

GÉRER L'ÉTAT ORGANIQUE  
DES SOLS DANS  
LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

**PARTIE 2 :**  
**Suivre l'évolution de l'état organique des sols au champ**



Projet réalisé avec le  
concours financier de :

En partenariat avec :



## **Les auteurs :**

**Annie Duparque**

Chargée de mission Agronomie et Ressources Naturelles  
AGRO-TRANSFERT Ressources et Territoires

**François Servain**

Responsable du Département Production du Laboratoire d'Analyses  
et de Recherche de l'Aisne

Président du GEMAS

## CHAPITRE 2

GÉRER L'ÉTAT ORGANIQUE  
DES SOLS DANS  
LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

# SUIVRE L'ÉTAT ORGANIQUE DU SOL AU CHAMP

VERS UNE NOUVELLE MÉTHODE  
DE PRÉLÈVEMENT POUR AMÉLIORER  
LA QUALITÉ DES ANALYSES DE TERRE



# Suivre l'évolution de l'état organique des sols au champ

## I. Diagnostiquer l'état organique au champ : le besoin d'un prélèvement de terre de qualité

Pour accompagner le conseil agricole et aider les agriculteurs à gérer l'état organique de leurs sols, le projet GCEOS avait deux objectifs principaux : la transmission de connaissances sur les notions en jeu, les processus impliqués, les rôles des MO dans les sols,... (Chapitre I : « Les bases de connaissances » ; Chapitre V : « Supports de formation ») et la mise à disposition d'outils d'aide à la décision.

Ainsi, il est important de pouvoir anticiper les effets des pratiques culturales sur l'évolution à long terme de l'état organique des sols cultivés, comme le permet l'outil SIMEOS-AMG (Chapitres 3 et 4). Or, les évolutions simulées par l'outil sont assez sensibles à la valeur du stock de carbone organique initial mesuré sur la parcelle, qui est fournie en donnée d'entrée du calcul. La pertinence des décisions d'orientation des pratiques de gestion des matières organiques est ainsi dépendante de la fiabilité de la valeur de stock de carbone mesuré au champ et de sa représentativité vis-à-vis de l'ensemble de la parcelle.

Mais, il est aussi nécessaire de pouvoir suivre de façon satisfaisante l'évolution effective dans le temps de l'état organique d'un sol. A l'exigence de précision de la mesure à un moment donné, s'ajoute alors celle de la cohérence entre les mesures successives faites sur une même parcelle.

Or, les pratiques courantes de réalisation des prélèvements de terre pour l'analyse sont mal adaptées à cet usage. Dans le cadre même du projet GCEOS, les tentatives de reconstitution de cinétiques d'évolution des teneurs et des stocks en carbone organique des sols dans les exploitations enquêtées l'ont montré. Plus encore, l'important « déchet de tri » constaté au cours de l'étude menée à l'INRA de Laon par R.Wylleman et B.Mary (Wylleman et al, 2001) pour retracer l'évolution de l'état organique des sols du département de l'Aisne, l'illustre aussi de façon marquante : sur l'ensemble de la base de données d'analyses de terre du LDAR (plusieurs milliers de parcelles analysées entre 1974 et 1997), seules 391 parcelles sélectionnées sur la cohérence des cinétiques d'évolution reconstituées à partir des mesures successives de teneurs en carbone organique du sol réalisées ont pu être conservées pour mener à bien le travail.

Pour expliquer ces constats, la qualité de l'analyse de terre réalisée au laboratoire sur les échantillons prélevés n'est en général pas en cause : en effet, actuellement, la plupart des laboratoires sont engagés volontairement dans des démarches qualité impliquant le respect de procédures d'analyses normalisées et de protocoles de vérifications périodiques des résultats par croisements d'analyses dans un réseau national (BIPEA : Bureau Interprofessionnel des Etudes Analytiques).

Une source d'erreur possible lorsque l'on cherche à reconstituer l'évolution de la teneur en matières organiques du sol d'une parcelle, tient à la façon dont les teneurs fournies sur les bulletins d'analyse de terre successifs sont calculées : au laboratoire, c'est la teneur en carbone organique du sol qui est mesurée. Elle est ensuite multipliée par un coefficient variant d'un laboratoire à un autre, entre 1.7 et 2, pour donner une estimation de la teneur en termes de matière organique (voir Chap.I, II.3.2).

La comparaison de deux analyses faites sur une même parcelle, mais confiées à deux laboratoires différents peut ainsi être biaisée. Il arrive aussi que le coefficient appliqué par un laboratoire change au cours du temps. Pour pallier ce risque d'erreur, la solution est de raisonner en termes de teneur et de stocks **en Carbone organique et non en matière organique.**

Mais la source de difficulté la plus délicate à gérer tient au mode de réalisation des échantillonnages et prélèvements de terre au sein d'une parcelle agricole. Même s'il fait l'objet d'une norme (AFNOR X31-100, déc.1992), il est en effet variable selon le préleveur ou les habitudes locales. Il évolue aussi au cours des années. Or, une variation de la méthode peut rendre incompatibles deux résultats d'analyses successives sur une même parcelle, la masse de terre représentée par les échantillons prélevés n'étant plus la même d'une année à l'autre.

**Ce chapitre a ainsi pour objet d'analyser les conditions nécessaires à la réalisation de prélèvements de terre « pertinents », et de proposer une procédure de prélèvement adaptée pour assurer la qualité de la mesure et du suivi de l'état organique du sol à l'échelle d'une parcelle agricole.**

## II. Réaliser un prélèvement de terre «pertinent» : à quelles conditions ?

La pertinence d'un prélèvement se définit en premier lieu en fonction de l'objectif poursuivi lors de la décision de recourir à une analyse de terre. Or, **ces objectifs et les contextes de réalisation d'analyses de terre sont variés.**

### ➤ Les analyses de terre font référence à des déterminations variées

Les plus courantes portent sur les caractéristiques physico-chimiques des sols : granulométrie (taux d'argiles, de limons, de sables), teneurs en éléments fertilisants tels que P, K, Mg, (dits « majeurs »), en Ca, en S, ..., en oligoéléments tels que Zn, Bo, Se, Man, Cu, ... et teneurs en éléments traces métalliques.

