

Institut pour le développement
forestier/Centre national de la
propriété forestière

47 rue de Chaillot, 75116 Paris

Tél. : 01 47 20 68 15

foretentreprise@cnpf.fr

Directeur de la publication

Antoine d'Amécourt

Directeur de la rédaction

Thomas Formery

Rédactrice

Nathalie Maréchal

Conception graphique

Mise en page

Sophie Saint-Jore

Responsable Édition-Diffusion

Samuel Six

Diffusion — abonnements

François Kuczynski

Publicité

Bois International

14, rue Jacques Prévert

Cité de l'avenir - 69700 Givors

Tél. : Corinne Oliveras :

04 78 87 29 41

Impression

Centre Impression

BP 218 — 87220 Feytlat

Tél.: 05 55 71 39 29

Numéro d'imprimeur 00140

Tous droits de reproduction
ou de traduction réservés pour
tous pays, sauf autorisation de
l'éditeur.

Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2015

France: 48 € - étranger : 62 €

édité par le CNPF-IDF

Commission paritaire des
publications et agences de
presse: n° 1019 B 08072

ISSN: 0752-5974

Siret: 180092355 00015

Les études présentées dans Forêt-entreprise ne donnent que des indications générales. Nous attirons l'attention du lecteur sur la nécessité d'un avis ou d'une étude émanant d'une personne ou d'un organisme compétent avant toute application à son cas particulier. En aucun cas le CNPF-IDF ne pourrait être tenu responsable des conséquences — quelles qu'elles soient — résultant de l'utilisation des méthodes ou matériels préconisés.

Cette publication peut être utilisée dans le cadre de la formation permanente.

Dépôt légal: janvier 2015



Création F. Blanc - CRPF FC ; photothèque CNPF



Déconvenue démotivante

« La subvention (du budget de l'État, NDLR) au profit du Centre National de la Propriété Forestière sera exceptionnellement mise à zéro en 2015. Cela ne remet pas en cause le fonctionnement de l'établissement qui mobilisera en 2015 ses réserves très excédentaires par rapport aux normes prudentielles applicables aux établissements publics ».

Par cette affirmation lapidaire et optimiste, le communiqué de présentation du budget 2015 du ministère de l'Agriculture prélève de fait les deux tiers du fonds de roulement du CNPF et la presque totalité de sa trésorerie...

L'année 2015 et les suivantes risquent donc d'être très problématiques pour le CNPF : ses 18 délégations régionales, les CRPF et son service de R & D, l'IDF.

De plus, le Gouvernement exige une réduction du nombre des personnels, à raison de 7 unités par an de 2015 à 2017. Les missions et leur réalisation devront donc être revues en conséquence.

Depuis un an, les forestiers privés français s'étaient sentis encouragés dans leur engagement à créer des emplois et apporter des solutions économiques et environnementales aux problèmes actuels. Le Gouvernement leur demande pourtant une vraie implication. Il compte sur la forêt à l'amont de l'une des 34 filières d'avenir, veut renforcer la gestion et la mobilisation forestières et met en avant le bois dans le cadre de la loi sur la transition énergétique. De même, la récente loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt votée en octobre prévoit un Programme national forêt bois ambitieux.

Ce revirement surprenant est paradoxal et la déception d'autant plus profonde.

Thomas Formery



© Olivier Martineau - CRPF PACA © CNPF

Barre des Dourbes (04).

Numéro suivant N°221
Maîtrise de la fougère aigle

ACTUS > 6

HOMMAGE > 53

INDEX > 62

AGENDA > 64

Forêt-entreprise, votre revue technique de gestionnaire forestier

Oui, je m'abonne (Tarifs 2015)

- ☐ Abonnement France 1 an — 6 numéros : 48 €
- ☐ Abonnement étranger 1 an — 6 numéros : 62 €
- ☐ Abonnement France 1 an — **spécial étudiant**
— 1 an — 6 numéros : 40 € (joindre la photocopie de votre justificatif)
- ☐ Abonnement France 1 an
— Remise de 30 % aux adhérents de CeteF,
GDF, et organismes de développement, Fogefor
— 6 numéros : 33,60 €

Nom
Prénom
Adresse
Code postal
Commune
Tél.
Courriel

Chèque bancaire ou postal à l'ordre de :
« agent comptable CNPF » à retourner à la librairie de l'IDF,
47 rue de Chaillot, 75116 Paris — Tél. : 01 47 20 68 15
Fax : 01 47 23 49 20 — idf-librairie@cnpf.fr

Catalogue de l'Institut pour le développement forestier
consultable [sur le site www.foretpriveefrancaise.com](http://www.foretpriveefrancaise.com)
et gratuit sur simple demande



© Michel Charrier IDF © CNPF

CNPF > 4

Forestiers de France et du monde,
unissez-vous !

Henri Plauche-Gillon

CETEF > 8

Sylvamap, un partenariat fructueux
CETEF-développeur de logiciel

Propos recueillis par Nathalie Maréchal, CNPF-IDF

GESTION > 11

Vendre mes douglas bord de
route valorise mieux leur qualité

Jean-Claude Gautier

ÉCONOMIE > 42

Les chiffres clés de la forêt privée

Julie Thomas

BIOCLIMSOL > 46

Aurelhy, ETPQ, Safran et Digitalis :
des données climatiques
spatialisées

Jean Lemaire et Grégoire Pigeon

MATÉRIEL VÉGÉTAL > 54

Variétés forestières : disponibilités
en pépinières pour la campagne 2015

Sabine Girard

FORÊT-GIBIER > 58

Vers un équilibre sylvo-cynégétique
en Savoie

Hugo Pierre

Dossier

Nouvelles technologies au service des forestiers

> 16 Des technologies
de pointe jusqu'au fond des bois
Michel Chartier

> 18 Du nouveau dans les
dendromètres
Michel Chartier, Bruno Jacquet et Jérôme Rosa

> 22 Où en sont les GPS ?
par le groupe de travail GPS du CNPF

> 28 Les tablettes en forêt,
pour qui ? pour quoi ?
Wulfran Mirlyaz

> 30 MOTI, les inventaires forestiers
dans la poche
Christian Rosset, Roland Brand, Eric Wullemin,
Clotilde Gollut, Iris Caillard, Ulrich Fiedler



© Michel Chartier IDF © CNPF

> 34 Prendre de la hauteur
avec les drones
Michel Chartier

> 38 Sylvestim, l'évaluation de forêt
par Internet
Entretien avec Soraya Bennar

> 40 Épicéa du Haut-Jura,
un bois d'excellence en
construction
Thomas Leplaideur



© Michel Chartier IDF © CNPF

*L'équipe de la rédaction vous présente
ses meilleurs vœux pour cette nouvelle
année 2015.*

SOMMAIRE

Forestiers de France et du monde, unissez-vous !

Par Henri Plauche-Gillon, ancien président du CNPFF



Henri Plauche-Gillon est au service de la forêt privée sur le plan national depuis près de 20 ans notamment auprès de l'ANCRPF, CNPPF, de l'IDF enfin du CNPFF. Il transmet les présidences du CNPFF et de Forestiers privés de France à Antoine d'Amécourt, sylviculteur dans la Sarthe et président du CRPF Pays de la Loire. Il nous présente ses motivations et expériences à la tête de nos organisations forestières.

Vous avez œuvré lors des évolutions successives de l'établissement public aujourd'hui Centre national de la propriété forestière. Que vous semble-t-il essentiel pour le CNPFF ?

Henri Plauche-Gillon : En tant que président du CNPFF et de Forestiers privés de France, je suis convaincu de la complémentarité des missions des organismes de la forêt privée.

Le rôle fondamental du CNPFF est de faire des propriétaires forestiers des sylviculteurs responsables. Cette mission majeure situe le CNPFF en amont de tous nos partenaires, qui accompagnent les forestiers. Ce travail préalable en profondeur est fondamental. D'abord accompagner les forestiers actifs dans leur gestion, mais également identifier, comprendre et mettre en mouvement les propriétaires détachés ou ignorants des devoirs que cela implique.

Parmi les missions du CNPFF, le développement forestier et l'orientation de la gestion par les documents de gestion durable sont essentiels. Je soulignerais volontiers **l'importance de la formation** : on ne peut être compétent si l'on n'est pas formé. Être sylviculteur est un métier, le propriétaire doit d'abord acquérir la capacité de maître d'ouvrage pour pouvoir choisir et décider.

Il importe que le plus grand nombre de forestiers privés parviennent à cette compétence grâce à la formation Fogefor, comme à la collection de celles proposées notamment par le CNPFF-IDF. Ces sylviculteurs avertis trouvent alors conseil et assistance auprès de l'ex-

cellent corps de gestionnaires forestiers que nous avons, avec les coopératives forestières et les experts forestiers, et dont la mission est primordiale pour la forêt privée française. Pour aller plus loin, il est souhaitable d'acquérir tout ou partie des compétences d'un maître d'œuvre, par une formation continue concrète. Cela concerne un nombre plus restreint de sylviculteurs. Tous ceux qui ont la volonté d'y parvenir et le temps nécessaire à y consacrer doivent pouvoir y accéder. Mon regret est de n'avoir pu aboutir en cette matière, à la mise en place d'une formation qualifiante « maison », facilitant la reconnaissance du métier qu'ils ont appris.

Je tiens à saluer et remercier la compétence et la motivation du personnel du CNPFF pour la formation et la vulgarisation auprès des divers profils de propriétaires. C'est une satisfaction de voir tout ce travail accompli.

La tentation, en ces temps de rigueurs budgétaires, serait de réduire cette mission, cela serait une grave erreur, compromettante pour l'avenir de la forêt privée. La formation et l'accompagnement des sylviculteurs sont des missions précises de la loi.

La nécessaire maturation dans l'élaboration d'itinéraires technico-économiques est liée à l'évolution des connaissances, aux expérimentations vitales pour notre profession. Cette interface entre la recherche et l'application de terrain est possible grâce à notre personnel compétent et investi dans les délégations régionales du CNPFF et dans son service R & D, l'IDF.

Je voudrais, par ailleurs, souligner l'engagement et la valeur des administrateurs de nos organisations de la forêt privée. Ces nombreuses personnes s'engagent bénévolement et apportent leurs compétences et convictions au service de leurs homologues. Cette originalité du fonctionnement de notre établissement public est une force, à l'instar d'autres établissements publics « professionnels ».

Observez-vous une évolution du comportement des forestiers privés ?

Henri Plauche-Gillon : Rendre les forestiers conscients de leur importance économique -dans le cadre d'une gestion durable de leur forêt, bien entendu- m'a toujours guidé dans les impulsions et réalisations, dont j'ai eu la joie d'être l'humble initiateur : PEFC, Forinvest BA, Sylvassur, Plan tempêtes, etc. De part ma formation d'ingénieur de l'École supérieure du bois, ouverte sur la transformation du produit bois, et ma fonction de gestionnaire forestier, j'estime essentielle l'intégration de la dimension économique dans nos orientations techniques. J'ai eu le privilège d'adhérer, jeune étudiant, au Cetef de Lorraine, d'être impliqué et initié par mon père aux débats techniques passionnants de l'époque. L'expérience me confirme que **l'économie doit toujours être associée à la technique à l'échelle de la gestion forestière**.

J'observe d'ailleurs que la nouvelle génération de forestiers ou les nouveaux acquéreurs de forêts ont une plus grande exigence économique. Cela est très prometteur pour l'avenir, notamment dans notre dialogue avec l'aval de la filière. Je note que les *business angels* investisseurs de Forinvest sont vraiment concernés par le développement économique de l'aval de la filière¹⁾. À long terme, cette implication via Forinvest BA modifiera conjointement notre vision (amont-aval), grâce aux partenariats de terrain ainsi créés.

Les forestiers peuvent se prévaloir d'un poids macro-économique dans la société avec des atouts importants. Ils sont producteurs d'une matière première renouvelable, générant une économie locale non délocalisable de 450 000 emplois et 60 milliards d'euros de chiffre d'affaires.

Quels messages aimeriez-vous transmettre aux propriétaires forestiers ?

Henri Plauche-Gillon : Une même fibre anime les nombreux propriétaires forestiers français et ceux de part le monde que j'ai eu la joie

L'ensemble du personnel du CNPF et moi-même vous exprimons notre reconnaissance pour votre engagement et le travail accompli pour l'établissement. Vous avez donné le cap et les impulsions pour ouvrir l'établissement à sa dimension nationale. Merci

Thomas Formery, directeur du CNPF

de rencontrer. **Nous sommes porteurs de valeurs humaines communes, utiles à notre société et d'un rôle socio-économique trop méconnu, dont nous avons à être fiers...**

Je suis un ardent défenseur du principe de subsidiarité, chacun à son niveau faisant son travail avec excellence, contribuant ainsi à la valorisation de l'ensemble. Je retiendrai **l'immense richesse humaine des acteurs de la forêt privée** : des présidents de CRPF ou de syndicats, des personnels de nos organisations professionnelles que je tiens à remercier chaleureusement pour leur implication et dévouement au service de la forêt privée.

J'aimerais souligner l'importance et la complémentarité du binôme président-directeur au plan national comme régional de nos instances, c'est un moteur essentiel pour avancer. J'exprime particulièrement ma reconnaissance à Thomas Formery pour ses très grandes compétences reconnues.

Ces considérations me rendent confiant pour l'avenir de la forêt privée, malgré la période financièrement délicate que nous allons devoir traverser. ■



1) Voir le dossier de Forêts de France n°578 de novembre 2014.



M. Thomas Formery, directeur du CNPF et M. Henri Plauche-Gillon.

© CNPF

Antoine d'Amécourt, nouveau président du Centre national de la propriété forestière



Antoine d'Amécourt est élu président du Centre national de la propriété forestière, lors du conseil d'administration du 6 novembre 2014.

Antoine d'Amécourt est très impliqué dans les organisations forestières :

- président du CRPF des Pays de la Loire depuis 2011,
- président du Cetef de la Sarthe pendant 10 ans,
- membre du comité de direction de l'IDF,
- membre de Forestiers privés de la Sarthe depuis 1988,
- administrateur de Forestiers privés de France depuis 2010.

Il est également maire de la commune d'Avoise (Sarthe). Depuis 1993, il est sylviculteur, gestionnaire de groupements forestiers familiaux dans trois régions (Aquitaine, Bretagne et Pays de la Loire) et agriculteur depuis 1985. Il devient également **président de Forestiers privés de France**.

L'ensemble des personnels du CNPF lui souhaite la bienvenue et l'assure de son engagement en ce contexte budgétaire difficile.



Fonds de dotation « Plantons pour l'avenir »

Un nouveau fonds de dotation « Plantons pour l'avenir » soutient des projets de boisement ou de reboisement de forêts françaises dégradées, portés par des propriétaires publics ou privés, engagés dans des démarches de gestion durable.

Des entreprises peuvent soutenir des actions de plantations avec la possibilité de compenser localement une partie des émissions de gaz à effet de serre induites par leurs activités, d'illustrer leur engagement dans le développement durable de leur territoire, tout en bénéficiant du régime fiscal de faveur du mécénat. Les dons au fonds de dotation ouvrent droit à une réduction d'impôts de 60 % pour les entreprises et de 66 % pour les particuliers. Les projets sélectionnés perçoivent une aide sous forme d'avance remboursable à taux 0, dans le cadre d'un contrat entre le propriétaire bénéficiaire et le fonds.

« La protection et la mise en valeur des bois et forêts ainsi que le reboisement dans le cadre d'une gestion durable » sont reconnus d'intérêt général et inscrits dans la Loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, adoptée par l'Assemblée nationale le 11 septembre 2014.

Le fonds de dotation « Plantons pour l'avenir » est fondé par Alliance Forêts Bois, 1^{er} reboiseur de France en concertation avec d'autres coopératives forestières.

Pour tout renseignement : contact@plantonspourlavenir.fr ou sur le site : www.plantonspourlavenir.fr

Breizh Forêt Bois

L'opération Breizh Forêt Bois vise la valorisation de peuplements forestiers pauvres (90 000 ha) ou la transformation des accrus ligneux (75 000 ha).

Le nouveau programme de développement rural breton 2014-2020 prévoit un montant d'environ 6 M d'€, dédié au soutien de projets de reboisement d'environ 2 ou 3 ha ; le taux d'aide à la plantation et des trois premiers entretiens serait de 40 à 80 % des frais. Les subventions proviennent du Feader (Fonds européen agricole pour le développement rural), des budgets de l'État, de la région et des départements.

Pour tout renseignement : www.crpf.fr/bretagne/

PEFC¹⁾ se développe sur tous les continents



Durant la semaine de la certification forestière, PEFC international tient son congrès à Paris, en hommage au pays fondateur, il y a maintenant 15 ans. « Les pionniers de la certification PEFC étaient attachés à l'idée que la forêt devait remplir 3 fonctions sans que l'une empiète sur l'autre, c'est-à-dire un rôle économique pour celui qui en a la propriété, un rôle sociétal pour la communauté et un rôle environnemental pour la société. » rappelle William Street, président de PEFC International.

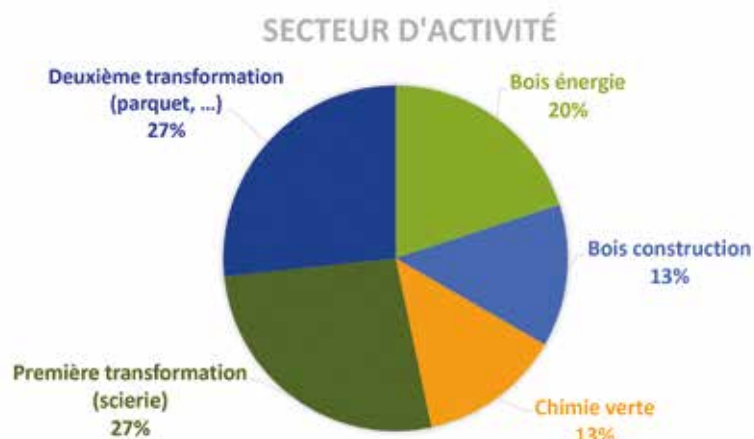
Aujourd'hui, 255 millions d'ha de forêts sont certifiés (plus de 60 % de l'ensemble des forêts certifiées), 750 000 propriétaires forestiers certifiés et plus de 16 000 entreprises appliquent la chaîne de contrôle PEFC dans 38 pays. PEFC conforte sa position de leader mondial de la certification forestière, avec l'Asie comme principal levier de croissance. 2 millions d'ha de forêts chinoises sont certifiés PEFC en 2014, en complément des 4,6 millions d'ha de forêt certifiée en Malaisie. 8 pays d'Asie, dont l'Inde, le Japon et le Vietnam, progressent dans le développement de leurs schémas nationaux de certification forestière, en vue d'une éventuelle reconnaissance par PEFC International. Le fonctionnement de PEFC International de type fédéral favorise l'axe commun de gestion forestière durable en concertation, avec des standards nationaux PEFC respectant les diversités forestières mondiales.

35 % des consommateurs français reconnaissent la certification PEFC. Lors d'un sondage auprès de 13 000 citoyens du monde entier, 20 % identifient la certification PEFC comme la plus crédible. Les consommateurs responsables s'impliquent en faveur de la gestion durable et choisissent des produits bois et issus du bois certifiés PEFC.

Une vidéo sur le site : foretpriveefrancaise/videos/en-achetant-pefc-je-m-implique-et-vous

1) Program for the Endorsement of Forest Certification schemes : Programme de reconnaissance des certifications forestières, auparavant Pan European Forest Certification.

Forinvest, des forestiers investisseurs développent la filière bois



4 millions d'euros investis dans 14 entreprises transformant du bois par 300 *business angels* propriétaires forestiers en 4 ans ! Le bilan de l'association Forinvest BA¹⁾ est encourageant et renforce les liens amont aval de la filière forêt-bois.

Forinvest BA met en relation des propriétaires forestiers ou groupements forestiers, adhérents de syndicats, avec des entrepreneurs innovants dans l'aval de la filière bois. La filière bois est en plein essor et a besoin de capitaux pour se développer, innover et gagner des parts de marché en France. Des forestiers privés, convaincus des opportunités d'investissement dans les entreprises de transformation du bois, contribuent à mieux valoriser leurs produits, en priorisant des critères d'économie locale ou de produits innovants. Le principe des *Business Angels* est d'investir personnellement au capital social d'une entreprise, accompagné par l'association Forinvest BA. Cet investissement permet d'alléger l'imposition (18 % de votre impôt sur le revenu limité à 10 000 € ou déduction de 50 % de l'impôt sur la fortune limité à 45 000 €).



Informations auprès de Nicolas Mathy, Forinvest Business-Angels, 6, rue la Trémoille, 75008 Paris ; par tél. : 01 47 20 36 32 ou sur le site : www.forinvest-ba.fr

1) Un *Business Angel* est un investisseur dans une entreprise innovante, mettant à disposition de l'entrepreneur ses compétences, son expérience, ses réseaux et son temps.

5^e rapport sur le climat du GIEC¹⁾

Le dérèglement climatique causé par l'activité humaine est incontestable. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) récentes d'origine anthropique sont les plus élevées de l'histoire. Si elles se poursuivent au même rythme, « Ce réchauffement entraînera de nouveaux risques et une amplification des risques existants, quel que soit le niveau de développement des pays », prévient Sylvie Joussaume, directrice du groupement d'intérêt scientifique « climat environnement société ».

