

2011 est l'année internationale des forêts, c'est pourquoi le Gis Sol lui consacre un numéro de sa lettre.

Définition d'un nouveau découpage écoforestier en sylvoécorégions, modélisation du pH et étude du tassement des sols forestiers, estimation du carbone des sols européens, enrichissement de bases de données pédologiques : voici quelques illustrations de valorisation des données collectées par l'Inventaire forestier national (IFN), le plus important producteur de données pédologiques relatives au milieu forestier en France.

2011 est également une année particulière, tant pour le Gis Sol que pour l'IFN : c'est, pour le premier, après une évaluation positive la préparation de sa reconduction pour une durée de 5 ans et pour le second, celle de son intégration à l'Institut Géographique National (IGN) au 1er janvier 2012.

Gageons que ce nouvel environnement sera propice à de nombreux travaux menés conjointement, avec le même souci de qualité et de cohérence. L'harmonisation ou la création de passerelles entre les données de l'IFN et des normes nationales et internationales est un de ces chantiers. Des études plus poussées alliant les analyses physico-chimiques issues de Biosoil et du RMQS (Réseau de mesures de la qualité des sols) en forêt et les informations collectées sur le terrain viseront à développer un protocole hybride pour qualifier de manière efficiente les sols forestiers. Enfin, les missions de l'IGN en termes d'occupation des sols, de cartographie et de référentiels laissent imaginer un élargissement considérable du champ des possibles.

Claude VIDAL
Directeur de l'Inventaire forestier national

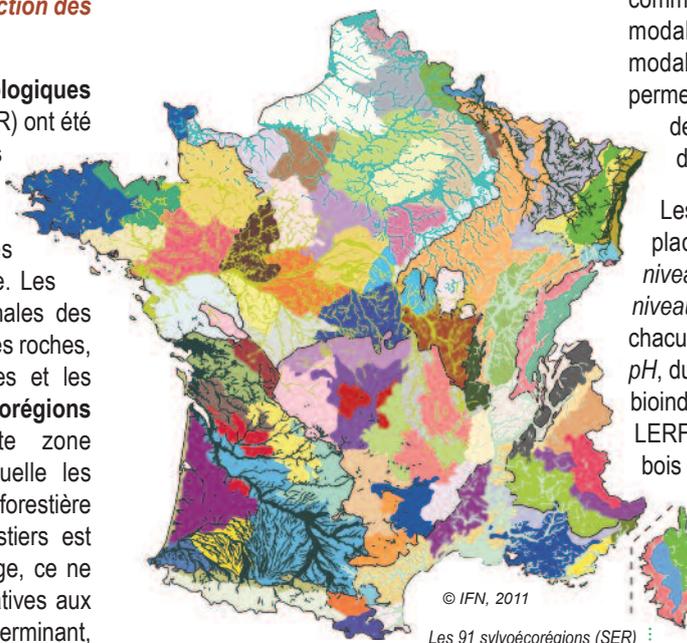
DÉCOUPAGE DE LA FRANCE EN GRANDES RÉGIONS ÉCOLOGIQUES ET SYLVOÉCORÉGIONS

L'IFN a élaboré pour le Ministère en charge des forêts un nouveau découpage de la France métropolitaine en zones homogènes en relation avec les facteurs de répartition et de production des écosystèmes forestiers.

Au sein de 12 grandes régions écologiques (GRECO), 91 sylvoécorégions (SER) ont été délimitées, en analysant les **facteurs abiotiques** (altitude, caractéristiques des sols et du climat), puis les **données floristiques** issues des relevés IFN pour préciser le zonage. Les GRECO sont des synthèses nationales des bioclimats, du relief et de la nature des roches, traduites notamment par les étages et les séries de végétation. Les **sylvoécorégions** correspondent à la plus vaste zone géographique à l'intérieur de laquelle les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale. Pour réaliser ce découpage, ce ne sont pas moins de 12 variables relatives aux sols, choisies pour leur caractère déterminant, qui ont été mobilisées sur 120 000 relevés de terrain.

Le sol assure une fonction de support pour les arbres. C'est en effet la *profondeur du sol* qui détermine les possibilités d'enracinement d'un arbre. Mesurée sur l'ensemble des points de

l'inventaire IFN selon 6 modalités, elle est complétée par la nature du matériau et plus particulièrement la *texture* (7 modalités) et le degré d'*hydromorphie* (6 modalités).



résultant, caractérisé selon les travaux menés à l'université de Strasbourg (J.-P. Party, 1999). Ces informations bibliographiques ont été complétées par des informations de terrain, comme le *type de sol*, et regroupées en 8 modalités. Enfin, la forme d'*humus* (6 modalités) observée pour chaque station, permet de qualifier la vitesse de minéralisation de la matière organique, donc une partie de la capacité nutritive du sol.

