

# PROJET PRESTATION-NO

PRÉDICTIONS SPATIALES DES STATIONS FORESTIÈRES DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE



## CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

Le constat à l'origine du projet était une faible couverture sur les Hauts de France, Normandie, Ile-de-France et Centre-Val-de-Loire par des cartes de stations forestières opérationnelles à partir des guides de choix des essences existants ou des catalogues de station.

Très peu de diagnostics ou de cartes de stations forestières avaient ainsi pu être réalisés.

De ce contexte, a souvent découlé des choix d'essence malheureux dans un climat changeant.

L'objectif méthodologique de ce projet était d'identifier les différentes étapes de la mise en place d'une pré-cartographie des conditions pédologiques dans un contexte de plaine (altitude < 500 mètres). Une méthode de zonage a été mise au point à l'échelle du quart Nord-Ouest. Ce zonage climatique aide de plus à moduler le conseil de choix d'essences dans les guides de stations.

## CONTENU DU PROJET



La pré-cartographie des stations forestières est un pré-zonage des conditions pédologiques et de leur répartition. Elle est issue du croisement de 3 facteurs écologiques : le niveau trophique, la réserve en eau maximale des sols et l'hydromorphie (Fig. 1).

Elle dispose de 36 unités cartographiques de sol (UCS) issues du croisement des 3 facteurs écologiques précédents. Ces UCS sont en lien avec les unités stationnelles et variantes des guides de choix des essences (Fig. 2).

La pré-cartographie, une résultante de ces 3 variables					
Niveau trophique		Réserve utile maximale en eau superficielle		Niveau d'hydromorphie	
1	Très acide	1	Faible	1	Hydromorphie marquée dans les 30 premiers cm
2	Acide			2	Hydromorphie marquée entre 30 et 50 cm de profondeur
3	Assez acide			3	Hydromorphie marquée après 50 cm de profondeur ou sol sain
4	Peu acide				
5	Neutre				
6	Calcique	2	Moyenne à très bonne		

Figure 1 : Présentation des variables pré-cartographiques et leurs modalités.

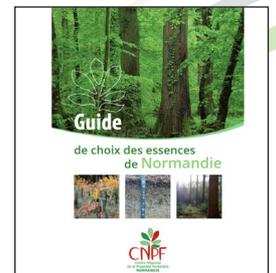
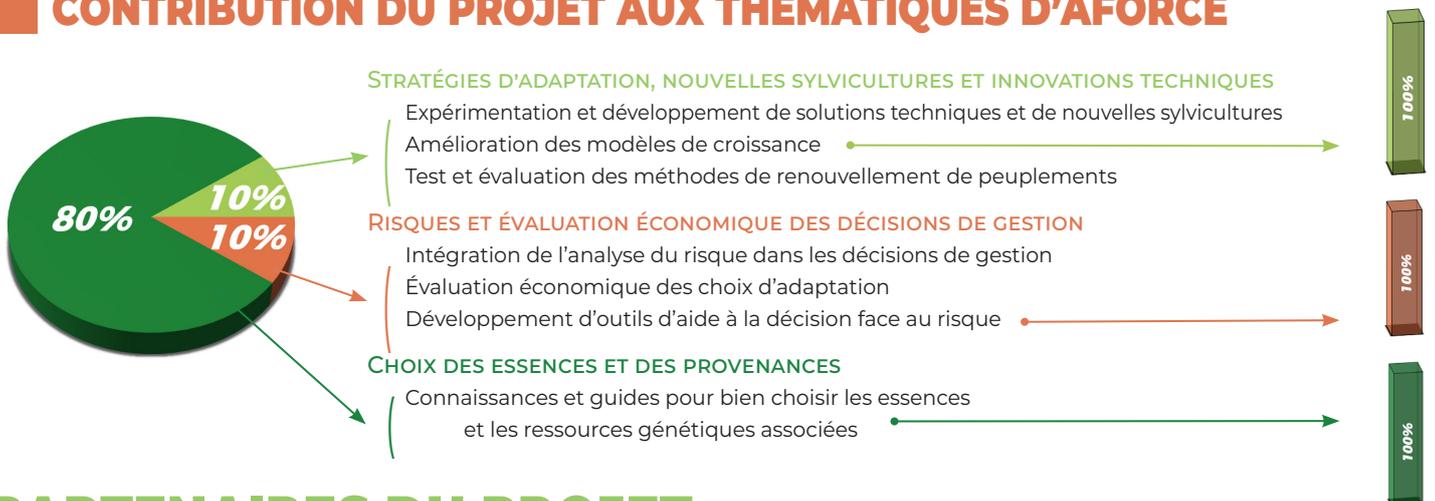


Figure 2 : Guide de choix des essences de Normandie.