Limiter la hausse des températures à 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle est encore possible. Cela « nécessite de ne pas dépasser environ 2 900 gigatonnes de CO₂ d'émissions de GES. Or, nous avons déjà émis un cumul de 2 040 GtCO₂ », explique Sylvie Joussaume. Des approches intégrant atténuation, adaptation et des objectifs sociaux existent dans tous les secteurs. Elles offrent de nombreuses opportunités de développement. « L'intérêt du rapport de synthèse, rappelle Jean Jouzel, vice-président du GIEC, c'est qu'il parle des solutions. C'est le document de base pour les négociateurs de la conférence de Lima (COP20) fin 2014, puis de Paris (COP21) en 2015 ».

Le rapport est téléchargeable sur le site du ministère du Développement durable : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-de-synthese.html>

1) Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

Le groupe Josso ouvre son capital à PGS

Claudine JOSSO, PDG du groupe éponyme, confirme l'entrée du groupe normand Palettes Gestion Services (PGS) - leader de la palette bois - dans le capital de sa holding à hauteur de 34 %. Créée en 1910 et dirigée depuis 1987 par la 4^e génération, Claudine et François JOSSO, la société a investi, en 2013, 13 millions d'euros dans une nouvelle ligne de sciage automatisée en capacité de traiter 120 000 m³ de bois résineux régionaux, soit 65 000 m³ de produits finis en sciages. Outre l'amélioration de productivité et la création de postes qualifiés en diminuant la pénibilité, la gamme de produits de la société JOSSO s'élargit au bois construction (bois d'ossature et de charpente). Le Groupe (91 collaborateurs) fabrique 1 million de palettes par an pour un chiffre d'affaires en 2014 de 15,3 millions d'euros.

Dominique Jarlier élu président de la FNCofor



Lors du congrès national des communes forestières, plus de 300 élus élisent leur nouveau président, Dominique Jarlier déjà président de l'association des communes forestières du Puy-de-

Dôme et du Massif central. Ces partenaires de la filière forêt-bois expriment leurs inquiétudes quant à l'avenir de la gestion des forêts des collectivités.

Hommage unanime à Jean-Claude Monin



L'ancien président de la Fédération nationale des Communes forestières de 2008 à 2014, (auparavant vice-président de 1983 à 2000 puis président délégué de 2001 à 2007), Jean-Claude Monin est décédé. Très investi dans la filière bois, il a été président des Communes forestières de Savoie de 1983 à 2011, président de l'Union régionale des Communes forestières Rhône-Alpes de 1990 à 2014, vice-président de l'Office national des forêts (ONF) de 2000 à 2014, président du Comité consultatif de la forêt communale de 2012 à 2014 et de l'association Bois des Alpes de 2011 à 2014. Maire de Saint-Jean d'Arvey pendant plus de 40 ans, vice-président de Chambéry Métropole. Jean-Claude Monin a consacré sa vie au service de la chose publique et en particulier au service des collectivités forestières.

Sylvamap, un partenariat fructueux CETEF-développeur de logiciel

Entretien avec Jérôme Loutrel, président d'honneur du CETEF Haut-normand, Sophie de Montalembert, membre du groupe IDF « Sylviculteur-entrepreneur » et Alban le Cour Grandmaison, fondateur de « Dynamiques Foncières »

Un partenariat entre des CETEFs de l'Ouest de la France (CETEF de Haute Normandie et Basse Normandie, de la Sarthe) et un concepteur-développeur de logiciel de cartographie aboutit à un outil simple et complet de gestion forestière en ligne.



Un nouvel outil de suivi de gestion forestière et de cartographie est en ligne. Comment et pourquoi avez-vous développé ce service ?

Alban le Cour Grandmaison, directeur de Dynamiques Foncières : Sylvamap est né simplement d'un croisement entre mon évolution professionnelle et mes besoins de gestionnaire forestier. J'ai créé un cabinet de conseils en gestion de patrimoine immobilier pour entreprises ou collectivités : Dynamiques Foncières intervient comme tiers de confiance, pour des missions allant de l'expertise foncière en valeur vénale ou en estimation de préjudice jusqu'à la mise en œuvre d'opérations complexes, incluant des négociations en contexte de sites et sols pollués. À l'heure du numérique, Dynamiques Foncières conçoit et développe des Systèmes d'Information Géographique (SIG) accessibles par tout navigateur internet. L'idée de créer un outil cartographique en ligne avec une assistance à la gestion agricole et forestière a abouti au site CartoDF. Sur un fond de photographie aérienne ou de cartes routière et cadastrale, des calques d'informations sont superposés, regroupant des données de propriété, de baux, d'urbanisme, de contrats et d'assurances, etc. Un site spécialement dédié aux forestiers de www.CartoDF.fr est commercialisé également sous la marque Sylvamap et permet la visualisation du parcellaire sur fond cadastral ou carte IGN.

Quelle a été la genèse de ce partenariat de Cetef avec Dynamiques Foncières et pourquoi ? Quel a été le rôle des Cetef ?

Jérôme Loutrel, président d'honneur du CETEF Haut-Normand : notre préoccupation en tant que gestionnaire forestier est la mise en œuvre du programme des coupes et travaux défini dans le PSG agréé, le suivi annuel



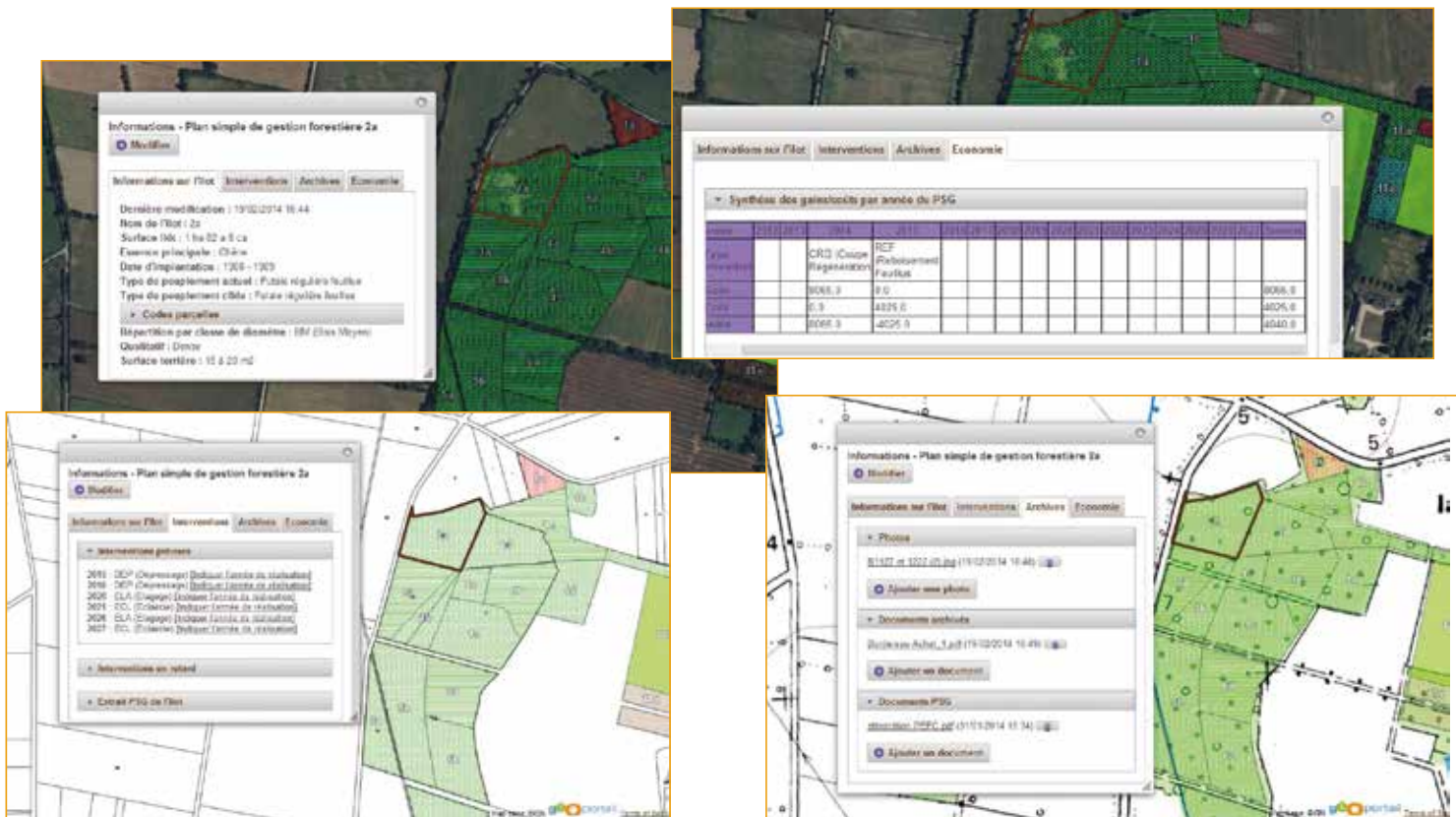
des recettes-dépenses et la pérennité des informations à transmettre à nos ayants droits.

Nos Cetef normands travaillaient jusqu'alors sur un suivi de gestion et comptabilité par parcelle avec le logiciel Excel. Lors d'une présentation du produit Sylvamap au groupe « Sylviculteurs-entrepreneurs » de l'IDF, le volet cartographie et suivi du PSG nous a intéressés, car il permet une programmation simple et pratique des opérations à effectuer par parcelle. Notre rôle de Cetef auprès du concepteur a été de définir un cahier des charges pour un développement complémentaire de modules économiques et fiscaux.

La mémorisation, l'archivage et la transmission des opérations effectuées nous semblent essentielles, aussi bien en qualitatif qu'en quantitatif.

Les essais avec des logiciels existants n'avaient pas été convaincants pour différentes raisons :

- complexité d'utilisation, plutôt pour un usage de professionnels, ou un usage fréquent (ce qui n'est pas le cas en forêt où le besoin est généralement plus occasionnel),
- pérennité limitée des logiciels avec au mieux des mises à jour continues payantes,
- intégration partielle de données personnelles relatives à la gestion ou au marché du bois,
- erreur de sauvegarde ou mauvaise manipulation entraînant la perte des informations. Par ailleurs, il nous semblait aussi important de pouvoir attacher à la parcelle, différentes informations comme des photos,



des explications sur les décisions, rapportées au contexte économique, aux opportunités de marché ou d'exploitation, aux accidents climatiques, etc.

Nous avons choisi de rédiger un cahier des charges « spécial Cetef » et de participer au financement de ce développement à hauteur de 9375 € HT. Notre objectif est de répondre aux besoins du plus grand nombre.

Notre premier travail a consisté à définir les opérations économiques attribuées à chaque parcelle, mais également celles qui seraient imputables au massif entier (clôture, desserte, place de dépôt, etc.). Il a fallu établir une nomenclature de travaux avec un vocabulaire prédéfini, différencier le nombre d'heures et le coût horaire pour les sylviculteurs qui travaillent en régie, par eux-mêmes ou par une entreprise.

Le volet économique comprend un formulaire à la parcelle à compléter :

- nature de l'opération,
- date d'interventions,
- nombre d'heures,
- coûts horaires, coût global,
- commentaires, etc.

Ces informations enregistrées permettent par la suite la consolidation annuelle, utile pour le rapport de gestion des assemblées générales de groupement forestier par exemple. Une requête permet également une sortie spécifique des opérations bénéficiant de l'avantage fiscal du DEFI travaux, utile pour la déclaration de l'IRPP. Le bilan technique et économique est directement complété par les informations préalablement intégrées. Cela facilitera les recherches lors du renouvellement du PSG,

ainsi que lors de la présentation du bilan des coupes et travaux demandé par l'administration (Bilan décennal). Une belle sécurité fiscale !

Il nous semble également primordial de pouvoir intégrer l'historique des interventions par parcelle, avec l'ensemble des recettes-dépenses antérieures, lorsqu'elles sont connues. Sylvamap permet de connaître, programmer et arbitrer, donc de gérer pour une meilleure rentabilité de sa forêt.

Quelles sont vos spécificités par rapport aux autres produits disponibles ?

Alban le Cour Grandmaison :

Tout d'abord, nous avons cherché à mettre au point un outil simple et à la portée de chaque propriétaire, quelle que soit son habitude d'utilisation de l'informatique. Nos particularités peuvent s'exprimer ainsi :

- rendre l'usage des SIG¹⁾ simple et accessible : un géomaticien réalise les cartes personnalisées (à partir d'une carte papier ou déjà informatisée) pour une meilleure précision et un rendu impeccable, cela favorise une meilleure connaissance du foncier agricole ou forestier. Il est aussi possible d'ajouter des couches personnelles avec une légende, un géoréférencement d'une tâche de semis par exemple ;
- intégrer le PSG avec le descriptif des peuplements par parcelle, l'échéancier des coupes et travaux prévus aussi bien au niveau de la parcelle qu'au plan global,
- plusieurs requêtes possibles alors : quelles sont mes interventions à prévoir en 2015 ? ou bien, dans quelles parcelles est-il prévu une coupe d'éclaircie de taillis ? quelles coupes ont

*Copies d'écran du site
Dynamiques Foncières.*

1) Système d'information géographique

été effectuées ces 3 dernières années, quelle quantité de bois de feu a-t-elle été produite ? dans quelles parcelles ?

- des alertes mails sur les échéances permettent de rappeler les interventions et de choisir leur mise en œuvre,
- l'enregistrement des informations est dans un fichier Excel, ce qui facilite la récupération personnelle des données et garantit aussi la pérennité des informations enregistrées,
- le stockage d'informations et documents est associé à la parcelle : nous gérons une plateforme de Gestion Géographique Electronique de Documents (G²ED), également le stockage des informations sur le « Cloud » via une « data room ». Vos données sont stockées, géolocalisées, et sauvegardées,
- la sauvegarde quotidienne des données directement en ligne préserve des erreurs de manipulation susceptibles d'entraîner la perte des données,
- une gestion fine et sécurisée des droits d'accès. Le sylviculteur a un droit d'accès personnel. Ses successeurs ou héritiers peuvent disposer de codes de visualisation pour appréhender la gestion forestière, une bonne façon de les impliquer dans la gestion. Des catégories de droits sont différenciées en fonction de l'utilisateur (propriétaire, ayant-droit, gestionnaire) : de la simple visualisation aux possibilités de saisie ou de modifications,
- la mise à jour automatique du logiciel est intégrée au site ; cela évite le ré-achat d'une version plus actuelle ou l'achat de mises à jour successives ;
- la formule d'abonnement est variable selon le nombre d'ha – tranche < 50 ha, de 50 à 200 ha, etc. –, avec un engagement d'une durée minimale de 3 ans pour amortir les frais du géomaticien et ceux d'intégration des données complètes du PSG.

Vous utilisez Sylvemap dans la gestion de votre groupement forestier, quels sont ses avantages ?

Sophie de Montalembert, membre du groupe IDF « Sylviculteur-entrepreneur » : l'approche de cartographie et de gestion associée à la parcelle est vraiment un avantage pour le suivi de la gestion forestière. L'ensemble des coupes et travaux prévus au PSG par parcelle est enregistré. Vous recevez des alertes si vous êtes en retard dans votre programme de coupes et travaux, ce qui permet de suivre au plus près le document de gestion. Vous pouvez renseigner les réalisations effectuées par parcelle et même, scanner les

documents à conserver comme les contrats de vente, les factures, etc.

Le travail le plus long est d'intégrer les réalisations antérieures lorsque l'abonnement au logiciel commence alors que le Plan simple de gestion est déjà engagé. Mais comme par la suite, ce logiciel vous permet d'établir directement le bilan décennal, maintenant exigé par l'administration pour continuer à bénéficier des exonérations fiscales forestières, cela représente un gain de temps et de fiabilité non négligeable. De même, lors du renouvellement du PSG, toutes les informations seront accessibles par parcelle et pour l'ensemble du massif. Nous avons inclus dans l'abonnement les parcelles agricoles de la propriété, pour permettre une vue d'ensemble (échéance des baux, scan des baux par locataire, etc.).

Tous les associés du groupement forestier accèdent aux informations grâce à un code spécifique sur le site de Sylvemap. C'est un instrument idéal pour intéresser et motiver les associés, en particulier la jeune génération, qui peut voir, quasiment en temps réel, ce qui est réalisé dans leur forêt.

Ce partenariat « informaticiens-forestiers » est donc bénéfique pour les deux parties ?

Alban le Cour Grandmaison : ces échanges avec les membres de Cetef ont permis de compléter l'offre Sylvemap d'un volet important pour le gestionnaire. Les attentes des membres des Cetef et leur mobilisation ont vraiment favorisé une amélioration pratique et utile. Sylvemap simplifie nombre de tâches administratives du forestier privé et lui donne une vision d'ensemble actualisée.

Jérôme Loutrel : nous cherchions un outil de gestion opérationnel, simple et complet, avec le souci de transmission des informations, notamment technique et économique. Sylvemap est tout cela et en plus, il crée un lien intergénérationnel vivant et attractif. Merci. ■

Propos recueillis par Nathalie Maréchal,
CNPf-IDF

NDLR : le groupe « Outils informatisés de gestion forestière » du CNPF mettra cet outil au banc d'essai prochainement. Son avis paraîtra dans un prochain numéro de Forêt-entreprise.

En savoir⁺

www.sylvamap.fr

Vendre mes douglas bord de route valorise mieux leur qualité

par Jean-Claude Gautier, sylviculteur dans l'Orne

Comment tirer la meilleure rentabilité de la commercialisation de douglas de qualité exceptionnelle ? Jean-Claude Gautier, sylviculteur actif dans l'Orne, nous expose ses principes de gestion pour le massif forestier, créé par son père Georges Gautier dans les années 1950. À l'aube du renouvellement du PSG, quels choix d'itinéraires sylvicoles prendre ?

Vous valorisez vos grumes de douglas à des prix supérieurs à la moyenne française. Pour cela, vous avez développé votre marché localement et en vendant abattu-débardé. Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

Jean-Claude Gautier : L'objectif de gestion des massifs d'Ecouvès et d'Andaines est la production de grumes de douglas de qualité A, avec une quantité de duramen garantie. Cela implique d'avoir une meilleure valorisation de nos produits et de maîtriser la demande.

À la reprise de la gestion du massif en 2006, le constat de retard d'éclaircie nous incita à investir dans notre propre matériel d'abattage et de débardage, pour maîtriser les travaux délicats

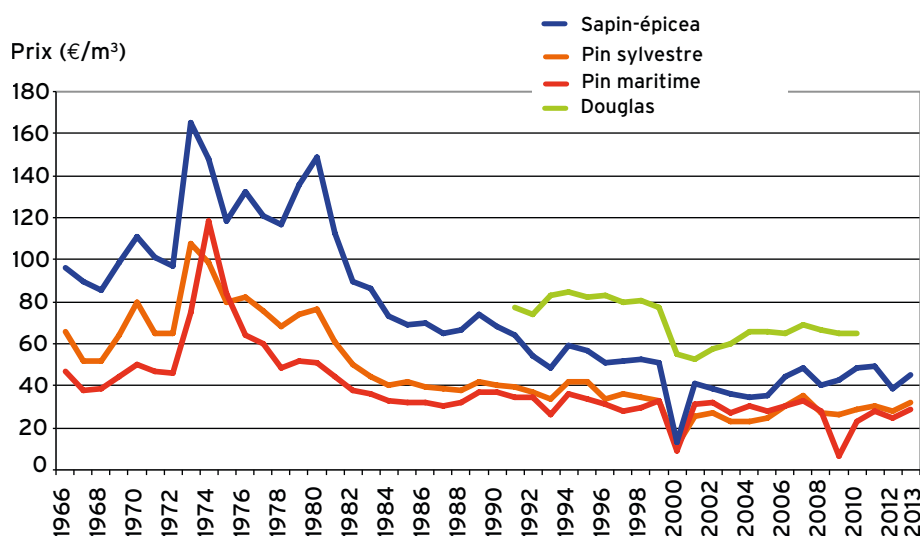
pour nos sols et surtout pour conserver l'emploi¹⁾. Nous assurons donc, avec notre propre équipe de trois salariés polyvalents, l'abattage, l'exploitation, le débardage bord de route et l'entretien courant (plantation/élagage).

Nous commercialisons nos grumes de douglas élaguées de 55/60 ans, de 4 à 5 m³ de moyenne, à environ 140 €/m³ pour la menuiserie et 90 €/m³ en charpente.

La très bonne qualité de nos douglas satisfait 5 ou 6 acheteurs, qui nous adressent directement et régulièrement leurs besoins, selon un protocole simple et validé. Nous évitons ainsi les nombreux problèmes de mise en vente. Nous maîtrisons la découpe et le tri par produits.

1) Investissement fait en 2008 : un tracteur, un treuil, une pince et un gyro-broyeur pour un total de 41 000 €.

Graphique 1 - Comparatif des prix de vente sur pied de résineux



Évolution du prix du bois d'œuvre des résineux aux ventes d'automne de l'ONF en € HT/m³ constants 2012 : sapin-épicéa, pin sylvestre, pin maritime, et prix moyen en € HT/m³ pour le douglas (Source : B. Cinotti, SSP, ONF).