Elles concernent de façon moins courante en général la détermination de caractéristiques physiques des sols permettant d'apprécier la stabilité structurale (voir Chap I, Partie 3), la capacité de rétention en eau ou les propriétés mécaniques des sols (limites d'Atterberg, voir Chap I, III.2.2). Un secteur de l'analyse en plein développement actuellement s'adresse à la biologie des sols (biomasse microbienne, parasites des cultures dont bactéries, champignons, nématodes, ...).

### ➤ Elles s'appliquent à des contextes de production agricole variés

- En parcelles de grande culture, conduites en labour permanent ou alterné avec des années sans labour ; conduites sans labour avec des opérations de travail superficiel ou en semis direct : c'est-à-dire en fait conduites avec des pratiques qui conduisent à homogénéiser, par brassage et mélange, de façon plus ou moins énergique et fréquente, la composition physico-chimique de la couche de terre de surface, sur une profondeur variable selon les cas.
- En parcelles de cultures pérennes : Prairies, Vignes, Vergers

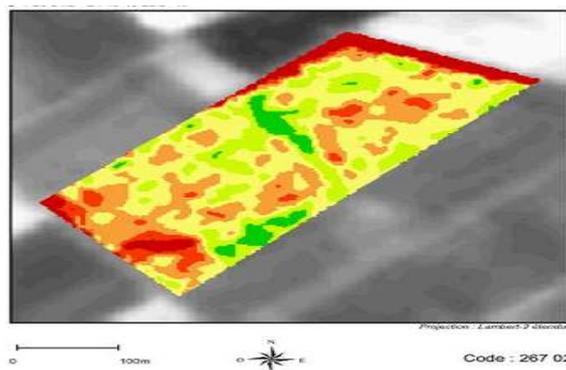
### ➤ Elles s'appliquent à un milieu très hétérogène

Au sein d'une parcelle agricole, le sol est un milieu hétérogène dans ses trois dimensions spatiales et variable dans le temps en fonction de multiples facteurs naturels ou liés aux pratiques culturales (figure 1).

## Le sol : un milieu hétérogène

- a) Carte de répartition de l'état d'alimentation azotée d'une culture, reflétant l'hétérogénéité du sol à l'échelle d'une parcelle cultivée

(Carte établie par la méthode FarmStar)  
Source : e-cours.univ-paris1.fr



- b) Profil cultural : la succession des opérations de travail du sol redistribue les éléments minéraux et la matière organique au sein du profil.

Source : Photo INRA Mons ; H. Boizard



➤ **Les objectifs habituels d'un agriculteur** lorsqu'il fait faire une analyse de terre sont de :

- Connaître les caractéristiques générales de son sol (texture, CaCO<sub>3</sub>, pH) => identification d'un type de sol par les caractéristiques de sa couche de surface
- Faire le point sur les principaux paramètres de la fertilité du sol (état et/ou évolution), pour prendre des décisions de fertilisation minérale (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, oligoéléments ; ou azote : Reliquats en Sortie d'Hiver), de gestion de l'état acido-basique du sol (chaulage), de gestion de l'état organique du sol.
- Détecter ou prévenir la pollution du sol par des ETM (analyses préalables obligatoires dans le cadre de plans d'épandage de déchets urbains)

➤ **Ce que prévoit la Norme :**

L'énoncé de la norme NF X31-100-1992 AFNOR « Qualité des Sols - Echantillonnage » définit différents types d'objectifs des analyses de terre :

- Analyse pour caractérisation : réalisée dans une parcelle donnée, à un temps donné, pour caractériser les propriétés physiques, chimiques ou biologique d'un sol, en vue, éventuellement, de le rattacher à un référentiel
- Analyse pour contrôle : effectuée périodiquement dans une parcelle donnée pour observer l'évolution de certains paramètres du sol (*plusieurs dates de mesure comparées*)
- Analyse pour comparaison : comparaison d'analyses appariées réalisées à un temps donné, destinées à diagnostiquer une hétérogénéité de comportement entre deux zones distinctes au sein d'une parcelle

Les exigences propres à chacun de ces trois objectifs ne sont pas nécessairement les mêmes :

- **La caractérisation par rapport à un référentiel** implique que le résultat de l'analyse soit exprimé sous la même forme et dans la même unité que celles du référentiel et que le prélèvement soit fait de façon cohérente avec la méthode d'établissement du référentiel,

- **Le contrôle d'une évolution entre deux dates** est très aléatoire si les prélèvements n'ont pas été raisonnés pour être cohérents (période dans l'année, localisation dans la parcelle, profondeur).
- **La confrontation de deux situations distinctes** implique un certain nombre de contrôles pour s'assurer que la comparaison est pertinente.

➤ **Des modes d'expression des résultats différenciés :**

Le mode d'expression des sorties de l'analyse de sol, **en termes de teneur ou stock**, varie en fonction du type de paramètre analytique concerné et de son mode d'interprétation selon l'usage visé.