## CONTRIBUTION DU PROJET AUX THÉMATIQUES D'AFORCE



## PARTENAIRES DU PROJET



### Bases de données

#### 1) Mise en place d'une base de relevés phytoécologiques

Pour ce projet, 41 110 relevés ont été centralisés, issus de 11 fournisseurs et de 43 études différentes. Il est nécessaire d'avoir des relevés localisés le plus précisément possible (GPS +/- 50 m.). Il serait utile d'avoir une base centralisant les relevés.

#### 2) Mise en place d'une base de données cartographiques

**Géologie** : L'entrée de base des modèles est la BD Charm-50 qui permet une harmonisation de la description, mais présente un fort effet opérateur. Les unités géologiques ont été caractérisées avec les relevés écologiques à disposition (calibration et validation) pour chaque paramètre modélisé. Les unités proches ou avec moins de 3 relevés ont été regroupées manuellement. Le jeu de validation et de calibration a été utilisé pour ces regroupements, créant une perte d'indépendance. L'utilisation de cartes pédologiques 1/250 000 ème pourrait être une alternative pour effectuer ce regroupement.

**Climat** : Les données DIGITALIS et AURELHY (1981-2010) ont été traitées pour calculer les indices climatiques et réaliser le travail de zonage climatique. Les données DRIAS des modèles CNRM et IPSL ont été traitées pour l'évolution de ce zonage climatique.

**Topographie** : Un modèle numérique de terrain au pas 25 m. a été utilisé pour ce projet.

**Pédologie** : Les bases de données et cartes 1/250 000 ème ont été collectées, sauf pour la Normandie et l'Aisne. Des cartes pédologiques 1/500 000 ème ont été utilisées pour le Cher, l'Indre et l'Aisne.

**Forêts anciennes** : Les cartes ont été récupérées pour l'ancienne région Nord et pour l'Orne.

**Autres bases de données** : Les bases V1 et V2 des peuplements de l'IGN ont été utilisées. La base de données CARTHAGE a été utilisée pour les informations sur le réseau hydrographique.

#### 3) Facteurs structurant la répartition des stations forestières

Trois méthodes ont été utilisées pour identifier ces facteurs :

- Une méthode analytique par lecture des catalogues ;
- Une AFC sur les données floristiques (données IFN) ;
- Une ACP sur les données écologiques (données IFN).

Les variables à modéliser sont :

- Le pH bioindiqué ;
- La réserve utile maximale sur 90 cm ;
- La profondeur d'apparition d'une hydromorphie marquée.

Les variables secondaires qui ressortent des analyses sont la position topographique, la texture dominante des horizons de surface et la profondeur d'apparition d'un horizon carbonaté.

#### Principes de modélisation (Fig. 3 et 4)

Les modèles statistiques mis en place suivent les principes suivants :

- Élaboration de modèles pas-à-pas ;
- Sélection manuelle de variables explicatives ;
- Variables spatialisées ;
- Sens écologique ;
- Pouvoir explicatif ;
- Parcimonie du modèle (peu de variables/modalités) ;
- Suivi d'indicateurs d'amélioration ( $R^2$ , MAE, RMSE...).

Le jeu de calibration choisi est celui de l'IFN ancienne méthode. Un modèle pour chaque variable a été réalisé sur la zone d'étude. Les modèles bruts ont été reclassifiés afin de croiser les cartes. La validation s'est faite avec un zoom descendant jusqu'à l'échelle du massif forestier. Un échantillonnage à différentes échelles (bootstrap) a permis de vérifier que l'hétérogénéité des relevés n'entraînait pas de biais.

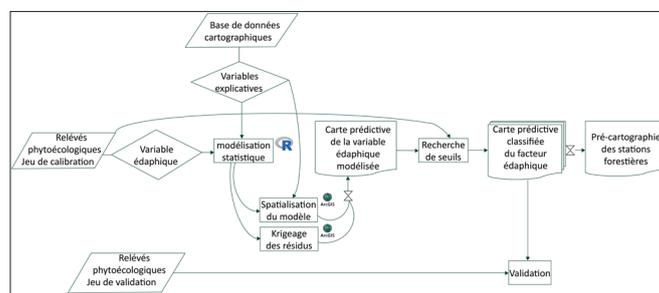


Figure 3 : Présentation des différentes étapes de modélisation réalisées.