J.- C. Gautier :
Ce graphique reflète un effondrement des prix en euros constants, alors que les industriels s'étonnent du manque de motivation des sylviculteurs. En comparaison, l'épicéa valait 100 € en 1960... 44 €, 50 ans plus tard, soit moitié moins cher ! Avec ces données prévisionnelles dans les années Pisani, qui aurait planté ? Personne ! Nous sommes dans ce cas aujourd'hui, avec, en plus des contraintes techniques et administratives et un coût de plantation et de suivi bien plus élevé.

Figure 1 - Schéma de découpe et prix par catégorie de produit
Valorisation des produits tirés d'un douglas de 54 ans exploité en Normandie (cas réel)
 (D'après les calculs de J.-C. Gautier, sylviculteur dans l'Orne).



Hauteur	Catégorie de produit Destination (qualité) (1)	Dimensions bille/billon (Diamètre Longueur)	Volume bille/ billon	Prix unitaire (bord de route) (2)	Prix bille/ billon (2)
39 m	Rémanents Abandon	L : 3,7 m	-	-	-
35,3 m	Billons Trituration (T)	D : 7 à 15 cm L : 4,6 m	0,052 m³	17,5 €/m³ (= 35 €/t)	1 €
30,7 m	Billons Palette (D)	D : 15 à 20 cm L : 2,5 m	0,086 m³	53 €/m³	5 €
28,3 m	Grumette Lice (D)	D : 20 à 30 cm L : 4,1 m	0,252 m³	56 €/m³	14 €
24,2 m	Surbille 2 Charpente (C)	D milieu : 40 cm L : 5,5 m	0,691 m³	90 €/m³	62 €
18,7 m	Surbille 1 Charpente (C)	D milieu : 53 cm L : 13,2 m	2,912 m³	90 €/m³	262 €
5,5 m	Bille de pied élaguée Menuiserie (A)	D milieu : 61 cm L : 5,5 m	1,607 m³	140 €/m³	225 €
Arbre entier			5,593 m³		569 €

(1) : A, B, C, T : classes de qualité du classement bois ronds

(2) Prix hors taxes 2014, produits découpés, ébranchés, livrés bord de route (coût d'exploitation en régie : 15 €/m³)

2) La faible densité entraîne plutôt au contraire des billes coniques mais l'élagage les redresse.

La vente de bois abattu bord de route permet une évaluation au m³ réel, primordial pour le gain de marge. La faible densité²⁾ de nos peuplements, obtenue progressivement par les éclaircies et l'élagage de branches vivantes, a favorisé des billes cylindriques et droites. La croissance régulière, grâce aux éclaircies fréquentes, même si elle est forte (de l'ordre de 8 mm/an), est appréciée en charpente et menuiserie. Le duramen est aussi bien visible à l'abattage, avec une qualité garantie sans

nœuds. Comme nous maîtrisons l'abattage et le débardage, nous pouvons répondre à toute demande. Nos coûts d'exploitation correspondent à ceux d'une entreprise. Seulement, nous préservons nos sols par un engin plus léger et surtout des conditions de débardage respectueuses et des livraisons à court délai, tout en conservant nos emplois. Nos principaux acheteurs transforment nos grumes dans un rayon de 200 km. Nous sommes attachés à privilégier les scieurs régionaux afin de



préserver nos entreprises de transformation. Le graphique 1 présente les prix sur pied et non bord de route (soustraire environ 15 €/m³) de bois non élagués et de diamètre moyen inférieur.

Vous avez décidé de prolonger la durée de la plupart des peuplements à 80 ans jusqu'en 2035, pourquoi ?

J.-C. Gautier : Les scieurs industriels recherchent aujourd'hui des bois standard de 40 cm de diamètre non élagués, parce qu'ils ne s'équipent plus de machines pour les gros bois. Couper des douglas jeunes est antago-niste avec le développement de la qualité de duramen de ce bois. Son cœur rouge, juste-ment réputé pour sa durabilité, est d'autant plus important que l'arbre est âgé. Pour nous, le choix de rallonger la révolution de certains peuplements est nécessaire pour étaler la production du massif sur plusieurs dé-cennies et ainsi conserver un flux de récoltes couvrant les charges. Les débouchés actuels

de menuiserie valorisent la belle qualité de nos grumes. Nous avons décidé de maintenir les plus belles parcelles 20 ans de plus en main-tenant de beaux semenciers. La sylviculture d'excellence, menée par mon père, est ainsi mieux valorisée avec des gros bois.

En coupant les douglas à 45 ans, vous n'amortissez vos 25 ans de charges fixes que sur cette durée. En coupant à 55 ans, vos charges ne représentent plus qu'un tiers du prix de vente.

Votre PSG arrive à échéance en 2015, la question du renouvellement du massif par régénération naturelle ou plantation est-elle à prévoir ?

J.-C. Gautier : Sur une ancienne allée, 182 douglas de plus de 120 ans continuent leur croissance, nous les conservons comme témoins. Une de nos parcelles est classée peuplement porte-graines par arrêté minis-tériel en 1988. Vilmorin venait y récolter les graines chaque année au prix de 16 € l'hec-tolitre. La qualité des peuplements nous incite à continuer à produire du douglas partout où la station le permet. Comme de nombreuses parcelles arrivent à terme, la question du re-nouvellement par plantation ou par régénéra-tion naturelle se pose.

Les peuplements « parents » sont vigoureux, homogènes, fertiles. Les fructifications sont ré-gulières et suffisantes. Les semis apparaissent spontanément car la faible densité favorise la lumière au sol, ils peuvent atteindre 30 cm dès la 1^{re} année. Il serait presque possible de ne pas attendre la fructification pour décider de la coupe définitive. Cela pourrait s'avérer risqué, car les douglas fructifient tous les 3 à 7 ans. Comme en 1953, nous avons recréé notre propre pépinière. Ensemencée par les graines issues des meilleurs sujets, nous produirons les plants pour nos parcelles en substitution

Massifs d'Ecouves et d'Andaines dans l'Orne

- 460 ha acquis progressivement dès les années 1953, 1/3 landes brûlées, 1/3 taillis rachitiques, 1/3 taillis pauvres = 152 parcelles regroupées en 42 parcelles de gestion en 4 massifs homogènes.
- Altitude : 300 à 400 m, atmosphère humide et brumeuse.
- Pluviométrie : 850 mm/an (moyennes annuelles 1971-2000) données Météo-France.
- Station acide : pH 4, sol limono-sablo-argileux à faible pierrosité, bonne réserve utile.
- Végétation acidocline à acidiphile : chèvrefeuille, fougère aigle, ronce, myrtille...
- Création d'une bonne infrastructure :
 - 9 km de chemins empierrés (35 000 tonnes de pierres)
 - soit desserte forestière de 2 km / 100 ha ;
 - Distance moyenne de débardage inférieure à 400 mètres.
- Adaptation des essences aux stations : par plantations.
- Plantation de douglas sur environ 60 % de la surface.
- 50 % des plantations de douglas ont un âge moyen de 54 ans, .
- 182 douglas témoins de 120 ans continuent leur croissance + 4 cm/an en moyenne sur la circonférence, 45-50 mètres de haut, environ 6 à 8 m³.
- Conservation de 25 ha de chênes en mélange.
- **Suivi technique par le CRPF Normandie** depuis 1976 sur 4 parcelles : 4 densités : 2 000 plants/ha (FFN), 850, 500 et 400.

Une sylviculture dynamique de qualité :

- Plantation sur 100 % du massif depuis 1953 : densités initiales de 1 600 plants/ha (normes en 1953); puis essais de plus faible densité de 500 plants (5 m x 4 m) ou 850 (5 m x 2,5 m) plants par ha ;
- Origine des plants : très bonne qualité, importés des USA ; puis création d'une pépinière sur place favorisant la bonne acclimatation des semis nés à Carrouges « arrachés le matin, plantés le soir » avec 95 % de taux de reprise.
- Éclaircies régulières et fréquentes : tous les 4 ans pour 1/6 du volume.
- Objectif : une densité finale 150 tiges /ha pour le douglas ; 200 tiges pour les essences à croissance moyenne ; 250 tiges pour celles à croissance lente.
- Meilleure résistance aux tempêtes, grâce au rapport H/d maintenu réduit par la faible densité.
- Élagage systématique sur 300 ha de tous les arbres à 6 m toutes essences confondues ; la plantation à grand espacement demande un élagage précoce et régulier.
- De nombreux essais sont conduits sur le massif :
- Essai de régénération naturelle guidée par bandes aux Clairêts : densité abaissée de 180 à +/- 110 douglas /ha.
- Essai de plantation à 450 tiges afin d'éviter les 1^{res} éclaircies.

3) Selon l'itinéraire du guide de l'ONF « Douglasaies ».

d'essences après coupe rase définie au PSG. Un itinéraire de régénération est légèrement plus coûteux qu'une plantation³⁾. Cela exige surtout des dépressages pour descendre la densité à 750-850 tiges/ha durant les 1^{res} années. Une éclaircie régulière tous les 4 ans diminuera encore la densité à 500 douglas/ha. Par la suite, les coûts d'éclaircies et d'élagage seront semblables dans les 2 itinéraires, coûteux jusqu'à 25 ans. Les calculs prévisionnels seront remis en cause par le prix de la planquette, qui augmente régulièrement. L'un des inconvénients de la régénération naturelle est la trop forte densité initiale et l'exploitation moins aisée que dans les plantations rigoureusement alignées.

Par contre, l'augmentation de la population de gibier compromet nettement les plantations. Il sera inscrit dans le PSG un nombre d'animaux maximal tolérable/ha. La pression du gibier, faible à l'origine, est devenue un sujet d'inquiétude. Le gibier est 8 fois plus important qu'en 1960 (données ONCFS). La population de cervidés (cerfs et chevreuils) rend actuellement inenvisageable l'investissement en plantations artificielles, d'autant que les chevreuils sont bien plus attirés par les plants introduits que par les semis naturels⁴⁾.

Le choix final ne sera pas dicté par le seul critère du taux de rentabilité théorique. Nous sommes plutôt tentés d'opter pour la régénération naturelle compte-tenu :

- du faible écart de coûts estimés dans les itinéraires de l'ONF³⁾,
 - des particularités de la sylviculture menée à Carrouges,
 - du maintien d'une équipe polyvalente et permanente,
 - de la qualité des grumes produites : croissance continue et résistance aux aléas,
 - de notre maîtrise et savoir-faire pour la production de semis dans notre pépinière.
- Il faut tenir également compte :
- de l'absence d'aides à la plantation durant les dernières années,
 - des risques (tempêtes, incendies, maladies, etc.) que seul le propriétaire assumera durant 50 ans.

La régénération naturelle présente une sécurité, donnée importante face aux interrogations et démotivations du monde forestier.

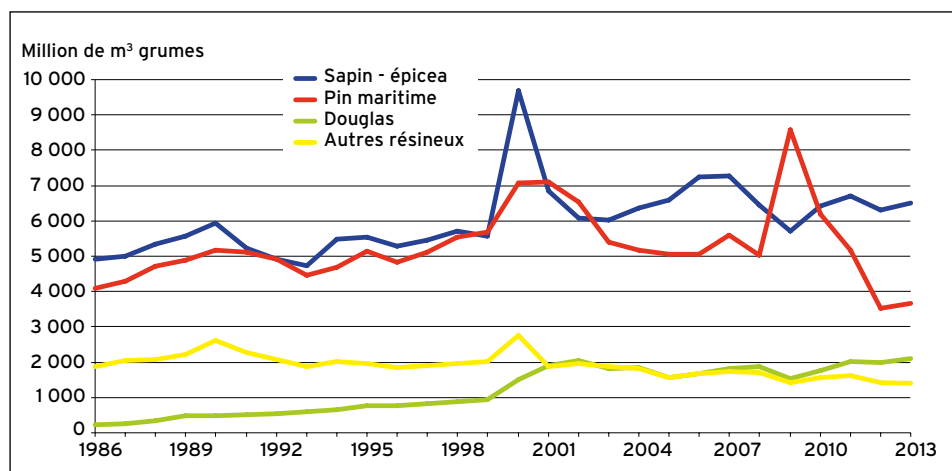
NDLR : Les prix de douglas annoncés dans cet article ne sont pas forcément extrapolables d'une région à l'autre. Les prix des GB (gros bois) (> 3,5 m³) étaient nettement supérieurs (75-90 €/m³) à ceux des BM (bois moyen) (1,5-2,5 m³ ; 35-45 €/m³) jusqu'à ces dernières années. Mais les écarts ont tendance à se réduire nettement du fait d'une demande stagnante des GB et surtout d'une forte demande récente des BM. En réalité, il semblerait que les BM ont plus augmenté que les GB n'ont diminué, essentiellement parce que les stocks sont faibles et à cause de cette augmentation brutale de la demande sur les BM. ■

4) Constat de 2325 arbres endommagés dans les plantations de l'année 2000.

Propos recueillis par Nathalie Maréchal

L'économie du douglas et les débouchés

Par Julie Thomas, CNPF-IDF



Évolution de la récolte de grumes de résineux depuis 1986 par essence (Agreste, enquête de branche, EAB 2014).



© J.-C. Gautier

En forêt privée, le douglas représente 96 millions de m³ répartis sur environ 340 000 hectares.

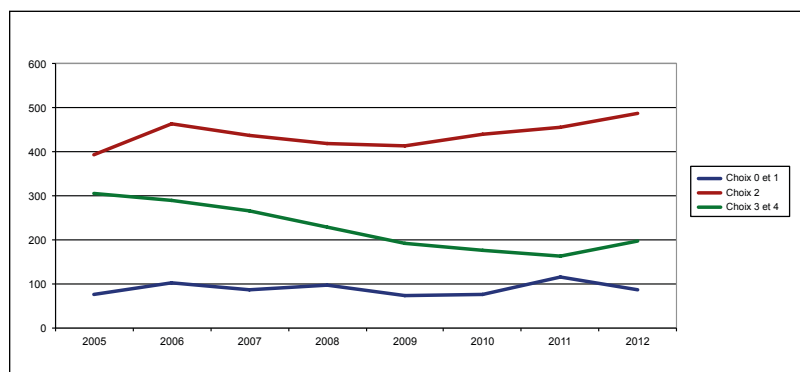
En terme d'essences récoltées en France métropolitaine, les résineux représentent plus de la moitié de la récolte mise sur le marché. Si les sapins, épicéas et le pin maritime restent largement en tête, le pin maritime subit une forte baisse avec la fin de l'exploitation des chablis des tempêtes de 1999 et 2009 qui ont amputé la ressource de moitié. En revanche, le douglas maintient son niveau de récolte depuis la tempête de 1999. La récolte est ainsi passée de 1 million à plus de 2 millions de m³ bois ronds en 2012 en l'espace de 13 ans. La production de sciages a suivi la même évolution, démontrant les capacités d'adaptation de l'industrie nationale.

Cette évolution devrait se poursuivre jusqu'en 2030 avec une récolte estimée à 6 millions de m³ bois rond, soit le triple de 2012 (FCBA) avec une production potentielle de 2 500 000 m³ de sciages/an (à comparer aux 772 000 m³ actuels).

Production de sciages de douglas en France métropolitaine de 2005 à 2012 par catégorie de produits.

Le douglas est une essence d'avenir : sa qualité du bois, son esthétique et sa résistance mécanique lui donnent des atouts très prisés par le marché actuel de la construction. Sa rapidité de séchage, sa stabilité et sa grande qualité en structure permet la création de nombreux projets avec une architecture ambieuse.

En 2012, alors que la production de sciages de douglas choix 2, 3 et 4 est en augmentation + 7,2 % et + 21,5 %, la production de sciages de choix 0-1 est en baisse passant de 117 000 m³ à 87 000 m³.



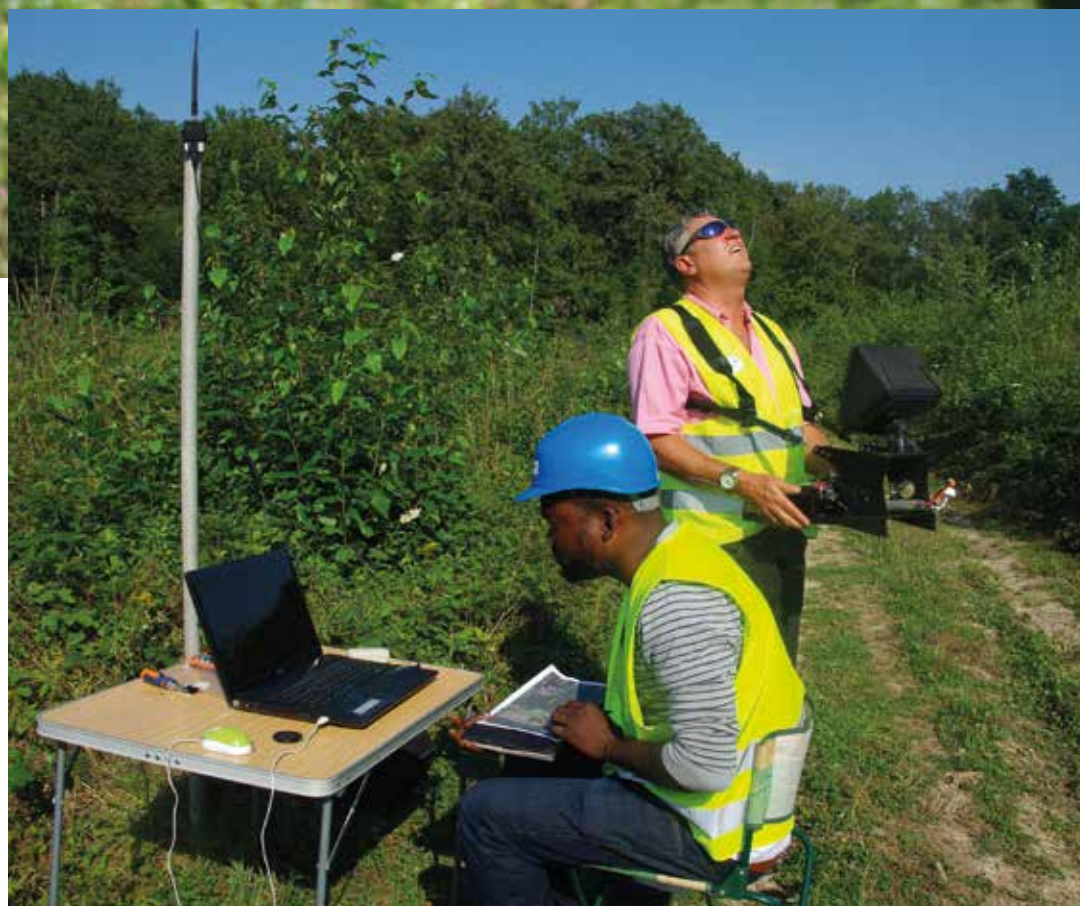
Source : Agreste enquête EAB.

Choix 0 et 1 : ameublement, agencement, décoration, menuiserie intérieure et extérieure, fermetures, charpente choisie, industrielle ou lamellée-collée.
Choix 2 : charpente traditionnelle, ossature, différentes structures travaillantes, menuiserie courante, emballage industriel.
Choix 3 et 4 : caissage, palette, coffrage, et utilisés dans une large étendue d'emplois pour lesquels l'aspect n'a qu'une importance minime.

Des exemples en témoignent :

- l'archipel de la cité de l'eau à Agde construite avec le douglas comme matériau principal dans la réalisation de la charpente, du bardage, de la structure et du mobilier rend ce bâtiment moderne et chaleureux ;
- l'abri à girafes à Lyon au parc de la Tête d'Or, une charpente et poteaux en lamellé-collé. ■

Des technologies de pointe jusqu'au fond des bois



© Michel Chartier - IDF © CNPF

Vol de drone en forêt, en Seine et Marne.

Sommaire

18 Du nouveau dans les dendromètres

22 Où en sont les GPS ?

28 Les tablettes en forêt, pour qui ? pour quoi ?

30 MOTI – les inventaires forestiers dans la poche

34 Prendre de la hauteur avec les drones

38 Sylvestim, l'évaluation de forêt par Internet

40 Épicéa du Haut-Jura, un bois d'excellence en construction



Michel Chartier, technicien CNPF-IDF est chargé des thèmes outils informatiques de sylviculture, cartographie, matériels d'expérimentation et appui aux expérimentations.



Du même auteur

Comparatif sur les logiciels de gestion :
[www.foretpriveefrancaise.com/](http://www.foretpriveefrancaise.com/?IDINFO=667959)
 ?IDINFO=667959

Les évolutions techniques influent de plus en plus dans notre vie quotidienne : guidage et aide à la conduite dans les voitures, domotique dans les habitations... La gestion forestière est aussi concernée par ces évolutions, même si les avancées ne semblent pas aussi rapides ou importantes. Les quelques focus de ce dossier vous présentent des avancées facilitant le travail du gestionnaire. Certaines sont de véritables innovations.

Au service de l'inventaire

Le *smartphone* remplace depuis quelques temps, le téléphone portable basique. Il dispose ainsi d'applications complémentaires. L'une, forestière, nous propose de réaliser des inventaires et mesurer des variables dendrométriques (surface terrière et hauteur) avec les outils disponibles dans notre *smartphone*. Pour la mesure de hauteur, de nouveaux dendromètres sont disponibles dans nos catalogues d'équipement. Certains disposent de la technologie du laser pour la mise à distance de l'arbre. D'autres sont des appareils simples et peu coûteux. L'article du dossier guide votre choix, en fonction d'une recherche de précision ou d'ergonomie.