- Dans le cas de l'**azote minéral**, il y a mesure d'une teneur en azote minéral sur la profondeur explorée par les racines de la culture puis calcul d'un stock d'azote minéral utilisable. L'estimation de la densité apparente est nécessaire pour calculer une masse de terre par hectare et calculer le stock à partir de la teneur mesurée. Dans certaines régions, des référentiels de valeurs de densité apparente en fonction du type de sol existent ; ils sont associés à une carte des sols (cf. carte des sols de l'Aisne).
- Pour le **Phosphore et le Potassium**, on mesure une teneur extractible qui est interprétée par rapport à des tables de valeurs de références établies en tenant compte de différents critères relatifs aux cultures (besoins et exigences), au systèmes de culture et au type de sol. Dans ce cas, il n'est pas fait référence à un stock.
- La mesure du **pH** correspond à la mesure de la teneur de la terre en ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Elle s'interprète d'après une échelle simple et en tenant compte des exigences des cultures à implanter. Elle sert à calculer un plan d'amendement basique. L'estimation d'une densité apparente pour calculer une masse de terre et raisonner en termes de stock est nécessaire.
- Pour évaluer les risques de dégradation de l'état de surface, on s'appuiera sur la mesure de la concentration en **carbone organique des premiers centimètres** du sol et sur la composition granulométrique de la terre.

- Pour suivre l'évolution des stocks de carbone organique, la concentration en carbone organique de la terre est déterminée sur une profondeur définie et précise, au moins égale à la profondeur maximale de travail du sol. La mesure ou l'estimation de la densité apparente est nécessaire pour calculer la masse de terre concernée et ainsi le stock de carbone organique recherché.

La cohérence du mode de prélèvement (période dans l'année, localisation dans la parcelle, profondeur) d'une date d'analyse à la suivante au sein d'une parcelle est indispensable pour reconstituer la cinétique d'évolution des stocks de carbone du sol de la parcelle.

### III. Proposition d'une procédure de prélèvement adaptée au suivi de l'évolution de l'état organique de sols agricoles

Lorsqu'un agriculteur commande une analyse de terre, il s'intéresse le plus souvent à un ensemble de paramètres du sol, et il en attend une détermination moyenne, représentative de l'ensemble de sa parcelle. Il le fera rarement, spécialement pour la détermination d'un taux de MO. D'autres commanditaires d'analyses peuvent avoir cet objectif spécifique ou prioritaire (chercheurs, expérimentateurs, experts fonciers). Les contraintes et les priorités associées à ces deux types d'attentes peuvent être différentes. Les procédures de prélèvement d'échantillons de terre appropriées le sont potentiellement aussi.

Dans le cadre de GCEOS, la préoccupation majeure fut de proposer une procédure de prélèvement qui permette en priorité de suivre de façon fiable l'évolution du stock de carbone organique sur de longues périodes.

Actuellement, la diversité des situations dans lesquelles une analyse de terre est demandée, mais également les usages habituels admis, conduisent à des pratiques de prélèvement très variables qui vont du respect strict de la norme NF X 31-100 (de fait assez libérale), jusqu'à des comportements dictés principalement par des considérations économiques pouvant même, dans certains cas, affecter la validité des échantillons fournis au laboratoire.

Dans ce qui suit, la procédure proposée (ou « procédure GCEOS ») est exposée en rappelant ce que préconise la norme NF X 31-100 et les usages connus.

#### III.1. Points clés pour une procédure de prélèvement adaptée

La procédure repose sur plusieurs éléments de décision, qui concernent :

- Le choix de la période de prélèvement au cours de l'année
- La détermination de la zone de prélèvement et du nombre d'échantillons élémentaires
- Le choix de la profondeur de prélèvement

Ces choix sont conditionnés par la préoccupation d'assurer la pertinence du suivi de l'état organique du sol sur le long terme.

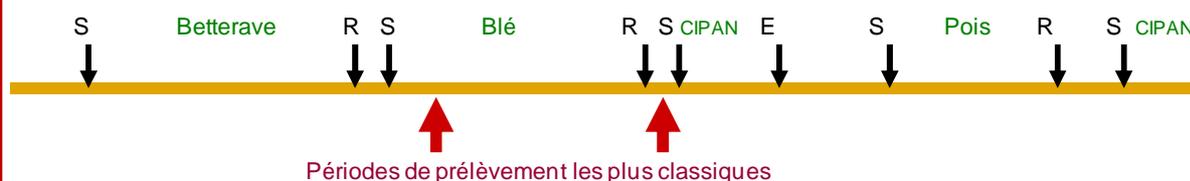
Ils tiennent compte aussi des exigences spécifiques associées à la recherche d'une teneur ou à celui d'un stock de Carbone organique du sol.

### III.1.1 Choix de la période de réalisation du prélèvement

#### Ce que propose la norme :

Réaliser le prélèvement lorsque le profil de sol a retrouvé une homogénéité physique et chimique suffisante après les interventions culturales

#### Ce qui se fait :



La période de l'interculture a longtemps été conseillée et reste très pratiquée (*prélèvement sur chaumes*) : 2/3 des cas au LDAR

Le prélèvement en fin d'hiver, éventuellement couplé avec les prélèvements pour RSH se pratique aussi : 1/3 des cas au LDAR

#### Préconisation GCEOS :

- Réaliser le prélèvement systématiquement sur une culture récoltée en été (céréales à pailles d'hiver, colza, pois,...), si possible toujours de même rang dans la rotation
- Intervenir :
  - soit en fin d'hiver, et alors toujours à cette période,
  - soit juste après la récolte, obligatoirement avant le déchaumage, et alors toujours à cette période, dans les mêmes conditions d'une date d'analyse à la suivante