Les relevés écofloristiques réalisés sur les placettes IFN ont permis d'attribuer un *niveau trophique* (selon 7 modalités) et un *niveau hydrique* (selon 5 modalités) moyens à chacune d'entre elles. Enfin, les valeurs du pH, du C/N et de la *réserve utile* en eau du sol bioindiquées par la végétation calculées par le LERFoB (Laboratoire des ressources forêts bois : Inra - AgroParisTech) ont également été utilisées pour la réalisation de ce nouveau découpage forestier.

Stephanie.Lucas@ifn.fr
Gérard.Dume@ifn.fr

Pour en savoir plus :

www.ifn.fr

> rubrique "La forêt française" > Conditions écologiques > Les découpages écoforestiers

Le sol assure également une fonction de nutrition pour les arbres. Les conditions d'alimentation en éléments minéraux et en eau des arbres ont été évaluées, en premier lieu, par la *roche mère*, identifiée sur chaque point IFN, et le type de matériau d'altération

CARTE DU pH DE SURFACE DES SOLS FORESTIERS

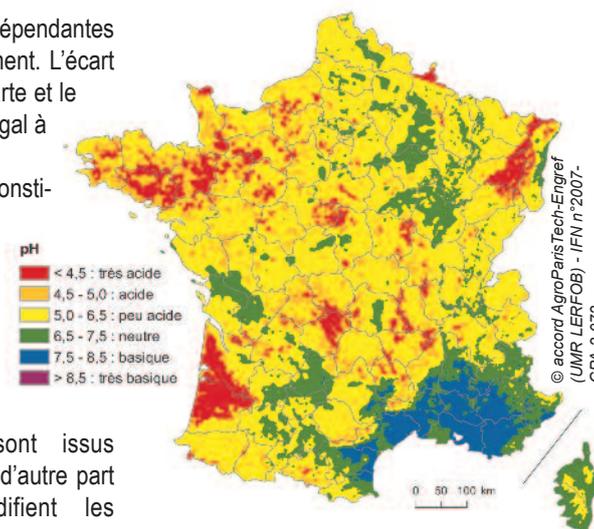
La carte des pH des sols forestiers de France métropolitaine a été élaborée à partir du caractère bioindicateur des plantes forestières et de la base de données de l'Inventaire forestier national (IFN). Issue d'une collaboration entre l'IFN et AgroParisTech-Engref (financement Ademe), la première version de la carte est disponible.

Le caractère bioindicateur des espèces végétales forestières a été calculé à partir de 3835 placettes dotées d'un inventaire floristique (base EcoPlant - Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois d'AgroParisTech - Engref) et d'une mesure de laboratoire du pH_{eau} de l'horizon organo-minéral A du sol. La valeur indicatrice représente pour chaque espèce, la valeur de pH pour laquelle sa fréquence dans la nature est maximale. Le pH de surface d'environ 100 000 placettes de l'IFN inventoriées entre 1989 et 2004 a ensuite été estimé par la moyenne des valeurs indicatrices des espèces présentes sur chaque site. Enfin, les pH de surface des sols forestiers français ont été spatialisés par interpolation (krigeage avec une résolution de 1 km²).

La qualité de la carte a été évaluée à partir de données issues de 261 placettes réparties sur

le territoire de l'hexagone et indépendantes des données utilisées précédemment. L'écart moyen entre le pH prédit par la carte et le pH mesuré sur ces placettes est égal à 0,81 (carré du coefficient de corrélation : 0,58). Ces valeurs constituent une bonne estimation de l'erreur réalisée en considérant la prédiction du pH de cette carte en un point quelconque des forêts françaises. Par ailleurs, la carte des pH n'est pas valable hors milieu forestier ; d'une part les relevés floristiques utilisés sont issus uniquement de sites forestiers et d'autre part les pratiques agricoles modifient les caractéristiques des sols.

La carte mise en page est téléchargeable gratuitement, tandis que les données numériques au format GeoTIFF sont payantes. Cette première version de 2008 pourrait être améliorée à moyen terme grâce aux actions en cours : densification de l'échantillonnage d'EcoPlant dans le sud de la France, sous-représentée par rapport au nord-est notamment, disponibilité d'environ 39 000 relevés IFN supplémentaires depuis 2004, développement d'une méthode de spatia-lisation plus aboutie utilisant des covariables.