Au service de l'estimation

Les utilisateurs exigent de plus en plus des bois normés ; souvent la qualité du bois est estimée sur le terrain et précisée en scierie. L'appareil Sylvatest réalise une mesure sur la grume, aboutissant à un classement, selon les normes européennes sur la résistance des bois.

Toujours dans l'estimation mais à plus large échelle, le site Sylvestim propose une évaluation de la valeur patrimoniale d'un massif forestier. Plusieurs niveaux de prestations

affinent cette estimation par l'intégration de plusieurs critères ou une expertise de terrain.

Au service de la cartographie

L'usage de GPS se répand en gestion forestière, pour se positionner sur le terrain ou cartographier des zones précises. Des systèmes différents (qu'américain) existent : russe, chinois et prochainement européen *via* Galiléo. Certains récepteurs combinent l'usage de plusieurs systèmes. Les dernières nouveautés sont comparées du *smartphone* aux outils professionnels. En cas de projet d'acquisition, un outil d'aide à la décision est proposé par le groupe de travail GPS du CNPF.

Fin 2014, le survol des centrales nucléaires par des drones est largement évoqué dans la presse. De manière beaucoup moins connue, les drones sont utilisés en agriculture, afin de cartographier des zones avec une haute résolution. En forêt, ces tests sont rares pourtant l'intérêt potentiel est certain. Le CNPF a pris de la hauteur en réalisant un test et précise les retombées possibles dans ce dossier.

Pour une plus grande mobilité

À noter que les *smartphones* sont souvent utilisés avec des applications spécialisées, répondant à beaucoup de problématiques. Néanmoins, leurs limites sont liées à la petitesse de l'écran ou également aux capacités machines. Les tablettes offriraient un intermédiaire intéressant entre les *smartphones* et les ordinateurs. Le confort de lecture est meilleur et les utilisations potentielles s'élargissent, comme décrit dans l'article de ce dossier.

Ces nouveaux équipements ou nouvelles applications facilitent et agrémentent certaines tâches du forestier. Vous pouvez nous faire part de vos expériences et de votre point de vue. À vos courriels... ■

Du nouveau dans les dendromètres

par Michel Chartier¹⁾, Bruno Jacquet et Jérôme Rosa²⁾

Comment choisir un dendromètre ? Des tests comparatifs de terrain détaillent les avantages et inconvénients des récents appareils dendrométriques ?



© Michel Chartier IDF © CNPF

Photo des instruments de haut en bas et de gauche à droite : Trupulse 200 L, Trupulse 200, Disto D5, HEC2, Vertex IV, Critérium LD 1000.

1) CNPF-IDF

2) CNPF-CRPF
Île de France-Centre.

Depuis quelques années, les catalogues de matériel forestier fourmillent de nouveautés en matière de dendromètres. Certains de ces outils utilisent la technologie laser, cela permet de se passer d'une mire et donc évite les déplacements au pied de l'arbre avant la mesure. D'autres bénéficient des dernières techniques de miniaturisation, ils sont plus facilement transportables. Les prix ont également évolué rendant plus accessibles certaines technologies.

L>IDF et le CRPF Île de France-Centre ont eu l'opportunité de tester la précision des mesures de hauteur d'appareils prêtés par la société SDMO. Cet article présente les points clés de ce comparatif.

Matériel testé et descriptif

L'objectif principal est de comparer la mesure de hauteur effectuée par des appareils, utilisant différents procédés de mise à distance. Six appareils sont évalués, avec notamment l'occasion de tester des outils peu onéreux.

Deux appareils légers et peu coûteux :

> HEC2 de la société Haglöf : petit appareil mesurant des hauteurs à des distances définies. Il est intéressant d'évaluer le potentiel d'un tel appareil.

> Disto D5 de la société Leica : télémètre laser mesurant de petites distances et permettant des mesures de hauteur. Ce matériel n'est pas répertorié comme dendromètre dans les catalogues (plutôt à la rubrique télémètre).

Un appareil dendrométrique multi-usage :

> Critérium LD 1000 de la société Laser Technology : cet appareil permet de mesurer des hauteurs, diamètres et surfaces terrières à partir d'une distance définie (à mesurer avec un autre appareil ou un ruban). Seule la fonction « mesure de hauteur » sera testée dans cette étude.

Des télémètres utilisant le laser pour la mise à distance :

> Trupulse 200 de la société Laser Technology : ce télémètre laser permet la mesure de hauteur. Double classement dans les catalogues (télémètre et dendromètre),

> Trupulse 200L de la société Laser Technology : ce télémètre, à la différence du modèle précédent, annonce une mesure métrique.

Un dendromètre mixte pour la mise à distance :

> Vertex IV ultrason & laser de la société Haglöf : ce dendromètre permet de réaliser une mise à distance soit via les ultrasons soit par la technologie laser. Les deux techniques sont testées et différenciées dans le comparatif.

Protocole et choix du site

Afin de le rendre plus concret, notamment pour les conditions de visibilité à une distance importante de la cible, ce test est réalisé en milieu forestier.

La recherche du site s'est donc portée sur un peuplement de peuplier ou de résineux connu pour sa bonne rectitude et prévu en exploitation dans l'année 2014. Le site d'expérimentation de peuplier situé sur la commune de Clion (36) et suivi par le CETEF de l'Indre a ainsi été retenu. L'absence de sous-étage dans le peuplement était, pour ce test, un plus, amenant des conditions idéales de mesure.

Pour évaluer la précision des appareils, 15 arbres ont été choisis et plusieurs hauteurs sont mesurées sur un même arbre : hauteur

du bourgeon terminal (environ 20-25 m), 15 m, 10 m et 5 m. La hauteur de référence, à l'apex, est issue des moyennes de l'ensemble des mesures. Les autres hauteurs sont matérialisées grâce à une perche de mesure.

Sachant qu'il est conseillé dans le *Guide de l'expérimentation forestière* (Rosa et al., 2011) d'être de 1 à 1,5 fois la hauteur de l'arbre, plusieurs mises à distance sont testées : 0,5, 1 et 1,5 fois la hauteur de l'arbre.

135 mesures sont ainsi réalisées par appareil. Les mesures eurent lieu en mai par beau temps, les arbres furent exploités en juillet 2014.

Résultats comparatifs

Prise en main

De par son système de visée, le télémètre laser Leica ne semble pas pouvoir servir de dendromètre. En effet dès que l'on s'éloigne de plus de 5 mètres de la cible, le pointeur laser n'est plus visible et la visée par la caméra est inadaptée. C'est pour ces raisons qu'il fût rapidement abandonné et qu'il n'apparaît pas dans les résultats.

L'appareil HEC2 est facile de prise en main. Il est léger et peu encombrant. Néanmoins, ses caractéristiques le rendent peu ergonomique pour les personnes aux doigts forts. Tout comme les dendromètres Suunto (Rondeux, 1978) et Blum Leiss non testés ici mais déjà référencés dans la littérature, la visée nécessite l'emploi des deux yeux. Le viseur de l'appareil ne laisse entrevoir que la mesure. Il faut rappeler que la mesure de la distance nécessite un autre dispositif précis.

Le Critérian est un appareil multifonction de dendrométrie, nécessitant un paramétrage spécifique selon le résultat souhaité (mesure de hauteur, mesure de diamètre, etc.). Il est donc conseillé de lire le mode d'emploi ou un guide. Le système de visée permet une lecture directe de la mesure. Cet appareil offre un niveau de zoom optionnel, son ergonomie assure une bonne stabilité de mesure, mais il reste encombrant au regard de la taille des autres appareils. Comme le modèle précédent, il ne permet pas la prise de distance.

Les Trupulse 200 et 200L sont similaires ergonomiquement et dans leur fonctionnement. La prise en main nécessite la notice, cependant ils sont utilisables rapidement. Le

Trupulse 200 offre un meilleur zoom, qui rend la mesure plus confortable, surtout à grande distance. Le Trupulse 200L est plus léger et un peu moins grand que le 200. L'affichage digital dans le viseur de l'appareil est suffisamment visible, même par temps clair. Les boutons de configuration sont assez sensibles et peuvent amener des changements de configuration par erreur lors de déplacements.

Le Vertex IV laser peut être équipé du système ultrason (vendu séparément). L'avantage de les combiner réside dans le libre choix de la méthode à utiliser selon les conditions de peuplement¹⁾. La prise en main des appareils et le choix de la méthode nécessitent la lecture de la notice. L'ergonomie de ces dendromètres permet une bonne stabilité dans la mesure. Le Vertex est le seul appareil qui ne valide la mesure qu'en condition de prise stable, et qui mémorise les prises successives de hauteurs. La lecture de la mesure s'effectue sur le côté de l'appareil.

Laser ou ultrason

La mise à distance est évaluée pour les dendromètres Trupulse (200 et 200L) et Vertex IV (laser et ultrason). Les calculs d'erreur, qui en découlent, se font à partir d'une distance de référence matérialisée préalablement par un ruban (15, 30 et 45 m).

La méthode par laser offre l'avantage de ne pas exiger de mire (donc gain de temps). Le calcul de la distance se réalise à partir du rebond du signal sur le tronc. L'usage de l'ultrason nécessite, quant à lui, de fixer préalablement un transpondeur sur la cible à une hauteur déterminée et configurée dans l'appareil (ici 1,30 m).

Concernant la précision, les différences sont ténues. Les résultats sont meilleurs pour le Trupulse 200 (erreur absolue moyenne de 9 cm), suivi ensuite du Vertex ultrason, du Vertex laser pour terminer par le Trupulse 200L (voir tableau 1).

On observe que le Trupulse 200 a l'écart-type le plus faible (erreur la plus importante de 0,3 m), ceci met en avant son homogénéité dans la prise de mesure. Sur ce point, les Vertex laser et ultrason ont un écart-type quasi similaire avec une erreur maximale de 1 m. Le Trupulse 200L, de par son résultat tronqué, amène une étendue importante des erreurs allant jusqu'à 2 m.

¹⁾ Gaudin et Richard, 2014



Mesure à l'aide du Vertex.

© Michel Chartier IDF © CNPF

D'une manière générale, plus on s'éloigne de la cible plus l'erreur augmente.

Notons, dans cette étude, une différence liée à la technologie utilisée pour la mise à distance : le laser engendre une sous-estimation de la distance, à l'inverse la technologie ultrason la surestime.

Soulignons également que les conditions d'emploi du laser étaient optimales puisque aucun obstacle ne venait perturber le signal. De ce point de vue, le laser devient vulnérable et oblige rapidement à l'emploi d'une mire et d'un filtre dès que le sous-étage est présent et occulte la visibilité pour la mise à distance. On perd ainsi l'un des avantages du laser résidant dans la non-utilisation de mire.

Erreurs sur les hauteurs

Pour chaque dendromètre, les hauteurs 5 m, 10 m, 15 m et la hauteur totale sont mesurées et ceci sur quinze arbres numérotés.

Sur l'ensemble des mesures, les meilleurs résultats sont obtenus par le Vertex tant avec la technologie laser qu'avec celle de l'ultrason. Sur ce matériel, c'est la technologie laser qui assure les meilleurs résultats.

Les deux Trupulse viennent en seconde position avec une erreur moyenne quasi identique. Précisons que ce résultat est à nuancer car le Trupulse 200L ne donne que des mesures au mètre près.

Vient ensuite le Critérion qui, avec une erreur moyenne de 0,65 m, se rapproche des modèles Trupulse.

Le HEC2 se classe dernier avec une moyenne de 0,80 m. C'est également l'appareil qui amène la plus grande variabilité dans les données avec un écart-type de 0,96 m.

Concernant l'erreur maximale : précisons que les erreurs les plus importantes sont observées lors de la mesure de la hauteur totale. C'est sur cette mesure que le maximum d'erreurs se cumule :

- > référence fixée à partir de la moyenne obtenue avec l'ensemble des appareils,
- > problème de visibilité,
- > risque de choix d'une autre branche dans le même houppier...

Il est intéressant de constater que le risque de sur-estimation est plus important sur la majorité des outils. Cela est sans doute dû aux problèmes de visée ou à un effet opérateur, et non aux caractéristiques technologiques des appareils.

L'erreur liée à la mise à distance

Afin d'évaluer l'impact de la mise à distance, nous avons analysé l'erreur en fonction d'un ratio hauteur mesurée/mise à distance.

Globalement, plus on s'éloigne de l'objet mesuré, meilleure est la précision. Pour autant et dans nos situations forestières, il est parfois difficile de visualiser la hauteur à mesurer lorsque la densité augmente et le couvert se ferme.

Cette amélioration générée par l'éloignement de la cible est fortement observée en passant de 0,5 fois la hauteur à une mise à distance de 1 fois cette hauteur.

Tableau 1 - Erreurs sur les mesures de distances (en mètre)

Modèle	Biais	Erreur absolue	Écart-type sur l'erreur absolue	Erreur maximale
Trupulse 200	-0,02	0,09	0,09	0,30
Trupulse 200L	-0,31	0,31	0,51	2,00
Vertex 4 laser	-0,28	0,32	0,24	1,00
Vertex 4 ultrason	0,15	0,25	0,23	1,00

Tableau 2 - Erreurs absolues (en mètre) sur les mesures de hauteurs

Modèle	Erreur absolue	Erreur à craindre (à 95%)	Écart-type sur l'erreur absolue	Erreur minimale	Erreur maximale
Critérion	0,65	0,76	0,76	-1,90	3,29
Haglöff	0,80	0,94	0,96	-0,60	3,92
Trupulse 200	0,60	0,71	0,74	-0,60	3,18
Trupulse 200L	0,59	0,71	0,85	-1,00	3,36
Vertex 4 laser	0,42	0,49	0,50	-0,90	2,09
Vertex 4 ultrason	0,48	0,56	0,56	-0,40	2,39

Tableau 3 - Synthèse comparative

	Critérium RD 1000	Haglöf HEC2	Trupulse 200	Trupulse 200L	Vertex IV laser	Vertex IV ultrason
Technique de mise à distance	autre outil indispensable	autre outil indispensable	laser	laser	laser	ultrason
Facilité de prise en main	++	++++	+++	+++	+++	+++
Ergonomie de mesure	+++	++	+++	+++	++++	++++
Précision de mise à distance	-	-	++++	++	++	+++
Précision sur la hauteur	+++	++	+++	+++ ¹	++++	++++
Utilisation conseillée	mesures multiples et variées sur les mêmes arbres (notamment calcul de défilement)	estimation rapide de hauteurs	estimation précise de hauteurs et distances en absence de sous-étage dense	estimation précise de hauteurs et distances en absence de sous-étage dense	estimation précise de hauteurs et distances en absence de sous-étage dense (NB : mesure < 10 m impossible)	estimation précise de hauteurs et distances
Prix indicatif en €	1 500	200	650	500	1 400/2 200 ²	1 250/2 200 ²

- Fonction non proposée ; + Faible ; ++ Moyen ; +++ Bon ; ++++ Très bon

¹ Mesure métrique.

² Possibilité d'acheter le Vertex cumulant le laser et l'ultrason.

Limites de l'étude

Cette étude, réalisée en milieu forestier, a permis d'intégrer les erreurs de visée, principalement celles liées à la prise de la hauteur totale de l'arbre. Elle met en évidence la nécessité de s'éloigner de la cible mesurée d'au moins 1 fois la hauteur mesurée.

Initialement, il était envisagé de mesurer les longueurs de l'ensemble des tiges après exploitation. Malheureusement, cette dernière ayant débuté trop tôt, seuls 7 arbres ont pu être mesurés. Cela ne permet pas d'utiliser cette donnée de référence qui, par ailleurs, présentait également des biais. La hauteur de référence a donc été calculée à partir des différentes mesures réalisées.

La question de la mise à distance avec sous étage n'a pas été abordée et nécessiterait une étude complémentaire.

Conclusion

Pour les mesures de hauteurs totales, la mise à distance maximale, en conservant de bonnes conditions de visibilité de la cime, est conseillée. Cela correspond le plus souvent à une fois la hauteur de l'arbre.

Les comparaisons d'utilisation et de précision des outils permettent de résumer leurs principales caractéristiques :

> le Vertex 4 reste la référence tant par la technologie laser que par l'ultrason ;

> le Trupulse 200 donne accès à un dendromètre complet et fiable, même s'il est un peu moins précis. Le 200L ne permet quant à lui d'obtenir qu'une précision métrique (insuffisant pour des mesures sur des dispositifs expérimentaux) ;

> le Critérium est assez encombrant et ne permet pas la mesure de distance, mais il offre l'avantage de la mesure des diamètres à différentes hauteurs (utile pour des cubages précis sur pied), voire des surfaces terrières ;

> le HEC2 permet de disposer d'un appareil électronique très peu encombrant et à faible coût (même s'il est moins précis que ses homologues), mais il nécessite un autre dispositif pour la mise à distance. ■

Remerciements :

Le propriétaire pour l'accès à la parcelle, le CETEF 36, la société SDMO Quiniou pour le prêt de matériel, l'entreprise de travaux forestiers pour avoir accepté les contraintes d'exploitation.

Résumé

Un test sur le terrain des récents appareils de mesures dendrométriques aboutit à un comparatif de leurs précisions et de leurs facilités d'utilisation. Un tableau récapitule l'ergonomie, l'usage, les avantages et inconvénients de chaque appareil ainsi que leurs coûts.

Mots-clés : appareils de mesures dendrométriques, test comparatif.

Bibliographie

- Gaudin S. et Richard J.-B., 2014. *Comparaison des dendromètres Vertex III et TruPulse 200B pour la mesure de la hauteur totale des arbres*. Revue Forestière Française, sous presse.
- Rondeux J. et Pauwels D., 1998. *Le Forestor Vertex: une nouvelle génération de dendromètres*. Revue Forestière Française, vol. 50, n° 1, pp. 59-63.
- Rondeux, J., 1978. *Le dendromètre Suunto*. Revue Forestière Française, 30(5), pp. 387-391.
- Rosa J., Riou-Nivert P. et Paillassa E., 2011. *Guide de l'expérimentation forestière*, CNPF-IDF, Paris, 224 p.

Où en sont les GPS ?

par le groupe de travail GPS du CNPF¹⁾

Tracer des cloisonnements, valider le parcellaire, géo-référencer des arbres-objectifs ou une tâche de semis, etc. Des usages de plus en plus fréquents utilisent des relevés GPS.

Pour retrouver notre chemin parmi les différents GPS, ce comparatif les teste face aux besoins spécifiques des forestiers.

1) Membres du groupe GPS du CNPF : Alexandre Ricard (CNPF-Normandie), Bruno Vanstaevel (CNPF-Bourgogne), Michel Chartier (CNPF-IDF, animateur du groupe), Vincent Breton (CNPF-Nord Picardie) & Yan Mozziconacci (CNPF-Bourgogne)

À l'heure où l'actualité aborde le retard pris par l'Agence spatiale européenne sur le programme Galileo, l'offre sur les récepteurs, liés au système GPS à usage civil, n'a jamais été aussi étoffée. Cet outil équipe maintenant des montres et, de manière encore plus répandue, des téléphones.

La disponibilité des services est d'égale ampleur, l'accès à d'autres systèmes que le système américain est possible pour des produits d'entrée de gamme, ce qui permet l'accès à davantage de satellites.

Comme nous l'avions indiqué, dans un article précédent (Forêt-entreprise n° 149), différents types de GPS sont proposés sur le marché :

- > les récepteurs dédiés à la randonnée,
- > les récepteurs dédiés à la cartographie,
- > les récepteurs géodésiques réservés plutôt aux professionnels de la topographie.

Pour des raisons liées aux prix et à la technologie, seules les deux premières gammes sont utilisées dans le domaine forestier.

Un test de précision

L'actualité dans le matériel GPS évolue constamment et les fabricants proposent régulièrement de nouveaux produits sur le marché. Le CNPF, via son groupe GPS, réalise régulièrement des tests sur les produits représentant les gammes utilisées habituellement dans le domaine forestier et allant du simple *smartphone* au terminal durci dédié.

À ce titre, 11 modèles sont passés au banc d'essai fin 2013 (voir tableau de présentation). Des modèles de randonnée :

- > des récepteurs dédiés de marque Garmin ([en vert dans le tableau](#)) : GPSMap 62, Etrex 10 et Oregon 600. Ces deux derniers appareils utilisent le système satellite russe Glonass en plus du GPS.
- > des récepteurs ouverts de type *smartphone* ([en orange dans le tableau](#)) : Samsung Galaxy

S3 (logiciel AndroITs GPS Test), Sony XPeria Z (logiciel AndroITs GPS Test) et MTT Smart (logiciel Oziexplorer).

Des modèles de cartographie de :

> entrée de gamme ([en bleu dans le tableau](#)) : Trimble Juno 5D (logiciel ArpentGis), Sx Pad (logiciel Oziexplorer), Magellan Ashtech Mobile Mapper 10 (logiciel MobileMapper Field) et le Juniper Mesa (logiciel Oziexplorer).

