

Site-atelier de la forêt domaniale de FOUGERES (Ille et Vilaine, France)

(Chronoséquence de Hêtre pur sous climat océanique-tempéré)

Rapport Annuel 2008

Coordinateur **Claude NYS**

Unité BEF
INRA Nancy
54280 Champenoux
nys@nancy.inra.fr
tel : 03.83.39.40.73

Participants :

1. **Unité BEF, INRA Nancy** : Arnaud Legout, Claude Nys, Marie-Pierre Turpault, Bernd Zeller, Serge Didier, Louissette Gelhaye, Noëlle Bouxirot, Isabelle Martin, Séverine Bienaimé
2. **Unité Soils Agronomy and Spatialization (SAS), INRA Rennes** : Chris Flechard, Yannick Hamon
3. **Unité Forest Ecology and Ecophysiology, INRA Nancy** : Nathalie Breda, Hélène Genet, André Granier
4. **UMR8079 (Université Paris-Sud, CNRS, ENGREF), ORSAY, Département Ecophysiologie Végétale, Laboratoire Ecologie Systématique et Evolution (ESE)** : Eric Dufrêne
5. **ONF DT Centre-Ouest, STR, Orléans** : Sandrine Verger, Xavier Mandret, Christian Marochain



Décembre 2008

Introduction générale

Arnaud Legout a soutenu et obtenu son doctorat de l'ENGREF le 28 avril 2008. Il a obtenu les félicitations. La version finale de sa thèse intitulée « Cycles biogéochimiques et bilans de fertilité minérale en hêtraies de plaine » est disponible en format papier. Une version électronique (PDF) est disponible sur demande à l'auteur et sera bientôt disponible sur la plateforme « Pastel ».

Suite à cette thèse des publications sont terminées ou en cours (voir section « Publications » et les encadrés)

Evolution 2008 du site atelier de Fougères

La remise en état du *peuplement Fou2* a été réalisée. L'échafaudage a été surélevé pour recevoir les capteurs de mesures de flux de carbone, azote et poussières. Le chalet pour protéger les équipements a été équipé d'une porte 'blindée' pour éviter de nouvelles effractions.

Des mesures de flux de carbone, de dépôts azotés et de particules sont suivies périodiquement depuis mai 2008. Ces travaux sont menés par l'équipe Inra de Rennes (C. Fléchar) en collaboration avec EEF (A. Granier) de l'Inra Nancy. Les dépôts de particules sont observés par BEF (M.P. Turpault).

En septembre, avec l'appui du personnel local du massif de Fougères, les parcelles du site atelier ont été modifiées :

Parcelle Fou1 : les équipements de la parcelle ont été entièrement démontés, les fosses de réception des solutions rebouchées, les abris démontés ainsi que le grillage. Il y a retour à la gestion normale de la parcelle. Seul reste en place, pour le moment, l'armoire électrique mais le courant a été coupé.

Parcelle Fou3 : les équipements de la parcelle ont été entièrement démontés, les fosses de réception des solutions rebouchées, les abris démontés ainsi que le grillage. Il y a retour à la gestion normale de la parcelle. Seul reste en place, pour le moment, l'armoire électrique mais le courant a été coupé.

Parcelle Fou5 : les équipements de la parcelle de fertilisation ont été entièrement démontés, les fosses de réception des solutions rebouchées. Le grillage est maintenu pour protéger l'expérimentation de décomposition de litières marquées 15N (B. Zeller)

Parcelle Fou4 : les équipements lysimétriques des eaux gravitaires de la parcelle ont été démontés, les fosses de réception des solutions rebouchées, les abris démontés ainsi que le grillage. Un grillage restreint a été installé (20 x 20m) autour des fosses où sont installés les bougies poreuses et les sondes TDR, et l'expérimentation de décomposition des litières marquées 15N (B. Zeller). Cet enclos protège les litières et permettra de refaire un éventuel suivi des flux d'eau et de solutés dans les sols, comme cela est prévu dans la convention « Avenant 15 pour la période 2008 à 2010 ».