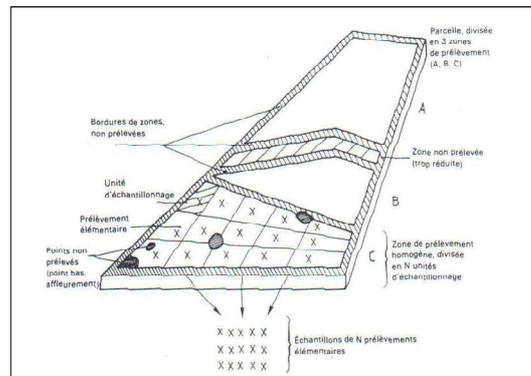
Période de prélèvement	Avantages	Inconvénients
Fin d'hiver	Profil de sol non « stabilisé » Sol visible Couplage envisageable avec la réalisation des prélèvements pour RSH	Humidité du sol potentiellement élevée : impact possible sur la <i>qualité des prélèvements élémentaires dans certains sols (argileux notamment)</i>
Après récolte et avant déchaumage	Profil de sol « stabilisé » : -Au plan physique : <b>densité apparente la plus stable d'une année de prélèvement à une autre</b> -Au plan chimique : éloignement maxi des périodes d'apports de fertilisants	Sol non visible Risques de sols « trop » secs : impact possible sur la <i>qualité des prélèvements élémentaires dans certains sols (sableux en particulier)</i>

### III.1.2. Nombre et répartition des échantillons élémentaires dans la parcelle

#### Ce que propose la norme :

Représenter schématiquement l'hétérogénéité de la parcelle pour identifier les principales zones globalement homogènes d'après connaissance empirique de la parcelle ou/et par transects de description à la tarière.

Prélever 14 à 16 échantillons élémentaires minimum par zone homogène à analyser



Précautions pour l'échantillonnage Source : Référentiel Norme AFNOR X31-100

#### Ce qui se fait :

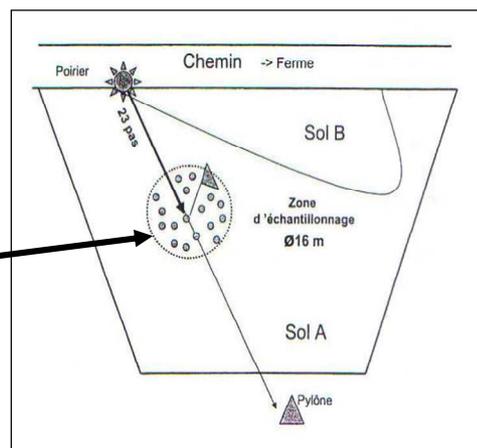
- ⇒ des échantillons élémentaires prélevés suivant un transect parcourant la parcelle en diagonale. Cette pratique est particulièrement répandue pour la détermination des reliquats d'azote en sortie d'hiver
- ⇒ de plus en plus, le prélèvement des échantillons élémentaires destinés à des analyses physico-chimiques au sein d'une zone bien déterminée, représentative de la parcelle.
- ⇒ trop souvent encore, des nombres trop faibles (<10) d'échantillons élémentaires

#### Préconisation GCEOS :

Prélever sur une zone bien déterminée, représentative de la parcelle ou sur 2 ou 3 zones bien déterminées si la parcelle est étendue et hétérogène

#### Plan d'échantillonnage type

**Surface de la zone**  
5 à 8 m de rayon  
autour du point  
central repéré



**Surtout,**  
repérer précisément  
le point central  
de la zone  
(de chaque zone)  
de prélèvement  
pour y revenir  
exactement à la  
prochaine date de  
mesure

=> *Répérage GPS*

Analyse de terre Note technique 2002, Chambre d'Agriculture de l'Oise

**Nombre de prélèvements élémentaires :**  
14 à 16 par zone repérée au sein de la parcelle

### III.1.3. Choix de la profondeur de prélèvement

#### Ce que propose la norme :

##### En sols cultivés

- ⇒ prélever au maximum jusqu'à la plus grande profondeur de sol travaillée (profondeur de labour), en évitant l'horizon sous-jacent non travaillé.

On vise ainsi à caractériser la couche de sol intéressante pour les plantes et sur laquelle on agit par les pratiques agricoles : couche bien colonisée par les racines, enrichie par les retours au sol et les apports de matières organiques (résidus de cultures, amendements organiques) et de fertilisants, homogénéisée par le travail du sol.

##### Sous prairies permanentes

- ⇒ prélever à une profondeur de 5 à 15 cm.

Couche où se trouve l'essentiel des racines et où sont intégrées les matières organiques venant des parties aériennes des plantes sénescentes et les fertilisants.

#### Ce qui se fait :

##### En sols labourés

- ⇒ prélèvement à la profondeur estimée du labour actuel, en évitant l'horizon sous-jacent non travaillé

##### En sols cultivés non labourés

- ⇒ le plus souvent, prélèvement à 20 cm de profondeur

##### Sous prairies permanentes

- ⇒ prélèvement à une profondeur de 5 à 15 cm

#### Préconisation GCEOS :

##### En sols cultivés labourés ou non, pour assurer le suivi de l'évolution du stock de carbone organique au cours du temps

- ⇒ **Prélèvement à une profondeur standardisée de 30 cm**, ou plus faible si l'épaisseur de terre travaillable l'impose (sols superficiels sur calcaire, sur craie, sur arène granitique...), mais **fixée définitivement pour une parcelle que l'on veut suivre dans le temps.**

Le principe est de réaliser le prélèvement de façon à ce que :

- l'échantillon représente la même masse de terre d'une année de mesure à une autre ;
- cette masse de terre correspond à celle dans laquelle se fait l'essentiel des variations de stock de carbone organique du sol au cours de la période de suivi, du fait (surtout) des entrées de carbone par les résidus de cultures et les produits organiques apportés en amendements ou en engrais),
- elle soit choisie assez profonde pour éviter le risque de perte d'une partie du carbone présent dans cette couche, par la pratique d'un labour plus profond au cours de la période (dilution et entraînement vers une couche inférieure).

