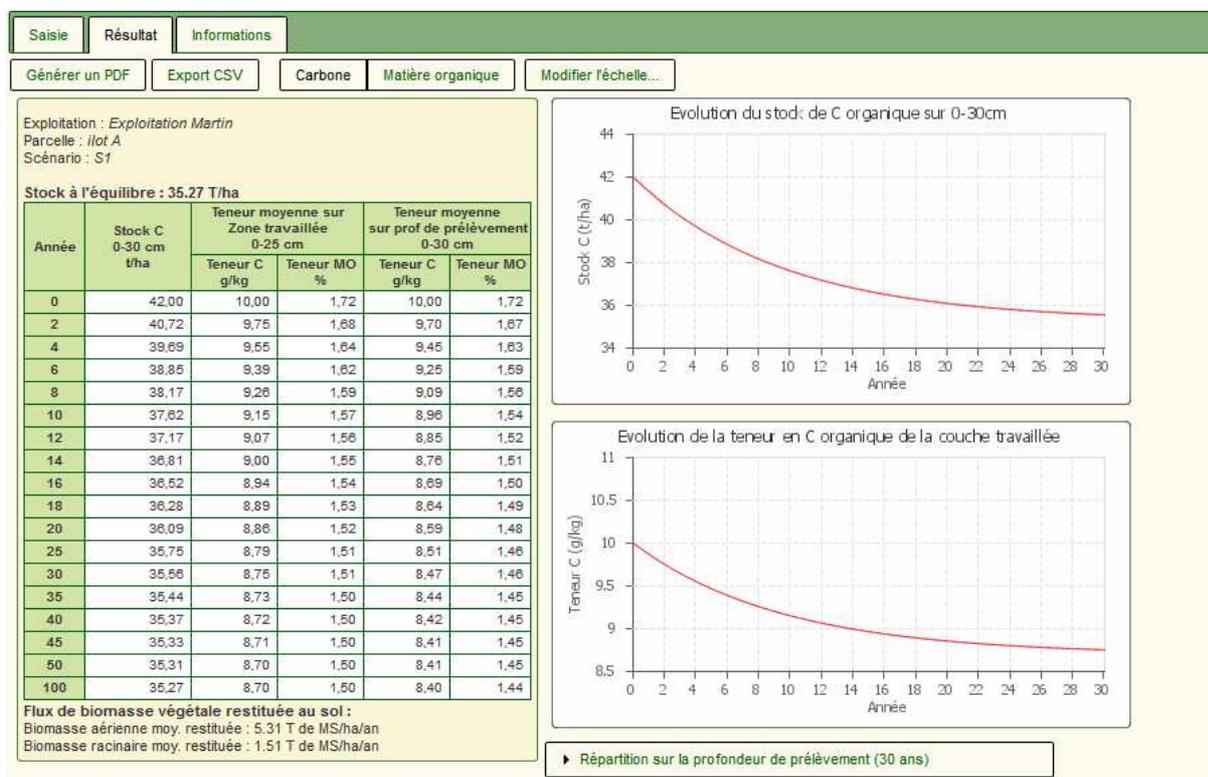
- 1 - sauvegarder le scénario en cliquant sur le pavé « Enregistrer » en haut ou en bas de la fenêtre de saisie.
- 2 - cliquer sur l'onglet « Résultat » en haut à gauche de la fenêtre de saisie.

**NB : le résultat du calcul apparaît au bout de 30 secondes environ**

Il s'exprime comme l'évolution à long terme :

- du stock de C organique sur la profondeur de prélèvement
- de la teneur en C organique de la couche travaillée

Les courbes peuvent être représentées pour des périodes de 30, 50 ou 100 ans :



Ces deux dynamiques d'évolution peuvent aussi être représentées en termes de **stocks et de teneur en MO** : Pour cela, cliquer sur le pavé « Matière Organique » au-dessus des graphiques

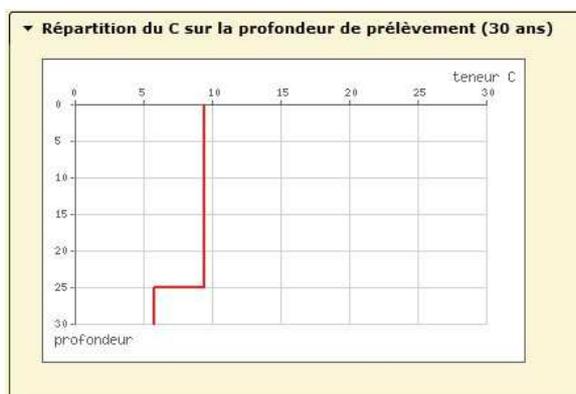
Le passage de l'expression en termes de Corg à celui de MO se fait selon un coefficient multiplicateur qui varie selon les laboratoires de **1,72 à 2**. La saisie du type de sol montre la plage de valeurs de MO possible mais le coefficient 1,72 étant le plus fréquemment admis, c'est celui qui a été retenu pour les calculs et graphiques.

$$\begin{array}{lcl} \text{Pour le stock :} & \text{MO} & = & \text{Corg} * \mathbf{1.72} & \text{Pour la teneur :} & \text{MO} & = & \text{Corg} * \mathbf{0.172} \\ & \text{(T)} & & \text{(T)} & & \text{(\%)} & & \text{(g/kg)} \end{array}$$

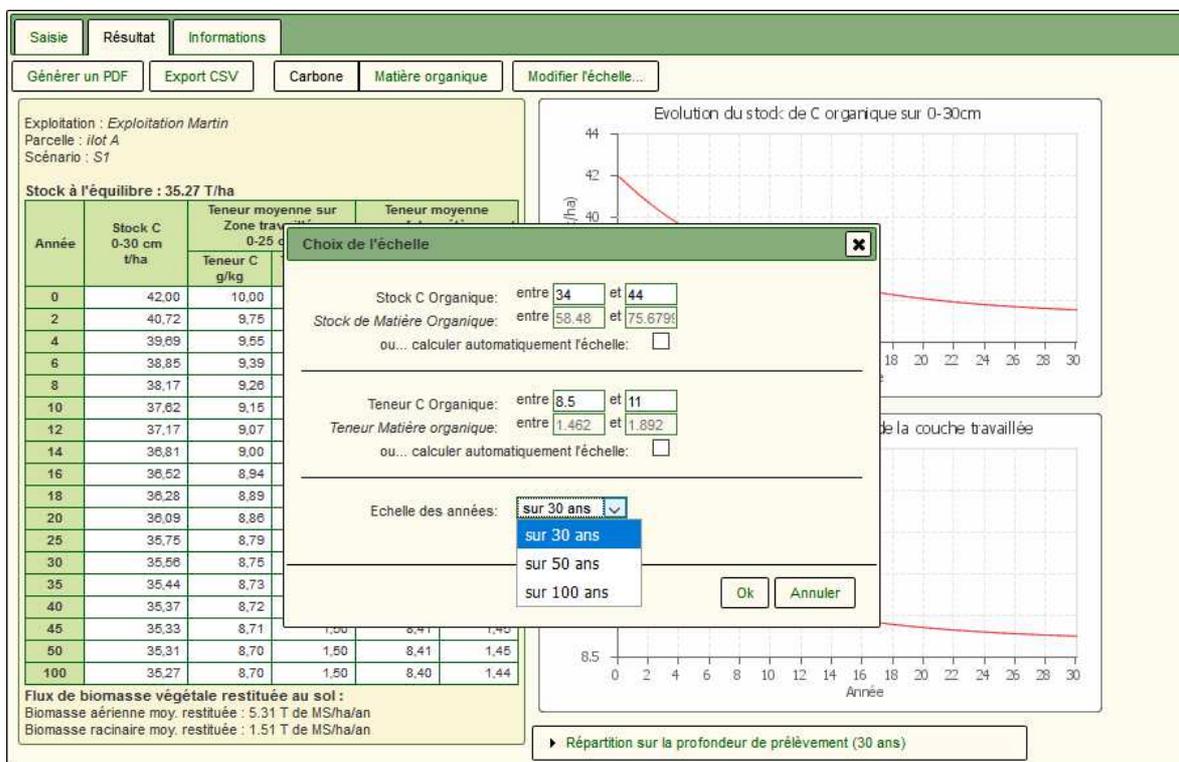
NB : La valeur du coefficient multiplicateur variant d'un laboratoire d'analyse de terre à l'autre, il est conseillé de prendre l'habitude de raisonner en Carbone organique (paramètre effectivement mesuré par le laboratoire selon une procédure normalisée) et non en termes de Matière organique.

Plusieurs informations sont également fournies en sortie du calcul :

- La valeur du **stock atteint à l'équilibre** du bilan humique, au bout d'un temps très long, généralement supérieure à 100 ans (asymptote de la courbe d'évolution).
- La biomasse des résidus végétaux aériens et racinaires restitués est indiquée. Elle permet de connaître le flux moyen de matière organique incorporée au sol chaque année par la biomasse végétale.
- Un profil de répartition de la teneur en C est disponible dans l'onglet 'Répartition du C dans la profondeur de prélèvement' :



Les bornes des axes des ordonnées et des abscisses des graphiques peuvent être modifiées via l'onglet « Modifier l'échelle » :



**NB : le changement de bornes des échelles implique un temps d'attente de réaffichage de 30 s environ**

Le descriptif du scénario saisi (données d'entrée) et les sorties du calcul (tableau et courbes) sont repris par un formulaire (voir exemples en annexes). Ce formulaire peut-être visualisé en format pdf : cliquer sur l'onglet « Générer un PDF » puis l'ouvrir ou l'enregistrer sur le disque dur de l'ordinateur. Il est aussi possible d'exporter les valeurs du résultat sous format csv (compatible Excel et Open Office) en cliquant sur l'onglet « Export CSV ».