> haut de gamme ([en jaune dans le tableau](#)) : Trimble Geoexplorer XT 6 000 (logiciel Pathfinder) disposant de la technologie Floodlight (dispositif luttant contre le masquage satellitaire) censée améliorer la précision sous un fort couvert forestier.

Le test a été effectué dans le département de la Nièvre en forêt de Saint-Franchy dans un peuplement adulte de douglas disposant des caractéristiques suivantes :

- > âge : 40 ans,
- > densité : 270 tiges/ha
- > hauteur dominante : 28,5 m
- > surface terrière :
 - des douglas : 34 m²/ha
 - du sous étage feuillus : 2 m²/ha

Du fait des caractéristiques du peuplement (influence de la surface terrière selon Piedallu *et al.*, 2002), les conditions de relevés peuvent être considérées comme difficiles.

Deux modes de mesures sont possibles :

- > le mode autonome où seul le récepteur est utilisé sur le terrain,
- > le mode différentiel (DGPS), basé sur le principe de l'écart de précision commun.

Tous les récepteurs sont testés en mode autonome. Seul le Trimble Geoexplorer a bénéficié d'une correction des mesures en mode différentiel (méthode du post-traitement).

Le protocole employé pour tester les appareils consistait à relever, par 4 passages successifs, une parcelle rectangulaire, matérialisée à

Tableau 1 - Présentation des matériels

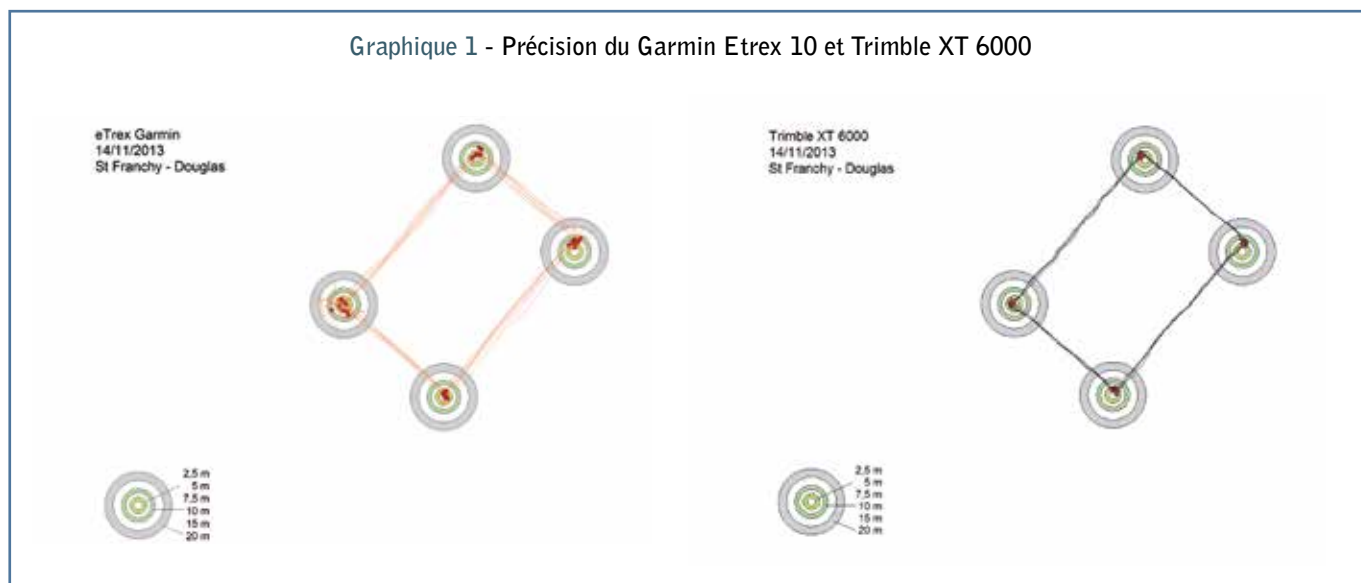
	Samsung Galaxy S3 ¹	Sony XperiaZ ¹	MTT Smart max v2 ¹	Garmin GPS MAP 62s ¹	Garmin Etrex 10	Garmin Oregon 600	Juniper Mesa (Modèle Géo)	Magellan Ashtech Mobile Mapper 10 ¹	Sx Pad	Trimble Juno 5D	Trimble Geoplotter XT 6000 ¹
Dimension mm	118 x 64 x 18	139 x 71 x 7,9	124 x 68,5 x 24	160 x 61 x 36	103 x 54 x 33	114 x 61 x 33	220 x 136 x 51	169 x 88 x 25	160 x 94 x 31	155 x 82 x 25	234 x 99 x 56
Diagonale de l'écran (cm)	8,9 cm	12,7 cm	8,9 cm	6,6 cm	5,6 cm	7,6 cm	15 cm	8,9 cm	9,4 cm	10,9 cm	11 cm
Poids	185 g	146 g	206 g	260 g	142 g	210 g	862 g	380 g	273 g	400 g	925 g
Antenne GPS	?	?	?	haute sensibilité	haute sensibilité	haute sensibilité		Sirf3	Sirf3		
Précision du constructeur (DGPS EGNOS)	?			-	-	-	2-5 m	2-5 m	2-5 m	2-4 m	< 1 m
Mémoire vive	512 Mo	1 Go	512 Mo	-	-	-	256 Mo	128 Mo	256 Mo	512 Mo	256 Mo
Mémoire stockage		1 à 1,5 Go	4 Go	1,7 Go	-	1,5 Go	4 Go	256 Mo	256 Mo	16 Go	2 Go
Processeur	800 Mhz	1,5 Ghz	1 Ghz	-	-	-	806 Mhz	600 Mhz	624 Mhz	1 Ghz	600 Mhz
Lecteur de carte	Micro SD	Micro SD	Micro SD	Micro SD ?	non	Micro SD	SD/SDHC	Micro SDHC	Micro SD	Micro SD/SDHC	SD/SDHC
Téléphonie	oui	oui	oui	non	non	non	non pas dans cette version	oui	non	oui	en option
Wifi/Bluetooth		oui/oui	oui /oui	non	non	non	oui/oui	oui/oui	oui/oui	oui/oui	oui/oui
Appareil photo	5 Mpixels	13 Mpixels	5 Mpixels	non	non	non	3,2 Mpixels	3 Mpixels	3 Mpixels	8 Mpixels	5 Mpixels
Autonomie	< 10 h	< 10 h	< 10 h	20 h	25 h	16 h	16 h	< 20 h	13 h	10 h	11 h
Norme d'étanchéité	-	IP55/57	IP68	IPX7	IPX7	IPX7	IP67	IP54	IPX5	IP65	IP65
Système d'exploitation	Android 2.3	Android 4.1	Android 2.3	propriétaire	propriétaire	propriétaire	Windows 6.5	Version 6.5	Windows version 6,5	Windows version 6,5	Windows version 6,5
Prix indicatif TTC	299 € ²	329 € ²	349 €	260 €	119 €	379 €	?	1 070 €	1 000 €	1 956 €	10 000 €
Avantages	- tout en un (téléphone et GPS)	- tout en un (téléphone et GPS)	- tout en un (téléphone et GPS)	- robuste - autonomie	- robuste - autonomie	- robuste - autonomie	- robuste - autonomie	- robuste - tout en un (téléphone et GPS)	- robuste	- robuste - tout en un (téléphone et GPS)	- robuste - précision
Inconvénients	- fragile - faible autonomie	- faible autonomie	- faible autonomie	- système d'exploitation fermé	- système d'exploitation fermé	- système d'exploitation fermé					- prix



1 Produit remplacé par une autre version au 01/01/2015

2 Prix plus bas si compris dans un abonnement

Graphique 1 - Précision du Garmin Etrex 10 et Trimble XT 6000



ses angles par 4 bornes. On disposait ainsi pour chaque appareil de 16 points et de 4 périmètres (permettant le calcul de surface). Pour certains récepteurs, le relevé des bornes par moyenne de points est également testé (apport bénéfique selon l'étude de Piedallu *et al.*, 2002).

L'équipe constituée de 6 opérateurs a permis d'utiliser tous les appareils en simultanément.

Les coordonnées des points et le périmètre de référence, connus au préalable, servirent de référence. Seule la précision horizontale a été testée dans cette étude.

Résultats sur les points

Les récepteurs de la gamme cartographie présentent globalement une erreur à craindre (à 95 %) plus basse (inférieure à 5 m) que les récepteurs dits de randonnée. C'est également dans cette population d'outils que l'on trouve la plus grande homogénéité dans les relevés (plus faible écart-type).

Le Trimble Geoexplorer est assez décevant et offre des caractéristiques en mode autonome quasi similaires aux autres appareils de sa catégorie. Dans les conditions de cette étude, le dispositif Floodlight ne semble pas avoir amélioré les résultats.

Le SxPad, à l'inverse, surprend agréablement, il fournit une bonne précision, avec une constance remarquable (écart-type de 1,37 m).

Plus surprenant l'Etrex 10, classé dans les récepteurs de la gamme randonnée, offre des résultats comparables. Même s'il ne permet pas de saisir autant de caractéristiques que ses homologues de type cartographie, son rapport précision/prix est remarquable. L'exemple de ce type de modèle montre l'évolution technique réalisée depuis ces 10 dernières années. Dans une étude similaire, réalisée en 2007 (Lejeune *et al.*), le premier modèle d'Etrex présentait sous couvert forestier une erreur à craindre (à 95 %) de 36,7 m en mode point. Même si les conditions diffèrent, on perçoit les fortes avancées réalisées sur la précision de ces appareils.

Informations techniques sur les points et traces

La précision sur les points illustre la qualité de la position instantanée lue, qu'on « utilise » sur le terrain dans le cas de recherche de point précis (placettes, arbres remarquables...) et de limites. Ces points peuvent ensuite être reportés sur une carte.

La précision sur les traces/périmètres est importante en relevé de limite de peuplement par exemple ; dans ce cas, le principe du fil perdu permet a posteriori de reporter sur une carte un parcours. De ce relevé, peut découler l'estimation instantanée d'une surface.

Dans la gamme « randonnée », le résultat des *smartphones* (hormis pour le MTT) est inférieur à celui des récepteurs dédiés de la marque Garmin. Le Samsung Galaxy S3 apparaît particulièrement mauvais lors de ces tests, avec des erreurs atteignant 23 m. Il faut toutefois préciser que d'autres matériels de cette marque, testés en forêt depuis, semble donner de bien meilleurs résultats, notamment la petite tablette Samsung Galaxy Tab 4, ce qui montre bien la nécessité de tester chaque matériel dans les conditions forestières.

Tableau 2 - Précisions sur les points

Mod_GPS	Distance Moyennes	Confiance - 95,00 %	Confiance +95,00 %	Distance Ec-Type	Distance Minimum	Distance Maximum	Distance 1 ^{er} Q	Distance Médiane	Distance 3 ^e Q
Garmin 62	5,58	4,44	6,71	2,04	1,33	8,41	3,84	5,27	7,61
Garmin 62 moy	3,98	2,81	5,14	2,27	0,95	9,89	3,20	3,27	4,95
Garmin Etrex 10	3,73	2,64	4,82	2,04	1,04	7,94	2,32	3,04	5,03
Garmin Etrex 10 moy	4,14	2,83	5,45	2,46	0,72	8,83	2,43	3,27	6,55
Garmin Oregon 600	4,92	3,49	6,34	2,67	0,58	9,43	3,10	4,83	7,02
Garmin Oregon 600 moy	4,02	2,35	5,70	3,15	0,36	11,40	1,54	3,05	6,03
Juniper Mesa	3,48	2,75	4,21	1,38	0,59	6,00	2,54	3,56	4,06
Magellan Ashtech MM10	2,74	1,30	4,18	2,70	0,12	9,99	0,83	1,88	3,57
MTT Smart	4,05	2,73	5,36	2,47	0,73	9,96	2,10	3,97	4,86
Samsung Galaxy S3	15,30	12,82	17,79	4,66	8,09	23,04	11,78	14,80	19,07
Sony XPeria	5,86	4,25	7,47	3,03	1,62	12,86	3,97	6,18	7,37
Sx Pad	2,47	1,75	3,20	1,37	0,26	5,19	1,70	2,26	3,52
Trimble Juno 5D	3,51	2,66	4,36	1,59	0,98	6,19	2,29	3,65	4,30
Trimble Juno 5D_moy	4,65	3,40	5,91	2,36	0,57	7,80	2,16	5,18	6,18
Trimble XT 6000	3,76	2,92	4,60	1,58	1,23	6,63	2,47	3,87	4,83
Trimble XT 6000 cor	3,02	2,27	3,77	1,41	1,25	6,00	1,99	2,80	4,14
Trimble XT 6000 moy	2,60	1,56	3,63	1,95	0,69	6,89	0,96	2,02	3,77
Trimble XT 6000 moy cor	2,75	1,86	3,64	1,67	0,48	6,39	1,42	2,56	3,86

Cor : signifie corrigé en mode différentiel (post-traitement)

Moy : position du point moyennée

Cette étude confirme également que la correction différentielle n'apporte de réels bénéfices que dans des milieux plus ouverts, où la majorité des erreurs sont dues au système GPS (décalage des horloges, passage du signal dans l'atmosphère, etc.) et non à des erreurs locales (multitrajets par exemple). Ici, cette correction a seulement permis de gagner 70 cm sur la précision moyenne du Trimble XT 6000.

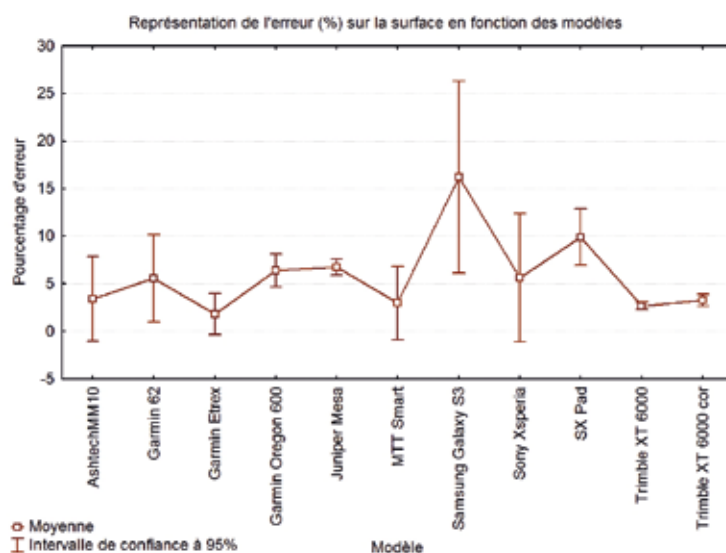
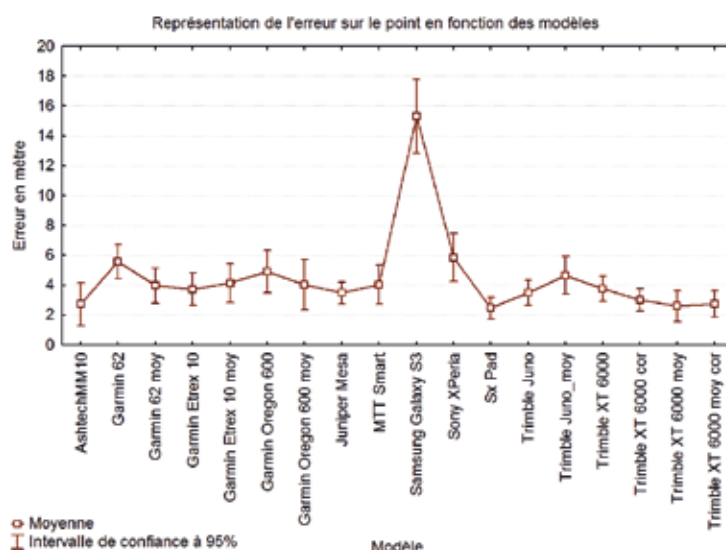
La prise de données par la moyenne de position apporte une amélioration des résultats dans 3 cas sur 5 (gain d'environ 1 mètre sur la précision moyenne). Cette non-significativité serait à rapprocher des résultats de l'étude de C. Piedallu et J.-C. Gégout indiquant des exigences de moyennes différentes, en fonction du matériel pour bénéficier d'un gain de précision notable.

Résultats sur les surfaces

Concernant la précision surfacique, quatre classes peuvent être définies en fonction du pourcentage d'erreur à craindre :

- > inférieur à 5 % : Trimble XT 6000 et le Garmin Etrex 10, confirmant sa bonne précision,
 - > entre 5 et 10 % : le Garmin Oregon, le Magellan Ashtech, le Juniper et le MTT,
 - > entre 10 et 15 % : le SX Pad, le Garmin 62 et le Sony Xperia,
 - > au-delà de 15 % : le Samsung Galaxy III.
- Suite à une erreur de relevé, le Trimble Juno n'a pu être intégré au comparatif de précision surfacique.

Graphique 2 - Représentations de l'erreur sur le point en fonction des modèles



En conclusion nous pouvons extraire de ce test que :

- > dans les conditions difficiles de réception, dues au peuplement, l'étude montre que les récepteurs de randonnée ont des résultats qui approchent ceux des récepteurs de type cartographie, mais que ces derniers garantissent une constance plus élevée de la qualité de la donnée (plus faible écart-type) ce qui est un critère important dans la sécurité des relevés,
- > la gamme des *smartphones* est, quant à elle, plus aléatoire. Elle peut être à l'origine de bien des mauvaises surprises.

Des matériels mais des logiciels

Le choix du matériel implique souvent celui d'un logiciel associé ou d'une possibilité de logiciels.

En effet, on peut distinguer deux types de matériel :

- > les récepteurs dédiés : où seul le logiciel exploitant le GPS peut être utilisé, il y a une possibilité selon le modèle d'embarquer des fonds cartographiques dédiés, mais il est souvent plus difficile d'utiliser des cartes géoréférencées personnelles,
- > les récepteurs ouverts (avec système d'exploitation) : installation d'un ou plusieurs logiciels permettant l'exploitation du GPS, du petit logiciel gratuit au gros logiciel professionnel.

Cette offre coexiste dans la gamme de randonnée mais disparaît dans la gamme de cartographie au profit de produits ouverts.

Un choix guidé par l'objectif de saisie

Une des questions à se poser, lors du choix d'un récepteur, est de savoir ce que l'on souhaite saisir comme données sur le terrain. S'il s'agit de ne prendre que des données géographiques, sans autres informations qu'un nom et un commentaire, la gamme randonnée est suffisante. Le travail s'effectue alors en prenant des *waypoints* (points disposant de coordonnées géographiques) et des traces (succession reliée de point composant une ligne).

Par contre, s'il s'agit de saisir des caractéristiques précises et répétées liées à l'objet géographique relevé (exemples pour une parcelle : la surface terrière, le type de peuplement, la station, etc.), il faut nécessairement s'orienter vers les récepteurs de cartographie. Cette

gamme est souvent associée aux logiciels SIG, qui permettent d'exploiter en plein ces informations (filtres, cartes thématiques). Le langage utilisé est le même que ces logiciels à savoir : point, ligne et polygone.

Remarques sur Smart

Le logiciel Smart disponible sur *smartphone* est créé par ONF International. L'intérêt de ce logiciel, outre d'être gratuit, réside dans la possibilité de créer un formulaire permettant la caractérisation de l'objet géographique.

Cet outil n'étant plus développé, il souffre de lacunes ou de bugs handicapant son utilisation. Par exemple, il n'est pas possible d'exploiter les fonds de carte sur un support de mémoire additionnel.

Néanmoins, il peut être utilisé en complément d'un autre logiciel de cartographie permettant ainsi la saisie de données attributaires.

Et les *smartphones*

Les *smartphones* équipés d'une carte GPS sont considérés comme des récepteurs de randonnée ouverts, car ils disposent d'un système d'exploitation et permettent l'intégration de logiciels. Plusieurs outils sont d'ailleurs dédiés à ce marché. Certains sont gratuits et permettent *a minima* la saisie de positions. D'autres sont payants et permettent (moyennant un abonnement) de visualiser les données issues du Géoportail de l'IGN (Orthophotographies, Scan 25 000...).

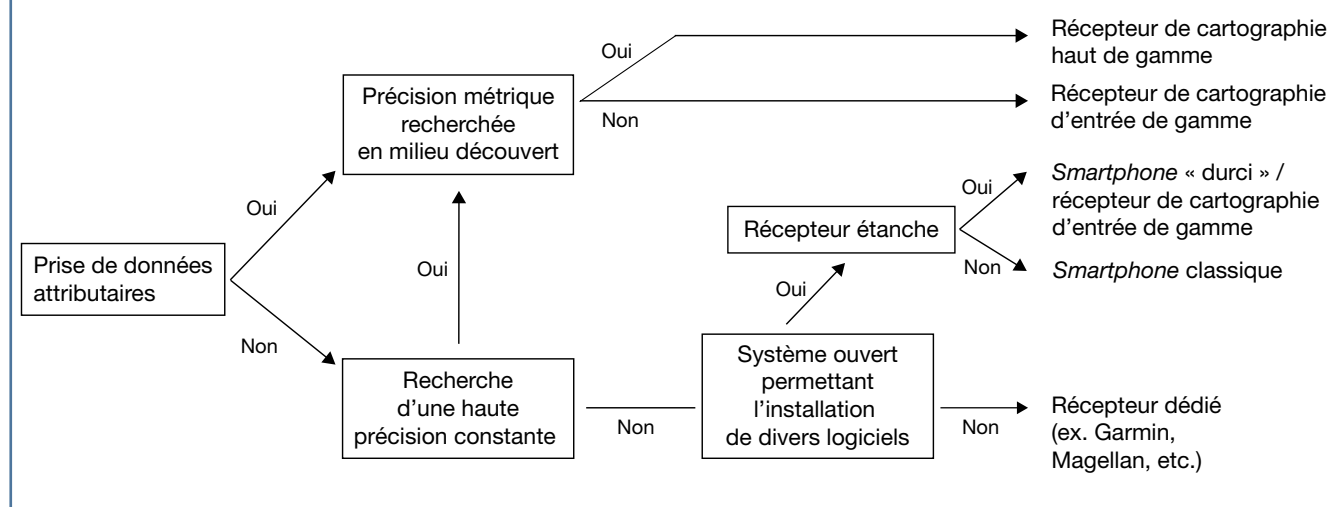
Les avantages à l'usage du GPS *via* son *smartphone* :

- > multifonctionnalité : deux outils en un,
- > le prix : l'accès au GPS ne coûte pas plus cher que l'achat du *smartphone*,
- > nombreux logiciels associés : le marché des logiciels est très fourni.

