

**Exercice 3 :**• **Exercice 3.3 : Estimation de la CEC d'un sol**

$$m_{BM\text{ versé}} = V_{BM} \times C_{BM} = 32,5 \cdot 10^{-3} \times 10 = 0,32 \text{ g}$$

(où  $m_{BM}$  = masse de Bleu de Méthylène versé en g,  $V_{BM}$  le volume en L et  $C_{BM}$  la concentration en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )

$$n_{BM} = m_{BM} / M_{BM} = 0,32 / 319,85 = 10^{-3} \text{ moles}$$

(où  $n_{BM}$  = quantité de BM en moles et  $M_{BM}$  = masse molaire du BM en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

$$CEC = n_{BM} / m_{sol} = 10^{-3} / 10 = 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{g}^{-1} = 10 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1} \quad (\text{où } m_{sol} = \text{masse de sol en g})$$

**Exercice 4 :**• **Exercice 4.1 : Effet des êtres vivants sur l'altération de la roche**

a. On teste l'effet de *Streptomyces* sur la vitesse d'hydrolyse de la hornblende (évaluée par la vitesse de libération du Fe). La condition "milieu seul" est un témoin négatif où l'on n'attend aucune libération de Fe. La condition « milieu + *Streptomyces* » permet de vérifier que le Fe libéré provient bien de la hornblende. La condition « milieu + hornblende » permet d'estimer le rôle de *Streptomyces* dans l'altération, comparativement à l'altération purement chimique.

b. La libération de Fe est nulle en absence de hornblende. En présence de hornblende seule, la libération de Fe se fait lentement pendant les 10 premiers jours, à  $0,25 \cdot 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ . Il y a donc lente hydrolyse de la hornblende dans le milieu. En présence de *Streptomyces*, la vitesse d'hydrolyse est de l'ordre de  $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ , soit 6 fois plus grande. Donc *Streptomyces* accélère l'hydrolyse de la hornblende.

c. On peut supposer que *Streptomyces* libère des acides et/ou des enzymes qui catalysent la réaction d'hydrolyse, libérant ainsi du Fe que *Streptomyces* peut absorber et utiliser dans son métabolisme.

d. Les exsudats microbiens libérés par les bactéries et les champignons du sol favorisent l'hydrolyse du minéral, notamment du fait de l'acidité et du maintien d'un environnement aqueux. Le biofilm accélère donc l'altération du minéral (et à plus grande échelle celle de la roche) de façon très importante.

**Exercice 5 :**• **Exercice 5.1 : stock de C des sols**

a. Les stocks de carbone dans les sols sont largement associés au type d'usage du sol. Globalement, les sols soumis à des actions anthropiques plus fréquentes, et comportant des phases de sol nu pendant l'année, contiennent en moyenne moins de matière organique que les sols couverts de manière plus permanente par la végétation.

b. La mise en culture s'accompagne d'une diminution des stocks de carbone dans les horizons jusque 30 cm de profondeur. Cette diminution est deux fois plus importante dans les 5 premiers centimètres. Cela s'explique notamment par une diminution des apports de matière organique (une partie de la biomasse étant exportée en milieu cultivé), par une accentuation de la minéralisation de la matière organique liée à une augmentation de l'aération du sol (labour, sol à nu) et éventuellement par une perte de matière organique liée à l'érosion. Enfin, la diminution possible des densités de micro-organismes, dont les restes sont à l'origine de la formation de matière organique stable, peut également expliquer ce résultat.

c. Pour les prairies exclusivement fauchées, les résultats sont assez contrastées avec parfois une diminution, une stagnation ou un très légère augmentation du C stocké. Dans le cas des prairies mixtes, le stock de C diminue ou se stabilise. Par contre, dans le cas des prairies exclusivement pâturées, on constate une augmentation quasi systématique (entre 4 et 10 ‰) du stock de C des sols. Le pâturage est donc beaucoup plus favorable au stockage de C dans les sols des prairies que la fauche. Ceci pourrait être lié au fait que :

