

Composante spatiale de la variabilité des formes d’humus en fonction du type de peuplement

Hugues Santin-Janin

Problème pratique de statistique dssb08

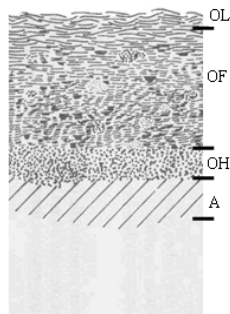


Figure 1 : Vue en coupe d’un *episolium humifere*

Table des matières

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Introduction | 2 |
| 2 | Objectif | 2 |
| 3 | Définition et nomenclature des formes d’humus | 3 |
| 4 | Données | 3 |
| 4.1 | iden | 3 |
| 4.2 | peup | 4 |
| 4.3 | desc_iden | 4 |
| 4.4 | hori_qual | 4 |
| 4.5 | hori_quant | 4 |
| 4.6 | fact_bio | 5 |
| 5 | Questions | 5 |
| | Références | 5 |

1 Introduction

Tout ce qui suit est explicité dans un article de Michaël Aubert *et al.* (2006)[2]. Les données sont communiquées par le groupe de recherche ECODIV, UPRES-EA 1293, Université de Rouen qui en autorise l'accès. On trouvera des détails dans la thèse du premier auteur [1].

Les études portant sur la dynamique de la matière organique dans les sols constituent des axes de recherches privilégiés en Sylviculture. En effet, un fort taux de décomposition et de minéralisation de la matière organique au sein de l'episolum humifère améliore la croissance des arbres et la productivité à long terme des peuplements via la remise à disposition des éléments nutritifs immobilisés dans les litières.

Les propriétés des horizons organiques du sol, sont conditionnées par les essences qui composent le peuplement, et par leurs répartition spatiale au sein de celui-ci. Cela est lié au fait, que la composition chimique des feuilles diffère considérablement entre espèces, et par conséquent, modifie la vitesse de décomposition et la qualité de l'humus. Par exemple, on sait que la litière du Charme (*Carpinus betulus*) est de meilleure qualité que celle du Hêtre (*Fagus Sylvatica*) i.e. Carbone/Azote (C/N), lignine/N plus faibles. Elle est plus facilement dégradée par les organismes du sol. Le Charme est considéré comme une espèce dite à *litière améliorante*. Ainsi, dans un peuplement mixte de Hêtres et de Charmes, les propriétés chimiques des feuilles de Charmes sont susceptibles (i) d'améliorer la décomposition au sein de l'episolum humifère et (ii) d'introduire, en fonction de la répartition spatiale du Charme, une variabilité au sein de l'episolum.

Face à ce constat, l'enjeu à terme pour les sylviculteurs, est de déterminer les conditions de plantation des peuplements mixtes (par bouquets, pied par pied...), qui maximisent les bénéfices en terme de qualité d'humus, liés à la présence et à la répartition des espèces à *litière améliorante* dans les peuplements à litière de mauvaise qualité.

2 Objectif

Le but principal est de déterminer l'influence de la composition de la canopée sur la variabilité des formes d'humus à l'échelle du peuplement. Plus particulièrement, il s'agit de caractériser l'hétérogénéité spatiale de la variabilité des formes d'humus en fonction du type de peuplement. Pour ce faire, nous comparons la qualité de l'humus entre un peuplement pur (Hêtre) et un peuplement mixte (70% Hêtre, 30% Charme).

On cherche à tester quatre hypothèses :

1. La variabilité des formes d'humus est plus grande sous un peuplement mixte, que sous un peuplement pur.
2. L'humus est en moyenne plus actif sous un peuplement mixte, que sous un peuplement pur.
3. L'hétérogénéité des formes d'humus est plus grande sous un peuplement mixte, que sous un peuplement pur.
4. L'effet améliorant de la litière du Charme, est limité à la distribution de sa litière, et ne diffuse pas dans les zones dominées par le hêtre.

3 Définition et nomenclature des formes d'humus

Selon le nouveau référentiel pédologique[3], les horizons de sols contenant de la matière organique (figure1) peuvent être divisés en (i) horizons holorganiques (horizons O) pratiquement sans matériel minéral, et, (ii) en horizons organo-minéral (horizon A) en-dessous. Les horizons O peuvent être divisés en trois types, selon le degré de transformation de leur litière :

OL composé de feuilles pratiquement intactes et de fragments de bois. Cet horizon peut être divisé en (i) OLn, composé d'une litière de moins d'un an non décomposée, et (ii) OLv, composé d'une litière de plus d'un an, dont la coloration a changé, et dont la cohésion a changé, sous l'action de champignons.