## 7. Consultation des scénarios existants

Pour revenir à l'écran d'accueil après avoir ouvert un scénario, cliquer sur l'onglet « Liste des scénarios ».



La liste des scénarios apparaît. Cette liste peut être triée :

- Soit par ordre alphabétique selon le nom de l'exploitation, de la commune, de la parcelle ou du scénario, en cliquant sur l'icône «  » à côté de l'intitulé de chaque colonne.
- Soit par date de modification en cliquant sur l'icône «  » de la colonne « Dernière modification ».
- Soit en utilisant la fonction « Filtrer » qui permet de ne sélectionner que les scénarios qui comportent le mot saisi, dans l'intitulé de l'exploitation, de la commune, de la parcelle ou du scénario.

Filtrer :

tout cocher	Id	Exploitation	Commune	Parcelle	Scénario	Dernière modification
<input type="checkbox"/>	325	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles restituées	08/03/2012 15:22
<input type="checkbox"/>	326	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles exportées	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	363	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le fond	initial	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	324	EARL Petit	Estrées-Mons	lot 2	Exportation 1 paille sur 3	19/01/2012 13:38
<input type="checkbox"/>	366	EARL Petit	Estrées-Mons	lot 1	compost	07/03/2012 12:27
<input type="checkbox"/>	323	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	368	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	engrais vert	19/01/2012 17:59
<input type="checkbox"/>	217	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	369	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles restituées	19/01/2012 18:00
<input type="checkbox"/>	370	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles exportées	19/01/2012 18:01
<input type="checkbox"/>	3827	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	Scénario 4	03/01/2019 14:22

Affichage de 1 à 16 sur 16 résultats

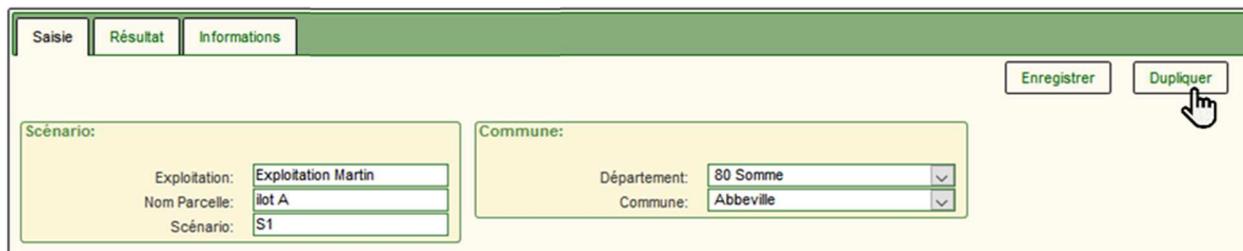
Créer une comparaison à partir des scénarios cochés Supprimer les scénarios cochés

Sélectionner ensuite le scénario à consulter en cliquant sur le nom du scénario ou sur l'intitulé « Voir ». La fenêtre de saisie complétée apparaît et donne accès via l'onglet « Résultats » à la consultation des résultats du scénario sélectionné.

## 8. Création d'une variante d'un scénario existant

Cette fonctionnalité permet de renseigner un nouveau scénario à partir d'un scénario déjà saisi, qui est dans un premier temps dupliqué, puis modifié.

Pour réaliser cette opération, ouvrir le scénario choisi comme base de départ et cliquer sur le pavé « dupliquer » en haut à droite de la fenêtre de saisie.



Une nouvelle fenêtre de saisie apparaît, rappelant l'ensemble des données saisies pour définir le scénario d'origine, excepté le nom de ce scénario. Pour enregistrer un nouveau scénario apparenté au premier, il suffit alors :

- de lui donner un nom
- et de modifier les données d'entrée en fonction de la variation voulue par rapport à la situation décrite initialement (ex. ajouter un apport de produit organique, modifier la gestion des résidus de certaines cultures, modifier le type ou la profondeur de travail du sol,...)

Comme pour une création initiale, le nouveau scénario doit être sauvegardé ; puis les résultats des calculs sont visualisables en cliquant sur l'onglet « Résultats » en haut à gauche de la fenêtre de saisie.

## 9. Suppression de scénarios existants

Dans l'écran d'accueil :

- cocher dans la liste les scénarios à supprimer
- supprimer en cliquant sur l'intitulé « Supprimer les scénarios cochés ».



tout cocher	Id	Exploitation	Commune	Parcelle	Scénario	Dernière modification
<input type="checkbox"/>	325	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles restituées	08/03/2012 15:22
<input type="checkbox"/>	326	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles exportées	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	363	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le fond	initial	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	324	EARL Petit	Estrées-Mons	lot 2	Exportation 1 paille sur 3	19/01/2012 13:38
<input type="checkbox"/>	366	EARL Petit	Estrées-Mons	lot 1	compost	07/03/2012 12:27
<input type="checkbox"/>	323	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	368	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	engrais vert	19/01/2012 17:59
<input type="checkbox"/>	217	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	369	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles restituées	19/01/2012 18:00
<input type="checkbox"/>	370	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles exportées	19/01/2012 18:01
<input checked="" type="checkbox"/>	3827	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	Scénario 4	03/01/2019 14:22

Puis confirmer la suppression sur la fenêtre qui apparaît.

Chaque utilisateur supprimera régulièrement les scénarios destinés à faire des essais ou des simulations transitoires afin de ne pas encombrer inutilement le serveur.

## 10. Comparaisons de scénarios

L'outil permet de réaliser des comparaisons de scénarios, c'est à dire de confronter sur les mêmes graphiques, les cinétiques d'évolution des stocks de C organique d'une part, des teneurs en C organique de la couche de sol travaillée d'autre part, pour différents scénarios agronomiques à comparer.

### 10.1 Création d'une comparaison

Pour créer une comparaison, sélectionner les scénarios à comparer en cochant les cases sur la colonne de gauche dans l'écran d'accueil.

The screenshot shows the SIMEOS AMG interface. At the top, there is a navigation bar with the SIMEOS logo, the text 'SIMEOS AMG', and user information 'Utilisateur : Test Simeos (test)' and 'Déconnexion'. Below the navigation bar, there are tabs: 'Liste des scénarios', 'Nouveau Scénario', 'Liste des Comparaisons', and 'Importation'. The main area displays a table of scenarios with columns: 'tout cocher', 'Id', 'Exploitation', 'Commune', 'Parcelle', 'Scénario', and 'Dernière modification'. Several scenarios are listed, with checkboxes in the 'tout cocher' column. A hand cursor is pointing to the checkbox for scenario 324. Below the table, there is a status bar 'Affichage de 1 à 16 sur 16 résultats'. At the bottom, there are two buttons: 'Créer une comparaison à partir des scénarios cochés' and 'Supprimer les scénarios cochés'. A hand cursor is pointing to the first button.

tout cocher	Id	Exploitation	Commune	Parcelle	Scénario	Dernière modification
<input type="checkbox"/>	325	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles restituées	08/03/2012 15:22
<input type="checkbox"/>	326	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles exportées	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	363	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le fond	initial	19/01/2012 13:33
<input checked="" type="checkbox"/>	324	EARL Petit	Estrées-Mons	ilot 2	Exportation 1 paille sur 3	19/01/2012 13:38
<input checked="" type="checkbox"/>	366	EARL Petit	Estrées-Mons	ilot 1	compost	07/03/2012 12:27
<input type="checkbox"/>	223	Exploitation Martin	Abbeville	ilot A	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	368	Exploitation Martin	Abbeville	ilot A	engrais vert	19/01/2012 17:59
<input type="checkbox"/>	217	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	369	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles restituées	19/01/2012 18:00
<input type="checkbox"/>	370	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles exportées	19/01/2012 18:01
<input type="checkbox"/>	3827	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	Scénario 4	03/01/2019 14:22

Puis cliquer sur « Créer une comparaison à partir des scénarios cochés », saisir un nom de comparaison dans la fenêtre qui apparaît : cette saisie ainsi que la sauvegarde de la comparaison sont obligatoires pour pouvoir en consulter les résultats. La comparaison est re-consultable ultérieurement.

Le nom donné à chaque comparaison est repris en tant que titre des graphiques correspondants.

Après validation, la fenêtre de la comparaison créée s'ouvre.

**Trucs et astuces** Lorsque les scénarios à cocher sont sur deux pages différentes, le logiciel ne peut pas créer la comparaison. Réenregistrez sans modification et effectuez un double tri sur la date des « dernières modifications ». Ces derniers scénarios modifiés seront alors les uns à côtés des autres, en tête de la liste.

### 10.2 Visualisation des résultats de la comparaison

Les comparaisons réalisées sont consultables en cliquant sur l'onglet « Résultat »

Deux graphiques sont produits, présentant respectivement :

- L'évolution à long terme du stock de C organique sur la profondeur de prélèvement
- L'évolution de la teneur en C organique de la couche travaillée (voir exemple en annexes)

The screenshot shows the 'Résultat' tab in the SIMEOS AMG interface. The title of the comparison is 'EARL Petit'. Below the title, there is a section 'Scénarios concernés:' containing a table with columns 'Id', 'Nom', 'Exploitation', and 'Parcelle'. The table lists two scenarios: 324 (Exportation 1 paille sur 3) and 366 (compost). A button 'Enregistrer' is located at the bottom right of the interface.