- dans les prairies fauchées, l'ensemble de la biomasse caulinaires est systématiquement prélevée, ce qui n'est pas le cas dans les prairies pâturées où certaines plantes ne sont pas prélevées par les animaux.
- dans les prairies pâturées, il y a d'importants retours de matières organiques par les excréments des animaux, ce qui augmente le flux entrant de C organique dans le sol.

d. Le C organique apporté aux cultures :

- est en partie stocké dans le sol : il reste donc sous forme de particules organiques, en partie protégées de la minéralisation par leur association à des particules minérales au sein des agrégats du sol.
- est en partie minéralisé (entre 60 et 80% des apports) par les décomposeurs du sol.

Ces épandages de PRO présentent donc le double avantage d'augmenter le stock de C du sol (réduisant ainsi la quantité de GES atmosphérique) et de favoriser le développement des micro-organismes et de la pédofaune, ce qui augmente la fertilité du sol par une libération d'ions minéraux issus de la décomposition. Par contre, un tel épandage pourrait être source d'apports de polluants dans les sols (ex : métaux lourds potentiellement contenus dans des boues d'épuration) ou de pollution aux nitrates et aux phosphates du fait de la très grande richesse de certains PRO comme

les lisiers en ces anions peu retenus par les sols.

- **Exercice 5.2 : Effet du labour**

a. On constate une augmentation significative de quasiment tous les groupes en absence de labour. Ce développement de la pédofaune est particulièrement marqué pour les phytophages et les détritivores. Dans le cas des vers, cet effet est très fort pour les épigés et les anéciques, alors qu'il est nul pour les endogés.

Ce développement plus important de la pédofaune en absence de labour est dû :

- à la présence de ressources nutritives plus abondantes pour les niveaux trophiques basaux (apports de matière organique nourrissant les organismes saprotrophes),
- à de plus faibles perturbations directes de l'habitat.

3. b. En absence de labour, le stock de carbone est plus important dans les 10 premiers centimètres (3 t.ha<sup>-1</sup> supplémentaire), mais il est plus réduit dans les horizons entre 20 et 40 cm de profondeur. Au-delà de 40 cm, il n'y a pas de différence significative.

D'après cette étude, l'arrêt du labour provoque donc une redistribution du carbone dans le sol, qui s'accumule alors d'avantage en surface, mais moins en profondeur.

Ceci pourrait être lié au fait que le labour enfouie la matière organique des résidus de cultures accumulés dans l'horizon superficiel, appauvrissant ainsi l'horizon superficiel en C organique, mais enrichissant du même coup les horizons plus profonds. Au final, d'après cette étude, l'effet du labour sur le stock global de C du sol ne serait pas significatif.

- **Exercice 5.4 : Artificialisation des sols**

→ 1 hectare = 100m x 100m = 10000m<sup>2</sup>

La réserve utile en eau correspond à la quantité d'eau qu'un sol peut retenir après ressuyage (infiltration de l'eau de gravité) : il s'agit donc de la quantité d'eau utilisable par les plantes. Les sols à très forte réserve utile en eau sont donc des sols favorables à la production agricole (d'autant plus qu'il s'agit souvent de sol riches en complexes d'échanges, donc avec une forte Capacité d'Echange Cationique (CEC)). Ce sont donc les sols qui réalisent le mieux le service écosystémique de production alimentaire.

→ Chaque année, depuis les années 1980, il y a environ 60000 hectares de sols qui sont artificialisés (soit environ l'équivalent de la surface d'un département français tous les 10 ans). La principale cause de cette artificialisation des sols est le développement de l'habitat individuel aboutissant à un étalement urbain qui grignote les zones agricoles autour des villes. Le développement des réseaux routiers et des infrastructures associées à cette urbanisation (commerce, loisirs...) participent également fortement à cette artificialisation. Le principal problème montré ici est la disparition de sols agricoles, sols nécessaires à la production alimentaire. Par ailleurs, cela peut aussi poser des problèmes du fait de l'imperméabilisation des sols qui favorise les inondations brutales et perturbe le cycle de l'eau.