

Pré-cartographie des stations forestières sur le Nord-Ouest de la France

par Florentin Madrolles, Jean-Baptiste Reboul, CNPF-CRPF Normandie et Christian Piedallu, INRA

La pré-cartographie numérique des stations forestières est un pré zonage des stations potentielles prédisant leur répartition en fonction de différentes données décrivant la géologie, la topographie ou le climat... Elle ne vaut pas une carte définitive des stations forestières, mais apporte une information majeure à valider sur le terrain.

Peu de forêts privées sont couvertes par une carte des stations forestières, alors que cette information est fondamentale pour raisonner l'adaptation des essences au changement climatique. Partant de ce constat PRESTATION NO propose une pré-cartographie des stations forestières sur le Nord-Ouest de la France accompagnée de sa méthodologie d'élaboration mettant en évidence les améliorations encore possibles de l'outil. Elle couvre 4 régions administratives (Centre - Val de Loire, Hauts-de-France, Normandie et Ile-de-France).

La pré-cartographie des stations forestières : Principe de Construction

Elle est issue du croisement de 3 facteurs écologiques modélisés et représentés spatialement sous forme de classes :

- 1) le **niveau trophique**, estimé d'après le pH bio-indiqué des sols, obtenu à partir de la végétation ;
- 2) la **réserve en eau maximale** des sols estimée sur un sondage d'une profondeur maximale de 90 cm ;
- 3) le **niveau d'hydromorphie**, issu de sondages de terrain et représentant la probabilité d'avoir une hydromorphie marquée à différentes profondeurs.

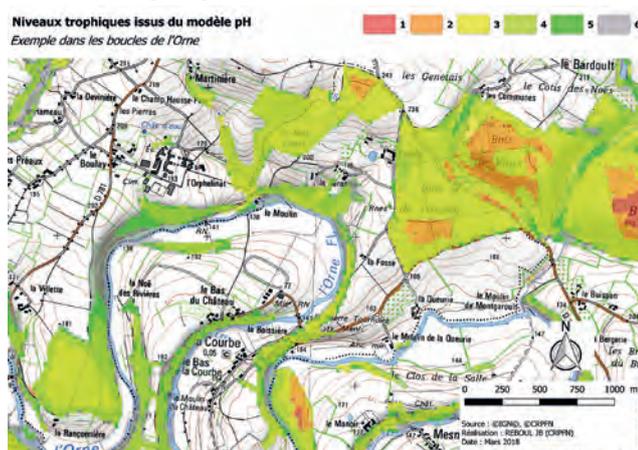
L'élaboration des cartes de ces 3 facteurs est basée sur des modèles statistiques reliant une donnée estimée sur le terrain issue des bases de l'inventaire forestier de l'IGN à diverses informations dont la distribution spatiale est connue, comme la géologie, la topographie, l'effet des peuplements, le climat...

Les cartes réalisées de ces 3 facteurs ont été produites sous forme de classes en se basant sur différents découpages du niveau trophique, de la réserve en eau et des niveaux d'hydromorphie proposés dans les guides pour le choix des essences régionaux.

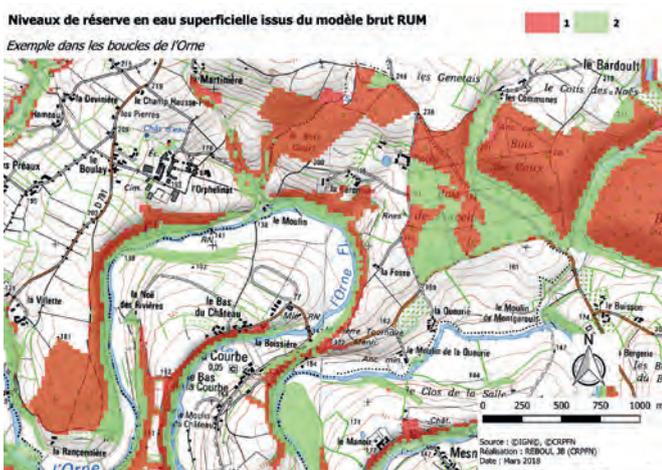
En complément, un travail a été réalisé sur un zonage climatique de la région d'étude et son évolution dans le cadre du changement climatique.