Pour cela, il faut **bien choisir la profondeur standard** en fonction des profondeurs maximales de labour connues dans la région, s'assurer que la **profondeur de prélèvement est identique** d'une année de mesure à une autre et que la **densité apparente du sol a peu varié** dans cette couche sur cette période.

A l'exception des cas de sols superficiels cités, le choix de la profondeur standard de 30 cm apparaît adapté pour la plupart des situations en grande culture en Picardie.

La partie III.2 propose une analyse critique du choix de profondeur préconisé par la procédure GCEOS, en le comparant à ce que suppose l'application de la norme NF X-31-100 pour différents systèmes de travail du sol.

La nécessité de connaître la densité apparente de la couche considérée pour calculer des stocks de carbone organique à partir des teneurs mesurées représente cependant une contrainte importante. Idéalement, la densité apparente devrait être mesurée sur les échantillons prélevés pour réaliser l'analyse de terre à chaque date de mesure. Des sondes spécifiquement conçues à cette fin ont été testées au cours du projet GCEOS avec le LDAR et l'INRA. Une sonde avait donné des résultats satisfaisants tant qu'elle était utilisée manuellement. Les prélèvements en parcelles agricoles étant de

plus en plus réalisés par les laboratoires ou leurs sous-traitants et donc aussi mécanisés, il était important que la sonde soit adaptable sur un quad. Mais, cette adaptation s'est avérée techniquement peu robuste et n'a pu aboutir à ce jour.

La méthode pratique finalement préconisée (encadré ci-dessous) permet de pallier la difficulté d'accès à la mesure de la densité apparente.

**La fréquence de retour à l'analyse du carbone organique sur une parcelle agricole doit aussi être évoquée.** L'importante variabilité spatiale des teneurs en carbone organique des sols à l'échelle même de la parcelle d'une part, et d'autre part, l'évolution lente dans le temps du stock de cet élément dans le sol font qu'il est difficile de détecter une variation significative de ce stock à court terme. Les comparaisons des mesures ne se feront avec profit qu'entre analyses réalisées à au moins 5 ans d'intervalle.

### III.1.4. Récapitulatif

#### Procédure de prélèvement adaptée aux objectifs de GCEOS

- Choisir une période de prélèvement dans l'année et s'y tenir d'une année à l'autre.  
*NB : la période de l'interculture est la plus adaptée en système labouré*
- Déterminer et repérer au GPS la (les) zone(s) de prélèvement de taille restreinte (5 à 8 m de rayon) et y revenir précisément pour les prélèvements des années suivantes
- Utiliser une sonde de type « gouge » de diamètre D connu (*mesuré très précisément au pied à coulisse*)
- Réaliser les carottages à la profondeur standard choisie, P (*30 cm par exemple*) en la vérifiant bien à chaque prise
- Enregistrer le nombre d'échantillons élémentaires prélevés N
- Transmettre l'ensemble des échantillons élémentaires prélevés mélangés au laboratoire en veillant à ne pas perdre de terre,
- Le laboratoire :
  - sèchera l'échantillon global
  - le pèsera sec => masse M (g)
  - réalisera le dosage de carbone organique : Tc (g/kg)
- Calculer la surface prélevée :  $S_p = N * \pi * (D/2)^2$  (cm<sup>2</sup>)
- Calculer la quantité de carbone contenu dans l'échantillon : Corg (g) = Tc \* M
- Calculer le stock de carbone à l'hectare : **Stock\_Corg (T/ha) = Corg \* 10<sup>2</sup> / S<sub>p</sub>**

**En complément de cette approche,** pour appréhender les risques de dégradation de la stabilité structurale en surface (sensibilité à la battance), qui correspond au problème de comportement physique des sols le plus

répandu en région Picardie, un prélèvement spécifique sur 5 cm permettra de déterminer la teneur en carbone organique de la couche de terre de surface.

### III.2. Comparaison de la procédure de prélèvement normalisée (NF X 31-100) et de la procédure GCEOS

La procédure normalisée actuelle et la procédure GCEOS diffèrent principalement par la profondeur du prélèvement de terre. La norme vise à prélever l'horizon enrichi par les retours organiques au sol et homogénéisé par le travail du sol, en évitant l'horizon sous-jacent non travaillé.

En situation de travail du sol constant avec une profondeur régulière de labour à 30 cm, les deux procédures de prélèvement sont comparables et permettent un suivi fiable de la teneur et du stock en carbone organique du sol.

Cependant, lorsque la profondeur de travail du sol est réduite ou lorsque la profondeur de labour varie (remontée ou approfondissement du labour) au cours de la période de suivi, la procédure normalisée actuelle n'est pas pertinente pour suivre rigoureusement l'évolution du stock de carbone organique du sol puisque la quantité de carbone organique prélevée sera différente selon la profondeur de prélèvement.

#### **Comparaison des deux méthodes pour différentes situations de travail du sol Estimation des biais sur la détermination du stock et de la teneur en C organique du sol**

Soit une parcelle agricole dont le bilan humique est équilibré (entrée de carbone au sol identique aux pertes de carbone par minéralisation).