Le pH des sols forestiers prédit par la végétation

Stephanie.Lucas@ifn.fr

Pour en savoir plus :

www.ifn.fr

> rubrique « Produits et services » > « Données cartographiques » > « Carte du pH de surface des sols forestiers français »

L'APPORT DES DONNÉES SOL DE L'IFN AUX RÉFÉRENTIELS RÉGIONAUX PÉDOLOGIQUES

Les Référentiels Régionaux Pédologiques (RRP) du programme Inventaire gestion et conservation des sols (IGCS), bases de données et cartes pédologiques à l'échelle du 1/250 000, constituent le programme prioritaire de cartographie des sols de France. Les RRP sont réalisés par département et nécessitent un important travail de recueil de l'information et de synthèse. Aussi, l'utilisation des données de l'Inventaire forestier national (IFN) est un apport non négligeable.

Dans les zones forestières, le travail de terrain est souvent moins aisé du fait des clôtures et de la couverture végétale. Cette dernière gêne notamment le repérage GPS, mais aussi la visibilité du pédologue lors de son analyse du paysage. Ce sont aussi souvent des zones assez peu couvertes par d'anciennes études pédologiques plus nombreuses dans les zones agricoles (études de drainage, d'épandage, etc.).

C'est pourquoi des données de qualité sur les sols de forêt sont très recherchées par le pédologue en charge du RRP. En cela, les données de l'IFN sont précieuses surtout dans les départements présentant une occupation

des sols forestière importante comme les Landes. Le massif forestier des Landes couvre près d'un million d'hectares et le peu d'études pédologiques existantes y montre une grande variabilité des sols.

Sa cartographie, même au 1/250 000 nécessiterait de nombreuses campagnes de terrain.

L'utilisation des données de l'IFN permet de réduire le temps de terrain et de mieux définir le contenu des unités cartographiques de sols. Les données de l'IFN, très denses, offrent une description détaillée de la végétation, du type d'humus et une description simplifiée du sol (texture de surface, type de sol, etc.). Dans les Landes, la végétation est révélatrice du milieu (lande humide, lande sèche, etc.) et donc des types de sols pouvant y être rencontrés. Des descriptions complémentaires sont bien sûr nécessaires, mais le gain de temps est évident pour améliorer la précision et la qualité de la base de données. La grande quantité des



Lande sèche sous forêt de Pin maritime (Landes de Gascogne)

données de l'IFN permet également de réaliser des statistiques en appui à l'expertise du pédologue. Le RRP résultant est alors plus précis et de meilleure qualité.

L'exemple des Landes peut être reproduit dans tout autre département ayant un massif forestier important. Les données de l'IFN constituent sans aucun doute un apport très utile permettant un gain de temps et une synthèse de meilleure qualité.

Anne.Richer@orleans.inra.fr

SENSIBILITÉ DES SOLS FORESTIERS AU TASSEMENT

Le sol forestier est un milieu vivant, complexe et fragile, à l'interface entre la roche mère et le peuplement forestier. Il est particulièrement exposé et sensible à des contraintes chimiques via l'exportation des minéraux, mais aussi à des contraintes physiques comme le tassement.



Tassement d'un chemin forestier dans les Vosges gréseuses (Bas-Rhin)

Le tassement des sols est identifié et étudié depuis quelques décennies en agriculture, mais aussi en sylviculture. Pour les sols forestiers il est aggravé par l'évolution des pratiques d'exploitation (développement de la mécanisation, non respect des cloisonnements d'exploitation par les engins de débardage) et la difficulté à tenir compte des conditions climatiques défavorables à la gestion des chantiers.

De plus, les exploitations massives ou urgentes consécutives aux tempêtes de 1999 et 2009, ne favorisent pas l'exploitation respectueuse des sols forestiers.

Le tassement est une des causes actuelles les plus fréquentes de la dégradation des sols forestiers. Presque immédiat dès le premier passage d'engin, pas toujours visible lors d'un tassement profond, il est souvent irrémédiable à l'échelle humaine. Il affecte les fonctions environnementales des sols en réduisant leurs capacités d'aération et d'infiltration et en limitant l'enracinement des arbres. Le tassement des sols est donc devenu une préoccupation forte pour les acteurs forestiers.