Parcelle Fou30 : cette parcelle reste en place dans le cadre de la nouvelle convention de l'avenant 15 avec l'objectif de poursuivre les expérimentations de traçage (A. Legout).

Base de données

Toutes les données sont sauvegardées dans des fichiers électroniques stockés actuellement sur différents systèmes de sauvegarde. Le stockage initialement prévu par Médias-France en liaison avec la base de données des sites ateliers du GIP ECOFOR ne semble pas être possible dans les conditions actuelles. Un nouveau projet (INRA ?) est en cours d'élaboration.

Les données de biomasse concernant le Hêtre et partiellement le Chêne ont été transmises dans le cadre de la thèse d'Astrid Genet sur la modélisation des stocks d'éléments dans les différents compartiments de l'arbre.

Le stockage de tous les échantillons de sols et de végétaux est en cours dans les nouveaux locaux aménagés sur le centre de Nancy en octobre 2008.

Information : la responsabilité scientifique du site atelier de Fougères sera assurée par Arnaud Legout à partir de 2009.

Publications

Revue à comité de lecture

D'Annunzio R., Zeller B., Nicolas M., Dhote J-F., Saint-André L. (2008) Decomposition of European beech (*Fagus Sylvatica*) litter: combining quality theory and ^{15}N labelling experiments. *Soil Biol. Biochem.* 40: 322-33.

Legout A., Nys C., Picard J-F., Turpault M-P., Dambrine E. (In press) Effects of the Lothar Storm (1999) on the chemical composition of soil solutions and on herbaceous cover, humus and soils (Fougères, France). *Forest Ecology and Management*.

Legout A., Legout C., Nys C., Dambrine E. (Accepté) Preferential flow and slow convective chloride transport through the soil of a forested landscape (Fougères, France). *Geoderma*.

Thèses

Legout A. (2008) Cycles biogéochimiques et bilans de fertilité minérale en hêtraies de plaine. Thèse. ENGREF. 283 p.

Le site atelier sert aussi de support à la thèse de Hélène Genêt (EEF Nancy). La base de données sur les biomasses sert dans le cadre de la thèse d'Astrid Genet (Université Savoie, Cirad) pour l'aspect modélisation des distributions des éléments dans les compartiments du Hêtre et du Chêne.

Publications de vulgarisation

Nys C., Legout A., Lecointe S., Walter C. (2008) Incertitudes sur les stocks de carbone dans les forêts françaises. *Forêt-entreprises*. n° 181. Juillet 2008.

Legout A., Nys C., Turpault M-P., Hamon Y., Hossan C., Gelhaye L. (Soumis) Bilan de fertilité minérale d'une chronoséquence de hêtre (Fougères, France) : incidence des pratiques sylvicoles sur la dynamique du système. *Rendez vous Technique – ONF*.

Legout A., Nys C., Picard J-F., Dambrine E., Kieffer C. (Soumis) Effets de la tempête de 1999 sur le fonctionnement d'un peuplement de hêtre âgé de 90 ans (Fougères, France). *Rendez vous Technique – ONF*.

Legout A., Nys C., Walter C., Didier S., Dutin G. (Soumis) Une méthode de cartographie des réserves des sols en nutriments et diagnostics nutritionnels associés. *Rendez vous Technique – ONF*.

Hatton, P-J, (2008) Movement of ^{15}N label into stable mineral-organic matter associations. *Rapport Master II Fage*.

Kleber, M., Derrien D., Hatton P.J., Lajtha K., Zeller B. (2008) Using sequential density fractionation to track the incorporation of ^{15}N from labeled beech litter into mineral-organic associations. *AGU. San Francisco. Com. Orale*.

Hatton P.J., Kleber M., Lajtha K., Derrien D., Zeller B. (2008) Incorporation of nitrogen from decomposing ^{15}N -labeled beech litter into soil density fractions after 10 year field incubations. *JESIUM 2008. Presqu'Île de Giens. Poster*.