Les points négatifs :

- > fragilité : la plupart des *smartphones* ne sont pas renforcés et ne sont pas conçus pour être utilisés en extérieur en conditions difficiles (froid, pluie).
- > autonomie : l'activation de la puce GPS est gourmande en énergie. Ceci réduit son autonomie à moins d'une journée de fonctionnement en usage continu, sans nouvelle charge.

Graphique 3 - Arbre de décision pour le choix d'un récepteur



Des inégalités dans la résistance

Il existe une norme de protection, appelé IP (Indice de Protection), qui informe, lors de l'achat, sur la capacité du boîtier à résister à la pénétration des corps solides (exemple : poussière) et liquides (exemple : projection ou immersion dans l'eau). De ce point de vue, dès que l'on aborde la gamme de cartographie, une certaine résistance est proposée.

Dans la gamme de randonnée, les boîtiers dédiés, tels les Garmin testés dans notre étude, ont un indice de protection important. Du côté des smartphones, cette résistance est rarement prise en compte et doit être recherchée en choisissant les quelques modèles spécifiques, ou être suppléée par l'achat de boîtiers ou de housses de protection

Comment choisir son récepteur ?

Le choix du récepteur est guidé par les besoins de l'utilisateur. Si la saisie de données attributaires (c'est-à-dire au-delà du nom d'un point) est souhaitée, nous conseillons les récepteurs de cartographie. Il en sera de même si l'objectif est la recherche d'une garantie de précision. Même si certains récepteurs de randonnée s'en approchent, les résultats de l'étude montrent que les modèles de cartographie ont une erreur à craindre plus faible. Pour autant, l'intérêt d'un investissement relativement lourd (récepteur de cartographie haut de gamme) pour des relevés, dans des conditions de réception difficiles, n'est pas mis en évidence.

La question de l'usage : durée de travail en conditions difficiles (intempéries, risque de chutes), doit être considérée lors du choix d'un récepteur. S'il s'agit d'un usage intensif, il faudra probablement choisir un récepteur avec une forte autonomie et un indice important de protection.

Le type de système d'exploitation intervient également dans la réflexion préalable à un achat : les récepteurs dédiés ne permettent pas l'intégration d'autres logiciels que ceux livrés par le constructeur. À l'inverse, les smartphones et les appareils de cartographie offrent cette possibilité. ■

Remerciements :

- le Comité des Forêts, Pierrick Cochery et le propriétaire de nous avoir autorisé l'installation de ce site,
- la Société SI2G Cartographie et GPS : pour le prêt de matériel à tester et la fourniture de modèles de visualisation et de comparaison des relevés,
- la société D3E pour le prêt du Trimble Geoexplorer XT 6000.

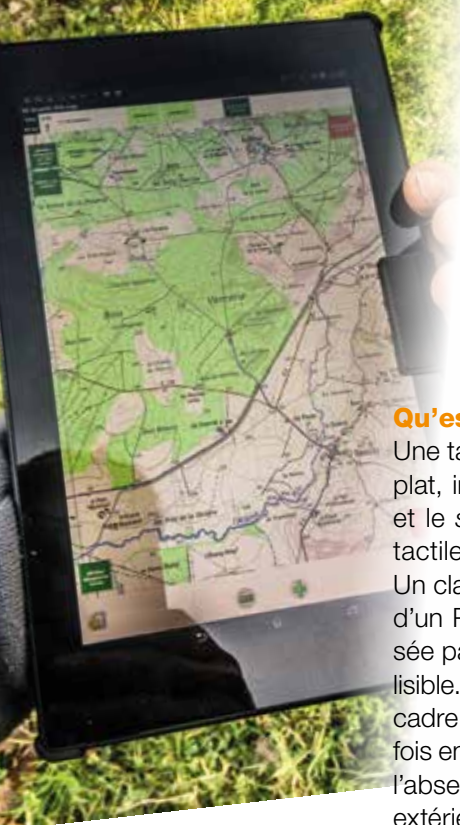
Résumé

Une réflexion préalable conditionne le choix d'un GPS en fonction des besoins : critères de précision, système d'exploitation, conditions difficiles d'usages. Cet article compare les avantages et inconvénients lors d'usages forestiers des différents types de récepteurs dédiés soit à la randonnée ou la cartographie. Une clé de décision finale facilite la décision.

Mots-clés : GPS, comparatif, usages forestiers.

Bibliographie

- Chartier M., Guillaume G., 2003. *Le GPS, un nouvel outil pour la cartographie en forêt*. Forêt-entreprise n°149 p. 45-48.
- Nguyen The N., Ginet C., Giraud A., Bouvet A., 2004. *Calcul des surfaces. Atouts et limites des récepteurs GPS "grand public"*. RFF 6-2004.
- Lejeune P., Rondeux J., 2007. *Les performances de quelques GPS portables en milieu forestier*. Forêt Wallone n°88.
- Gaudin S., Pont S., Gantillon M., 2006. *Le GPS : un outil efficace pour se diriger en forêt*. RFF 2-2006.
- Piedallu C., Gégout JC., 2002. *Étude de la précision du système GPS en milieu forestier*. RFF 5-2002 p.429-44.



Les tablettes en forêt, pour qui ? pour quoi ?

Par Wulfran Mirlyaz, responsable bases de données CNPF-IDF

Qu'est-ce qu'une tablette ?

Une tablette¹ est un ordinateur portable ultra-plat, intermédiaire entre l'ordinateur portable et le *smartphone*. L'écran de la tablette est tactile² et le doigt est utilisé comme souris. Un clavier virtuel remplace le clavier physique d'un PC. Une partie de l'écran est alors utilisée par ce clavier, cela réduit donc la surface lisible. La taille de l'écran sera à étudier dans le cadre de saisies de données sur le terrain, à la fois en matière de préhension par une main en l'absence d'un harnais et de lisibilité en milieu extérieur par beau temps.

À la différence d'un *smartphone*, une tablette ne permet pas de téléphoner.

A quoi sert une tablette ?

Une tablette n'a pas les mêmes fonctionnalités ni les mêmes usages qu'un ordinateur, excepté un seul modèle : Microsoft Surface Pro.

À l'origine, l'usage principal d'une tablette est le multimédia : regarder des photos, des vidéos, directement sur la tablette ou sur Internet (Youtube, streaming³ ...), naviguer sur Internet, jouer.

Pour la bureautique, des suites de logiciels sont développées ou adaptées, mais il s'agit de versions très allégées.

Y a-t-il une gamme adaptée à un usage extérieur ?

Pour les forestiers, le principal critère de choix d'une tablette sera la qualité de l'écran, en particulier sa lisibilité. Les conditions de saisie en forêt sont particulières, par exemple en cas de forte luminosité, de pluie, de froid ou de forte chaleur.

Il existe des tablettes durcies, qui répondent à des normes militaires, dont le coût peut être multiplié par 10. Une coque extérieure de protection peut apporter une résistance supplémentaire sur du matériel non durci.

Quelles caractéristiques, autonomie ou puissance ?

Une tablette PC est un outil tout-en-un, écran et saisie. Grâce à une connexion Internet, il est possible d'accéder aux contenus multimédias. Des applications supplémentaires ou personnalisées peuvent être installées. Une tablette comprend souvent un GPS, un appareil photo, une caméra, un accéléromètre⁴. La connexion

Internet se fait le plus souvent *via* le Wifi. Il est toutefois possible d'y adjoindre un dispositif de connexion pour le réseau de téléphonie 3G ou 4G⁵. Un fonctionnement connecté ou déconnecté est alors possible. Comme les liaisons en forêt ne sont pas fréquentes, les applications ou fichiers à utiliser sont téléchargés préalablement au déplacement sur le terrain.

Taille de l'écran et poids

On mesure la taille de l'écran d'une tablette suivant la diagonale en pouces. Le format courant est de 10 pouces, le plus petit étant de 7 pouces. Entre 5 et 7 pouces, on parle alors de « phablette » (mot valise venant de l'anglais phone + tablette), intermédiaire entre un *smartphone* et une tablette. Le format de 5 à 7 pouces semble le plus approprié en forêt, équivalant à une grosse calculatrice, cela permet une bonne prise en main. L'usage d'un harnais permet de prendre des dispositifs de plus grandes dimensions. Le poids moyen des tablettes est d'environ 600-700 g.

Autonomie et puissance

De l'autonomie dépendra le temps d'utilisation... La différence entre l'entrée et le haut de gamme pour l'autonomie varie du simple au double, de 4 heures à 8-10 heures. La capacité de la batterie est mesurée en milliampères par heure. Le nombre de cellules de la batterie est un critère simple d'estimation de l'autonomie. Les puissances de calcul actuelles des tablettes sont amplement suffisantes pour nos usages. Des besoins supérieurs seraient nécessaires pour des démonstrations vidéo en forêt, ce qui n'est pas encore fréquent comme usage.

Précision du GPS

La géo-localisation s'utilise plus fréquemment en forêt, non seulement pour retrouver son chemin, mais aussi pour trouver les limites parcellaires ou un arbre désigné.

Dans le cas de géo-références de tous les arbres d'un dispositif, la précision centimétrique du GPS est essentielle. Elle est rarement atteinte en forêt, même avec du matériel de précision. Le GPS d'une tablette n'est pas un outil de précision. Néanmoins, la précision courante d'environ 10 m suffit à retrouver une tâche de semis ou un arbre défini.

1) Autres noms : tablette électronique, tablette numérique.

2) Un logiciel interprète le contact et les déplacements des doigts sur l'écran, le plus souvent par la pression.

3) Streaming : du terme anglais stream (courant, flux), signifiant lecture en continu.

4) Détection des mouvements physiques et de la position de l'appareil dans l'espace.

5) En télécommunications, 4G est la 4^e génération des standards pour la téléphonie mobile (succédant à la 2G et la 3G), elle permet le « très haut débit mobile ».

Quels sont les usages actuels ou futurs dans le domaine forestier ?

Les techniciens forestiers effectuent un ensemble de mesures sur le terrain. Des fichiers de saisie adaptés aux besoins sont préalablement enregistrés sur la tablette.

Cette fiche pré-formatée permet un recueil rapide des données, avec un contrôle direct de la cohérence des mesures saisies.

Le gain de temps réside surtout dans le traitement des données : le transfert vers la base web ou l'ordinateur de bureau est possible dès la connexion établie. Cela évite la ressaisie des données prises sur papier, souvent source d'erreurs.

Des applications utilisant les senseurs de l'appareil, en particulier le gyroscope, apparaissent. Elles permettent d'utiliser l'appareil comme un dendromètre. Toutefois en l'absence d'un recul suffisant sur la précision, il convient de demeurer prudent sur les résultats fournis.

Est-il possible de développer une ou des applications CNPF ?

Les systèmes d'exploitation sont spécifiques pour Android, Mac, Windows, les 3 étant évidemment incompatibles. Une application native, c'est-à-dire utilisant les caractéristiques du système d'exploitation, ne peut donc être valable que sur un des trois systèmes. Développer une application sur le web permet de s'affranchir de l'outil utilisé, elle fonctionne alors sur tous les modèles.

L'enregistrement et la saisie des données d'expérimentation dans le cadre d'Ilex⁶ simplifient le travail par une synchronisation ultérieure. Le principe est de charger les données de la campagne de mesure précédente pour tous les essais, que le technicien doit mesurer dans les jours suivants lorsqu'il est au bureau. Cette opération est comparable à l'impression des fiches de mesures. Une fois sur l'essai, il ouvre le navigateur (Firefox, Chrome, Opera, etc.) et charge les données du dispositif. Ensuite, il peut mesurer et saisir les données qui seront enregistrées. Dès qu'une connexion réseau est disponible, le système propose de déverser les données dans la base Ilex.

Si une connexion Internet est disponible, l'accès à l'ensemble des données et outils internes est un avantage supplémentaire. Cela permet : la visualisation du portail Carto⁷, des données Merlin⁸, l'accès à la photothèque et à la documentation du CNPF à la demande du propriétaire...

Il existe déjà des applications de reconnaissance botanique ou de veille sanitaire ; la contrainte vient de la taille de la base de données, qui rend le téléchargement impossible et une consultation préférable *via* une connexion Internet.

Quelles sont les recommandations pour bien choisir sa tablette ?

Une tablette ne remplace pas un ordinateur de bureau. Comme elle est facilement transportable, cet usage à l'extérieur la rend légitime. Elle doit rester pratique, une taille < 10 pouces pour la tenir dans une main et faire les saisies de l'autre. Pour des tablettes plus grandes > 10 pouces, un harnais semble indispensable. La qualité de l'écran est essentielle : il doit résister aux conditions extrêmes de travail des forestiers : résister à l'amplitude de températures (normes constructeur comprises entre 0° à 40° C pour du matériel non durci), garder une sensibilité lors de grande luminosité, mais pas trop en cas de pluie, etc.

Pour du matériel à usage extérieur, la classification IP (indice de protection), permet de juger de la protection contre la poussière pour le premier chiffre, le second contre l'eau. Une protection minimale IP54 à IP67 conviendra à l'usage forestier, hors chute. Pour du matériel durci, la norme MIL-STD-810 garantit qu'une chute de 76 cm sur une surface dure n'endommagera pas le matériel.

Le mode de connexion : il existe deux types de tablette. Certaines se connectent à Internet uniquement en Wifi, ou en mode partagé en la branchant *via* un câble à un téléphone portable ou sur un réseau (si équipée d'une prise réseau). Les autres disposent d'une carte Sim 3G ou 4G comme un téléphone portable pour se connecter directement à Internet (sans pouvoir téléphoner).

Enfin, la mémoire de stockage a son importance. Elle varie selon les modèles entre 8 et 128 Go, et peut être complétée par une carte SD, pour les tablettes équipées d'un lecteur de carte.

La tablette devient déjà un moyen d'interaction plus direct avec le propriétaire. De nombreux usages sont encore à imaginer pour cet outil, qui peut simplifier certaines tâches des techniciens. Nul doute que les innovations et applications vont rapidement la rendre indispensable. ■

6) Ilex : base de données et d'analyses des 5 700 essais « forêt privée » du CNPF.

7) Portail Carto, outil national de visualisation cartographique développé par le CNPF.

8) Logiciel du CNPF de gestion des documents de gestion durable : PSG, CBPS, RTG.

MOTI, les inventaires forestiers dans la poche

par Christian Rosset¹, Roland Brand¹, Eric Wuillemin¹, Clotilde Gollut¹, Iris Caillard¹, Ulrich Fiedler²

Mesurer la surface terrière d'un peuplement et sa hauteur avec votre smartphone, c'est possible grâce à une application mise au point par des chercheurs suisses de la HAFL.

¹) Haute école spécialisée bernoise (HESB), Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL).

²) Haute école spécialisée bernoise (HESB), département Technique et informatique (TI).

MOTI est une application pour *smartphone* qui permet en quelques clics de chiffrer concrètement ce que l'on voit en forêt, en particulier le matériel sur pied, la hauteur des arbres, la surface terrière, le nombre de tiges à l'hectare et l'accroissement. Essayez, par exemple, d'estimer ces valeurs à

partir de la *figure 1*, en prenant comme référence la personne au centre de la photo. Vous trouverez la réponse dans cet article.

À moins de disposer d'une grande expérience, une telle estimation n'est pas si simple. L'un des objectifs principaux de MOTI est de pouvoir s'exercer, se faire l'œil, en ayant la possibilité d'obtenir ces données rapidement et facilement, mais aussi de disposer d'une base décisionnelle objective et immédiate sur le terrain (pour le martelage, la planification des interventions sylvicoles, ...). MOTI permet également d'effectuer des inventaires par placettes au niveau d'un peuplement ou par maillages systématiques (par ex. tous les 100 m), avec calcul automatique de la marge d'erreur statistique (voir *figure 2*).

L'application intègre aussi un modèle de croissance, qui permet de simuler l'évolution à moyen terme du peuplement concerné. Elle permet de synchroniser les données mesurées avec un serveur et de les télécharger à nouveau au bureau, au format Excel. Cet article présente la prise de mesures et leur mise en valeur immédiate en forêt. Il propose une comparaison avec d'autres appareils de mesures et met en évidence les forces, mais aussi les faiblesses de MOTI.

Figure 1 - Photo d'une pessière prise par deux étudiants de la HAFL dans le cadre d'un travail d'étude autonome



© Ch. Aeschlimann et F. Hiltbrand

Figure 2 - Interface principale de MOTI : instruments de mesures, modes d'inventaires et paramètres de l'application



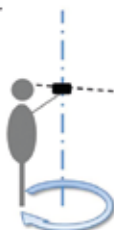
Détermination de la surface terrière, du nombre de tiges à l'hectare et de la hauteur des arbres

MOTI permet d'effectuer des relevés de la surface terrière à l'ha (G) selon la méthode de Bitterlich (placette à angle constant) et des relevés du nombre de tiges à l'ha (N) par placettes circulaires (placette à rayon constant). MOTI offre aussi la possibilité de mesurer la hauteur des arbres (h). Grâce au menu paramètres, symbolisé par une clé anglaise (voir *figure 2*), l'utilisateur peut choisir librement le facteur de comptage (k) pour déterminer G, la superficie de la placette pour déterminer N, ainsi que la hauteur des marques de référence à placer sur un jalon pour les mesures de N et h. La prise de mesure se fait relativement facilement, comme en témoigne la brièveté des instructions pour chaque mesure (voir *figures 3, 4 et 5*).

Figure 3 - Mode d'emploi pour la détermination de la surface terrière à l'ha

Détermination de la surface terrière avec MOTI**1. Se positionner**

Fixer un repère visuel au sol, par ex. une branche, pour marquer le centre du relevé. Tenir le smartphone à la verticale de ce repère.

**2. Viser**

Viser les arbres à 1,30 m au-dessus du sol. Pas besoin de se préoccuper de la déclivité du terrain : elle est prise automatiquement en compte grâce aux capteurs du smartphone.

1.30

4. Décompter

Passer en revue tous les arbres dans le champ de vision en faisant un tour de 360° autour du smartphone. C'est bel et bien vous qui tournez autour du smartphone et non le contraire!

Commencer par l'arbre le plus proche pour se souvenir du point de départ.

Attention à ne pas oublier les arbres cachés !

Si un arbre est caché par un autre arbre ou un obstacle quelconque, déplacez-vous latéralement jusqu'à bien pouvoir viser l'arbre en question.

Veillez à conserver la même distance à l'arbre que celle depuis le centre du relevé.

**3. Compter ou ne pas compter**

Compter les arbres dont le tronc à 1,30 m apparaît plus large que les marques vertes à l'écran.

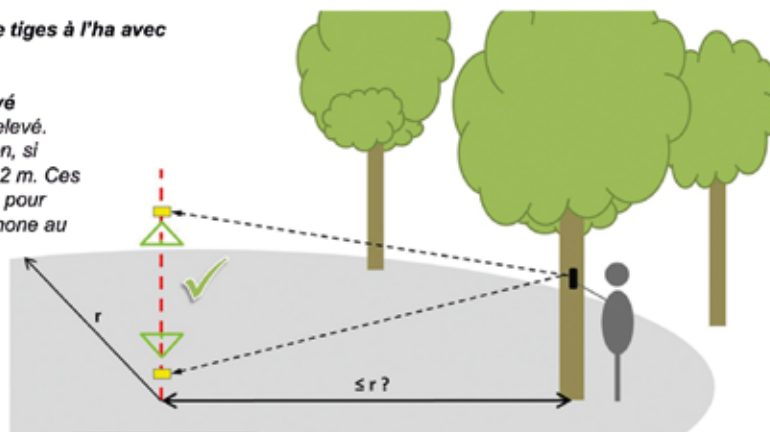
La distance entre les marques vertes à l'écran correspond au facteur de comptage choisi préalablement.

Vous avez la possibilité de zoomer. Si les marques vertes se situent exactement le long de l'écorce, il s'agit d'un arbre limite. Compter les arbres limites une fois sur deux.