Id	Nom	Exploitation	Parcelle
324	Exportation 1 paille sur 3	EARL Petit	ilot 2
366	compost	EARL Petit	ilot 1

**NB : il faut 1 mn à 1mn30 pour voir apparaître les graphiques de résultats de la comparaison**

Les mêmes fonctionnalités que dans le cas de la visualisation des résultats d'un scénario isolé sont actives :

Basculement possible pour exprimer des ordonnées en termes de Matière organique au lieu de C organique (via le pavé « Matière organique » ou « Carbone organique »),

- Modification possible des bornes des axes des ordonnées et des abscisses des deux graphiques en cliquant sur l'onglet « Modifier l'échelle ».

Le pavé « Générer un PDF » permet de visualiser le document de sortie disponible.

### 10.3 Consultation des comparaisons existantes

Sur la page d'accueil, cliquer sur l'onglet « Liste des comparaisons » :

The screenshot shows the SIMEOS AMG web interface. At the top, there is a navigation bar with the SIMEOS AMG logo on the left and the user information 'Utilisateur : Test Simeos (test) Déconnexion' on the right. Below the navigation bar, there are several tabs: 'Liste des scénarios', 'Nouveau Scénario', 'Liste des Comparaisons' (which is highlighted with a mouse cursor), and 'Importation'. Below the tabs, there is a search bar labeled 'Filtrer :'. The main content area displays a table with the following columns: 'tout cocher', 'id', 'Exploitation', 'Commune', 'Parcelle', 'Scénario', and 'Dernière modification'. The table contains 16 rows of data. At the bottom of the table, there is a status bar that says 'Affichage de 1 à 16 sur 16 résultats'. Below the table, there are two buttons: 'Créer une comparaison à partir des scénarios cochés' and 'Supprimer les scénarios cochés'.

tout cocher	id	Exploitation	Commune	Parcelle	Scénario	Dernière modification
<input type="checkbox"/>	325	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles restituées	08/03/2012 15:22
<input type="checkbox"/>	326	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles exportées	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	363	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le fond	initial	19/01/2012 13:33
<input type="checkbox"/>	324	EARL Pett	Estrées-Mons	lot 2	Exportation 1 paille sur 3	19/01/2012 13:38
<input type="checkbox"/>	366	EARL Pett	Estrées-Mons	lot 1	compost	07/03/2012 12:27
<input type="checkbox"/>	323	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	368	Exploitation Martin	Abbeville	lot A	engrais vert	19/01/2012 17:59
<input type="checkbox"/>	217	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	S1	03/01/2019 14:22
<input type="checkbox"/>	369	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles restituées	19/01/2012 18:00
<input type="checkbox"/>	370	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles exportées	19/01/2012 18:01
<input type="checkbox"/>	3827	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	Scénario 4	03/01/2019 14:22

Sélectionner ensuite la comparaison à consulter. La fenêtre de sélection qui avait permis de la créer apparaît et donne accès via l'onglet « Résultats » à la consultation des résultats de la comparaison.

### 10.4 Suppression d'une comparaison

Dans le menu « Liste des comparaisons », sélectionner dans la liste la comparaison à supprimer en cliquant sur l'intitulé 'Supprimer'.

The screenshot shows a table of comparisons. The table has columns for 'Id', 'Nom', 'Date', and 'Scénarios'. There are three rows of data. The last row has a 'Supprimer' button next to it, which is being clicked by a mouse cursor. At the bottom of the table, there is a status bar that says 'Affichage de 1 à 7 sur 7 résultats'.

Id	Nom	Date	Scénarios		
39	CT 5 exp paille	08/12/2010		Voir	Supprimer
40	Pailles	18/03/2011		Voir	Supprimer
51	Comparaison 1	18/12/2011		Voir	Supprimer

## 11. Importation de scénarios

Cette opération permet d'importer des scénarios créés, notamment par un autre utilisateur de l'outil, et exportés dans un fichier au format .xml via la procédure de cet outil décrite ci-après.

Cliquer sur l'onglet « Importation » sur la page d'accueil, puis sélectionner le fichier à importer en cliquant sur « Parcourir »

**Sélectionnez le fichier à importer**

Aucun fichier sélectionné.

Les scénarios importés sont intégrés à la liste consultable sur l'écran d'accueil.

Les doublons potentiels lors de l'importation sont détectés afin d'avertir l'utilisateur qu'un scénario de même nom existe déjà dans la base de données.

## 12. Exportation de scénarios (à venir)

L'exportation de certains scénarios permet en particulier de les transmettre à un autre utilisateur de SIMEOS-AMG.

Pour réaliser une exportation :

- Sélectionner les scénarios à exporter en cochant les cases sur la première colonne dans l'écran d'accueil avec la liste des scénarios ;
- Cliquer sur « Exporter les scénarios cochés »
- 

<input type="checkbox"/>	Id	Exploitation	Commune	Parcelle	Scénario	Dernière modification		
<input type="checkbox"/>	325	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles restituées	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	326	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le chemin	Pailles exportées	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	363	EARL Dubois	Estrées-Mons	Le fond	initial	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	324	EARL Petit	Estrées-Mons	ilot 2	Exportation 1 paille sur 3	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input checked="" type="checkbox"/>	366	EARL Petit	Estrées-Mons	ilot 1	compost	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input checked="" type="checkbox"/>	23	Exploitation Martin	Abbeville	ilot A	S1	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	368	Exploitation Martin	Abbeville	ilot A	engrais vert	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	217	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	Parcelle 5	S1	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	369	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles restituées	19/01/2012	Voir	Supprimer
<input type="checkbox"/>	370	GAEC Le Mont	Estrées-Mons	la carrière	Pailles exportées	19/01/2012	Voir	Supprimer

Affichage de 1 à 10 sur 10 résultats

[Créer une comparaison à partir des scénarios cochés](#)

[Exporter les scénarios cochés](#)

### 13. La « calculette biomasses »

Dans la l'interface de saisie du scénario, cliquer sur l'onglet « Calculette biomasse ».

The screenshot shows a software interface with three tabs: 'Saisie', 'Résultat', and 'Informations'. The 'Saisie' tab is active. On the right side, there are three buttons: 'Calculette biomasse', 'Enregistrer', and 'Dupliquer'. A mouse cursor is pointing at the 'Calculette biomasse' button. Below the tabs, there are two main input sections: 'Scénario:' and 'Commune:'. The 'Scénario:' section contains three input fields: 'Exploitation:' with the value 'Exploitation Martin', 'Nom Parcelle:' with the value 'ilot A', and 'Scénario:' with the value 'S1'. The 'Commune:' section contains two dropdown menus: 'Département:' with the value '80 Somme' and 'Commune:' with the value 'Amiens'.

Une fenêtre s'ouvre et donne accès à cet outil parallèle aux simulations permettant de calculer par culture les biomasses restituables par la culture pour un rendement donné.

The screenshot shows a window titled 'Calculette Biomasse' with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into three sections: 'Cultures principales:', 'Cultures Dérobées:', and 'Cultures intermédiaires:'. Each section has a table with columns for 'Culture', 'Rendement', 'Biomasse Aérienne végétative potentiellement restituable', and 'Biomasse racinaire restituée entre 0 et 30cm de profondeur'. The 'Cultures principales:' section has one row for 'Blé hiver (q/ha)' with a yield of 85, resulting in 7.85 t of aerial biomass and 2.35 t of root biomass. The 'Cultures Dérobées:' section has one row for 'Méteil (T de MS/ha)' with a yield of 5, resulting in 0.56 t of aerial biomass and 1.85 t of root biomass. The 'Cultures intermédiaires:' section has one row for 'Moutarde' with a biomass class of 'Moy - (1 à 2 T)', resulting in 0.45 t of root biomass. At the bottom right of the window, there is a 'Lancer le calcul' button and a 'Fermer' button.

Cultures principales:			
Culture	Rendement ?	Biomasse restituable (t de MS/ha)	
		Biomasse Aérienne végétative potentiellement restituable	Biomasse racinaire restituée entre 0 et 30cm de profondeur
Blé hiver (q/ha)	85	7.85	2.35
Cultures Dérobées:			
Culture	Rendement ?	Biomasse restituable (t de MS/ha)	
		Biomasse Aérienne végétative potentiellement restituable	Biomasse racinaire restituée entre 0 et 30cm de profondeur
Méteil (T de MS/ha)	5	0.56	1.85
Cultures intermédiaires:			
Culture	Classe de biomasse aérienne produite (t de MS/ha)		Biomasse racinaire restituée entre 0 et 30cm de profondeur
Moutarde	Moy - (1 à 2 T)		0.45

Sélectionner dans la liste déroulante la culture d'intérêt en indiquant un rendement ou une classe de biomasse, puis cliquer sur « Lancer le calcul ».

La biomasse aérienne végétative potentiellement restituable prend en compte les résidus tels que les chaumes et menues-pailles, et les pailles - ou fanes ou cannes - exportables. La biomasse racinaire restituée est limitée à l'horizon 0-30cm, considéré comme la profondeur minéralisante maximale.

L'outil donne également ces valeurs pour les cultures dérobées et les cultures intermédiaires.