Encadré n°1 – THESE Arnaud Legout (soutenue le 28/04/2008) : Cycles biogéochimiques et bilans de fertilité minérale en hêtraies de plaine

Résumé :

Dans un contexte de changement climatique et de production de bois énergie, une amélioration de la compréhension du fonctionnement des hêtraies de plaine dans leur aire de répartition actuelle semble nécessaire. Ces travaux de recherche apparaissent primordiaux notamment sur les hêtraies à faible fertilité minérale, celles-ci étant par définition plus sensibles aux perturbations extérieures. La hêtraie de Fougères (35-France), caractérisée par une faible fertilité minérale, a été étudiée au cours de ce travail.

L'objectif général de ce travail est de réaliser un état des lieux du fonctionnement minéral de la hêtraie de Fougères, sur l'ensemble d'une révolution forestière. Une approche par chronoséquence a été utilisée, les âges des peuplements étudiés couvrant l'ensemble de la révolution forestière (8 ans, 25 ans, 80 ans et 145 ans). Une approche par bilan de fertilité a par ailleurs été retenue, ces bilans constituant un des outils pertinents pour le diagnostic global de l'évolution d'un système. Le calcul des bilans de fertilité minérale et l'étude des cycles d'éléments nutritifs au sein de l'écosystème ont été réalisés sur chaque peuplement pour des segments temporels de 7 ans (1998-2004).

Les substrats de Fougères sur lesquels les sols se sont développés sont pauvres et s'ensuit donc une fourniture limitée d'éléments nutritifs par altération. Les flux de K et le Mg libérés par altération sont néanmoins élevés sur l'ensemble du profil et particulièrement les flux de Mg dans la zone de mélange arène-limons. La quantité estimée de Ca et P libérée par altération des minéraux sur la tranche 0-120 cm des sols est quand à elle très faible.

Les apports atmosphériques sont un des piliers majeurs de la durabilité de cet écosystème à faible fertilité minérale, notamment pour un élément limitant comme le Ca. La majorité des apports atmosphériques d'éléments nutritifs sont en baisse sur la période 1998-2004 et cette baisse est également visible sur la quantité d'éléments en circulation dans les sols de Fougères. Si cette tendance se prolonge dans le temps, la fertilité de l'écosystème pourrait en pâtir.

Les pertes de nutriments par drainage, à la profondeur de 120 cm, sont relativement similaires quelque soit l'âge du peuplement. Nous avons montré par ailleurs que l'effet de l'âge des peuplements de hêtre sur les stocks disponibles présents dans les humus et les sols de Fougères n'est pas significatif. Le faible niveau de fertilité minérale de l'écosystème de Fougères pourrait expliquer ces constats.

Les bilans de fertilité minérale sont positifs pour les éléments Mg, K et P, quelque soit l'âge des peuplements de la chronoséquence. Pour le Ca, les bilans de fertilité minérale sont positifs dans les jeunes peuplements (8 ans et 25 ans) et négatifs dans les peuplements les plus vieux (81 ans et 145 ans). Les pertes liées à la récolte de biomasse, qui augmentent fortement avec l'âge des peuplements, sont responsables du bilan négatif de Ca dans les peuplements âgés de plus de 50 ans. Les bilans de fertilité minérale calculés montrent que les pertes liées à la récolte de biomasse expliquent majoritairement l'évolution des bilans de fertilité avec l'âge des peuplements.