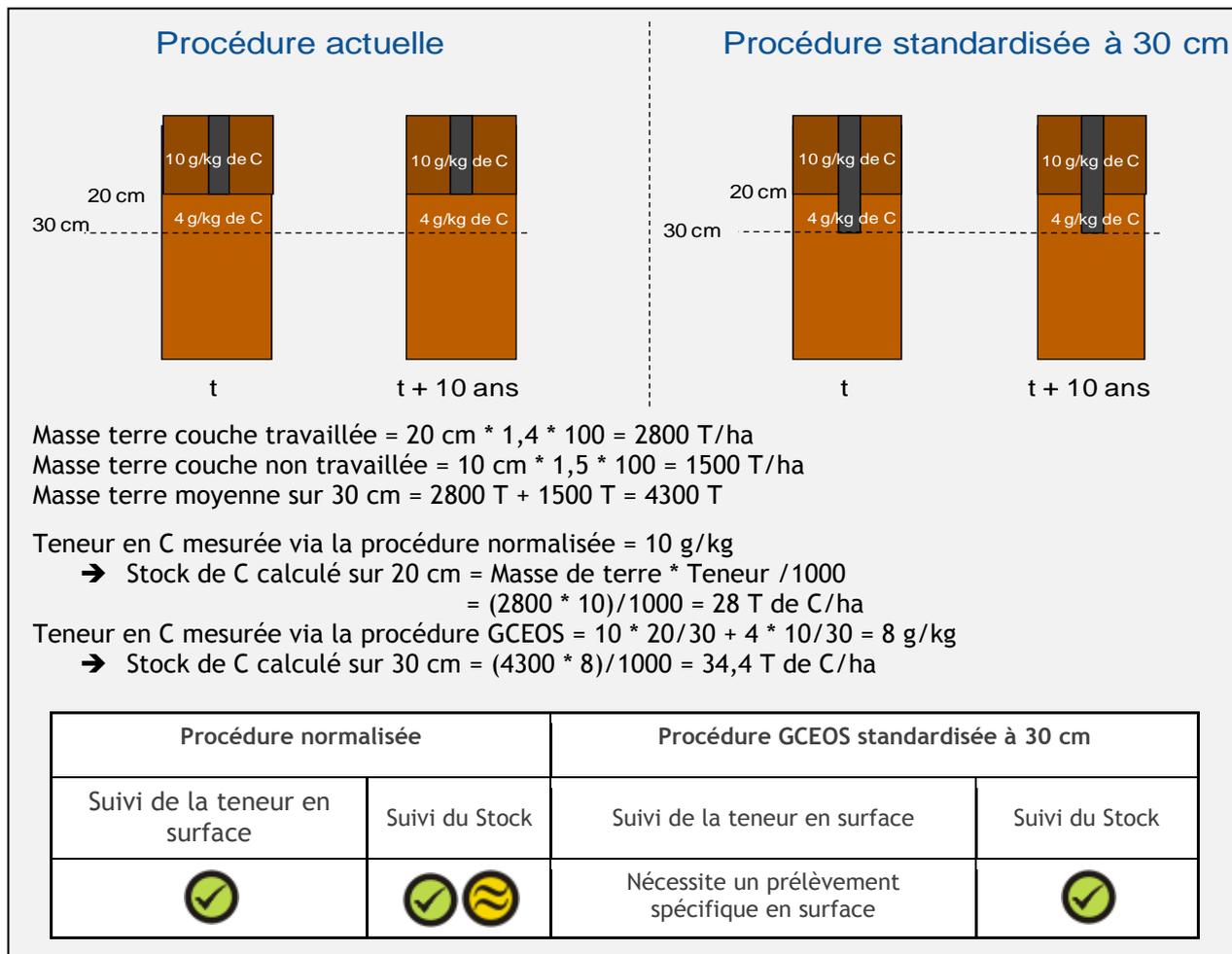
Caractéristiques du sol :

- Densité apparente du sol de la couche travaillée : 1,4
- Densité apparente du sol de la couche non travaillée : 1,5
- Stock de C organique sur 30 cm = 34 T de C/ha

Les différentes situations de travail étudiées sont les suivantes :

- **Situation en labour régulier peu profond**
- **Approfondissement du labour**
- **Remontée du labour**