L'Inventaire forestier national (IFN) collecte des informations techniques et écologiques pour qualifier la sensibilité potentielle des sols au tassement en cas d'exploitation forestière. Depuis 2008, la portance est ainsi renseignée sur chaque placette d'inventaire (jamais portant, temporairement non portant ou toujours portant). Elle caractérise la zone la plus sensible à la portance sur l'itinéraire supposé des engins de débusquage lors de la traction des troncs jusqu'à la piste.

L'IFN met aussi au point un indice prenant en compte les recommandations du projet PROSOL* pour chacune des placettes d'inventaire de 15 m de rayon, à l'aide des données écologiques collectées : texture, charge en cailloux, profondeurs d'apparition de taches d'oxydation, du pseudogley ou du gley et indice hydrique. L'indice doit être amélioré pour être valide et homogène sur l'ensemble du territoire. Mais combiné aux autres informations forestières, il permettra à terme de mieux caractériser la ressource en bois en tenant compte de la sensibilité des sols au tassement.

Vincent.Dauffy@ifn.fr

* *Projet pluridisciplinaire PROSOL - Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt (ONF, FCBA, Inra, forêt privée, Entrepreneurs de Travaux Forestiers) : lancé en 2003, son but est de faire le lien entre les connaissances scientifiques sur la sensibilité des sols et l'identification des systèmes d'exploitation les plus adaptés. Un guide de vulgarisation (ONF, 2009) regroupe l'ensemble des recommandations.*

Pour en savoir plus :



ONF-FCBA, 2009. *Guide technique : Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt "Prosol"*. Editeurs : ONF / FCBA. 110 pages.
Pour en savoir plus : <http://www.lalibrairedubois.fr/>

ESTIMATION DU CARBONE DES SOLS FORESTIERS EUROPÉENS

Les teneurs et les stocks de carbone organique des sols forestiers d'Europe ont été récemment évalués et cartographiés en utilisant les résultats de l'inventaire systématique de la qualité des sols forestiers. Il est fondé sur une maille carrée de 16 km de côté, compatible avec celle du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols.

Les stocks varient de 1,3 à 70,8 tonnes par hectare pour les horizons organiques et de 11,3 à 126 tonnes par hectare pour les 20 premiers centimètres des horizons organo-minéraux. Une carte des teneurs a pu être produite en combinant les données de base avec un zonage climatique et avec la base de données géographique à 1/1 000 000 des sols d'Europe. En comparaison des stocks de carbone beaucoup plus faibles observés en milieu cultivé, ces résultats montrent l'importance considérable des sols forestiers en ce qui concerne le stockage et le cycle du carbone en Europe.

Cette évaluation n'a toutefois pas pu être réalisée pour les tourbes, en raison de difficultés méthodologiques. Ce défaut d'estimation induit une sous estimation des stocks totaux, en particulier pour les sols du nord de l'Europe. En effet, les stocks de carbone contenus dans les tourbières du Nord sont particulièrement importants et pourraient donner lieu dans le futur à des déstockages massifs sous l'effet du changement climatique.



Exploitation de tourbière (Connemara, Irlande)

Rainer.Baritz@bgr.de

Luca.Montanarella@jrc.ec.europa.eu

Pour en savoir plus :

Baritz R., Seufert G., Montanarella L. et Van Ranst E. 2010. *Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe. Forest Ecology and management*, 260, 262-277.

Cartes des concentrations et des stocks de carbone dans les sols : http://afoludata.jrc.ec.europa.eu/index.php/public_area/forest_soils

SUR LE WEB : DONNÉES EN TÉLÉCHARGEMENT POUR PRÈS DE 40 000 SOLS FORESTIERS

Depuis 2007, l'Inventaire forestier national (IFN) met en ligne ses « données brutes », c'est-à-dire les données qu'il collecte sur le terrain dans le cadre de son inventaire statistique annuel sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Les données concernant les sols forestiers peuvent ainsi être téléchargées pour près de 40 000 placettes. Pour les données relatives à l'écologie et à la flore, ce sont environ 6500 relevés qui sont effectués chaque année. Les données sur les sols sont les suivantes : type d'humus, type de roche-mère, type de sol, profondeur du sol, charge en cailloux, texture, etc. Celles-ci sont accessibles via le module de téléchargement des données brutes :

<http://www.ifn.fr/spip/?rubrique153>

Après avoir rempli un court questionnaire, vous recevez un courriel indiquant une page de téléchargement. Vous accédez alors à la documentation des données et aux données proprement dites.