Variable	Nature de la variable	Familles de modèles	Fonction R	Prédictions
pH, RUM	Quantitative	Linéaire multiple	stats::lm	Valeur
Profondeur d'apparition d'un engorgement	Quantitative censurée	Tobit	VGAM::vglm (family = tobit)	Valeur
		Logistique / Linéaire multiple	stats::lm / stats::glm (family = binomial)	Probabilité de présence / valeur
	Qualitative (classifiée)	Polytomique ordonné	VGAM::vglm (family = cumulative)	Probabilités ( $Y \leq$ classe)

Figure 4 : Présentation des modélisations choisies.

Les différentes améliorations et limites possibles de ces travaux de modélisation sont disponibles dans le rapport d'étude final.

### Portail pré-cartographique

La pré-cartographie des stations forestières est disponible sur le [portail géonormandie](#) (Fig. 5).

Cet outil permet d'annoter sur le fond de carte (*polygone, polyligne, symbole et texte*).

Il permet surtout d'interroger la base cartographique (*ponctuelle, par zone rectangulaire circulaire ou polygonale et par requête attributaire*) sur les unités cartographiques du sol et leurs localisations.

Une mesure des distances peut être effectuée et des zones dites « favorites » peuvent être créées et utilisées.

Il est possible de sauvegarder et de charger les pré-cartographies réalisées ainsi que de les imprimer.

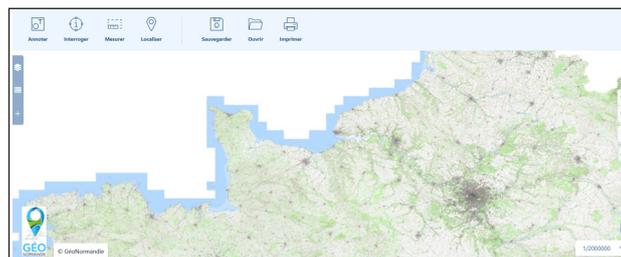


Figure 5 : Présentation du portail précartographie géonormandie.

### Méthode de zonage préalable avec transects

L'objectif est de placer, sur cette pré-cartographie, des transects (Fig. 6) à parcourir lors de la cartographie avec des points de relevés caractéristiques choisis en fonction de :

- **La diversité** : couverture de la variabilité possible avec des répétitions pour validation ;
- **La taille de la forêt** : couverture intégrale sans secteurs vides ;
- **La topographie** : ensemble des situations possibles avec affichage d'un SCAN25® en fond de carte pour intégrer l'ensemble des changements, dont ceux à faible échelle ;
- **La carte des peuplements** si celle-ci est disponible (inventaire sur l'ensemble des divers peuplements) ;
- **La pression d'échantillonnage** : en moyenne d'un point pour quatre hectares, avec un minimum d'un point pour onze hectares et un maximum d'un point pour un hectare.

Cette pression sera adaptée en fonction de la variabilité du contexte pédologique. En effet, la variabilité des sols peut être très importante à même géologie et topographie, variables d'entrée des modèles ce qui en fait leurs limites ;

- **Des effets de pixellisation** : des pixels isolés n'indiquent pas forcément une nouvelle station et ne nécessitent pas la réalisation d'un relevé et à l'inverse, les amas de quelques pixels peuvent nécessiter l'installation d'un relevé ;
- **Des effets de grand bloc stationnel** : si les stations prédites sont homogènes sur une grande surface (si supérieure à cinq hectares, besoin de points de calage pour vérifier l'absence de forte variabilité).

La phase de terrain doit ensuite permettre de réaliser la carte des stations forestières de la forêt étudiée avec suffisamment de précision et peut amener l'opérateur à changer des relevés pour améliorer la cartographie des stations forestières (Fig. 7).