## 14. Idées reçues concernant la gestion de l'état organique du sol

### 1- « Les engrais verts fournissent peu de MO stables au sol ».

FAUX

Les engrais verts se décomposent rapidement, mais leur rendement en humification est important. Les résultats des travaux de J. Constantin (2010) indiquent que l'implantation régulière de cultures intermédiaires à biomasse moyenne (1,5 à 2 T de MS aérienne/ha) augmente le stock de carbone organique du sol de 150 à 300 kg/ha/an en moyenne sur trois essais longue durée (Thibie, Boigneville, Kerlavic). D'après les estimations réalisées à partir du C/N des résidus (Justes et al., 2009) et les travaux de l'expertise scientifique collective conduite par Justes et al (2012), on peut admettre que plus de 30% du carbone des résidus d'engrais verts est intégré au carbone actif de l'humus du sol.

### 2- « L'exportation des pailles engendre toujours une détérioration de l'état organique du sol »

FAUX

L'exportation systématique de toutes les pailles sur une parcelle engendrera dans de nombreux cas une diminution du stock de C organique du sol, du fait du déficit de restitution de carbone au sol. Cependant, le bilan humique n'est pas toujours déficitaire si l'exportation est raisonnée et non systématique. Un guide de décision pour l'exportation des pailles sans risque pour l'état organique du sol a été réalisé dans le cadre du projet CARTOPAILLES en Picardie. Ce guide est disponible à sur le site Internet d'Agro-Transfert RT : <http://www.agro-transfert-rt.org>

### 3- « En système labouré, le stock et la teneur en C organique du sol diminue systématiquement »

FaLe labour (et tout travail du sol profond en général) a deux effets principaux : il accélère la minéralisation de l'humus et dilue la MO sur la profondeur travaillée : il ne participe donc pas à l'amélioration de l'état organique du sol.

Cependant, il n'est pas systématiquement associé à une baisse du stock ou de la teneur en C organique. Si les entrées de carbone au sol par les résidus de culture sont supérieures aux pertes de carbone par minéralisation de l'humus, le stock de carbone augmente, même si la minéralisation est accentuée par le labour.

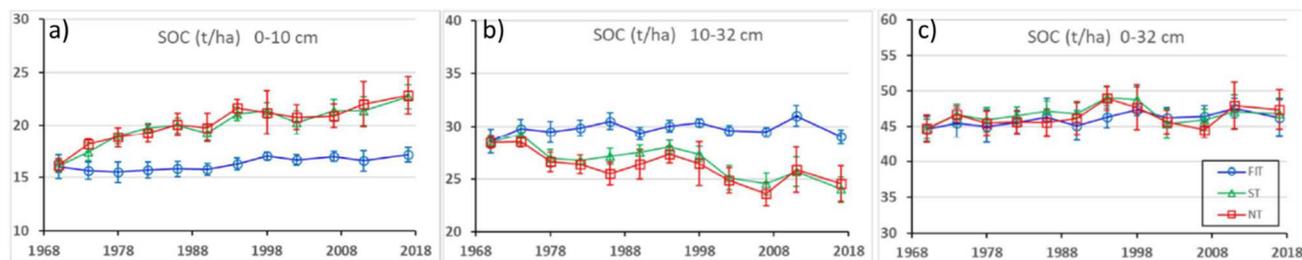
### 4- « La réduction du travail du sol diminue les pertes de carbone par minéralisation »

Faux

La réduction du travail du sol diminue la profondeur sur laquelle la matière organique déposée en surface par les résidus aériens des cultures est mélangée. La matière organique est donc concentrée dans cette couche de surface, mais la matière organique du sol n'est plus alimentée que par quelques résidus racinaires en profondeur sous cette couche.

Les travaux de l'INRA de Laon (Mary, et al., 2018) et d'Arvalis sur l'essai de Boigneville (91) montrent que cette concentration de la matière organique entraîne une augmentation du stock de carbone organique du sol (SOC) en surface (a) en cas de non-travail et de travail simplifié par rapport à du labour. Cette augmentation est concomitante d'une diminution du stock de SOC en profondeur (b).

La résultante de ces deux couches (c) démontre qu'il n'y a pas de différences significatives liée uniquement au travail du sol au bout de 50 ans.



Mary, et al., 2018

**5- « Après plusieurs années en non labour, un seul labour annule les bénéfices acquis en terme de stabilité structurale en surface »**

Vrai En non labour, la matière organique se concentre en surface permettant d'améliorer la stabilité structurale. Un seul labour ré-homogénéisera la MO sur l'ensemble de la couche travaillée : en diluant la MO sur une profondeur plus importante, la teneur de surface diminuera et la structure de surface devient beaucoup moins stable : en sol limoneux, le risque de battance et d'érosion est ainsi accentué.

**6- « L'intensification de l'agriculture (recours massif aux engrais de synthèse, aux pesticides et au travail du sol) nuit à l'état organique du sol »**

Vrai et faux L'emploi massif de pesticides (notamment les insecticides et fongicides) est néfaste pour certains microorganismes du sol, en particulier les champignons décomposeurs. La décomposition des résidus de culture peut être perturbée et la dégradation des pailles, ayant reçu un régulateur de croissance ou des fongicides, est plus lente.

Par ailleurs, l'intensification du travail du sol (approfondissement des labours et affinement excessif du sol) nuit en effet à l'état organique du sol en accélérant la minéralisation et en diluant la MO.

Une baisse des teneurs en C organique de la couche travaillée des sols en France a été constatée entre les années 1950 et 1980. Les retournements de prairie et un approfondissement du labour sont des facteurs d'explication importants de cette tendance nationale.

Cependant, l'intensification de l'agriculture a aussi permis d'augmenter les rendements, et donc les biomasses restituées au sol, lorsque tous les résidus sont enfouis. En augmentant la productivité et le niveau de rendement, le flux de C entrant dans le sol s'accroît, ce qui est favorable pour l'activité biologique du sol et pour l'augmentation du stock de C organique du sol.

Une étude conduite à l'INRA de Laon (Wylleman, et al., 2001) sur l'évolution du stock organique de près de 400 parcelles agricoles dans le département de l'Aisne montre une stabilité globale des stocks de C organique sur la période entre 1970 et 2000, avec une augmentation du stock de C organique dans les situations où le stock était faible. Ce résultat va à l'encontre d'idées couramment véhiculées sur la baisse des teneurs et stocks en C organique dans les sols suite à l'intensification de l'agriculture.

**7- « Les cultures légumières et les pommes de terre 'consomment' l'humus du sol »**

Il s'agit ici d'un abus de langage.

Les cultures légumières ou les pommes de terre ne consomment pas proprement dit l'humus du sol : les cultures captent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère (elles n'absorbent pas le C organique du sol) pour produire leur biomasse et n'interviennent pas sur la minéralisation de l'humus : la minéralisation de l'humus du sol est identique quelle que soit la culture en place.

Cependant, les pommes de terre ou les cultures légumières restituent très peu de biomasse au sol et les pertes naturelles de carbone par minéralisation sont souvent supérieures aux entrées de carbone par les résidus des légumes : c'est pourquoi il est fréquemment dit que les cultures légumières 'consomment' l'humus du sol.

## 15. Questions fréquentes concernant la gestion de l'état organique du sol

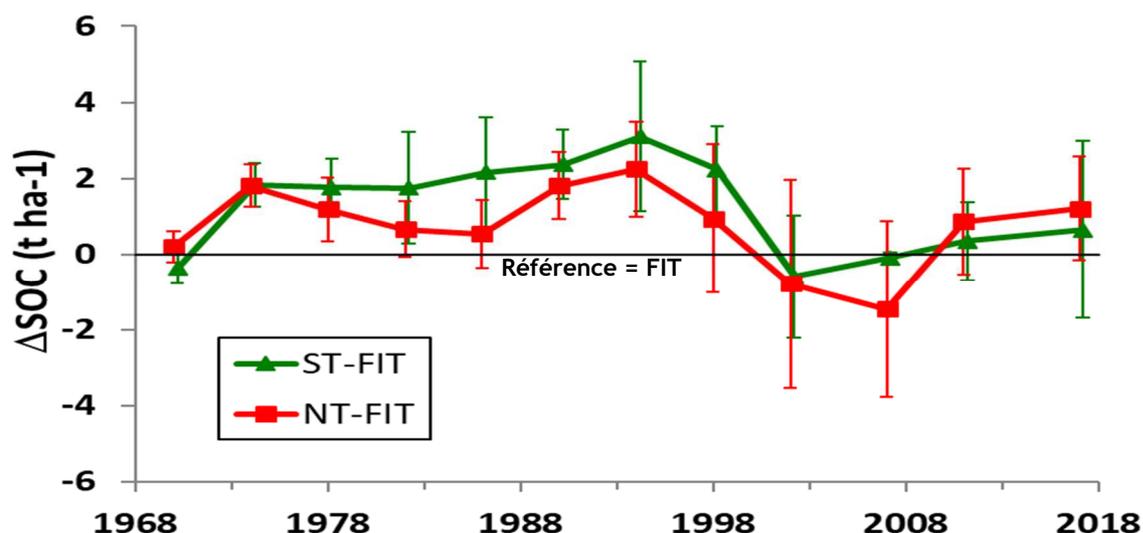
- Le diagnostic de mon système avec SIMEOS-AMG indique une augmentation de la teneur et une diminution du stock de C organique du sol : comment est-ce possible que le stock diminue alors que la teneur augmente ?

La teneur est une concentration de C organique sur le volume de sol travaillé, alors que le stock correspond à la quantité de C organique présent dans le sol.

Lorsque la profondeur de travail du sol est réduite, la teneur dans la couche superficielle du sol a tendance à augmenter, alors que la teneur dans les couches sous-jacentes diminue progressivement. Si le bilan humique est déficitaire, alors le stock de C organique du sol diminue. Cependant, par l'effet concentration des MO en surface avec le travail du sol réduit, la teneur dans la couche travaillée peut augmenter alors que la quantité totale de C organique dans la couche arable diminue en présence d'un bilan humique déficitaire.