Disponibles actuellement pour les campagnes 2005 à 2009, les données seront complétées par la campagne 2010, mi-octobre 2011. Pour les données antérieures à 2005, elles ne sont pas directement accessibles via Internet, mais il est possible de les obtenir sur demande (contact : dv@ifn.fr) au simple coût de mise à disposition.



Le téléchargement des données brutes sur le site de l'IFN

Stephanie.Lucas@ifn.fr

AGENDA

Conférence de présentation du rapport sur l'état des sols de France, Gis Sol ; IGN, 73 avenue de Paris - 94160 Saint-Mandé ; 18/11/2011 matin. Pour en savoir plus : <http://www.gissol.fr/actualite/evenements.php>. **Inscriptions** : <http://www.gissol.fr/confresf>

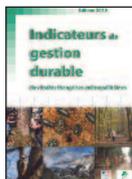
Colloque " Les indicateurs forestiers sur la voie d'une gestion durable ? ", Cemagref - IFN - Gip Ecofor ; Montargis (45) ; 6-7/12/2011 ; Pour en savoir plus : <http://igd.cemagref.fr>

COMIFER-GEMAS " les 10èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse " ; Centre des congrès de Reims : 23-24/11/2011 ; Pour en savoir plus : <http://www.comifer.asso.fr/index.php/actualite/34-10emes-rencontres-de-la-fertilisation-et-de-lanalyse.html>

PUBLICATIONS



BRGM : Tout comprendre sur les sites et sols pollués. Pour en savoir plus : www.brgm.fr/brgm/Sites_sols_pollus/sols_pollues.html



Gis Sol, 2011. L'état des sols de France. 188 p. Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, France.

IFN, 2011. Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises métropolitaines - 2010. Pour en savoir plus : <http://www.ifn.fr/spip/?rubrique80>

Jamagne M., 2011. Grands paysages pédologiques de France. Versailles : Editions Quae. 568 p. + annexes. Collection Synthèses. Parution : 31/10/2011. Pour en savoir plus : <http://www.quae.com>



Programme, actes et exposés du Séminaire d'ouverture du RMT Sols et Territoires (23 mars 2011 - Paris). Session 1 : Acquérir et diffuser la connaissance des sols dans les territoires. Session 2 : Mieux faire prendre en compte les sols dans différentes politiques, projets et programmes d'action. Téléchargeables en PDF : <http://www.sols-et-territoires.org/produits-du-reseau/seminaires-et-colloques/seminaire-ouverture-rmtsols.html>

Rivière J.M., Lemerrier B., Dupont C., Rouxel M., Walter C., Edeline P., Quidu O., 2011. Carte pédologique de France à 1/100 000 de Janzé. Inra Editions. Notice explicative de 320 pages et carte disponible chez Quae Editions. Pour en savoir plus : <http://www.quae.com>



La Lettre du Gis Sol

Directeur de la publication :
Valéry MORARD (co-président du Gis Sol)

Equipe de rédaction :
Véronique ANTONI
Dominique ARROUAYS
Antonio BISPO
Michel BROSSARD
Stéphanie LUCAS
Biram SALL
Nathalie SCHNEBELEN

Contact Gis Sol :
INRA ORLEANS/INFOSOL :
Dominique ARROUAYS
Directeur d'Infosol
2163 Av. de la Pomme de Pin
CS 40001-Ardon
45075 ORLEANS CEDEX 2
Tél : 02.38.41.48.27
Fax : 02.38.41.78.69
Courriel : infosol@orleans.inra.fr

Responsable Communication-édition
Véronique ANTONI
Courriel : Veronique.Antoni@developpement-durable.gouv.fr

Conception graphique :
Sacha DESBOURDES

DÉPÔT LÉGAL :
ISSN 1779-3742

Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols

Le Gis Sol a été créé en 2001. Il regroupe le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire (MAAPRAT), le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et l'Inventaire Forestier National (IFN). Son objectif est de constituer et de gérer un système d'information sur les sols de France répondant à échéance réaliste aux besoins régionaux et nationaux, dans le contexte européen. Le Gis Sol organise la concertation et la coopération entre ses membres dans le but de concevoir, orienter, coordonner, et s'assurer que se réalisent dans les meilleures conditions, des actions d'inventaire géographique des sols, de suivi opérationnel de leurs qualités, de création et de gestion d'information répondant aux demandes des pouvoirs publics et de la société.

www.gissol.fr