Mots clefs : hêtre (*Fagus sylvatica* L.), flux d'éléments, nutriments, cycle biogéochimique

Encadré n°2 - Bilan de fertilité minérale d'une chronoséquence de hêtre (Fougères, 35) : incidence des pratiques sylvicoles sur la dynamique du système

Dans cette étude, des bilans de fertilité minérale ont été établis sur la période 1998-2004 pour chaque peuplement de la chronoséquence de Fougères. Les bilans de fertilité minérale ont été calculés pour le calcium, le magnésium, le potassium et le phosphore, ces nutriments étant généralement les plus limitants pour la nutrition des peuplements dans les écosystèmes forestiers à faible fertilité minérale (cas de la hêtraie de Fougères). L'interprétation d'un bilan, calculé sur une période donnée est la suivante :

- **un bilan positif** signifie que les quantités de nutriments entrant dans l'écosystème pendant la période étudiée sont supérieures aux quantités sortant de l'écosystème pendant cette même période : le stock de nutriment assurant la nutrition du peuplement est donc en augmentation, **la fertilité n'est pas menacée** et la **durabilité de l'écosystème n'est pas remise en question** ;

- **un bilan négatif** signifie que les quantités de nutriments entrant dans l'écosystème pendant la période étudiée sont inférieures aux quantités sortant de l'écosystème pendant cette même période : le stock de nutriments assurant la nutrition du peuplement est donc en diminution, **la fertilité est menacée** et **la durabilité de l'écosystème est remise en question. L'écosystème est en danger si aucun redressement n'est envisagé.**

Les bilans de fertilité minérale sont positifs pour le magnésium, le potassium et le phosphore, quel que soit l'âge des peuplements de la chronoséquence. Les pertes élevées de magnésium par drainage dans les différents peuplements de la chronoséquence sont en effet compensées par les apports élevés de magnésium libéré par altération des minéraux. Les apports élevés de potassium libéré par altération des minéraux sont également responsables des bilans positifs observés pour cet élément. Cependant, les bilans de fertilité minérale établis pour les différents âges de la chronoséquence ne sont jamais supérieurs à + 4 kg.ha.an⁻¹ pour le magnésium et + 1.2 kg.ha.an⁻¹ pour le phosphore. Si l'on ajoute à cela la variabilité interannuelle des apports atmosphériques et des pertes par drainage, les bilans de fertilité minérale pour le magnésium et le phosphore sont alors très proches de l'équilibre. Ce constat démontre la fragilité du système, une perturbation extérieure pourrait en effet rapidement engendrer des bilans négatifs pour ces deux éléments. D'autre part, l'équilibre des bilans n'implique pas nécessairement que la nutrition minérale des peuplements soit avérée. En effet, si l'on considère un prélèvement de nutriments principalement localisé en surface des profils pour le hêtre, les peuplements ne profiteraient pas des quantités élevées de magnésium et potassium, très majoritairement libérés en profondeur (de 80 à 120 cm de profondeur).

Les bilans de fertilité minérale sont positifs pour le calcium dans les jeunes peuplements (8 ans et 25 ans) en raison des retours au sol des rémanents de coupe et des faibles exportations de biomasse. Les bilans deviennent négatifs dans les peuplements les plus vieux (81 ans et 145 ans). Les pertes liées à la récolte de biomasse, qui augmentent fortement avec l'âge des peuplements, induisent ce bilan négatif dans les peuplements âgés de plus de 50 ans : les quantités de calcium entrant dans l'écosystème ne compensent pas les pertes et la durabilité de l'écosystème est menacée. La sylviculture pratiquée à Fougères est donc ici remise en question, avec des exportations de biomasse trop intensives dans les peuplements les plus âgés de la hêtraie.

Dans les différents termes pris en compte dans le calcul d'un bilan de fertilité minérale (*Apports atmosphériques, Apports par altération, Pertes par drainage, Pertes liées à l'exportation de biomasse*), le terme « pertes liées à l'exportation de biomasse » est le plus modulable par l'homme à court terme ; le sylviculteur peut en effet fortement influencer le bilan de fertilité au travers des pratiques et conduites sylvicoles choisies. Quelques recommandations d'ordre général, déjà suivies à Fougères (indiquées par ce symbole **[*]**) ou qu'il serait souhaitable de mettre en place, visant au maintien de la productivité et à la pérennité de l'écosystème, peuvent être proposées.

Sylviculture adaptée :

- Proscrire les coupes à blanc **[*]** qui peuvent occasionner des pertes importantes de nutriments ;
- Pratiquer des transitions très progressives entre les révolutions forestières et préserver au maximum la strate herbacée pendant ces transitions ;
- Récolter les arbres à un âge suffisamment avancé **[*]** pour limiter les exportations de nutriments contenu dans la biomasse ;

- Limiter (écorce, branches) ou proscrire (racines et feuilles **[*]**) la récolte des compartiments anatomiques de l'arbre les plus riches en nutriments ;
- Proscrire l'incinération des rémanents **[*]** ;
- Répartir les rémanents issus d'une éclaircie ou d'une coupe finale de façon homogène sur l'ensemble de la parcelle ;

Peuplements mélangés :

L'effet acidifiant d'une essence comme le hêtre, entre autre à cause des propriétés de sa litière, peut être diminué en la mélangeant à une ou plusieurs autres essences (par exemple le chêne). En comparaison des peuplements monospécifiques, les litières de peuplements mélangés favorisent généralement l'augmentation de la diversité de la faune fongique et plus généralement l'augmentation de la richesse biologique du sol, par la multiplication des niches écologiques.

La Bretagne est une région propice à l'implantation naturelle de la chênaie Atlantique. Le chêne, essence réputée moins « acidifiante » que le hêtre, est déjà mélangé au hêtre dans certaines parcelles forestières de la forêt de Fougères **[*]**. L'augmentation progressive de la proportion de chêne en mélange avec le hêtre serait bénéfique à la fertilité minérale des sols de Fougères. En comparaison d'un peuplement pur de hêtre, un mélange hêtre-chêne permettrait une meilleure dégradabilité de la litière et une diminution de ses propriétés acidifiantes et altérantes.

Amendements raisonnés :

La pratique de l'amendement raisonné, contrairement à la fertilisation, vise au maintien ou à la restauration de la fertilité minérale et non à une augmentation de la productivité. La pratique de l'amendement consiste en un apport à la surface du sol de carbonate (Ca, Mg) complété si besoin de P, K afin d'éviter des déséquilibres secondaires. Les fertilisations uniquement azotées sont à éviter, celles-ci pouvant provoquer des déficiences en d'autres nutriments, comme par exemple le Mg. Les traitements de fertilisation complets (N, P, K et Ca) ont généralement des effets plus marqués que les traitements uniquement calciques (Ca).

L'apport d'amendements sur des sites à très faible fertilité minérale est particulièrement bénéfique. En effet, de nombreux auteurs ont montré consécutivement à l'apport d'amendements, des remontées des pH du sol, du taux de saturation du sol, de la biodiversité floristique ou faunistique et des diminutions des épaisseurs des humus. D'autre part, la pratique de l'amendement conduit généralement à des augmentations de croissances radiales et en hauteur des peuplements, même si ce n'est pas l'objectif premier recherché.

A Fougères, les apports d'amendement pourraient dans un premier temps se limiter aux plantations ou régénérations, les effets bénéfiques d'un amendement étant observables plus de 20 ans après l'application.

Pour conclure, les bilans de fertilité minérale établis au cours de ce travail démontrent que le calcium est le nutriment le plus limitant pour la nutrition des peuplements de Hêtre à Fougères. D'autre part, les bilans de fertilité minérale démontrent que les pertes liées à la récolte de biomasse expliquent majoritairement l'évolution des bilans avec l'âge des peuplements. Même si les bilans se sont révélés négatifs uniquement pour le calcium, les bilans pour le magnésium, potassium et phosphore sont très proches de l'équilibre, ce qui démontre la fragilité du système. La sylviculture pratiquée à Fougères est remise en question dans ce travail. Les exportations de biomasses sont en effet trop intensives dans les peuplements les plus âgés de la hêtraie. Dans le contexte actuel de baisse des apports de nutriments par les dépôts atmosphériques, les futurs plans de gestion sylvicole de la forêt de Fougères devront prendre en considération ces mises en garde ; la fréquence des exploitations et la gestion des rémanents devront être repensés, la durabilité de cette hêtraie en dépendant.

Encadré n°3 - La tempête de 1999 : effet d'une coupe à blanc involontaire sur le fonctionnement d'une hêtraie de 80 ans (Fougères, 35)

L'étude de l'effet de la tempête de 1999 sur la qualité des solutions de sol du site Fou81ans Tempête (Fou 3) a permis d'une part de mieux comprendre l'impact éventuel d'une sylviculture dure sur cet écosystème à faible fertilité minérale et d'autre part d'appréhender l'effet d'un arrêt du recyclage interne des éléments chimiques par la végétation.

La tempête de décembre 1999 a entraîné une ouverture brutale du milieu, déclenchant la minéralisation de l'humus ; l'humus de type Moder avant la tempête s'est rapidement transformé en humus de type Mull. En l'absence de végétation, les nitrates produits en surface ont alors migré vers la profondeur par transfert matriciel, les concentrations aux profondeurs de -10cm et -30cm augmentant au cours de l'année 2000. Une végétation herbacée a ensuite progressivement remplacé la strate arborée présente avant la tempête, prélevant le nitrate en surface et limitant ainsi une lixiviation vers la profondeur. Le transfert matriciel étant un processus lent, les concentrations en nitrate des solutions de sol ont augmenté environ un an après la tempête aux profondeurs de -55, -80 et -120 cm puis ont diminué pour se stabiliser en 2002. La lixiviation des nitrates (anion vecteur) a été accompagnée d'une migration d'Al, de Mg, de K et de Ca dans le profil de sol (en fonction de leur disponibilité relative dans le profil de sol). Après l'installation définitive de la strate herbacée, les concentrations d'éléments dans les solutions de sol retrouvent des niveaux proches de ceux mesurés avant la tempête.

Trois points sont à souligner :

i) Cette étude démontre que l'ouverture du milieu et l'arrêt du recyclage interne des éléments chimiques par la végétation (arborée ou herbacée) peut entraîner des pertes importantes de nutriments et donc qu'une sylviculture brutale peut avoir un impact fort sur ce type d'écosystème, à très faible fertilité minérale.

ii) D'autre part, un étalement temporel du phénomène observé suite à la tempête pourrait se rapprocher d'une fin de révolution forestière et passage à la suivante; dans ce cas, si l'étalement temporel du phénomène est bien géré, il peut devenir fortement bénéfique pour cet écosystème à faible fertilité minérale, la libération très progressive des nutriments contenus dans la litière réapprovisionnant progressivement le système sol-plante.

iii) Enfin, les vitesses de transfert du nitrate par flux convectif lent au travers de la matrice de sol du Fou81ans Tempête (Fou 3), sont proches de celles mesurées lors d'une expérimentation de traçage au chlorure réalisée sur un peuplement voisin (Fou81ans 2000 ou Fou 30).

Encadré n°4 - Traçage au chlorure des voies de circulation de l'eau dans les sols d'une hêtraie de 80 ans (Fougères, 35)

Une expérimentation de traçage anionique au chlorure a été menée sur le site Fou81ans 2000 (Fou 30) pour mieux comprendre le fonctionnement hydrique des sols de Fougères. Une lame d'eau enrichie en chlorure ($[Cl^-] = 616 \text{ mg.l}^{-1}$) a été apportée à la surface du sol en mars 2006 et son transfert dans le sol a été suivi pendant 18 mois. Les principaux acquis sont les suivants :

- Deux types de transferts cohabitent dans les sols de Fougères : un transfert rapide (de 300 à 600 mm/jour) par écoulement préférentiel et un transfert lent (de 2 à 3 mm/jour) au travers la matrice de sol ;
- Les écoulements préférentiels dépendent des conditions d'humidité du sol et de la pluie incidente : ils se produisent lorsque le sol est proche de la saturation mais leur mise en fonctionnement n'est pas écartée pendant la saison de végétation ;
- Les écoulements préférentiels concernent moins de 10% du volume total de sol alors que le transfert matriciel concerne l'ensemble de la porosité (~40% du volume total de sol) ;
- Une approche par bilan de masse a montré que tout au long de l'expérimentation, environ 17 % de la masse de traceur apportée a été transféré au delà de 120cm (zone classiquement explorée par les racines) par écoulement préférentiel ;
- Les structures responsables des écoulements préférentiels dans les sols de Fougères sont probablement les macropores et les biopores jusqu'à une profondeur de 55 cm et les glosses dans les horizons sous-jacents, celles-ci se prolongeant jusque dans l'arène granitique ;
- Les lysimètres sans tension collectent majoritairement de l'eau de drainage rapide, d'une qualité proche de l'eau apportée à la surface du sol, alors que les bougies poreuses collectent majoritairement de l'eau faiblement liée en mélange avec des eaux de drainage rapide ;

Trois points sont à souligner :

- i) Dans cet écosystème à faible fertilité minérale, les écoulements préférentiels, même s'ils concernent un volume très restreint de sol, peuvent transférer très rapidement des éléments nutritifs en by-passant la zone racinaire.
- ii) D'autre part, la minéralogie des glosses corrobore l'hypothèse d'écoulements préférentiels majoritairement localisés dans les glosses au delà de 55 cm de profondeur.
- iii) Enfin, la méthode classique de couplage des concentrations des solutions collectées par les lysimètres sans tension aux flux d'eau drainés ne semble pas idéale pour l'écosystème de Fougères.

Encadré n°5 - Suivi par fractionnement densimétrique de l'incorporation de l'azote de litières de hêtres marquées dans les associations organo-minérales

**Pierre-Joseph HATTON (1,2), Delphine DERRIEN (2), Markus KLEBER (1),
Kate LAJTHA (3), Bernd ZELLER (2)**

- (1) *Department of Crop and Soil Science, Oregon State University, USA*
- (2) *Unité Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers, INRA-Nancy, France*
- (3) *Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, USA*

En raison de leur biochimie, les composés azotés du sol ont longtemps été supposés majoritairement labiles et biodégradables. De nombreuses études ont cependant montré qu'en dépit des difficultés rencontrées pour les quantifier (Rillig et al., 2007), ces composés sont particulièrement stables (Sollins et al., 2007). Cette stabilisation peut, entre autres, s'expliquer par interaction avec des phases minérales et formation complexes organo-minéraux.

Afin d'explorer la part des associations organo-minérales dans la stabilisation de l'azote, nous avons suivi l'incorporation d'azote marqué (^{15}N) dans des fractions densitométriques séquentielles de deux Alocrisols forestiers acides (Steinkreuz, Allemagne et Fougères, France). Les échantillons furent collectés 8 et 12 ans après application de litières de hêtre enrichies en ^{15}N (marquage) ou non (abondance naturelle) sur les 2,5 premiers centimètres de l'horizon A. Le traceur ^{15}N a été suivi dans des fractions de densité croissante ségrégant la matière organique libre (fractions légères) et les associations organo-minérales (fractions denses). Sur chacune des sept fractions isolées de chaque modalité, les caractéristiques organiques (concentrations en carbone (C) et en azote (N) ; ratio C/N ; ^{13}C et ^{15}N) et minérales (oxalate et dithionite) ont été mesurées et les distributions relatives du ^{15}N et de l'azote total calculées.

En abondance naturelle, nos résultats corroborent l'observation selon laquelle le caractère microbien de la matière organique du sol (MOS) s'accroît à mesure que la densité des fractions augmente, suggérant un arbitrage microbien des interactions entre MOS et surfaces minérales. Dans les deux sols, nous observons que le traceur ^{15}N a été incorporé dans toutes les fractions de sol. Deux tiers du ^{15}N se trouve dans les fractions légères, concentrant la matière organique libre, tandis que le tiers restant est incorporé dans les fractions denses, au sein d'associations organo-minérales. Nous concluons donc que ces associations organo-minérales sont des entités relativement réactives à l'échelle de la décennie.