OF composé d'un mélange de petits fragments végétaux, avec de la Matière Organique Fine (MOF), résultant de l'accumulation de boulettes fécales. Selon le pourcentage de MOF, cet horizon peut être divisé en OFr (moins de 30% de MOF) et en OFm (30-70% de MOF).

OH composé de plus de 70% de MOF, correspondant à l'accumulation de boulettes fécales et de petits fragments de végétaux. Cet horizon peut être divisé en OHr (70-90% de MOF) et OHf (90-100% de MOF).

4 Données

Les données forment une liste dans le fichier `dssb08.rda`. Pour s'en servir :

```
load(url("http://pbil.univ-lyon1.fr/R/pps/dssb08.rda"))
names(dssb08)
[1] "iden"      "peup"      "desc_iden" "hori_qual" "hori_quant" "fact_bio"
sapply(dssb08, nrow)
      iden      peup desc_iden hori_qual hori_quant fact_bio
      242      242      242      242      242      242
sapply(dssb08, ncol)
      iden      peup desc_iden hori_qual hori_quant fact_bio
      3         1         5         14         11         11
```

121 descriptions macro-morphologiques et chimiques (pH, C/N de l'horizon A) ont été effectués dans chaque type de peuplement pendant l'hiver 2000-2001. Ces descriptions ont été réalisées à l'aide d'une grille d'échantillonnage régulière de 100m de coté avec une maille de 10m. On trouvera donc les 121 points d'un site (11x11) puis les 121 points (11x11) de l'autre). Les variables sont rangées par blocs.

4.1 iden

Les identifiants des relevés sont :

- code : vecteur de 242 chaînes de caractères identifiants les relevés
- X : Abscisses en mètres des relevés dans la placette
- Y : Ordonnées en mètres des relevés dans la placette

```
library(ade4)
X <- dssb08$iden[, 2:3]
s.label(X[1:121, ], lab = dssb08$iden$code[1:122], clab = 0.75)
```

```
s.label(X[122:242, ], lab = dssb08$iden$code[122:242], clab = 0.75)
```

| d = 20 | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LA10 | LB10 | LC10 | LD10 | LE10 | LF10 | LG10 | LH10 | LI10 | LJ10 | LK10 |
| LA9 | LB9 | LC9 | LD9 | LE9 | LF9 | LG9 | LH9 | LI9 | LJ9 | LK9 |
| LA8 | LB8 | LC8 | LD8 | LE8 | LF8 | LG8 | LH8 | LI8 | LJ8 | LK8 |
| LA7 | LB7 | LC7 | LD7 | LE7 | LF7 | LG7 | LH7 | LI7 | LJ7 | LK7 |
| LA6 | LB6 | LC6 | LD6 | LE6 | LF6 | LG6 | LH6 | LI6 | LJ6 | LK6 |
| LA5 | LB5 | LC5 | LD5 | LE5 | LF5 | LG5 | LH5 | LI5 | LJ5 | LK5 |
| LA4 | LB4 | LC4 | LD4 | LE4 | LF4 | LG4 | LH4 | LI4 | LJ4 | LK4 |
| LA3 | LB3 | LC3 | LD3 | LE3 | LF3 | LG3 | LH3 | LI3 | LJ3 | LK3 |
| LA2 | LB2 | LC2 | LD2 | LE2 | LF2 | LG2 | LH2 | LI2 | LJ2 | LK2 |
| LA1 | LB1 | LC1 | LD1 | LE1 | LF1 | LG1 | LH1 | LI1 | LJ1 | LK1 |
| LA0 | LB0 | LC0 | LD0 | LE0 | LF0 | LG0 | LH0 | LI0 | LJ0 | LK0 |