Figure 4 - Mode d'emploi pour la détermination du nombre de tiges à l'ha

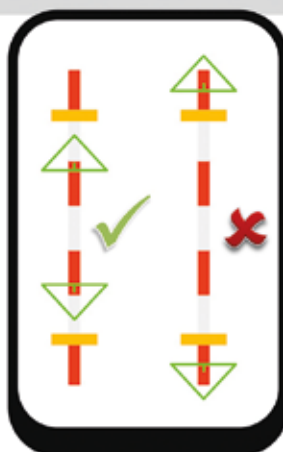
Détermination du nombre de tiges à l'ha avec MOTI**1. Marquer le centre du relevé**

Placer un jalon au centre du relevé. Fixer deux marques sur le jalon, si possible distantes d'au moins 2 m. Ces marques servent de référence pour évaluer la distance du smartphone au jalon.

**4. Décompter**

Passer en revue tous les arbres autour du jalon et susceptibles de se situer sur la surface de relevé.

Commencer par l'arbre le plus proche afin de se souvenir du point de départ.

**2. Se positionner et viser**

Placer le smartphone à côté du centre du tronc d'un arbre et viser en direction du jalon.

3. Compter ou ne pas compter

Un arbre est compté si les bases des triangles verts à l'écran se trouvent à l'intérieur des marques fixées sur le jalon.

La distance entre les marques vertes à l'écran est déterminée par la superficie de relevé choisie (p.ex. 3 ares) et par la hauteur par rapport au sol des deux marques du jalon.

Le smartphone se situe au rayon r du cercle de la placette (par ex. 9,77 m pour 3 ares) quand les bases des triangles verts se trouvent exactement sur les marques du jalon.

La pente est prise en compte automatiquement.

Figure 5 - Mode d'emploi pour la détermination de la hauteur d'un arbre

Détermination de la hauteur d'un arbre avec MOTI

2. Se positionner et viser

Se déplacer à une distance comprise entre environ la moitié de la hauteur de l'arbre et la hauteur de l'arbre.

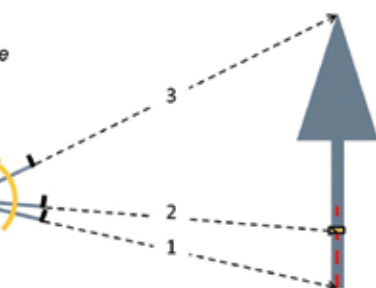
Procéder à trois visées, tout d'abord le pied de l'arbre (au sol), puis la marque fixée sur le jalon et pour finir le sommet de l'arbre.

Il est important de bien tendre les bras, de sorte à ce que les épaules, le smartphone et le point visé soient alignés. Attention à ne pas se cambrer lors de la dernière visée. S'il est impossible de viser le sommet de l'arbre sans garder le torse droit, s'éloigner de l'arbre.

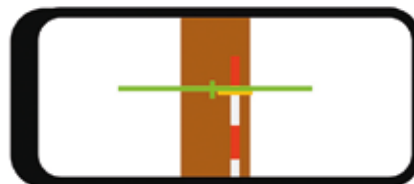


1. Placer une marque de référence

Placer un jalon contre l'arbre et y fixer une marque. La hauteur de la marque par rapport au sol sert de référence pour le calcul de la hauteur de l'arbre.



2.3 Viser le sommet de l'arbre



2.2 Viser la marque sur le jalon



2.1 Viser le pied de l'arbre (au sol)

Bon à savoir ...

Pour un meilleur résultat, effectuer au moins 3 mesures et considérer la moyenne, automatiquement calculée à l'écran, comme résultat final.

La détermination de G, N et h nécessite cependant de s'entraîner 1 à 2 heures pour bien la maîtriser. Afin d'obtenir de bons résultats, MOTI doit être calibré avec le *smartphone*. L'assistant de calibrage intégré guide l'utilisateur tout au long de cette procédure d'environ 15 minutes, à réaliser une seule fois à l'installation de l'application.

Mise en valeur de la prise de mesures directement en forêt

La *figure 6* montre la mise en valeur des mesures effectuées avec MOTI dans le peuplement représenté par la *figure 1* en début d'article. L'application fournit le résultat des mesures, ainsi que des informations complémentaires sur le matériel sur pied et le diamètre de l'arbre moyen (d_g). Dans le cas de relevés multiples au sein d'un peuplement, la marge d'erreur statistique est aussi indiquée. Une fonction GPS permet d'obtenir facilement les coordonnées des relevés et de les sauvegarder.

Le caractère innovant de MOTI ne se limite pas aux inventaires forestiers, mais englobe aussi la croissance forestière grâce à SiWaWa, un modèle de simulation intégré à l'application, simple et efficace. SiWaWa ne nécessite en effet comme données d'entrée que les me-

sures prises avec MOTI, c'est-à-dire G, N et h_{dom} (hauteur dominante), pour simuler en une fraction de seconde la dynamique des surfaces forestières concernées. SiWaWa livre des informations sur l'accroissement, l'évolution du matériel sur pied ou encore la mortalité, ainsi que sur la distribution des tiges par classes de diamètres (*voir figure 6*). Cette fonctionnalité est pour l'instant limitée aux peuplements réguliers et purs de hêtre, d'épicéa, de frêne et d'érable (dont la proportion de l'essence principale atteint au moins 85 %).

Comparaison avec d'autres appareils de mesures

MOTI tient la comparaison avec les appareils de mesures conventionnels, ne serait-ce que grâce aux avantages qu'offrent le *smartphone*, tels que la luminosité de l'écran, la possibilité de zoomer, la prise en compte automatique de la pente grâce aux capteurs intégrés ou encore la possibilité de simplifier et de rationaliser la prise des mesures et leur mise en valeur grâce à une interface graphique intuitive. L'application évite par exemple de s'embrouiller dans le décompte des tiges, en particulier lorsque celui-ci différencie les essences en présence, ou encore de devoir saisir plusieurs fois les données mesurées, grâce à une connexion à

un service en ligne de synchronisation et de téléchargement des données.

Selon les tests effectués dans le cadre du projet de recherche et de développement MOTI, l'application fournit des résultats de mesure de la surface terrière aussi bons, si ce n'est meilleurs, que le relascope de Bitterlich. Lors de ces tests, G a notamment été déterminé à 96 reprises dans 4 peuplements différents (feuillus et résineux, perchis et futaie), à chaque fois avec MOTI et avec le relascope de Bitterlich. Dans le cas de résultats divergents, les arbres en cause ont été recherchés et la source d'erreur analysée. En ce qui concerne la mesure de la hauteur, MOTI n'atteint pas le niveau de précision d'un Vertex, sans en être toutefois bien loin, avec une différence de moins de 6 % dans 75 % des cas. Par contre, MOTI ne nécessite pas d'investissement conséquent en matériel, si ce n'est de disposer d'un *smartphone* et d'un jalon. Par ailleurs, MOTI n'a pas été testé en conditions de très forte pente.

Dans le cadre d'une étude effectuée en situation de montagne dans le canton du Valais, en Suisse, Wendling (2014) a parfois rencontré les difficultés suivantes : écran peu lisible lorsque directement exposé au soleil ou dans le cas de très forts contrastes, difficulté à focaliser l'image sur un arbre lorsque le sous-bois est dense et occupe une grande partie du premier plan, mesure de la hauteur des arbres difficile lorsque leur pied n'est pas visible. La lisibilité en plein soleil dépend beaucoup des modèles.

Les plus récents, comme le Samsung Galaxy S5, pallie cet inconvénient.

Conclusions

MOTI met à profit les progrès technologiques considérables de ces dernières années dans le domaine des *smartphones*. Ces appareils représentent non seulement la convergence des téléphones mobiles vers les ordinateurs portables avec un niveau de miniaturisation inégalé, mais intègrent en plus de nombreux capteurs, qui leur permettent de reconnaître leur environnement immédiat (coordonnées GPS, rendu visuel grâce à l'optique photo, pente, ...) et rendent leur utilisation relativement simple et intuitive grâce aux écrans tactiles. Leur taille compacte est idéale pour les avoir toujours sur soi et effectuer des relevés en forêt sans avoir à déplacer toute une batterie d'instruments de mesures. Tel un couteau suisse, MOTI est toujours prêt à l'emploi, simple à utiliser et efficace. MOTI est le résultat d'un projet de recherche et de développement conduit par la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) en collaboration avec le département Technique et informatique de la Haute école spécialisée bernoise (HESB). Le projet a été financé et soutenu par le Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois de l'Office fédéral pour l'environnement suisse (OFEV), ainsi que par 7 cantons suisses (Fribourg, Grisons, Lucerne, Tessin, Valais, Vaud, Zurich). ■

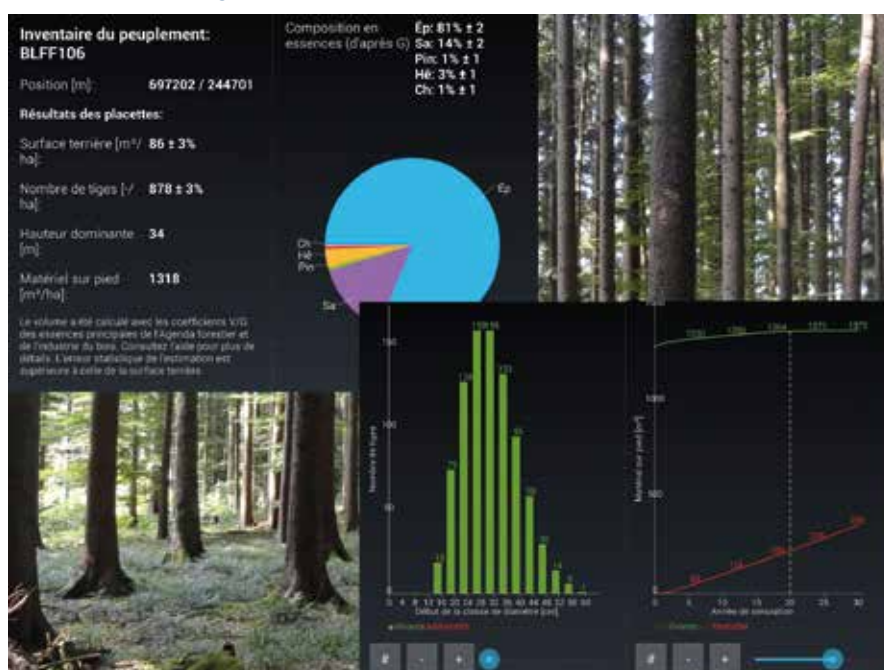
MOTI peut être téléchargé gratuitement sur Google Play Store ou à partir du site internet qui lui est dédié :

www.moti.ch

(déjà plus de 2 000 téléchargements).

Ce site internet offre aussi une aide pour l'utilisation de MOTI et divers documents, dont le rapport technique détaillé du projet avec, entre autres, la présentation des tests effectués. L'application et le site sont accessibles en français, en allemand, en italien et en anglais. Toute remarque susceptible d'améliorer l'application est bienvenue.

Figure 6 - Valorisation des mesures sur le terrain



Prendre de la hauteur avec les drones

par Michel Chartier, CNPF-IDF

Disposer d'images aériennes précises d'une forêt, cela peut-il servir dans la gestion ? Déjà en Aquitaine, le drone est utilisé dans la surveillance des massifs et la lutte contre les incendies. De nombreux usages semblent possibles : limites de parcelle, types de peuplement, état sanitaire des houppiers, surveillance de fructifications, suivis cynégétiques, desserte, etc.

Afin d'aider à défricher ce nouveau terrain prometteur, le CNPF a "piloté" un test grandeur nature dans une forêt de Seine et Marne avec la participation de la Société Azur Drones (voir encadré).

Le recours aux drones dans le domaine militaire est fort médiatisé avec les derniers conflits. La société civile utilise déjà ces appareils depuis une dizaine d'années. Leur développement a pris une telle ampleur en France, que l'État a souhaité légiférer pour en réglementer l'usage. Les forestiers sont à leur tour sollicités par ce nouveau marché, mais que peuvent-ils en attendre et dans quelles conditions d'usage ?

Dans quel cadre se situe-t-on ?

En juillet 2014, selon « Azur Drones », 750 entreprises travaillent dans le domaine des drones en France. Ce marché représente 2 000 emplois directs et 1 500 indirects. La majorité de ces sociétés serait tournée vers l'audiovisuel et l'évènementiel.

Réglementation

La réglementation en vigueur identifie deux types d'utilisateurs :

- > usage limité aux loisirs et aux compétitions : on se situe dans le domaine de l'aéromodélisme où les contraintes sont légères, mais l'emploi est réservé à des zones définies en amont,
- > usage commercial avec ses dispositions particulières spécifiques, et un emploi possible, moyennant certaines demandes, dans tout type de zones nécessitant cet usage.



Drone à
voilure fixe.

© T. Cazeaux, CA40



Drone à voilure
tournante.

© Michel Chartier - IDF © CNPF



Pour ces deux usages, les drones doivent voler en dessous de 150 m dans l'espace aérien (espace interdit aux avions et ULM, sauf opérations de décollage et atterrissage). Pour les utilisateurs de type « loisir », seuls les vols à vue (visibilité de l'aéromodèle par le télépilote) sont autorisés.

Type de drone

Il existe différents types de drones :

- > voilure fixe (type avion) : qui présente une meilleure autonomie du fait de sa portance et de sa forme aérodynamique,
- > voile tournante (type hélicoptère) : qui est appréciée pour sa maniabilité (vol géostationnaire, décollage vertical...).

Type de capteur

Différents capteurs peuvent être embarqués (individuellement ou simultanément en fonction du drone). Les plus répandus sont les caméras et les appareils photo pour des prises de vue classiques ou en proche infrarouge. Des capteurs Lidar¹⁾ sont d'ores et déjà proposés à la vente et à l'intégration pour ce type d'appareil.

Enfin, des caméras infrarouges thermiques sont de plus en plus embarquées par les drones (caractérisation des déperditions thermiques sur des bâtiments, mesures précises de températures sur des sites industriels ou des parcelles agricoles).

Vol et captation

Cette opération consiste à survoler la zone à cartographier selon des conditions techniques (plan de vol) et réglementaires (éventuelles autorisations) définies à l'avance afin d'optimiser la qualité du résultat obtenu (série de clichés de haute résolution, assemblés et traités pour réaliser une orthophotographie de la zone survolée).

Il est nécessaire, du fait des capteurs actuellement utilisés et afin d'obtenir un meilleur rendu, de disposer de conditions climatiques constantes (éclairage solaire constant). Pour ce faire, il est à ce jour préférable de ne pas programmer plus d'une journée par projet.

Le drone peut, par ailleurs, être limité par certaines conditions météorologiques :

- > vent supérieur à 30 km,

En savoir⁺

Pour les catégories professionnelles, la pratique nécessite un agrément de la Direction générale de l'aviation civile (document de 20 pages spécifiant les types de missions, le matériel, sa catégorie, ainsi que les noms, formations, et expérience des télépilotes).

Les appareils télépilotes sont classés, dans un texte officiel, de A à G en fonction de leur poids et de leur moteur.

Quatre scénarii sont définis pour les conditions de vol :

- **scénario 1** : vue directe et zone non peuplée dans un rayon de 100 m,
- **scénario 2** : hors vue directe en zone non peuplée dans un rayon de 1 km et à une hauteur de vol inférieure à 50 m,
- **scénario 3** : vue directe en zone peuplée dans un rayon de 100 m,
- **scénario 4** : vol hors vue au-delà de 1 km en zone non peuplée.

Chaque scénario spécifie les catégories de matériel autorisé à voler, tel le scénario 4 qui est limité aux drones de moins de 2 kg.

Des restrictions sont également spécifiées pour les vols aux abords des aérodromes et aéroports.

À ce jour, seules trois sociétés françaises sont homologuées pour le scénario 4.

La formation du télépilote est constituée d'une partie théorique (de type avion ou ULM) et d'une partie pratique, réalisée par des centres de formations spécifiques, et validée par l'employeur.

La société Azur Drones

Créée en 2012, et installée dans Paris, elle emploie aujourd'hui 10 personnes.

Elle dispose de 3 appareils : 2 petits (< 10 000 euros) et 1 gros de 8 kg (> 10 000 euros).

Les applications sur lesquelles Azur Drones travaille sont nombreuses, mais les plus courantes sont les suivantes :

- réalisation de cartographies numériques sur diverses zones d'intérêt : parcelles forestières, agricoles ou viticoles, chantiers, sites d'extraction minière, etc. avec une résolution centimétrique,
- réalisation de supports numériques d'inspection détaillée de bâtiments ou d'ouvrages d'art : ponts, barrages, berges de fleuves, dalles, surfaces de parking, etc. avec une résolution millimétrique,
- réalisation de supports numériques d'inspection détaillée d'infrastructures industrielles ou énergétiques : circuits de transport de fluide, pales d'éoliennes, pylônes électriques, etc. avec une résolution millimétrique, voire submillimétrique, ainsi que des moyens thermo graphiques.

AZUR DRONES
service d'imagerie par drones

¹⁾ Télédétection par laser.

Drone, testé
au décollage.



© Michel Chartier - IDF © CNPF

- > pluie (matériel peu étanche, mauvaise qualité d'images),
- > brume et brouillard, pour les capteurs,
- > froid, pour la batterie (diminution de l'autonomie).

En zone montagneuse, les situations encaissées peuvent poser problème pour la réception du signal.

Notre test en forêt privée

L'utilisation de drones dans les applications forestières est encore peu connue. La prise de photos *via* cette technologie permet pourtant d'obtenir une image à très forte résolution, avec une grande liberté de manœuvre et un potentiel d'information important. En termes d'intérêt, plusieurs axes sont identifiés :

- > inventaire : repérage, identification d'essences ou groupes d'essences et, si cela est techniquement réalisable, description du peuplement (densité, hauteur, diamètre, cubage),
- > sanitaire : repérage de dommages particuliers (coloration particulière du houppier, dépérissement de branches, zones de mortalité, etc.).

Un test a été réalisé avec la société Azur Drones, à titre gracieux, sur un massif sélectionné en amont par le CNPF. Il a porté sur une surface de 25 ha, en forêt de Machault (77), incluant une plantation de chêne sessile et un taillis sous futaie, composé de chênes sessile et pédonculé.

Pour cette captation, la société Azur Drones a choisi d'utiliser un drone de type voilure tournante à 8 rotors, équipé de deux capteurs afin d'obtenir :

- une image classique (type RVB²) : résolution de 3 cm,
- une image en proche infrarouge : résolution de 3 cm.

En amont de la phase terrain, la société a déterminé des points de passage et a programmé le vol automatique du drone, grâce à

une carte GPS embarquée. Le télépilote pouvait reprendre la main à tout moment grâce à sa vision permanente de l'appareil et une information vidéo de sa trajectoire. Le vol s'est effectué à une hauteur de 100 m. La mission a permis de couvrir une zone plus étendue que celle prévue initialement (39 hectares au lieu de 25).

Seulement quinze minutes ont été nécessaires pour préparer le matériel.

Le drone utilisé ne dispose que de 10 minutes d'autonomie dans les conditions testées (vitesse de 6-7 m/s à 100 m d'altitude) et n'embarque qu'un seul capteur. Deux vols ont donc été nécessaires pour couvrir l'ensemble de la surface avec les deux capteurs et changer les batteries.

À la suite de la mission aérienne, Azur Drones a réalisé l'assemblage et la rectification de l'ensemble des images aboutissant à la livraison d'un produit différent, pour chacun des deux capteurs embarqués (RVB² et proche infrarouge).

Du point de vue tarifaire, Azur Drones estime ce type de mission à environ 3 000 euros pour une couverture de 100 hectares, répartis ainsi :

- > 1/3 pour la préparation et le déplacement,
- > 1/3 pour la captation,
- > Le tiers restant pour le traitement des données.

Il semble, qu'à partir de 1 000 ha, l'avion soit plus rentable que le drone, mais au détriment de la résolution des images du fait de l'altitude de vol (résolution de 3 cm très difficile à obtenir en avion).

Analyse des résultats

Grâce aux deux couvertures géoréférencées, livrées par l'entreprise Azur Drones une semaine après la captation, il est possible de tirer quelques résultats de cette expérience :

- > la liberté de choix dans la date de prise de vue permet d'envisager des campagnes de

2) Couleurs rouge vert bleu.



Comparaison de l'orthophoto 3 cm (issue de la mission drone, à gauche) et de celle de l'IGN à une résolution de 50 cm (à droite).

relevés, sur un massif forestier, à des périodes clés : post-tempête, avant l'élaboration d'un document de gestion, etc.

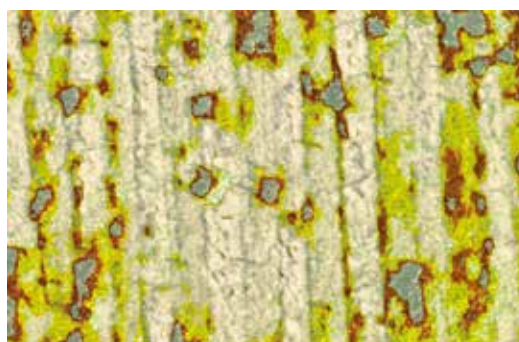
> la haute résolution de 3 cm permet, à partir de l'image classique (RVB), d'observer finement des objets. On peut, par exemple, visualiser les manchons de protection gibier installés dans les jeunes plantations de chêne. Une observation aussi fine n'est pas possible à partir des produits standards de l'IGN (ortho photographies à une résolution de 50 cm). Un comptage *a posteriori* des densités de plantation serait donc potentiellement envisageable, sachant que l'image pourrait encore être améliorée par un vol à une altitude plus basse.