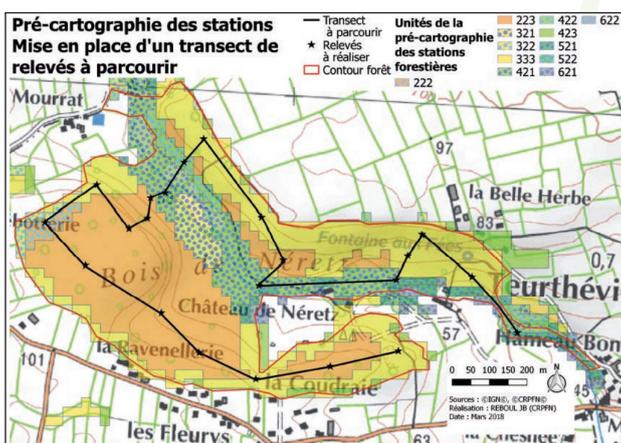


Figure 6 : Présentation d'un exemple de positionnement de transects de relevés prévisionnels dans une propriété bas-normande. L'intégralité du territoire, de la topographie et des conditions stationnelles prédites par la pré-cartographie sont couvertes.

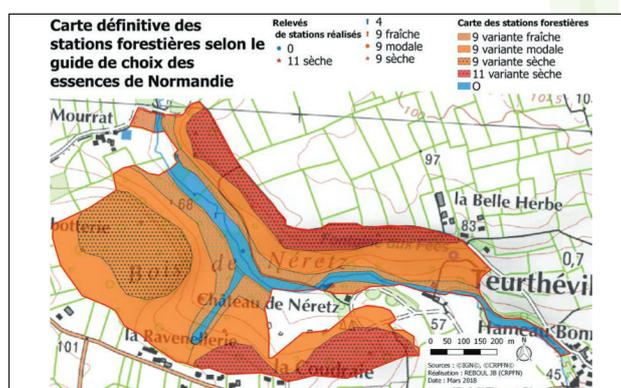


Figure 7 : Carte définitive des stations forestières issues du travail de pré-cartographie et de la phase de terrain.

## LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Une pré-cartographie ne veut pas dire carte définitive des stations forestières ; issue de trois modèles, elle en cumule les incertitudes.

La pré-cartographie permet de diminuer le temps de réalisation d'une cartographie des stations par un pré-zonage du contexte stationnel.

Elle facilite la mise en place des points d'échantillonnage lors de la phase de terrain.

Sa précision varie en fonction des contextes géologiques et de la qualité de leur description.

Il est ensuite nécessaire d'effectuer une phase de diagnostic de terrain.

La réalité du terrain amènera forcément l'opérateur à rajouter, déplacer ou éliminer des relevés potentiels pour améliorer la cartographie des stations forestières.

# PUBLIC CIBLE ET FINALITÉ DU PROJET

Difficulté d'appropriation :  FAIBLE  MOYENNE  FORTE Absence de cette finalité pour ce public :

FINALITÉ PUBLIC CIBLE	Gestion Outils et recommandations	Recherche et développement Outils et création de contenu	Pédagogie Acquisition des connaissances
Propriétaires forestiers	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Personnel forestier technique	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Acteurs de la recherche et du développement	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Étudiants de l'enseignement supérieur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Étudiants de l'enseignement technique	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Cet outil est **principalement à destination des professionnels de la gestion forestière** pour faciliter le travail de cartographie. La méthodologie utilisée peut permettre la création de nouvelles pré-cartographies pour d'autres régions. Ce travail peut aussi sensibiliser les étudiants aux précautions à mettre en place lors de l'exercice de cartographie des stations forestières.

## CASTING

Les coordinateurs du projet sont M. Florentin Madrolles et Mme Florence Gohon (CRPF Normandie).

Ce projet a été mené avec la participation de Mme Céline Perrier et M. Olivier Picard (RMT AFORCE) ; de M. Jean-Baptiste Reboul (CRPF Normandie) ; de M. Eric Sevrin et M. Jérôme Rosa (CRPF Ile-de-France-Centre-Val de Loire) ; de M. Richard Lehaut, M. Thomas Brusten et M. Michel Chartier (CNPFF-IDF) ; de M. Christian Piedallu et M. Jean-Claude Gegout (AgroParisTech-LERFoB) ; de M. Joel Moulin (chambre d'agriculture de l'Indre, RMT SOL) ; de M. Bertrand Laroche (INRA Orléans, RMT SOL), de Mme Noémie Pousse (ONF) et enfin de M. Jacques Drapier (IGN).

## POUR OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS

Plus d'informations sont disponibles sur la [page projet Prestation-NO](#) du RMT AFORCE.

La pré-cartographie des stations forestières est directement disponible sur le [portail cartographique géonormandie](#).

Retrouvez des notices d'utilisations de la pré-cartographie ainsi que le guide de choix des essences sur [le site du CRPF de Normandie](#).

## FINANCEURS DU PROJET