- Pourquoi, en travail du sol superficiel, SIMEOS-AMG indique-t-il parfois une augmentation puis une diminution du stock de C organique du sol sur le long terme ?

Le paramétrage de l'effet du travail du sol sur la minéralisation dans l'outil SIMEOS-AMG est basé sur les résultats de l'essai travail du sol de longue durée d'Arvalis, situé à Boigneville. La variation de l'évolution du stock de carbone sur le long terme en systèmes en travail du sol superficiel ou en semis direct est particulière (Thévenet, et al., 2002). Voici l'évolution des stocks de C organique sur cet essai, montré par Mary (2018) :



FIT : Full Inversion Tillage = Labour ; ST = Superficial Tillage = travail superficiel ; NT : No Tillage = semis direct  
ΔSOC : Variation de stock de C organique

En travail du sol réduit, la diminution du stock de carbone en profondeur est assez lente alors que l'augmentation de la quantité de C organique en surface (où se concentre la biomasse aérienne restituée) est très rapide.

L'évolution du stock de C organique sur 30 cm calculé par l'outil SIMEOS-AMG correspond à l'addition de deux dynamiques d'évolution :

- celle qui concerne la couche travaillée ; cette couche est notamment très mince en travail superficiel (environ 10 cm) et est ramenée à une épaisseur standard de 4 cm en semis direct ;
- celle qui concerne la couche non travaillée, entre la profondeur maximale de travail du sol et 30 cm. Cela induit parfois cette évolution du stock sur 30 cm en deux phases (à la hausse puis à la baisse) puisque l'équilibre dans chacune des couches n'est pas atteint au même moment.

### - J'ai un bilan humique déficitaire, que dois-je faire pour améliorer la situation ?

Pour obtenir un bilan humique positif et pour que le sol stocke du C organique, il faut que les entrées de carbone dans le sol (par les résidus de culture et produits organiques) soient supérieures aux sorties de carbone (pertes de C par minéralisation de l'humus, fonction du type de sol, du climat et du travail du sol). Il faut pour obtenir un stockage de carbone dans le sol augmenter les restitutions humiques au sol. Pour cela, différents leviers peuvent être mobilisés :

- Restitution de tous, ou de la majeure partie des résidus de culture
- Apports de produits organiques
- Implantation d'engrais vert en interculture
- Modification de la succession culturale avec un retour des cultures à forte restitution humique (maïs grain, colza ou céréales à paille) plus fréquent

### - Le diagnostic par SIMEOS-AMG indique une évolution stable du stock et de la teneur en C organique sur mes parcelles : est-ce suffisant ?

L'observation du comportement du sol est le premier outil de diagnostic de l'état organique du sol. En cas d'intervention fréquente de battance, d'érosion, de mauvais ressuyage du sol, ou de difficulté de travail du sol, il est nécessaire d'accroître le pool organique du sol, notamment la teneur en surface. Un bilan humique stable et équilibré n'est dans ce cas pas suffisant pour améliorer la situation.

La dynamique d'évolution du stock dépend beaucoup de la quantité de C organique initiale :

- Avec une teneur en C initiale élevée (par exemple après un retournement de prairie), la quantité de C minéralisée est plus importante : le coefficient de minéralisation s'applique à la quantité de C actif présente dans le sol : ainsi, plus le stock initial de C est important, plus les pertes seront importantes. Les restitutions humiques ne sont alors pas toujours suffisantes pour équilibrer le bilan humique.
- Avec une teneur en C initiale faible, la quantité de C minéralisée est peu importante et le stock de C organique a tendance à augmenter pour des restitutions humiques équivalentes à celles du premier cas.

De fait, la teneur en C organique de départ est une information essentielle à prendre en compte pour le diagnostic de l'état organique du sol :

Si le comportement du sol est favorable et la teneur en C organique initiale satisfaisante, l'équilibre du bilan humique est suffisant.

Si le comportement du sol est défavorable et/ou la teneur en C organique initiale faible, il est préférable de viser une augmentation de la teneur et du stock en C organique du sol.

## Travaux cités

Andriulo, Mary & Guérif, 1999. Modelling soil carbon dynamics with various cropping sequences on the rolling pampas. *Agronomie*, Volume 19, pp. 365-377.

Clivot, et al., 2017. Quantifying in situ and modeling net nitrogen mineralization from soil organic matter in arable cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 111, pp. 44-59.

Clivot, et al., à paraître. Modeling soil organic carbon evolution in long-terme arable experiments with AMG model. *Environmental Modelling and Software*.

Duparque & Barbot, 2013. *Quels leviers et quels outils pour piloter la fertilité organique des sols? Gestion des résidus de cultures et apports organiques*, Paris: APCA.

Duparque, et al., 2007. Evolution de l'état organique du sol à l'échelle de la parcelle : de nouveaux outils pour une démarche de conseil fondée sur le bilan humique AMG. *8èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre GEMAS-COMIFER - Blois 20-21 novembre 2007*, p. 16.

Duparque, et al., 2011. Le bilan humique AMG : pour une démarche de conseil fondée sur des cas-types régionaux. *10èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse COMIFER-GEMAS - REIMS - 23-24 novembre 2011*, p. 16.

Mary, et al., 2018. *Monitoring SOC changes in the long-term experiment of Boigneville shows no effect of tillage after 47 years*. Paris, 21th ISTRO International Conference.

Saffih-Hdadi & Mary, 2008. Modeling consequences of straw residues export on soil organic carbon. *Soil Biology & Biochemistry*, Volume 40, pp. 594-607.

Thévenet, Mary & Wylleman, 2002. *Carbon sequestration and soil cultivation in temperate climate: results of a 30 years experimentation of arable crops.*. France, Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France.

Wylleman, et al., 2001. Evolution des stocks de matière organique dans les sols de grande culture: analyse et modélisation. La dégradation du taux de matière organique est-elle une crainte justifiée?. *Perspectives Agricoles*, Juillet-Août, Issue 270.

# ANNEXES : Formulaires de sorties

Exemple de 3 scénarios et d'une comparaison de ces scénarios

## Système initial : Scénario 1 Pailles restituées

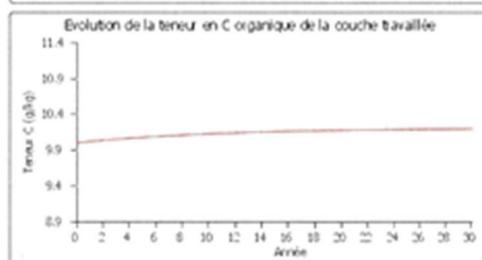
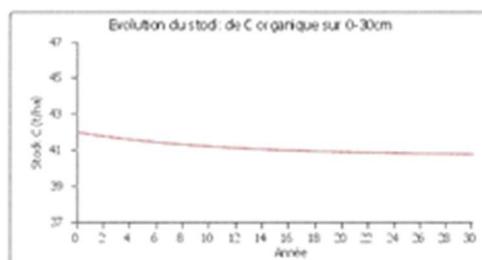


Exploitation : EARL  
Scénario : Pailles restituées  
Parcelle : P1



Stock à l'équilibre : 40.71 T/ha

Année	Stock C 0-30cm t/ha	Teneur C zone trav 0-25cm g/kg	Teneur MO zone trav 0-25cm %	Teneur C zone prel 0-30cm g/kg	Teneur MO zone prel 0-30cm %
0	42	10	1.72	10	1.72
2	41.78	10.04	1.73	9.95	1.71
4	41.59	10.07	1.73	9.9	1.7
6	41.44	10.09	1.74	9.87	1.7
8	41.32	10.11	1.74	9.84	1.69
10	41.21	10.13	1.74	9.81	1.69
12	41.13	10.14	1.74	9.79	1.68
14	41.06	10.15	1.75	9.78	1.68
16	41	10.16	1.75	9.76	1.68
18	40.95	10.17	1.75	9.75	1.68
20	40.91	10.18	1.75	9.74	1.68
25	40.83	10.19	1.75	9.72	1.67
30	40.79	10.19	1.75	9.71	1.67
35	40.76	10.2	1.75	9.7	1.67
40	40.74	10.2	1.75	9.7	1.67
45	40.73	10.2	1.76	9.7	1.67
50	40.72	10.21	1.76	9.7	1.67
100	40.71	10.21	1.76	9.69	1.67



Biomasse aérienne moy. restituée : 8.64 T de MS /ha/an  
Biomasse racinaire moy. restituée : 2.11 T de MS /ha/an

### Hypothèses de calcul :

**Données sol :**  
Argile : 165 g/kg  
CaCO<sub>3</sub> : 5 g/kg  
Cailloux : 0%  
Densité apparente : 1.4  
C Organique : 10 g/kg (Teneur MO : entre 1.72 et 2%)

**Climat :**  
ETP annuelle : 640 mm  
Pluie annuelle : 680 mm  
Température moyenne annuelle : 10.9°C

Profondeur de prélèvement : 30 cm

### Cultures :

Culture	Rendement aux normes	Freq restitution	Type de travail du sol	prof travail sol	irrig moy
Betterave sucrière (t/ha)	90	Toujours restitués	Labour	25	
Blé hiver (q/ha)	90	Toujours restitués	Non Labour	12	
Orge hiver (q/ha)	75	Toujours restitués	Labour	25	
Colza hiver (q/ha)	40	Toujours restitués	Labour	25	
Blé hiver (q/ha)	90	Toujours restitués	Non Labour	12	