## Situation en labour régulier peu profond

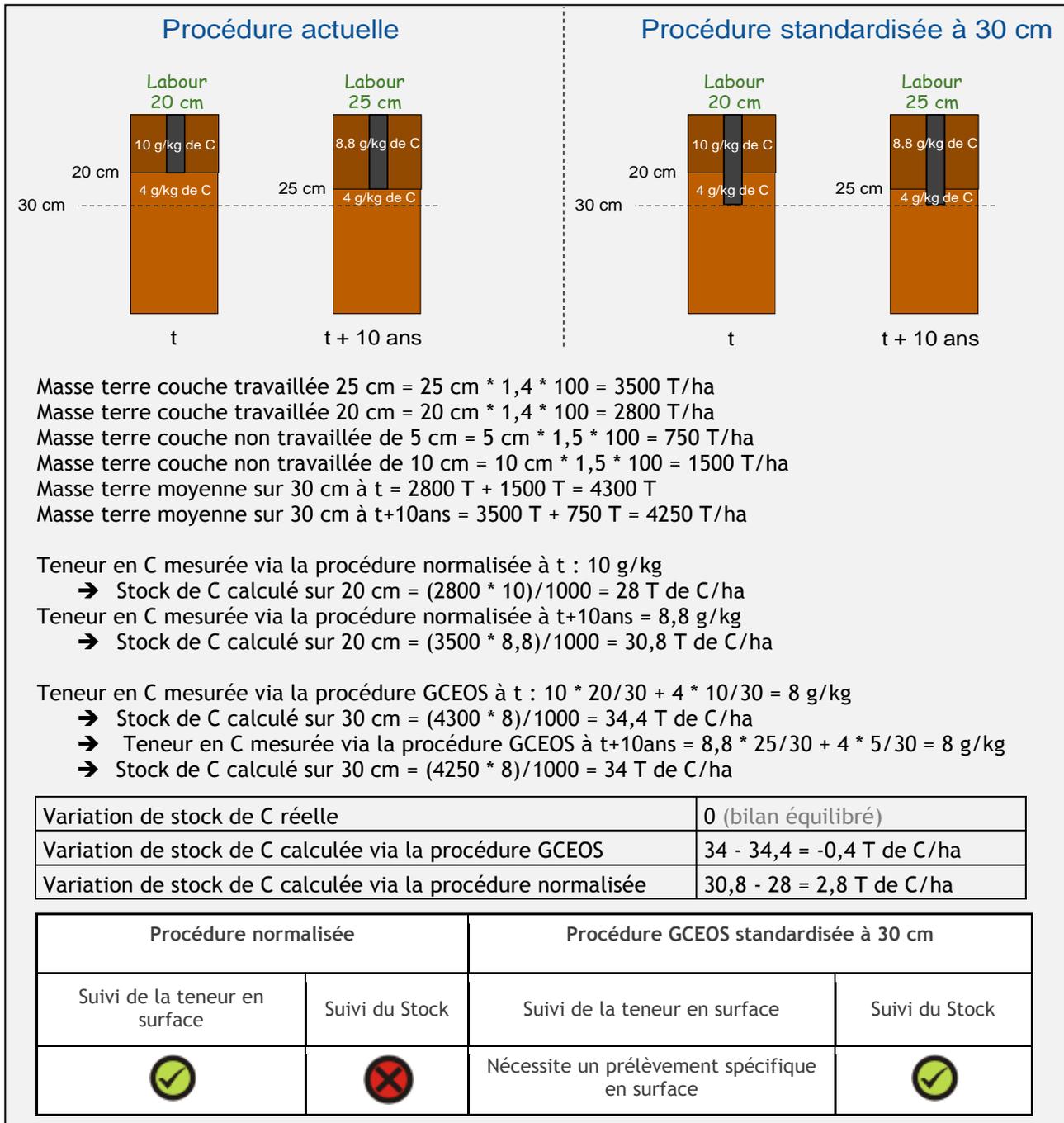


Le stock de carbone mesuré via la procédure GCEOS est très proche du stock réel sur 30 cm (stock calculé à 34,4 T de C et stock réel à 34 T de C). La différence est due à la masse de terre prise en compte (masse moyenne sur 30 cm) pour le calcul du stock à partir de la teneur moyenne mesurée sur 30 cm, alors qu'en réalité, le sol est plus dense sur la partie non travaillée dont la teneur est plus faible. La teneur en C organique étant plus faible dans la partie non travaillée, avec une densité apparente du sol plus importante, le stock de C organique calculé est légèrement surestimé.

Si la profondeur de labour est stable et qu'elle est bien connue par l'agriculteur, la procédure normalisée permet un bon suivi des variations de stock de carbone organique du sol. Néanmoins, l'étude de Favre (2003) a mis en évidence que la profondeur de labour est souvent mal appréciée par les agriculteurs : elle est généralement plus profonde que celle annoncée. Dans ce cas, il est difficile de prélever exactement à la profondeur de labour si celle-ci est mal connue.

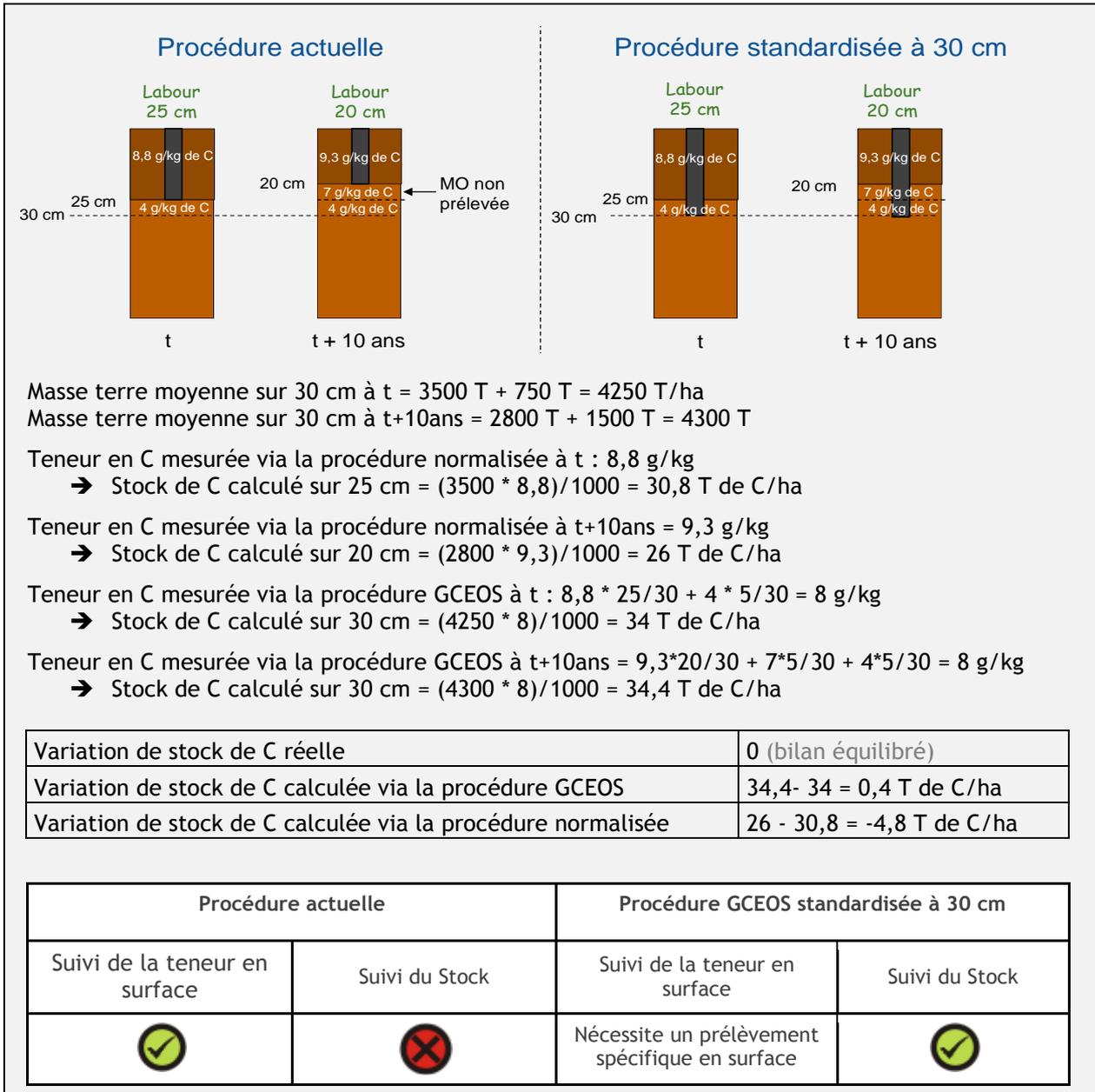
Ainsi, même en cas de profondeur stable de labour, le suivi du stock de C organique est plus précis avec la procédure GCEOS dont la profondeur de prélèvement est standardisée.