| d = 20 | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EA10 | EB10 | EC10 | ED10 | EE10 | EF10 | EG10 | EH10 | EI10 | EJ10 | EK10 |
| EA9 | EB9 | EC9 | ED9 | EE9 | EF9 | EG9 | EH9 | EI9 | EJ9 | EK9 |
| EA8 | EB8 | EC8 | ED8 | EE8 | EF8 | EG8 | EH8 | EI8 | EJ8 | EK8 |
| EA7 | EB7 | EC7 | ED7 | EE7 | EF7 | EG7 | EH7 | EI7 | EJ7 | EK7 |
| EA6 | EB6 | EC6 | ED6 | EE6 | EF6 | EG6 | EH6 | EI6 | EJ6 | EK6 |
| EA5 | EB5 | EC5 | ED5 | EE5 | EF5 | EG5 | EH5 | EI5 | EJ5 | EK5 |
| EA4 | EB4 | EC4 | ED4 | EE4 | EF4 | EG4 | EH4 | EI4 | EJ4 | EK4 |
| EA3 | EB3 | EC3 | ED3 | EE3 | EF3 | EG3 | EH3 | EI3 | EJ3 | EK3 |
| EA2 | EB2 | EC2 | ED2 | EE2 | EF2 | EG2 | EH2 | EI2 | EJ2 | EK2 |
| EA1 | EB1 | EC1 | ED1 | EE1 | EF1 | EG1 | EH1 | EI1 | EJ1 | EK1 |
| EA0 | EB0 | EC0 | ED0 | EE0 | EF0 | EG0 | EH0 | EI0 | EJ0 | EK0 |

4.2 peup

Le type de peuplement est :

- `type_peup` : facteur donnant le type de peuplement dans lequel est effectué le relevé : 1= peuplement pur, 2= peuplement mixte

4.3 desc_iden

La description de l'environnement du relevé est formée de :

- `dens_app` : densité apparente du sol en $g.cm^{-3}$. Elle reflète le tassement du sol par les engins forestiers et autres.
- `hetre` : Pourcentage de Hêtres dans la canopée au dessus du relevé
- `charme` : Pourcentage de Charme dans la canopée au dessus du relevé
- `IR0` : Irradiance relative au niveau du sol (définit la luminosité)
- `IR1` : Irradiance relative à un mètre de hauteur

4.4 hori_qual

Les données qualitatives décrivant l'apparence des horizons organiques comportent :

- `s0ln`, `s0lv`, `s0fr`, `s0fm`, `s0hr`, `sA` : Statuts des différents horizons 1= absent, 2= présent-discontinu, 3= présent-continu
- `t0ln`, `t0lv`, `t0fr`, `t0fm`, `t0hr`, `tA` : Transitions entre les différents horizons 1=rapide, 2=lente, 3=progressive
- `tail_agregA` : Taille des agrégats dans l'horizon A 1= <2 mm, 2= 2-5 mm
- `structA` : Structuration de l'horizon A 1=sans agrégats, 2=peu d'agrégats, 3=modérément agrégé, 4=fortement agrégé

4.5 hori_quant

Les données quantitatives décrivant la structure des horizons sont :

- e0ln, e0lv, e0fr, e0fm, e0hr, eA : Epaisseur des différents horizons en cm
- pH_H2O : pH H2O en unité pH
- CNA : rapport Carbone / Azote
- pH5 : pH à 5 cm de profondeur en unité pH
- Ct5 : Pourcentage de carbone total à 5 cm de profondeur
- Nt5 : Pourcentage d'azote total à 5 cm de profondeur

4.6 fact_bio

Les facteurs biologiques permettant de décrire l'activité biologique dans les horizons organiques comportent :

- m0ln, m0lv, m0fr, m0fm, m0hr : Mycellium dans les horizons considérés 1= présent, 2=Absent
- r0ln, r0lv, r0fr, r0fm, r0hr, rA : Racines dans les horizons considérés 1=présentes, 2=Absentes

5 Questions

La problématique statistique est de deux ordres. Le premier est de comparer la variabilité des formes d'humus entre les deux types de peuplement à partir de variables qualitatives, quantitatives, et qualitatives ordonnées.

Le deuxième, est d'obtenir une représentation de la structure spatiale de cette variabilité à partir de variables qualitatives, quantitatives, et qualitatives ordonnées.

Références

- [1] M. Aubert. *Biodiversité et processus écologiques à l'interface sol-végétation dans les écosystèmes forestiers : Le cas des hêtraies sur limon de Haute-Normandie*. Thèse de l'Université de Rouen, 2003.
- [2] M. Aubert, P. Margerie, A. Ernoult, T. Decaëns, and F. Bureau. Variability and heterogeneity of humus form at stand level : Comparison between pure beech and mixed beech-hornbeam forest. *Annals of Forest Science*, 63(2) :177–188, 2006.
- [3] D. Baize. *A sound reference base for soils*. INRA Editions, 1998.