### Cultures intermédiaires :

Type	Biomasse	Fréquence
Moutarde	Moy + (2 à 3 T MS)	1 an sur 5

### Cultures dérobées :

Aucune culture dérobée

### Produits organiques :

Type	Dose	Fréquence
Vinasse (t/ha)	3	1 an sur 5

## Scénario 2 : Exportation des pailles

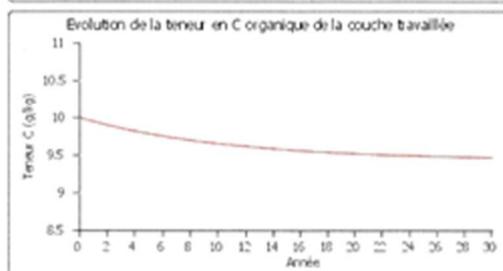
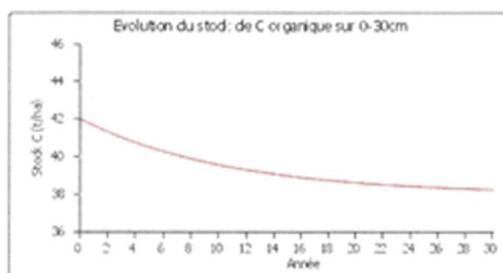


Exploitation : EARL  
Scénario : Pailles exportées  
Parcelle : P1



Stock à l'équilibre : 38.02 T/ha

Année	Stock C 0-30cm t/ha	Teneur C zone trav 0-25cm g/kg	Teneur MO zone trav 0-25cm %	Teneur C zone prel 0-30cm g/kg	Teneur MO zone prel 0-30cm %
0	42	10	1.72	10	1.72
2	41.31	9.9	1.7	9.84	1.69
4	40.75	9.82	1.69	9.7	1.67
6	40.28	9.76	1.68	9.59	1.65
8	39.89	9.7	1.67	9.5	1.63
10	39.57	9.66	1.66	9.42	1.62
12	39.3	9.62	1.65	9.36	1.61
14	39.08	9.59	1.65	9.3	1.6
16	38.9	9.56	1.64	9.26	1.59
18	38.74	9.54	1.64	9.22	1.59
20	38.62	9.52	1.64	9.2	1.58
25	38.39	9.49	1.63	9.14	1.57
30	38.25	9.47	1.63	9.11	1.57
35	38.16	9.46	1.63	9.09	1.56
40	38.11	9.45	1.63	9.07	1.56
45	38.07	9.44	1.62	9.06	1.56
50	38.05	9.44	1.62	9.06	1.56
100	38.02	9.44	1.62	9.05	1.56



Biomasse aérienne moy. restituée : 5.99 T de MS /ha/an  
Biomasse racinaire moy. restituée : 2.11 T de MS /ha/an

### Hypothèses de calcul :

#### Données sol :

Argile : 165 g/kg  
CaCO<sub>3</sub> : 5 g/kg  
Cailloux : 0%  
Densité apparente : 1.4  
C Organique : 10 g/kg (Teneur MO : entre 1.72 et 2%)

#### Climat :

ETP annuelle : 640 mm  
Pluie annuelle : 680 mm  
Température moyenne annuelle : 10.9°C

Profondeur de prélèvement : 30 cm

#### Cultures :

Culture	Rendement aux normes	Freq restitution	Type de travail du sol	prof travail sol	irrig moy
Betterave sucrière (t/ha)	90	Toujours restitués	Labour	25	
Blé hiver (q/ha)	90	Toujours exportés	Non Labour	12	
Orge hiver (q/ha)	75	Toujours exportés	Labour	25	
Colza hiver (q/ha)	40	Toujours restitués	Labour	25	
Blé hiver (q/ha)	90	Toujours exportés	Non Labour	12	

#### Cultures intermédiaires :

Type	Biomasse	Fréquence
Moutarde	Moy + (2 à 3 T MS)	1 an sur 5

#### Cultures dérobées :

Aucune culture dérobée

#### Produits organiques :

Type	Dose	Fréquence
Vinasse (t/ha)	3	1 an sur 5

## Scénario 3 : Exportation raisonnée : 1 paille/3

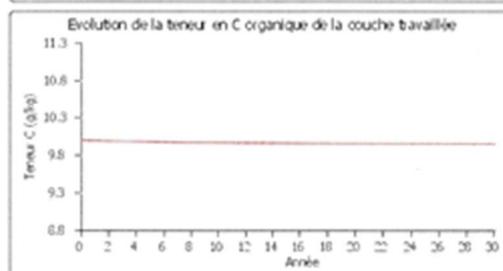
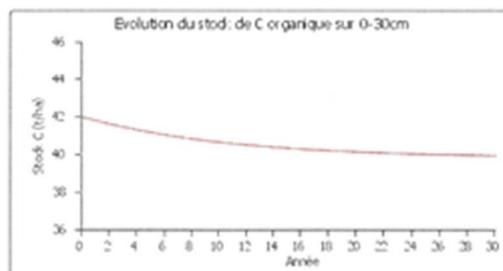


Exploitation : EARL  
Scénario : Exportation 1 paille sur 3  
Parcelle : P1



Stock à l'équilibre : 39.81 T/ha

Année	Stock C 0-30cm t/ha	Teneur C zone trav 0-25cm g/kg	Teneur MO zone trav 0-25cm %	Teneur C zone prel 0-30cm g/kg	Teneur MO zone prel 0-30cm %
0	42	10	1.72	10	1.72
2	41.62	9.99	1.72	9.91	1.7
4	41.31	9.98	1.72	9.84	1.69
6	41.05	9.98	1.72	9.77	1.68
8	40.84	9.97	1.72	9.72	1.67
10	40.66	9.97	1.71	9.68	1.67
12	40.52	9.97	1.71	9.65	1.66
14	40.4	9.96	1.71	9.62	1.65
16	40.29	9.96	1.71	9.59	1.65
18	40.21	9.96	1.71	9.57	1.65
20	40.14	9.96	1.71	9.56	1.64
25	40.02	9.95	1.71	9.53	1.64
30	39.94	9.95	1.71	9.51	1.64
35	39.89	9.95	1.71	9.5	1.63
40	39.86	9.95	1.71	9.49	1.63
45	39.84	9.95	1.71	9.49	1.63
50	39.83	9.95	1.71	9.48	1.63
100	39.81	9.95	1.71	9.48	1.63



Biomasse aérienne moy. restituée : 7.75 T de MS /ha/an  
Biomasse racinaire moy. restituée : 2.11 T de MS /ha/an

### Hypothèses de calcul :

#### Données sol :

Argile : 165 g/kg  
CaCO3 : 5 g/kg  
Cailloux : 0%  
Densité apparente : 1.4  
C Organique : 10 g/kg (Teneur MO : entre 1.72 et 2%)

#### Climat :

ETP annuelle : 640 mm  
Pluie annuelle : 680 mm  
Température moyenne annuelle : 10.9°C

Profondeur de prélèvement : 30 cm

#### Cultures :

Culture	Rendement aux normes	Freq restitution	Type de travail du sol	prof travail sol	irrig moy
Betterave sucrière (t/ha)	90	Toujours restitués	Labour	25	
Blé hiver (q/ha)	90	Enfouis 2 fois sur 3	Non Labour	12	
Orge hiver (q/ha)	75	Enfouis 2 fois sur 3	Labour	25	
Colza hiver (q/ha)	40	Toujours restitués	Labour	25	
Blé hiver (q/ha)	90	Enfouis 2 fois sur 3	Non Labour	12	

#### Cultures intermédiaires :

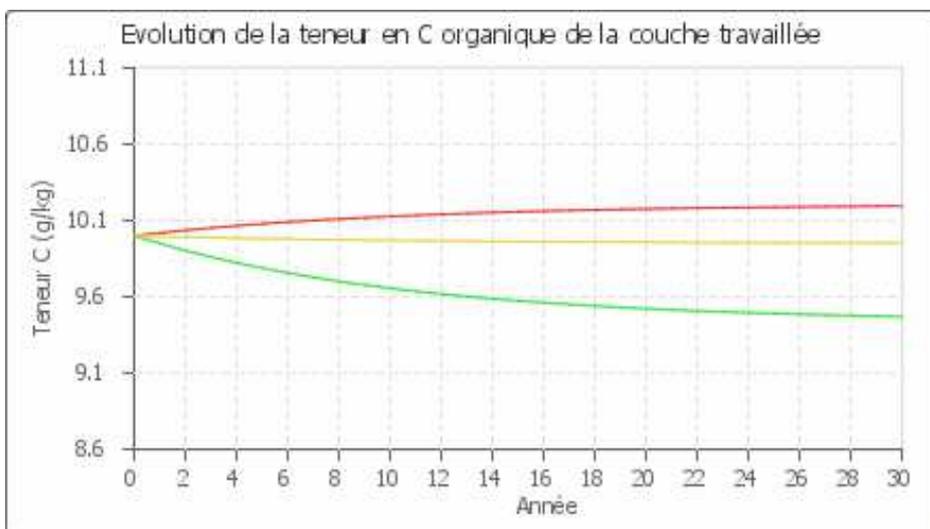
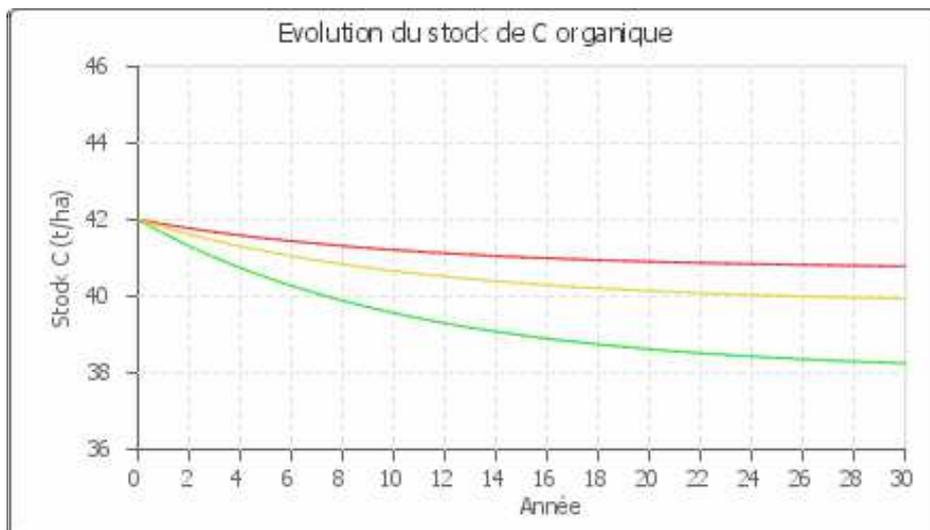
Type	Biomasse	Fréquence
Moutarde	Moy + (2 à 3 T MS)	1 an sur 5

