

Prédiction du nombre et de la nature des espèces végétales en prairie permanente

F. Pervanchon*, B. Amiaud, S. Plantureux

UMR Agronomie et Environnement INPL (ENSAIA) INRA Nancy-Colmar, 2 avenue de la Forêt de Haye, B.P.172, F-54505 Vandoeuvre-lès-Nancy, France * Nouvelle adresse : TRAME, 9 rue de la Baume, F-75008 Paris

Introduction

Le concept de durabilité a relancé la réflexion autour des fonctions de l'agriculture. Face à ces nouveaux enjeux, la recherche agronomique doit proposer des outils pour évaluer dans quelle mesure les objectifs de durabilité sont atteints par les systèmes de production agricole. Dans ce cadre, les indicateurs agro-écologiques (GIRARDIN *et al.*, 2000) sont des outils d'aide à la décision qui quantifient l'impact agricole sur l'environnement, et qui permettent de concilier les aspects écologiques et les aspects agronomiques. A l'échelle des agro-écosystèmes prairiaux, il existe de nombreux indicateurs agro-écologiques pour la pollution des eaux et de l'air ; en revanche, il manque des indicateurs agro-écologiques pour évaluer l'impact des pratiques agricoles sur la flore prairiale. La construction de ces indicateurs nécessite, dans un souci de prédiction, de disposer de relations mathématiques entre pratiques agricoles et diversité végétale.

Dans le présent travail, nous présentons deux modèles mathématiques qui évaluent l'effet de l'ensemble des pratiques agricoles sur la diversité végétale (richesse et composition floristique) des prairies permanentes.

Méthodologie de construction des modèles

Sur un plan méthodologique, deux modèles sont proposés : un modèle statistique et un modèle mécaniste. Le modèle statistique établit une relation entre les pratiques agricoles et la richesse spécifique des prairies permanentes *via* les indices écologiques d'ELLENBERG (ELLENBERG *et al.*, 1991) calculé avec FLORA-sys (PLANTUREUX, 1996). Il est construit à partir d'un ensemble de données de terrain traitées statistiquement afin d'élaborer des relations mathématiques. Ce modèle statistique permet la prédiction du nombre d'espèces végétales potentiellement présentes dans une prairie permanente. Le modèle mécaniste repose sur l'hypothèse que la connaissance de l'effet des pratiques agricoles sur les espèces végétales présentes dans les prairies permanentes implique de connaître les caractéristiques biologiques de chacune de ces espèces (attributs vitaux et préférences écologiques). Ce modèle mécaniste permet d'estimer la probabilité de présence d'une espèce dans un milieu donné et permet d'élaborer la liste des espèces végétales potentiellement présentes dans un habitat donné et sur un territoire donné (par exemple, une prairie permanente du plateau lorrain).

Modèle statistique

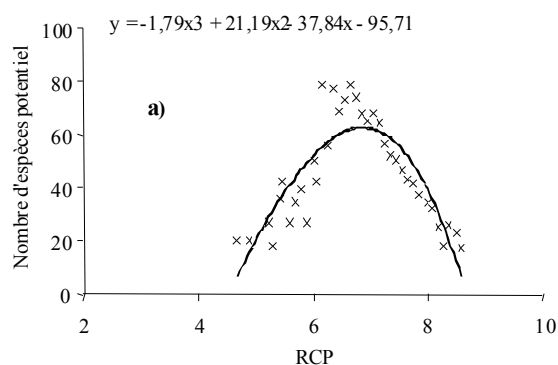
Le principe du modèle empirique que nous proposons est basé sur la considération des mécanismes biologiques dans leur globalité. Il s'agit de trouver des relations générales permettant de relier les pratiques agricoles à la diversité floristique des prairies permanentes. Des analyses statistiques préliminaires ont montré l'absence de relations mathématiques directes entre les pratiques agricoles et la diversité végétale. Cependant, la végétation est sensible à des gradients environnementaux (eau, pH, fertilité du sol...) et des gradients de perturbation (action anthropique et animale) (PAUSAS et AUSTIN, 2001). Il s'avère que les indices d'ELLENBERG permettent de mesurer ces gradients (voir JANSSENS, 1998 par exemple). L'hypothèse que nous testons est qu'il existe, d'une part, une relation entre les pratiques agricoles et l'état du milieu mesuré par les indices d'ELLENBERG et, d'autre part, une relation entre ces indices et la richesse spécifique potentielle des prairies permanentes. Ainsi, par l'intermédiaire des indices écologiques d'ELLENBERG nous pouvons obtenir une relation entre les pratiques agricoles et la diversité végétale.

Nous avons testé la validité de ce modèle par une étude conduite sur 1 342 prairies permanentes de l'est de la France. Cette étude a été basée sur des données collectées en Lorraine (plateau lorrain et massif vosgien) et en Franche-Comté qui renseignent sur la richesse spécifique et la dominance des espèces végétales en fonction des pratiques agricoles. A titre d'exemple, à partir de ces données, nous avons pu établir, d'une part, une relation entre les indices d'ELLENBERG de résistance aux coupes fréquentes et certaines pratiques agricoles et, d'autre part, entre ces indices d'ELLENBERG et le nombre potentiel d'espèces végétales (figure 1).