Figure 1 - La pré-cartographie issue du croisement de 3 facteurs écologiques

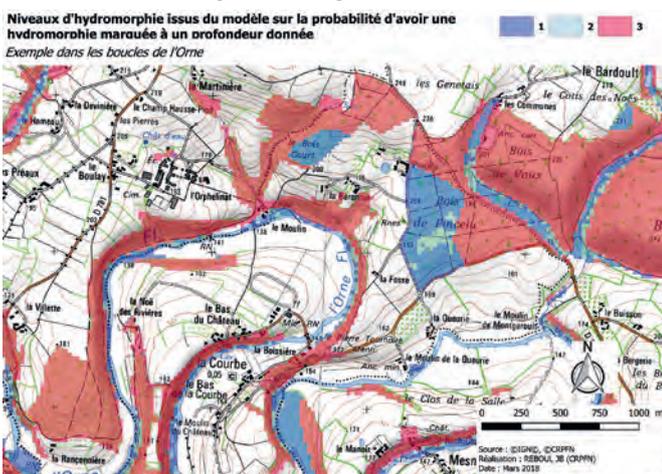
Niveau trophique (6 classes)



+ Réserve en eau (2 classes)



+ Niveau d'hydromorphie (3 classes)

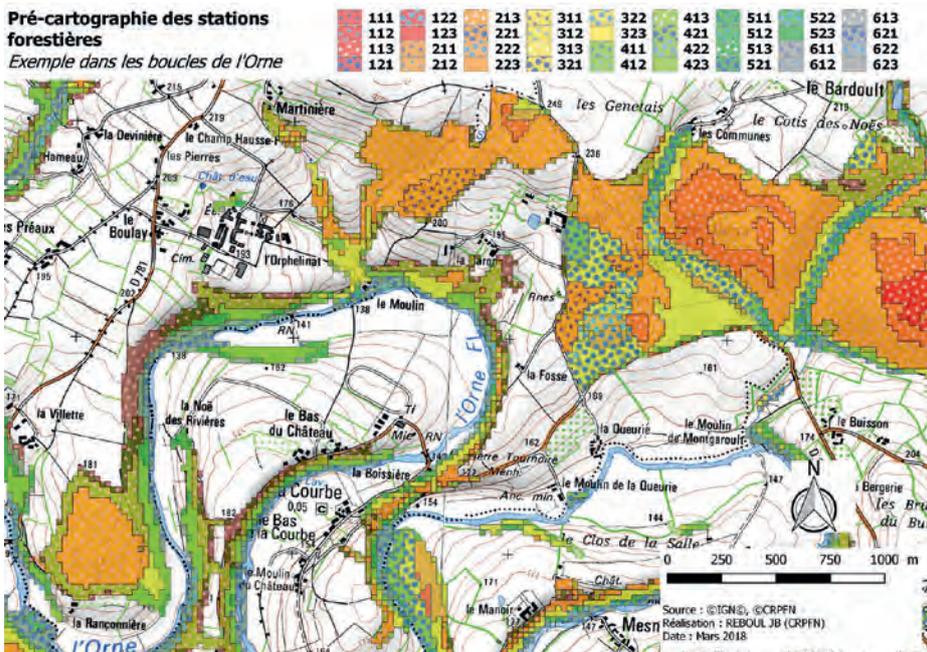


La pré-cartographie, une résultante de ces trois variables

Niveau trophique		Réserve utile maximale en eau		Niveau d'hydromorphie	
1	Très acide	1	Faible < 60 mm	1	Hydromorphie marquée dans les 30 premiers cm
2	Acide				Hydromorphie marquée entre 30 et 50 cm de profondeur
3	Assez acide				Hydromorphie marquée après 50 cm de profondeur ou sol sain
4	Peu acide	2	Moyenne à bonne > 60 mm	2	
5	Neutre				
6	Calcique à calcaire				

Pré-cartographie des stations forestières

Exemple dans les boucles de l'Orne



Quelles sont les améliorations possibles de la méthodologie d'élaboration de la pré-cartographie ?

Les pistes d'amélioration de la méthodologie portent à la fois sur les relevés de terrain qui sont utiles pour calibrer les modèles, les données spatialisées qui permettent de les expliquer et de les cartographier, et les modélisations et spatialisations qui sont mises en œuvres.

Quels usages de la pré-cartographie des stations forestières ?