#### Cultures dérobées :

Aucune culture dérobée

#### Produits organiques :

Type	Dose	Fréquence
Vinasse (t/ha)	3	1 an sur 5

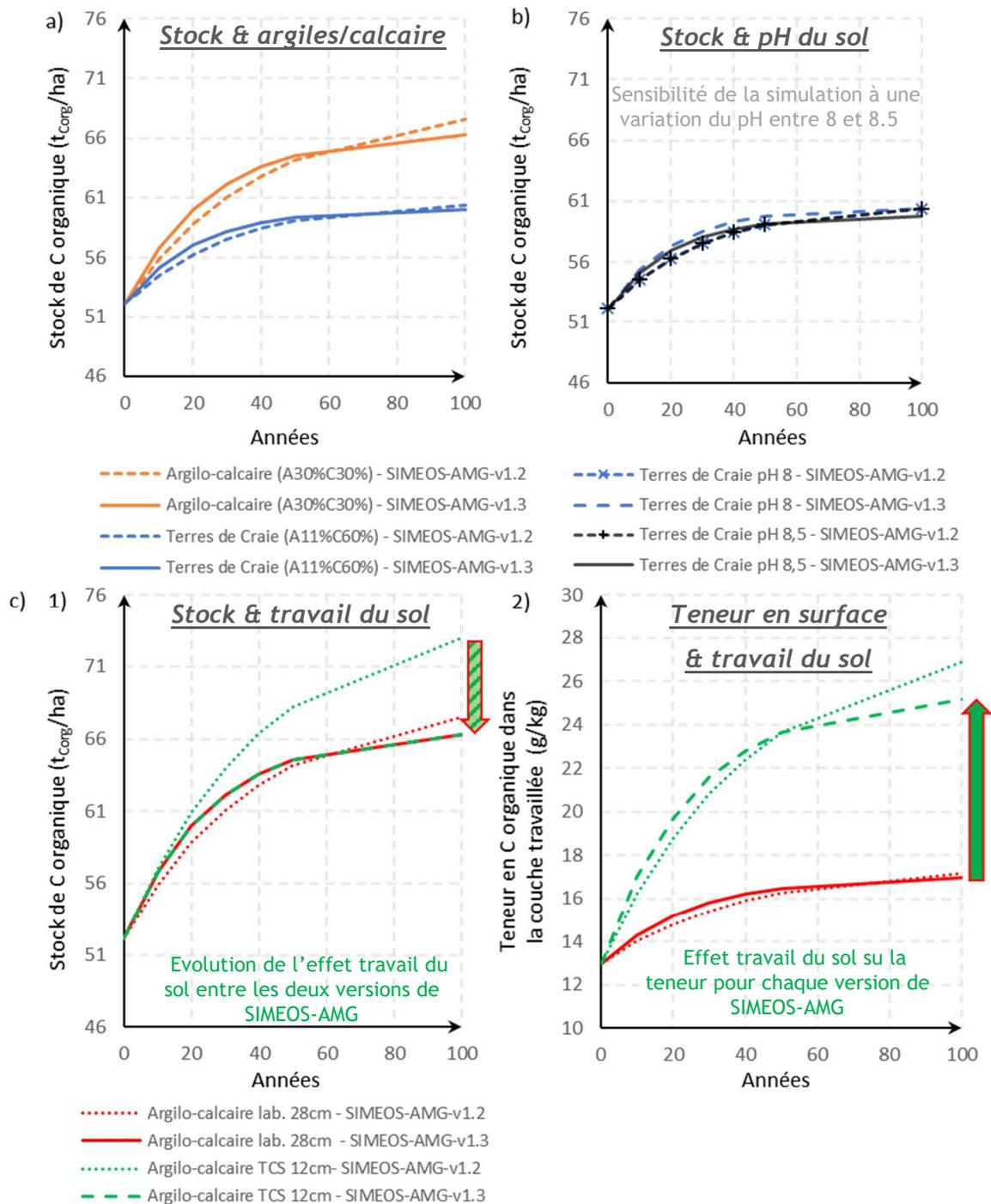


- Pailles restituées - P1 - EARL
- Pailles exportées - P1 - EARL
- Exportation 1 paille sur 3 - P1 - EARL

Document généré par SIMEOS AMG - Agro-Transfert Ressources et Territoires & INRA

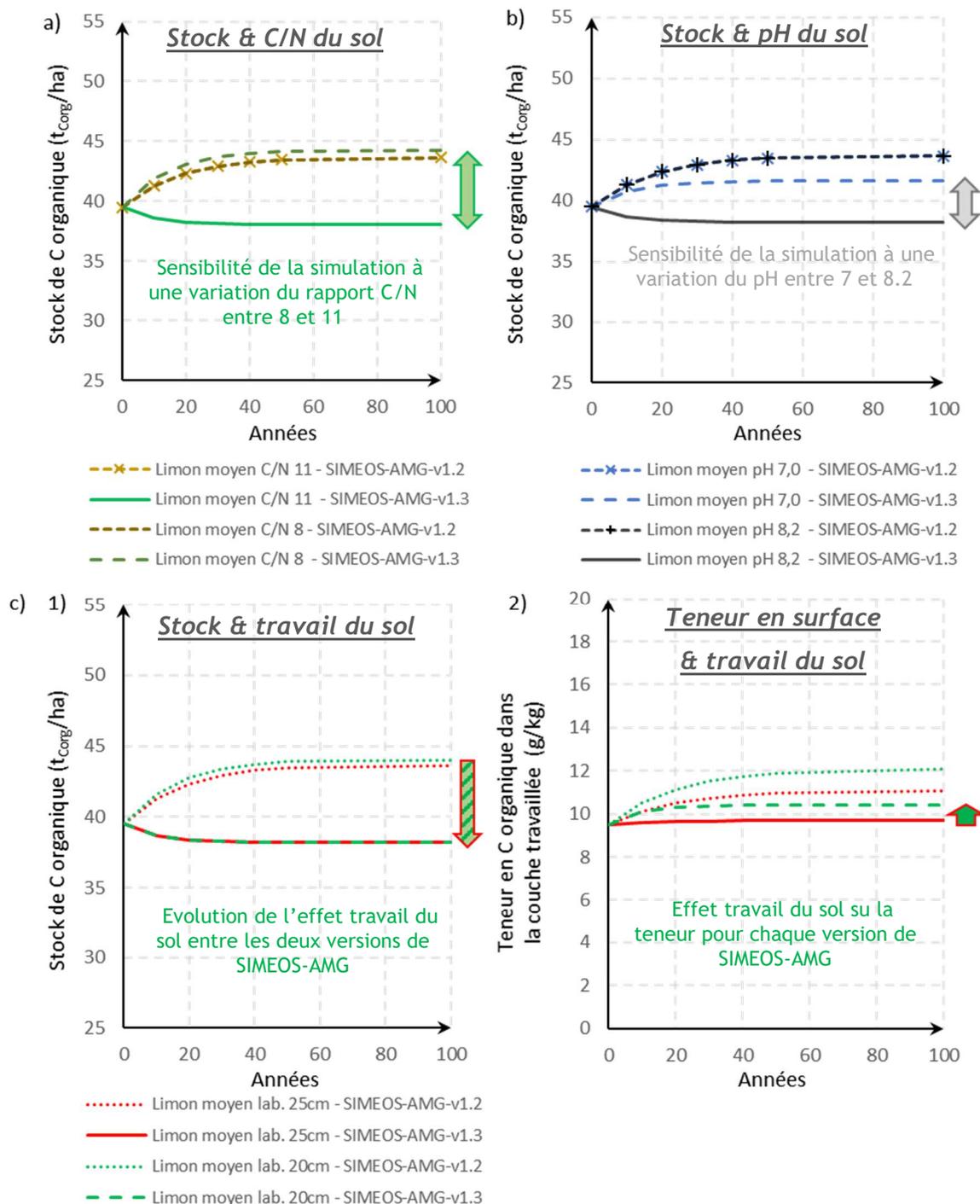
## ANNEXES : Exemples d'impacts sur les stocks et teneurs en carbone des améliorations de la version 1.3 sur la fonction de minéralisation

- Dans le cas d'une rotation SCOP - Colza-Blé-Orge - sur sol calcaire (terres de craie de Champagne, argilo-calcaires sur calcaires durs)



Les dynamiques d'évolution du stock en fonction de l'argile et du calcaire restent assez proches (a) malgré de profonds changements dans les fonctions de minéralisation que ce soit en terres de craie ou en sol argilo-calcaire plus argileux et moins calcaire. Ceci est notamment permis par un effet du pH (b) qui reste assez peu sensible autour des pH basiques des sols calcaires (pH 8 à 8,5). Néanmoins, cette dynamique est un peu plus rapide les 40 premières années et un peu plus lente à long terme (a,b). L'effet du travail du sol ne joue plus sur le flux de minéralisation et donc le stockage (c1) mais joue toujours sur la répartition de la matière organique entre les couches travaillées et non-travaillées (c2), et les caractéristiques physiques du sol auxquelles la teneur en matière organique est associée.

