



## Optimisation des méthodes de bioindication par les plantes de la qualité des sites forestiers

Principle investigator: Paulina PINTO (UMR Laboratoire D'Etude des ressources Forêt-Bois LERFOB) , Ingrid SEYNAVE (UMR Ecologie et Ecophysiologie Forestières)

LabEx partners: Jean-Luc Dupouey, Pierre Montpied (UMR EEF), Jean-Claude Gégout, Christian Piedallu, Jean-Claude Pierrat (UMR LERFOB), ONF Département RDI : Myriam Legay, Claudine Richter, Vincent Boulanger

Collaborations : Irstea : Yan Dumas, Sandrine Perret, FCBA : Sébastien Cavaigna, CRPF-IDF : Eric Paillssa, Pierre Gonin

---

**Context** — The presence of plant species has long been used as an indicator of environment characteristics and forest potentialities. In France, forest management is based on a mapping of forest sites, which are predominantly determined by the site flora. However, the definition of site types remains qualitative. Accordingly, forest site classification cannot be connected to models determining distribution or growth of tree species nor to evolution models of nutritional conditions in a context of global change. Since the end of the 20<sup>th</sup> century, formalized methods have been developed to evaluate species' indicator values in relation to environmental parameters. In France, indicator values (IV) for acidity (pH), and nitrogen (C/N ratio) and mineral nutrition (BS, base saturation), have been defined for 510 common species of forest flora from the EcoPlant database. However, these indicator values for estimating the pH, C/N ratio and BS of a site using floristic information are seldom used in forest management, because of the time and botanical expertise needed for flora inventories.

**Objectives** — We sought to determine the impact of a reduction in the time spent to carry out floristic inventories to predict the acidity, mineral and nitrogen nutrition of forest sites using bioindication methods.

**Approaches** — We compared the measurements of soil pH, organic carbon to total nitrogen ratio (C:N) and base saturation (BS) in the 0-5cm soil layer of 470 plots with the same variables estimated from floristic inventories of increasing duration, using plant indicator values (IV) from the EcoPlant database. We also studied on 54 plots of GIS Coop networks the effect of number and size of plots on the bioindication quality, on the one hand by varying the surface of floristic inventory plots (from 40 to 400m<sup>2</sup>) and on the other hand by varying their number (from 1 to 9). The performance of predictions was evaluated by the square of the linear correlation coefficient of measured and predicted values ( $R^2$ ) and the root mean square error (RMSE) of predictions.

### **Key results —**

- Four datasets were carried out encompassing 470 timed floristic surveys with soil analyses, distributed nationally and in three forests in northeastern France.
- A precision of predictions of 80% of the maximal precision was obtained after 4-5 minutes (6-12 inventoried species) for the three studied variables (pH, C/N, BS). These results are independent of the nutritional capability of the soils and were similar at the national and local scales.
- Writing and implementation of a protocol to characterize ecologically experimental sites, and to describe forest soil sites in the context of forest management.

### **Main conclusions including key points of discussion —**

- When the objective is to estimate soil nutritional resources using plant species, and especially to map them, it is feasible to significantly reduce the time spent on floristic surveys and, therefore, their cost.
- To estimate the mean pH of 1/3ha area, it has been shown that (i) the bioindication quality is significantly improved as the number of inventory plots increases from 1 to 5, the improvement is very low over 5 inventory plots, (ii) increasing the surface of floristic inventory plots does not significantly improve the bioindication quality.
- The quality of estimation of soil fertility parameters depends on the number of species inventoried for bioindication but is independent of the area of the plot on which they were inventoried.

### **Perspectives —**

- A time-optimized vegetation survey protocol will be tested in order to make bioindication methods useful for soil characteristics mapping at stand level in the context of forest management (ForManClim a Labex Project, in partnership with the French National Forest Service).
- The protocol of ecological characterization of experimental sites (GIS Coop), already applied to Oaks, Douglas-fir and Laricio pine networks, will be tested in the Maritime-pine network to assess bioindication performance in the Landes region, characterized by intensive forest management and poor level of species richness.

---

### **Valorisation —**

#### **• Scientifique**

##### *Publications*

Pinto P.E., Dupouey J.L., Hervé J.-C., Legay M., Wurpillot S., Montpied P., Gégout J.-C. (2016) Optimizing bio-indication of forest soil characteristics using plant communities. *Ecological indicators* 71: 359-367.