Un réseau de 57 forêts pilotes représentant 4 678 ha, couvrant et illustrant la diversité des régions forestières, a été mis en place pour tester la pré-cartographie des stations forestières et évaluer si elle est suffisante pour réaliser une carte des stations forestières fonctionnelle.

POUR EN SAVOIR PLUS SUR LES PISTES D'AMÉLIORATION

1 : Données ponctuelles : calibration et validation des modèles.

Pour l'élaboration des modèles de pH, réserve utile maximale et hydromorphie :

- Augmentation des effectifs pour construire et valider les modèles (5000 à 6000 nouveaux points sont acquis chaque année au niveau national par l'IGN, par exemple).

- Amélioration de la qualité des jeux de données : qualité de la bio-indication ou de l'estimation de la réserve utile en eau maximale par exemple.

Ces améliorations sont possibles à condition de poursuivre la centralisation des données phytoécologiques harmonisées permettant la bio-indication, et de veiller à l'acquisition de relevés géolocalisés avec précision.

Pour la prise en compte du climat :

- Homogénéisation des séries climatiques et ajout de nouveaux postes météo permettant une meilleure prise en compte des effets de la topographie locale.

2 : Données spatiales : cartes numériques permettant l'élaboration et la cartographie des modèles

- Disponibilité des cartes géologiques vectorisées au 1/50000^e du BRGM à titre gratuit, même si une de leurs limites peut être l'absence locale de prise en compte des couvertures superficielles (épaisseurs des limons par exemple).

- Utilisation de modèles numériques de terrain plus fin (5 m ou 10 m), notamment pour améliorer la prise en compte de l'hydromorphie (influence de la microtopographie sur les écoulements d'eau).

- Utilisation des cartes pédologiques au 1/50 000^e. Il a été montré que ces cartes amélioreraient les performances des modèles par rapport à la géologie seule. Malheureusement, une infime partie du territoire est couverte.

- Utilisation des cartes des forêts anciennes qui améliorent par exemple les modèles de pH des sols. De même, cette information n'est pas disponible pour l'ensemble du territoire.

3 : Méthodes : modélisation et spatialisation

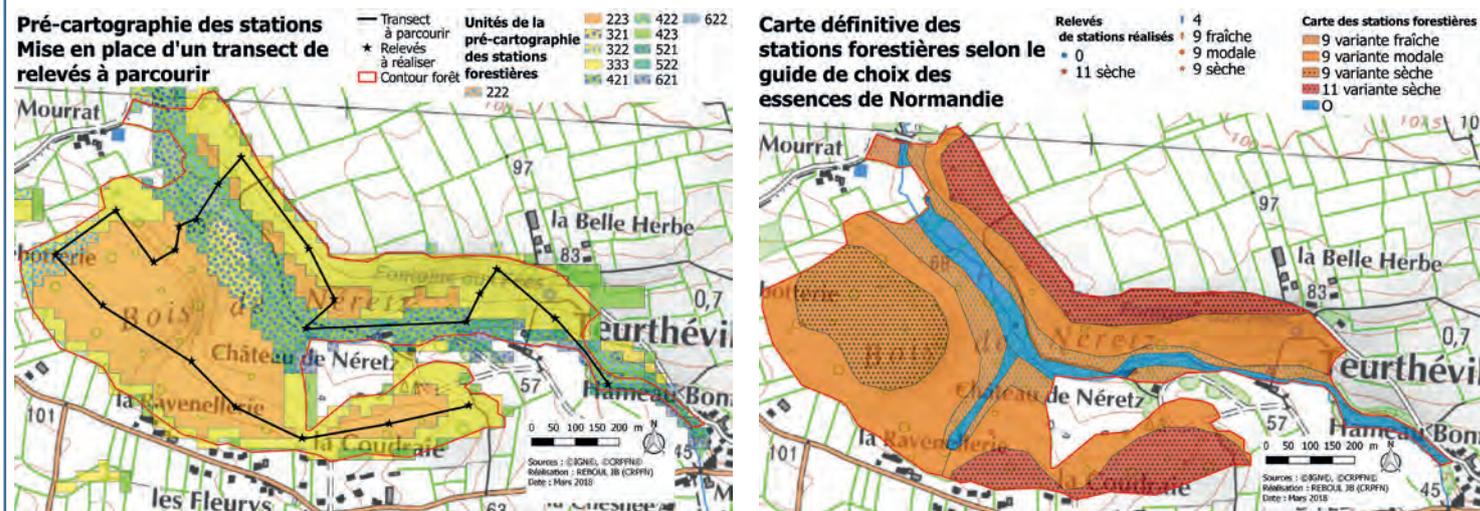
- Tester différentes méthodes de modélisation, de sélection de variables dans les modèles et de spatialisation, incluant les méthodes hybrides couplant différents outils.