- Dans le cas d'une rotation « pomme de terre/légumes » diversifiée - Pomme de terre-Blé-Betterave-Blé-Pois de conserve/Colza-Blé sur limon moyen (limons des plateaux picards)



Les dynamiques d'évolution du stock en fonction des teneurs en C organique et Azote total du sol, et donc du rapport C/N du sol (a), sont très sensibles. Ce rapport C/N est un indicateur d'un bon fonctionnement de la vie microbienne du sol. Un rapport C/N peut être considéré faible en-deçà de 8. La sensibilité de cette dynamique au pH (b) est plus importante dans ces gammes de pH (pH 7 à 8), inférieures à celles des sols calcaires et supérieures à celles de sols acides (pH 6 à 6,5). L'effet du travail du sol ne joue plus sur le flux de minéralisation et donc le stockage (c1) mais joue toujours sur la répartition de la matière organique entre les couches travaillées et non-travaillées (c2), et les caractéristiques physiques du sol auxquelles la teneur en matière organique est associée.

## ANNEXES : Tables des cultures paramétrées

<i>Cultures principales</i>	Unité / ha	Humidité à récolte
<i>Avoine hiver</i>	q	15%
<i>Avoine printemps</i>	q	15%
<i>Blé dur</i>	q	15%
<i>Blé hiver</i>	q	15%
<i>Blé printemps</i>	q	15%
<i>Cameline</i>	q	9%
<i>Chènevis (Chanvre)</i>	q	11%
<i>Colza hiver</i>	q	9%
<i>Colza hiver Associé</i>	q	9%
<i>Colza Associé + Lég.</i>	q	9%
<i>Colza printemps</i>	q	9%
<i>Escourgeon</i>	q	15%
<i>Féverole</i>	q	14%
<i>Lin oléagineux</i>	q	9%
<i>Lupin</i>	q	15%
<i>Maïs grain</i>	q	15%
<i>Moutarde Brune graine</i>	q	9%
<i>Orge hiver</i>	q	15%
<i>Orge printemps</i>	q	15%
<i>Pois Chiche</i>	q	15%
<i>Pois de conserve</i>	q	75%
<i>Pois protéagineux</i>	q	14%
<i>Sarrasin</i>	q	15%
<i>Seigle</i>	q	15%
<i>Soja</i>	q	14%
<i>Sorgho</i>	q	15%
<i>Tournesol</i>	q	9%
<i>Triticale</i>	q	15%

<i>Cultures principales</i>	Unité / ha	Humidité à récolte
<i>Betterave fourragère</i>	t	80%
<i>Betterave sucrière</i>	t	80%
<i>Blé plante entière</i>	t	0%
<i>Carotte industrielle</i>	t	90%
<i>Carotte légumière</i>	t	88%
<i>Chanvre Fibres</i>	t	0%
<i>Chicorée</i>	t	80%
<i>Chou brocoli</i>	t	80%
<i>Chou de Bruxelles</i>	t	80%
<i>Chou-fleur</i>	t	80%
<i>Chou fourrager</i>	t	80%
<i>Chou pommé</i>	t	80%
<i>Endive</i>	t	80%
<i>Epinard</i>	t	93%
<i>Haricot flageolet</i>	t	55%
<i>Haricot vert</i>	t	90%
<i>Laitue</i>	t	97%
<i>Lentille</i>	t	20%
<i>Lin fibre</i>	t	15%
<i>Luzerne</i>	t	0%
<i>Luzerne 2 ans foin</i>	t	0%
<i>Luzerne ensilée 35%MS</i>	t	0%
<i>Maïs fourrage 30%MS</i>	t	0%
<i>Mél. Gram &amp; Lég foin</i>	t	15%
<i>Méteil</i>	t	0%
<i>Moutarde</i>	t	0%
<i>Pomme de terre conso</i>	t	75%
<i>Pomme de terre fécule</i>	t	75%
<i>Pomme de terre plant</i>	t	78%
<i>Ray-grass anglais</i>	t	0%
<i>Ray-grass d'Italie</i>	t	0%

<i>Cultures dérobées</i>	Unité / ha	Humidité à récolte
<i>Avoine plante entière</i>	t	0%
<i>Colza</i>	t	0%
<i>Epinard</i>	t	93%
<i>Féverole plante entière</i>	t	0%
<i>Haricot vert</i>	t	90%
<i>Mais ensilage</i>	t	0%
<i>Maïs grain</i>	t	15%
<i>Mélange d'espèces</i>	t	0%
<i>Méteil</i>	t	0%
<i>Moutarde</i>	t	0%
<i>Navette</i>	t	0%
<i>Orge grain</i>	t	15%
<i>Orge plante entière</i>	t	0%
<i>Phacélie</i>	t	0%
<i>Pomme de terre conso</i>	t	75%
<i>RGI</i>	t	0%
<i>Seigle plante entière</i>	t	0%
<i>Soja grain</i>	t	14%
<i>Tournesol grain</i>	t	9%
<i>Trèfle</i>	t	0%
<i>Triticale plante entière</i>	t	0%
<i>Vesce</i>	t	0%

## ANNEXES : Liste des cultures intermédiaires (engrais verts)

Avoine  
Colza  
Mélange  
Féverole  
Moutarde  
Navette  
Phacélie  
Radis  
RGI  
Repousse céréales  
Seigle  
Trèfle d'Alexandrie  
Vesce commune  
Avoine + navette  
Avoine printemps  
Avoine rude  
Grande Mauve  
Lupin  
Luzerne  
Mélange seigle-vesce  
Mélilot  
Moha  
Moutarde blanche  
Moutarde brune  
Moutarde d'Ethiopie  
Navet

Nielle des blés  
Nyger  
Pois de printemps  
Pois protéagineux  
Radis chinois (structurator)  
Radis fourrager  
Raygrass hybride  
Roquette  
Sainfoin  
Sarrasin  
Seigle classique  
Seigle forestier  
Soja  
Sorgho  
Sorgho fourrager  
Tournesol  
Trèfle de Perse  
Trèfle hybride  
Trèfle incarnat  
Trèfle violet  
Vesce pourpre  
Vesce velue

### *Liste des familles (moyennes)*

Asteracées  
Caryophyllacées  
Crucifères  
Graminées  
Graminées C4  
Hydrophyllacée  
Légumineuses  
Malvacées  
Polygonacée

## ANNEXES : Tables des produits résiduaire organiques paramétrés

<i>Groupe</i>	<b>Produit Résiduaire Organique (t/ha)</b>	<b>Teneur en C (kg/t ou g/kg MB)</b>	<b>K1</b>
<b><i>Boues</i></b>	Boue urbaine liquide	12	0,47
	Boue déshydratée non chaulée	49	0,47
	Boue déshydratée chaulée	63	0,47
	Boue traitement lisier porc	18	0,47
	Boue papeterie	70	0,61
<b><i>Digestats</i></b>	Digestat brut	35	0,63
	Digestat liquide	15	0,63
	Digestat solide	100	0,63
	Digestat voie sèche	100	0,63
<b><i>Effluents d'élevage</i></b>	Fumier bovin	80	0,67
	Fumier ovin	120	0,67
	Fumier porc	145	0,61
	Fumier de Cheval	135	0,49
	Fumier volailles	223	0,46
	Fiente de Canard	211	0,16
	Fiente de Dinde	211	0,16
	Fiente de Poule brute	85	0,16
	Fiente de Poule sèche	216	0,41
	Lisier de Bovin	30	0,46
	Lisier de Porc	21	0,51
<b><i>Compost</i></b>	Compost de déchets verts	121	0,82
	Co-compost de déchets verts et biodéchets	183	0,77
	Co-compost de déchets verts et boue	124	0,8
	Compost d'ordures ménagères résiduelles	111	0,53
	Compost de fumier (sauf volaille)	123	0,72
	Refus lisier de porc +/- composté	139	0,63
	Compost de fumier de volailles	110	0,46
<b><i>Autres</i></b>	Ecumes défécation	32	0,1
	Vinasse diluée	22	0,55
	Vinasse concentrée	248	0,55

## ANNEXES : Tables des produits résiduels organiques paramétrés

### Choix de produits organiques génériques

Type de produit	Teneur en C organique <i>kg/t ou g/kg de MB</i>	K1
wPRO K1+ C+	200	0.70
wPRO K1= C+	200	0.50
wPRO K1- C+	200	0.20
wPRO K1+ C=	100	0.70
wPRO K1= C=	100	0.50
wPRO K1- C=	100	0.20
wPRO K1+ C-	50	0.70
wPRO K1= C-	50	0.50
wPRO K1- C-	50	0.20