## Approfondissement du labour



Lors d'un approfondissement du travail du sol (passage des TCS au labour suite à un problème de désherbage ou approfondissement du labour pour reprendre un tassement), la variation de stock calculée après avoir réalisé le prélèvement selon la procédure GCEOS est fidèle à la réalité. En prélevant à la profondeur de travail du sol, selon la norme, la variation de stock est surestimée puisque la quantité de C prélevé est plus importante après un approfondissement du travail du sol.

## Remontée du labour



Lors d'une réduction de la profondeur de travail du sol (passage au non labour ou diminution de la profondeur de labour pour éviter de trop diluer les matières organiques), la variation de stock calculée après avoir réalisé le prélèvement selon la procédure GCEOS est fidèle à la réalité. En prélevant à la profondeur de travail du sol, selon la norme, la variation de stock est sous-estimée puisque la quantité de C organique prélevé est moins importante après une réduction de la profondeur de travail du sol.

Avec la procédure GCEOS, dans tous les cas où la profondeur de travail du sol est inférieure à 30 cm, le suivi de la teneur en carbone organique du sol en surface nécessite un prélèvement spécifique sur l'horizon de surface.

## IV. Perspectives

La procédure de prélèvement proposée à l'issue du projet GCEOS est établie de façon à permettre le suivi de l'évolution dans le temps du stock de Carbone organique à l'échelle d'une parcelle cultivée.

Or, cette procédure peut être mal adaptée à la détermination des teneurs de la couche travaillée en différents éléments (cas où la profondeur de travail du sol est inférieure à la profondeur de prélèvement), alors que la teneur est le type de résultat d'analyse attendu pour raisonner certaines interventions de fertilisation. C'est le cas, en particulier de la fertilisation phospho-potassique, qui motive une part importante des demandes d'analyses de terre par les agriculteurs.

Le prix des analyses et le coût des prélèvements qui s'y ajoute(\*) restant souvent des freins à un usage généralisé de l'analyse de terre, un agriculteur souhaitera pouvoir utiliser un seul et même prélèvement pour une analyse qui le renseigne à la fois sur le statut organique mais aussi sur les autres paramètres de la fertilité physico-chimique du sol de sa parcelle.

(\*) Compte tenu de la concurrence entre les laboratoires et surtout de la concurrence entre les prestataires qui réalisent les prélèvements, le coût d'un prélèvement est en 2011 de l'ordre de 15 à 25 euros, déplacement et aide au remplissage des fiches de renseignement compris.

Un travail complémentaire est donc nécessaire pour concilier les niveaux et les types d'exigences liées aux différents objectifs poursuivis lors de la réalisation d'une analyse de terre, tout en tenant compte de façon pragmatique aussi des pratiques et usages actuels.

Une des missions du GEMAS<sup>1</sup> est de traiter de cette question. Dans une première étape, la rédaction d'un guide des bonnes pratiques du prélèvement de terre, prenant en compte les pratiques actuelles d'interprétation des analyses de terre en fonction de teneurs et le matériel disponible est en cours.

Mais, pour uniformiser les pratiques de prélèvement, dans quelle mesure peut-on modifier le mode d'interprétation des analyses de terre ?

Pour travailler en ce sens, plusieurs types de contraintes doivent être intégrés (\*\*).

### (\*\*) Exemples de contraintes à prendre en compte : Cas des éléments tels que P et K

Les abaques d'interprétation sont basés sur des concentrations et ont été établies sur des parcelles labourées sur une profondeur de 30 cm environ, or, avec le développement de techniques culturales sans labour, la zone explorée par les racines est de plus en plus verticalement hétérogène, et l'hétérogénéité des échantillons pose un problème analytique. Et l'on sait que :

- Dans un espace limité et homogène, il existe un lien entre concentration et stock.
- Dans un milieu homogène, les plantes sont considérées comme sensibles à la concentration de l'élément dans la solution du sol.
- Dans un milieu hétérogène, les plantes sont plus que proportionnellement sensibles à la concentration mesurée dans l'horizon le plus riche mais les connaissances sur ce sujet restent incomplètes

Et en tout état de cause, les pratiques d'interprétation ne pourront être changées qu'à l'appui de travaux importants assortis d'une validation scientifique solide, exigeants en temps et en moyens d'étude. Ces travaux devront être portés par les instituts techniques agricoles, des laboratoires d'analyses, et des professionnels de la fertilisation, en lien avec les experts de la recherche, le COMIFER<sup>2</sup> et le GEMAS.

L'ensemble de ces travaux pourra déboucher sur la révision de la norme NF X 31-100.

<sup>1</sup> GEMAS : Groupement d'Etudes Méthodologiques et d'Analyses des Sols

<sup>2</sup> COMIFER : Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée

