

# **Mise au point d'outils robustes d'estimation de la richesse minérale et de la production d'azote minéral du sol utilisant la valeur indicatrice de la flore, des formes d'humus et de la pédofaune.**

**Michaël Aubert, Laurent Bergès, Bernard Jabiol,**

L'objectif général de ce projet vise à mettre au point des indicateurs robustes d'estimation de la richesse minérale du sol par la flore et les formes d'humus. Il se décompose en deux principaux volets.

Le premier volet consiste, à partir de bases de données préexistantes, à tester si la flore constitue un indicateur robuste de la richesse minérale du sol, à différentes échelles spatiales (du massif au territoire national).

Le second volet consiste à tester si le type d'humus est aussi un bon indicateur de la richesse minérale du sol. Le premier objectif de ce volet est de tester, à partir de bases de données préexistantes, la pertinence de la typologie des formes d'humus pour rendre compte de la disponibilité en nutriments du sol, de comparer la précision de l'outil à différentes échelles spatiales (locale, régionale, nationale) ainsi que l'intérêt de la prise en compte des caractéristiques fines de l'humus pour améliorer l'estimation de la richesse minérale. Le second objectif consiste à approfondir, les relations existant entre la morphologie, la biologie de l'épisolum humifère et la minéralisation de l'azote afin de compléter les indicateurs de richesse minérale du sol par des indicateurs simples de fonctionnement en terme d'azote disponible facilement assimilable par les plantes.

## **Volet 1 : Utilisation des valeurs indicatrices de la flore pour caractériser la richesse minérale du sol**

**(Bergès L., Gégout J-C., Legrand C., Chevalier R.)**

Nous avons cherché à valider la pertinence des nouvelles valeurs indicatrices (VI, indices de pH, S/T et C/N issus de la BD Ecoplant) pour rendre compte de la disponibilité en nutriments du sol, par le biais du calcul au niveau d'un relevé de la valeur indicatrice moyenne (VIM). Nous avons tenté d'optimiser la méthode de calcul de la VIM puis testé la robustesse des méthodes de prédiction de la richesse minérale par la flore selon la qualité des relevés.

Nous avons montré sur différents jeux de données que les indices pH, S/T, C/N issus d'Ecoplant sont d'aussi bons sinon de meilleurs prédicteurs que les indices R et N d'Ellenberg. Globalement, les indices d'Ellenberg ou Ecoplant sont de bons ou de très bons prédicteurs du pH et du taux de saturation, mais de moins bons prédicteurs de la disponibilité en azote dans le sol.

Les pistes d'optimisation de l'outil testées indiquent que : (1) il n'est pas nécessaire d'élaborer des VI régionales pour prédire la richesse minérale au sein de cette région : les VI nationales sont d'aussi bons et mêmes de meilleurs prédicteurs ; (2) il est inutile de tenir compte du coefficient d'abondance-dominance des espèces dans le calcul de la VIM ; (3) il est inutile de privilégier les espèces de faible amplitude écologique vis-à-vis du gradient étudié au dépend des espèces à large amplitude; (4) la prise en compte des caractéristiques dendrométriques du peuplement (âge en futaie régulière et/ou volume total si les types de peuplement incluent d'autres types de peuplement) permet d'améliorer la prédiction de la richesse par la flore ; (5) il est préférable de ne pas sélectionner les espèces uniquement forestières pour le calcul de la

VIM car lorsqu'on enlève les autres espèces (péri- et non-forestières), la prédiction est fortement dégradée.

Les approches menées pour tester la robustesse de l'outil VIM permettent de conclure que : (1) la VIM semble assez robuste au retrait des bryophytes, mais les résultats nous semblent fragiles et nous conseillons donc de continuer autant que possible d'inventorier les bryophytes ; (2) la VIM s'avère relativement robuste au retrait des espèces difficiles à identifier et/ou identifiables une partie de l'année seulement ; (3) la VIM est assez robuste face au niveau d'exhaustivité du relevé et l'essentiel de l'information apportée par la flore est acquise au bout de 10 à 15 min.

Une modernisation des outils de diagnostic stationnel nous semble désormais envisageable et les gestionnaires auraient intérêt à recourir au calcul d'une valeur indicatrice moyenne pour estimer la richesse minérale du sol (pH, S/T ou C/N).

### **Volet 2, objectif 1 : Analyse du lien entre type d'humus et certaines caractéristiques chimiques de l'horizon A.**

(Jabiol B., Gégout J-C., Gadenne J., Weisse G., Pierrat J-C.)

Le traitement des données de la base EcoPlant a permis de chercher des relations entre formes d'humus et caractéristiques écologiques des stations. Il a été montré qu'à l'échelle de la France les formes d'humus sont extrêmement liées aux caractères chimiques des horizons A, et particulièrement pH, taux de saturation et rapport C/N. Elles s'ordonnent écologiquement en fonction de ces variables, des formes mors et dysmoders aux eumulls pour pH et S/T croissants et C/N décroissant. Les amphimulls s'inscrivent cependant mal dans cet ordonnancement écologique, justifiant leur non rattachement à la famille des mulls. Ces relations effacent, pour l'échantillon traité, l'influence éventuelle des facteurs climatiques et celle de l'essence. Les relations sont inchangées entre le Nord Ouest et le Nord est de la France. Chaque forme d'humus ne se distingue pas forcément statistiquement des formes voisines pour ces facteurs analytiques à cause d'une variabilité encore forte dont la source n'a pu être définie. L'analyse d'un sous échantillon a permis de montrer que la prise en compte de l'épaisseur des couches et de leur continuité n'améliore pas les relations, la prédiction des variables chimiques par la description des formes d'humus restant aléatoire. Les caractéristiques chimiques expliquent 50% de l'ordonnancement des placettes issu de ces variables descriptives.

### **Volet2, objectif 2 : Etude approfondie du lien entre morphologie, biologie et fonctionnement des types d'humus**

(Aubert M., Trap J., Brethes A., Jabiol B., Ponge J-F., Akpa-Vinceslas M., Margerie P., Hedde M., Chauvat M., Bureau F.)

Différents épisolums humifères développés sur des sols forestiers acides limono-sableux à limoneux et de pHeau variant de 3.7 à 5.2 dans l'horizon A ont été décrits au champs et prélevés afin d'estimer leurs capacités de minéralisation et de nitrification potentielles (CMP & CNP) au laboratoire. La gamme d'épisolum étudiée allait des mésomulls jusqu'aux dysmoders.

Les formes d'humus de type moder échantillonnées présentaient des CMP significativement supérieures à celle des mulls. Les moders ne différaient pas significativement entre eux tandis qu'au sein des mulls, paradoxalement, les mésomulls avaient les CMP les plus faibles. Ces résultats s'expliquent essentiellement par les fortes CMP des horizons O dans les moders

tandis que celles des 5 premiers centimètres du solum étaient relativement faibles et sans différences significatives entre les différentes formes d'humus. Concernant les CNP, aucune différence significative entre formes d'humus ne fut mise en évidence même si les organismes décomposeurs à l'origine du processus variaient entre les moders. Certains moders présentaient une nitrification d'origine fongique alors que pour d'autres elle était d'origine bactérienne.

En termes de morphologie de l'épisolum, ces différences fonctionnelles se traduisent par la présence de matière organique fine dans les horizons O. Le pourcentage de recouvrement des horizons OF et OH, l'épaisseur de l'horizon OH, le pourcentage de matière organique fine dans l'horizon OF, le pourcentage de boulettes fécales et de MO figurée dans l'horizon OH, ainsi que le pourcentage de composants végétaux blanchis dans les horizons OL<sub>v</sub> et OF peuvent être considérés comme de bons indicateurs des CMP pour les épisolums échantillonnés. La présence ou l'absence d'un horizon OF<sub>m</sub> à structure mycogène au sein des moders semble indiquer l'opposition, respectivement, nitrification fongique *versus* nitrification bactérienne.

En conclusion, l'étude a montré que la classification morphologique française des formes d'humus (AFES 1995; Jabiol et al. 1995) présentait réellement un caractère indicateur fonctionnel en terme de minéralisation de l'azote et que la prise en compte des caractéristiques fines de l'humus pouvait renseigner sur l'efficacité des processus ainsi que sur les organismes décomposeurs impliqués dans la nitrification.

AFES, 1995. Référentiel pédologique. INRA.

Jabiol, B., Brêthes, A., Ponge, J.-F., Toutain, F., Brun, J.-J., 1995. L'humus sous toutes ses formes. ENGREF, Nancy.