- Définir la résolution optimale des modèles (tailles de cellules pour lesquelles les cartes sont les plus performantes).

- Mise à jour automatisée des modèles lorsque de nouveaux relevés sont disponibles.

- Intégration des effets liés au changement climatique directement dans la carte des stations.

Figure 2 - De la pré-cartographie à la carte des stations forestières définitive



Dans l'exemple ci-dessus, la pré-cartographie prédit bien les deux grands ensembles de stations avec l'opposition entre les parties hautes acides et drainées et les parties basses plus riches avec une contrainte engorgement. Néanmoins, elle ne permet pas à elle seule de distinguer les stations à plus faible réserve en eau qui correspondent aux parties sommitales du massif. De même, elle prédit des sols plus riches en bordure ce que l'on ne retrouve pas en réalité.

La pré-cartographie ne vaut pas carte définitive des stations forestières. Il faut enfiler les bottes et ressortir sa tarière et sa pioche pour un retour terrain. Issue de modèles, elle peut cumuler différents types d'erreurs. Par exemple, l'absence d'une formation superficielle sur la carte géologique (limons, sables, alluvions,...) impacte à la fois l'évaluation du pH, de la RUM, et de l'hydromorphie.

En revanche, la pré-cartographie, en complément des guides des stations forestières régionaux, simplifie considérablement la réalisation des cartes, en facilitant la mise en place de transects et de points de relevés couvrant la diversité stationnelle des forêts. Elle permet une connaissance rapide du contexte stationnel, avec un pré-découpage des variations potentielles des stations.

La méthodologie de cartographie par zonages préalables utilisant ce nouvel outil est décrite dans le guide pour le choix des essences de Normandie. Des notices sur la fiabilité de la pré-cartographie et les précautions d'usage sont en cours de finalisation pour les différentes régions forestières IFN et les zones couvertes par les guides de stations concernées par ces travaux.

La pré-cartographie est déjà mise à disposition des gestionnaires et propriétaires en Normandie et le sera prochainement dans les autres régions couvertes par cet outil. Notons par ailleurs que les régions Normandie et des Hauts-de-France appuient financièrement la mise en place de cartes de stations forestières chez les propriétaires privés. ■

Remerciements

Nous remercions le RMT AFORCE et le Labex ARBRE ainsi que nos autres financeurs pour leur soutien. Nous remercions également l'ensemble des acteurs de ce projet, Florentin Madrolles, aujourd'hui à l'ONF et Florence Gohon, IGN pierres angulaires de ce projet.

Bibliographie :

- Madrolles F., Reboul J.-B., 2016. *Le projet ECOGEODYN en Normandie : des cartes prédictives aux utilisations pratiques dans les forêts normandes*. Forêt-entreprise n° 228, p. 44-48.
- Madrolles F., Reboul J.-B., 2018. *Guide de choix des essences de Normandie*. CRPFN. 212 p.
- Piedallu C., Gegout J.-C., Cornu J.-F. & Cluzeau C., 2006. *Cartographie prédictive des stations forestières du massif vosgien, élaboration, validation et applications*. Rapport d'étude, conventions de recherche ENGREF-ECOFOR et ENGREF-SERFOB Lorraine, Engref, 95 p.

2015	PRESTATION NO
Prédiction spatiale des stations forestières dans le Nord-Ouest de la France	
Florentin Madrolles	CNPF-CRPF Normandie

Résumé

Peu de forêts privées sont couvertes par une carte des stations forestières. Aussi, le projet PRESTATION NO établit une pré-cartographie des stations forestières pour le Nord-ouest de la France, afin d'inciter les gestionnaires à réaliser des diagnostics des stations, et si possible faciliter l'établissement de cartes de stations. Sa méthodologie, reprise de celle réalisée dans les Vosges en 2003, est aussi un résultat du projet, car duplicable dans d'autres régions.
Mots-clés : Stations forestières, cartographie, modélisation, changement climatique.