A partir de ces deux types de relations, nous avons pu établir la relation ci-dessous, qui relie les pratiques agricoles (NF : nombre de fauches, D1C : date de première fauche) et les caractéristiques du milieu (ALT : altitude) au nombre d'espèces végétales (N) :

$$N = 0,0005 \times ALT^3 - 0,04 \times NF^3 + 0,02 \times D1C^3 - 0,006 \times ALT^2 + 0,42 \times NF^2 - 0,21 \times D1C^2 - 0,018 \times ALT - 0,76 \times NF + 0,38 \times D1C - 262,78$$

FIGURE 1 – Identification de la relation entre (a) le nombre potentiel d'espèces végétales et l'indice d'Ellenberg de résistance aux coupes fréquentes RCP et (b) ce même indice RCP et les pratiques agricoles et les caractéristiques du milieu. Ce nombre potentiel correspond au nombre d'espèces maximum qui peut être observé lorsque la fréquence de coupe est le seul facteur limitant de la végétation.



b) $RCP = -0,00026 * \text{Altitude} + 0,02 * \text{Nombre de fauches} - 0,01 * \text{Date de 1ère coupe}$

Date de 1ère coupe

Par régression multiple,

$n = 27, R^2 = 0,52, p < 0,001$

Modèle mécaniste

Le modèle « Ground-FlorASyst » permet de calculer la probabilité de présence des espèces végétales d'une prairie en fonction des pratiques agricoles, des conditions pédoclimatiques d'une zone géographique donnée et des caractéristiques biologiques des espèces végétales. Pour chaque espèce potentiellement présente sur une prairie d'une de ces zones, une probabilité de présence est calculée vis-à-vis de chaque pratique et de chaque facteur du milieu (pH, humidité, fertilité, etc.). Chaque probabilité de présence est obtenue en filtrant progressivement les espèces végétales qui ont des caractéristiques biologiques (contenues dans une base de données) ne leur permettant pas de subir sans dommage les pratiques agricoles et les facteurs du milieu. Il est possible de calculer 17 probabilités de présence : 9 sont liées aux pratiques (fertilisation N et P, fauche, pâturage, gestion de l'eau...) et 8 sont liées à l'environnement (pH, humidité, fertilité N et P...). La probabilité de présence minimale liée aux facteurs du milieu et la probabilité minimale liée aux pratiques sont agrégées selon un système expert associé à la logique floue afin de définir une probabilité de présence unique pour chaque espèce végétale.

In fine, une liste d'espèces végétales est obtenue en ne considérant que les espèces au-dessus d'un certain seuil de probabilité de présence spécifique. Ainsi, le modèle prédit non seulement le nombre d'espèces, mais aussi la nature des espèces potentiellement présentes grâce à la seule connaissance des pratiques agricoles et des caractéristiques abiotiques du milieu.

Conclusion

Les relations statistiques établies au sein des modèles présentés ci-dessus ont été validées en partie pour certaines et sont en cours de validation pour d'autres. Cependant, la validation souligne les lacunes actuelles en termes de connaissances sur les relations entre flore prairiale, pratiques agricoles et milieu. Le modèle statistique donne des relations mathématiques précises mais nécessitant un grand nombre de relevés disponibles et il n'est pas extrapolable à d'autres régions. Les résultats du modèle mécaniste sont prometteurs car extrapolables à tout agro-écosystème prairial, mais pour jouer pleinement son rôle d'alternative à la réalisation de relevé, ce modèle doit être amélioré, en particulier, à partir de l'acquisition de connaissances nouvelles sur les caractéristiques biologiques des espèces végétales.

Les modèles présentés dans ce travail permettent la mise en forme d'un ensemble de connaissances sur la flore prairiale dans un but de diagnostic et d'aide à la décision au service, notamment, des agriculteurs et des gestionnaires de territoires ruraux. Cependant, les formes mathématiques finales de ces modèles restent difficilement interprétables et utilisables par les acteurs locaux. Une étape de comparaison à une référence et de transformation de ces modèles en valeur d'indicateurs agro-écologiques reste nécessaire.

Références bibliographiques

- PLANTUREUX S. (1996) : FLORA-sys: système informatique de gestion et d'aide à l'interprétation des relevés floristiques, *Acta Botanica Gallica*, 143, 403-410.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W., PAULISSEN D. (1991) : Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, *Scripta Geobotanica*, 18, 1-258.
- GIRARDIN P., BOCKSTALLER C., VAN DER WERF H. (2000) : Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO*ECO method. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 227-239.
- JANSSENS F. (1998) : Restauration des couverts herbacés riches en espèces, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, 135 pages.
- PAUSAS J. G., AUSTIN M. P. (2001) : Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science*, 12, 153-166.