Seynave I., Bailly A., Balandier P., Bontemps J.D., Cailly P., Cordonnier T., Deleuze C., Dhote J.F., Ginisty C., Lebourgeois F., Merzeau D., Paillassa E., Perret S., Richter C., Meredieu C. (2017) GIS Coop: Multi-institutional silvicultural experimental networks aimed at supporting modeling for forest management in a changing environment. *Annals of Forest Sciences* (accepted).

##### *Presentations colloques internationaux*

Pinto P.E., Dupouey J.L., Gégout J.C., Hervé, J.C., Legay M (2015) Optimizing floristic survey for plant bio-indication of forest soil characteristics. Abstracts of the 58th Annual Symposium of the International Association of Vegetation Sciences : Understanding broad-scale vegetation patterns. p 298. Brno, Czech Republic, 19-24/07/2015. (Poster and lightning talk).

##### *Encadrement d'étudiants*

Akodad M. (2013). Détermination du pool d'espèces en vue de la prédiction des pH et C/N. Rapport de Master2 Mathématiques et applications. Université de Strasbourg, UFR Mathématique Informatique. 40 p. [http://dumas.ccsd.cnrs.fr/docs/00/85/89/45/PDF/AKODAD\\_.pdf](http://dumas.ccsd.cnrs.fr/docs/00/85/89/45/PDF/AKODAD_.pdf)

#### **• Diffusion**

##### *Publications et autres valorisations*

Pinto P., Dupouey J.L., Gégout J.-C., Hervé J.-C., Legay M., Montpied P., Piedallu Ch., Pousse, N., Wurpillot S. Nouveaux outils pour la caractérisation stationnelle basés sur l'optimisation de la bioindication par les plantes. (Soumis 07/11/2017) Rendez-vous Techniques.

Seynave I., Richter C., Perret S., Cecchini S. (2014) GIS Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers. Protocole pour la caractérisation écologique des dispositifs et des placettes du GIS, 70 p.

##### *Autres présentations et séminaires*

Seynave I., Bontemps J.D., Cailly P., Cavaignac S., Cordonnier T., Daviller S., Lafond V., Meredieu C., Morneau F., Paillassa E., Perret S., Richter C. 2014. CoopEco : Un groupe pour la caractérisation écologique des dispositifs du GIS Coop. Le Chêne sessile comme exemple. Colloque « Le GIS Coop : 20 ans d'expérience pour imaginer les sylvicultures de demain », Paris, 2 et 3/10/2014.

Pinto P. 2015. Séminaire Labex ARBRE « Nouveaux outils d'aide à la décision forestière dans un contexte de changement climatique ». Modérateurs invités : Ponette Q. (Université de Louvain), Picard O. (IDF), Lacombe E. (AgroParistech). Nancy, France, 23/06/2015. Ce séminaire a réuni 40 participants : Chercheurs de l'INRA, de l'IGN, Enseignants chercheurs d'AgroParisTech, membres de la RDI et Gestionnaires de l'ONF, ainsi que des représentants de la forêt privée, d'ECOFOR et du réseau AFORCE.

### **Effet levier du projet —**

Dans le cadre de l'évaluation des conditions stationnelles, les résultats de notre étude devraient rendre les méthodes de bioindication plus facilement accessibles aux forestiers pour **évaluer la qualité du site en utilisant les espèces végétales**. Dans un contexte environnemental changeant, l'applicabilité à l'échelle locale des méthodes quantitatives de bioindication, qui relie la qualité du site aux modèles de distribution et de productivité des essences, pourrait être utile aux décideurs forestiers pour effectuer le choix des essences à cultiver, en tenant compte des effets attendus du changement climatique sur les essences en place. Ces applications à différentes échelles spatiales (du niveau de la forêt au niveau national) renouvellent l'utilité des méthodes de bioindication pour la gestion des forêts et la caractérisation et le suivi à long terme des réseaux d'expérimentation.

Ces travaux ont contribué à la mise en place d'un protocole pour la caractérisation écologique des sites expérimentaux du Groupement d'Intérêt Scientifique Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers (GIS Coop) qui a été mis en œuvre à partir de 2014. En 2016, le ministère en charge de la forêt, qui soutient le GIS Coop depuis sa création en 1994, a réévalué sa subvention de manière à soutenir le déploiement de ce protocole sur tous les nouveaux sites expérimentaux (4 à 6 nouveaux sites par an).