> l'image classique obtenue permet, tout comme l'interprétation des photos de l'IGN, de distinguer différents types de peuplement, sans pouvoir toutefois les caractériser plus précisément.

> l'étude des indices de végétation découlant de l'analyse de l'image du proche infrarouge constitue une avancée significative. Ces informations sont fournies grâce au calcul des indices NDVI³⁾ et TVI⁴⁾. Ces techniques permettent de refléter l'activité photosynthétique de la végétation. Ceci a permis, dans les jeunes plantations, de repérer facilement les zones concurrencées par les recrûs ligneux (bouleau, tremble, saule). Les travaux de dégagement pourront éventuellement être ciblés en conséquence.

Selon le même principe, les zones d'eau ou les parties de sol à nu, d'activité photosynthétique nulle, sont très facilement identifiables.

> il n'a pas été possible, à partir des deux images livrées, d'isoler les essences ou les catégories de bois dans les peuplements de taillis sous futaies. Le feuillage, trop dense, cause une saturation des indices de végétation.



Carte NDVI illustrant les zones de concurrences fortes.

> de même, l'automatisation de l'approche sanitaire n'a pas été possible dans ce test (pas de couleur spécifique en NDVI) même si la résolution des images facilite la visualisation de houppiers en phase de stress (descente de cime, etc.).

Perspectives

Ce test grandeur nature ouvre des pistes qu'il serait souhaitable d'approfondir et de compléter par d'autres expérimentations :

- délimitation des zones humides,
- en zones ouvertes (type régénération naturelle, plantation, etc.) : pouvoir apprécier l'acquisition d'une régénération etc.,
- en zones couvertes : différenciation d'essences ou de variétés, suivi sanitaire, mesure de hauteur (plus particulièrement pour les peuplements mono-spécifiques),
- infrastructure : zone inondée, fossés, état de la desserte,
- cynégétique : évaluation et comptage des populations de gibier.

Précisons que ces technologies pourraient être fortement concurrencées par la sortie prochaine d'images satellite à haute résolution. ■

Remerciements :

- la société Azur Drones pour la réalisation de ce test,
- M. Bachimont pour avoir autorisé la réalisation du test dans sa propriété forestière.

3) *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) : indice de végétation par différence normalisée.

4) *Triangular Vegetation Index* (TVI) : indice de végétation transformée.

Résumé

L'utilisation de drones en forêt permet d'obtenir des images à haute résolution. Le test mené mérite d'être approfondi pour mieux appréhender le potentiel important d'informations : - inventaire : repérage de limites, identification d'essences ou groupes d'essences, données de peuplement à affiner (densité, hauteur, diamètre, cubage), - sanitaire : repérage de houppiers particuliers (problème sanitaire, réaction au climat, fructification).

Mots-clés : drone, images haute résolution, forêt.

Bibliographie

- Lefevre S. & al. 2014. *Un drone pour détecter et délimiter les zones humides : Une réalité imminente ?* Rapport d'étude - AgroParisTech.

Sylvestim, l'évaluation de forêt par Internet

Entretien avec Soraya Bennar, ingénieure forestier chez Arborea



Soraya Bennar.



Philippe Imbert, gérant.

À partir de quelques critères descriptifs généraux de votre forêt, un site web donne une estimation de sa valeur. Explications de ce service, mis en ligne en mai 2014 par le cabinet d'expertise forestière Arborea¹⁾.

- À qui est destiné votre site ?

Soraya Bennar : Le site Arborea est une vitrine destinée aux propriétaires forestiers privés et dispense des informations générales et des conseils de gestion. Le développement récent du site provient des constats suivants : l'usage d'Internet de plus en plus fréquent, des propriétaires plus urbains, un 1^{er} réflexe de recherches d'informations ou de professionnels via Internet.

- Quelle démarche a conduit cette nouvelle offre de services ?

S. B. : Arborea est un cabinet d'expertise forestière à Vichy spécialisé dans la gestion de forêts privées, l'expertise, le conseil et la transaction immobilière. Grâce à son savoir-faire, notre équipe d'ingénieurs et d'experts forestiers s'est associée avec des juristes

et des informaticiens pour développer le 1^{er} simulateur de valeur de parcelles forestières. L'objectif est de générer une prise de conscience des détenteurs d'un patrimoine forestier, motiver leur participation à l'effort de mobilisation de bois. En convertissant les ha (critère commun) en euros, ce simulateur a un objectif pédagogique pour les convaincre de gérer mieux, ou au contraire de s'en défaire au profit de celui qui saura valoriser cet espace forestier. À l'heure actuelle, notre site connaît une fréquentation journalière de plus de 130 sessions, en constante augmentation. Nous recevons des visites (au sens consultations web) d'internautes français, sans qu'une région en particulier ne se détache. Depuis quelques semaines, nous avons également constaté des connexions venues de Belgique et de Luxembourg.

1) Arborea, cabinet d'expertise forestière, spécialisé dans la gestion des forêts privées, l'expertise, le conseil et la transaction immobilière à Vichy.

En savoir⁺

Pour plus d'informations, rendez-vous sur notre site internet : www.arborea.com/fra/nos-services.

Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978, vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification, d'opposition et de suppression des données qui vous concernent. Vous pouvez exercer ce droit...

- Quelles sont les offres disponibles sur le site ? Quelles sont leurs différences ?

S. B. : Le service Sylvestim prévoit 3 niveaux de prestation d'estimation forestière, de la simple simulation gratuite à la commande d'une expertise de valeur.

Sylvestim confiance

Un 1^{er} niveau de simulateur, gratuit et sans inscription, donne une fourchette en valeur à l'ha. Facile d'utilisation, accessible à tous, à partir de 11 critères simples (département, essences, structure...), il donne instantanément un ordre de grandeur de valeur. Certains critères plus complexes (taux de couverture arborée,) montrent la difficulté de la discipline et servent à pondérer l'estimation pour approcher une valeur réaliste. Le résultat est exprimé sous la forme d'une fourchette de valeur, car la qualité du peuplement n'est que peu prise en compte par le questionnaire d'entrée. Le site mentionne explicitement les mises en garde sur les limites de cette 1^{re} estimation.

Sylvestim privilège permet une estimation plus fine avec la prise en compte de l'environnement de la forêt (desserte, étang, annexes...), toujours à distance. Le formulaire est personnalisé et plus détaillé, intègre la commune, le relief, la surface totale, la chasse, soit environ une dizaine de critères supplémentaires, avec un partage de documents (photos, inventaires, PSG, détail des travaux, zonages environnementaux). Les précisions géographiques permettent une analyse d'éléments comme le cadastre ou les photos aériennes. Un forfait de 300 € est adapté pour l'évaluation de peuplements homogènes d'une surface de 1 à 10 ha. Cette approche est une 1^{re} prise de conscience de la valeur du bien, suite à un héritage par exemple. Au-delà de cette surface, une estimation avec déplacement pour l'expertise est incontournable.

Sylvestim premium comprend un devis en vue de la commande d'une expertise personnalisée à partir de la base d'informations préremplies par le propriétaire. Une visite de terrain intègre alors tous les critères habituels de l'expertise influençant la valeur du bien.

- Sur quels critères sont basées les évaluations ? Sont-ils valables pour toute la France ?

S. B. : Les évaluations sont découpées par couches :

I/ le sol, la région, la desserte, la topographie, la qualité du sol,

II/ la superficie, les peuplements, le marché du



ILS TÉMOIGNENT :

Cette offre de prestation est à la portée des propriétaires, accessible à tous avec une finesse adaptée en fonction des besoins. Notre outil est une aide à la décision dans un processus de vente, d'achat ou de préparation de succession.

J'ai découvert la société Arborea dans un article de presse régionale traitant de ses derniers développements en matière de services forestiers par Internet. Je me suis récemment porté acquéreur de quelques hectares de forêt dans le Cantal et j'ai voulu vérifier que mon achat correspondait bien aux conditions de marché et du contexte local. Le résultat de la simulation a montré un prix de marché supérieur à ce que j'ai déboursé. J'ai donc fait une affaire.

Mon projet est d'agrandir mon patrimoine forestier dans les années à venir. Je compte sur Sylvestim pour préparer les négociations avec des arguments issus de professionnels. Cédric (15)

Mon mari et moi sommes propriétaires d'un bois, mais avant de prendre toute décision de gestion ou de mise en vente, nous avons utilisé le simulateur de valeur en ligne, Sylvestim Confiance, pour asseoir notre réflexion. C'est un outil simple d'utilisation qui nous a permis de trouver un résultat en quelques clics. Nous envisageons désormais de faire visiter notre propriété par des professionnels pour des conseils plus techniques.

Mme C. (63)

bois, l'âge du peuplement, l'appréciation de la qualité, le type d'essence, III/ des éléments annexes : étang, bâtis, servitude, morcellement, etc.

Le site régulièrement mis à jour intègre des pondérations avec le marché actuel et la cohérence avec des indicateurs nationaux, ceux qui émanent de la CNIEFEB¹⁾, de l'indicateur du marché des forêts édité par la Société forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations et la FNSafer par exemple. C'est pourquoi les fonctionnalités proposées sont conçues de sorte à répondre à des interrogations pour des biens forestiers présents sur tout le territoire national.

Un dernier développement en collaboration avec le CRPF²⁾ d'Auvergne est l'identification des propriétés et des vendeurs dans le cadre de la mise à disposition d'un service **de petites annonces**. Ainsi les vendeurs et acquéreurs peuvent se rencontrer plus aisément grâce à ce nouvel espace dédié à la mise en ligne des offres. Cela pourrait favoriser aussi le regroupement de propriétés. (Tarif de lancement gratuit). ■

Propos recueillis par N. Maréchal

1) CNIEFEB :

Compagnie nationale des ingénieurs et experts forestiers et experts bois.

2) CRPF : Centre régional de la propriété forestière.

Épicéa du Haut-Jura, un bois d'excellence en construction

Par Thomas Leplaideur, pilote de mission forêt, chambre d'agriculture du Jura, responsable d'ADEFOR 39¹⁾

1) Association regroupant la Chambre d'Agriculture du Jura et le CRPF de Franche-Comté.

Les épicéas poussant en altitude sont doués d'une résistance mécanique très importante. Dans le Jura, ils sont réputés de longue date pour leur qualité par les filières de transformation et d'utilisation. Classifier la résistance du bois en forêt comme en scierie est possible grâce aux ultrasons.



À titre d'exemple, la plateforme bois énergie de La Mouille, nécessitait la construction d'un hangar de stockage des plaquettes. Le projet a été mis en œuvre par un syndicat de communes souhaitant maîtriser l'approvisionnement de leurs chaudières. Une des communes a été retenue pour fournir le bois nécessaire à la construction. L'ONF et la Chambre d'Agriculture du Jura ont mesuré la qualité des bois en scierie pour déterminer ceux appelés à devenir les pièces maîtresses de la charpente.

En 1997, une campagne de mesure de la qualité des bois d'altitude confirme de façon scientifique ce que l'on savait de manière historique. Cette étude est réalisée grâce à l'utilisation de l'appareil Sylvatest : un système par ultrasons mesure la vitesse de propagation de l'onde dans les fibres du bois. Ainsi, plus le bois est de grande qualité, plus l'onde se propage rapidement. L'intérêt de cet appareil est l'utilisation aussi bien en forêt qu'en scierie. Les résultats classent la résistance des bois, directement exprimée dans les normes européennes de résineux : C22, C24, C27, C30, C35 et C40. Par exemple, un bois classé C27 possède une résistance mécanique de 27 N/mm² ²⁾. Ainsi, de nombreux échantillons de bois mesurés révèlent que les 2/3 de nos bois possèdent une très grande résistance mécanique, à savoir C30, C35 et C40 qui sont les plus hautes classes.

En 2011, le Parc naturel régional du Haut-Jura, l'Office national des forêts et la Chambre d'Agriculture du Jura décident de s'associer à nouveau, dans le cadre d'un programme Leader, pour la valorisation de cette ressource. Le programme, soutenu financièrement par l'Europe, l'État et la Chambre d'Agriculture du Jura, a pour objectifs de :

- > vulgariser notre connaissance sur la qualité des bois,
- > démontrer que nous sommes capables de mesurer leur qualité à tous les stades de la filière, depuis l'arbre abattu jusqu'aux débits en scieries,
- > promouvoir leur qualité et leur utilisation auprès des acteurs de la filière, mais aussi auprès des communes, des monteurs de projets, des architectes,
- > apporter un soutien aux communes souhaitant utiliser leurs propres bois pour la création ou l'amélioration d'un bâtiment communal.



© CBS-CBT

L'outil Sylvatest

Développé par la société CBS-CBT, dirigée par Monsieur Jean-Luc Sandoz, l'appareil Sylvatest se compose d'un boîtier portable, très léger et fonctionnant sur piles. Il envoie les ondes ultrasonores et mesure leur vitesse de déplacement. Deux sondes branchées par câble à l'appareil permettent de le relier au bois à mesurer. La mesure s'effectue sur la longueur du bois, quelle que soit la circonférence. La longueur des câbles est donc le seul paramètre limitant. Dans le Jura, des câbles de 25 mètres permettent de mesurer la plupart des bois. Les températures très froides ne permettent pas l'utilisation de l'appareil lorsque les bois sont gelés. En effet, les fibres du bois gelées n'assurent pas la transmission correcte des ultrasons. L'appareil doit être étalonné aux essences

mesurées, afin de corréliser la vitesse de propagation des ondes et l'essence mesurée : l'épicéa et le sapin dans le Jura.

Avec l'appareil Sylvatest, un mini-ordinateur portable, de la taille d'un gros téléphone portable, recueille et analyse les données du bois mesuré : forêt, parcelle, numéro plaquette, essence, longueur et diamètre. En intégrant la vitesse mesurée par le Sylvatest, on obtient automatiquement la valeur du bois en classement européen.

Ce système portable permet donc de mesurer les bois en forêt sur coupe, en tas sur place de dépôt ou sur parc à grumes en scierie. Sa prise en main est très rapide. Une séance de formation de 2 heures donne les bases nécessaires à l'utilisateur pour s'en servir correctement.

Prise de mesure concrètement :

- mettre en place l'appareil : branchement des câbles et des sondes,
- aux deux extrémités de la grume, sur la face de découpe, procéder au perçage d'un trou d'environ 3 cm de profondeur (avec perceuse sans fil), afin de ficher les sondes. Ainsi, elles tiennent toutes seules et elles sont en contact direct avec les fibres du bois, en dehors de tout risque de salissure (terre, copeaux...),
- envoyer l'onde ultrasonore,
- relever la vitesse de propagation, exprimée en microsecondes, et la reporter dans l'ordinateur de terrain, avec l'ensemble des données individuelles du bois mesuré.

Toutes les données sont ensuite directement chargeables sur un PC classique sous forme d'un tableau Excel. Celui-ci synthétise l'ensemble des mesures et permet de procéder aux tris ou aux analyses recherchées.

Il est reconnu que la qualité technologique d'un bois est variable à l'intérieur d'une même grume. La surbille est en général la meilleure partie. Mesurer avec le Sylvatest un bois sur toute sa longueur donne une approche globale de sa qualité. Plus le bois va être débité, en billons d'abord, puis en sciages, plus la matière à qualifier est « resserrée » et plus la mesure va être précise. Par exemple, la qualité mesurée sur un épicéa de 20 mètres de longueur peut être globalement C30. En mesurant le même bois en billon de 4 mètres, les résultats individualisés à chaque morceau donnent pour le premier billon peut être un C40, le deuxième et le troisième des C30 et le quatrième un C24.

Il en est de même lorsque la mesure est faite sur des sciages de type madriers, poutres...

L'intérêt de mesurer et trier les bois en scierie est donc très important, afin de flécher les sciages sur les bonnes utilisations. Les mesures en forêt restent pertinentes, afin de procéder à un premier tri des bois, pour répondre à des demandes en qualité, recherchées par les acheteurs potentiels.

Le premier volet s'est traduit en forêt et en scierie par des démonstrations de la mesure de la qualité des bois devant plus de 120 personnes du territoire (élus, techniciens, architectes...). Leur but n'est pas seulement de mettre les hautes qualités en avant, même si elles sont prépondérantes sur notre massif, mais plutôt de démontrer l'utilisation d'un bois pour ses qualités individuelles. Cette connaissance permet d'optimiser la qualité du bois nécessaire dans la construction d'un bâtiment. Le bois redevient ainsi concurrent des autres matériaux, que sont le béton et l'acier. Il semble logique de placer un bois de qualité C40 dans une charpente devant résister à une charge de neige de 1000 kg/m² en montagne. Pour une construction en plaine, le projet peut être élaboré avec des bois de moindre résistance ou toujours avec du C40, mais cette fois avec des sections plus réduites.

Le deuxième volet consiste à mesurer la qualité des bois destinés à des constructions sur le territoire. Plusieurs projets communaux et intercommunaux sont ainsi menés. Conscients qu'au travers d'exemples, on fait redécouvrir le matériau bois, les partenaires amorcent une dynamique de construction bois sur le territoire, portée par les collectivités. Aujourd'hui, fort du répondant et des besoins de ses communes, le Parc naturel régional du Haut-Jura élabore un nouveau programme de soutien à la construction bois avec ses partenaires. En parallèle, ADEFOR 39 démarre une action de développement de la filière bois locale, par le regroupement de la gestion en forêt privée et la mise en place d'une économie circulaire locale, au profit de ses acteurs. ■

2) N/mm² est une unité de contrainte et de pression ou pascal (symbole : Pa)

N = Newton

Les chiffres clés de la forêt privée

Par Julie Thomas, ingénieure CNPF-IDF

La plaquette des « Chiffres clés de la forêt privée » est actualisée avec les statistiques les plus récentes. La nouvelle édition 2015 est disponible auprès de vos CRPF. Quelques extraits des éléments essentiels à connaître sur la forêt privée, son rôle économique et environnemental.

La superficie de la forêt privée en expansion

La forêt française occupe 30 % de la surface de notre territoire avec 16,5 millions d'hectares. Les $\frac{3}{4}$ de cette forêt française appartiennent à des propriétaires forestiers, soit 12,2 millions d'hectares, dont 11,8 millions d'hectares (97 %) sont à vocation de production.

23 % du territoire métropolitain appartient aux forestiers privés. Avec 76 % en moyenne, la forêt privée est majoritaire en régions, sauf dans le Nord-Est où elle ne recouvre que 38 % de la surface forestière (figure 1).

Les surfaces boisées françaises ont augmenté de 22 % en 40 ans avec une progression de 3 millions d'hectares. En forêt privée, l'augmentation de la superficie de 2,5 millions s'est faite essentiellement par l'abandon des usages pastoraux et agricoles dans l'arc méditerranéen. Près de 1,5 millions d'ha ont été boisés ou reboisés grâce au Fonds forestier national entre 1963 et 1998.

Une forêt majoritairement feuillue...

Cette forêt privée est majoritairement feuillue (74 %). Elle est aussi la plus diversifiée des forêts européennes, avec 136 espèces d'arbres différents.

La surface des forêts feuillues françaises de production avoisine les 11,2 millions d'hectares, avec depuis 1970 une augmentation de 1,4 millions d'hectares (figure 2).

Les chênes dominent essentiellement en forêt privée avec environ 5 millions d'hectares. Deux espèces sont spécifiques en forêt privée, le châtaignier pour 6 % et le peuplier avec 2 % en surface plantée.

Les forêts résineuses de production recouvrent plus de 4,4 millions d'hectares : pin maritime, pin sylvestre, épicéa, sapin, douglas.

Contrairement aux peuplements feuillus, la surface des peuplements résineux est en baisse depuis les années 1970 (- 0,3 millions d'hectares).



Fig. 1 - Surface de la forêt privée, répartition par propriété et par interrégion

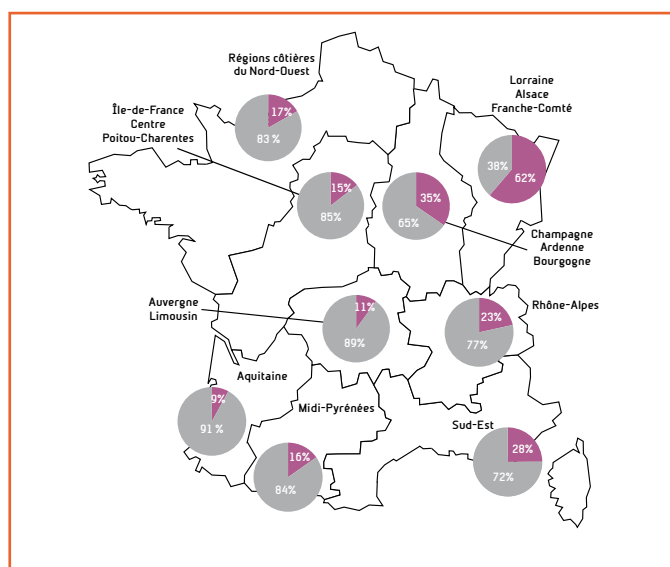


Fig. 2 - Évolution de la superficie de la forêt privée entre 1970 et 2010

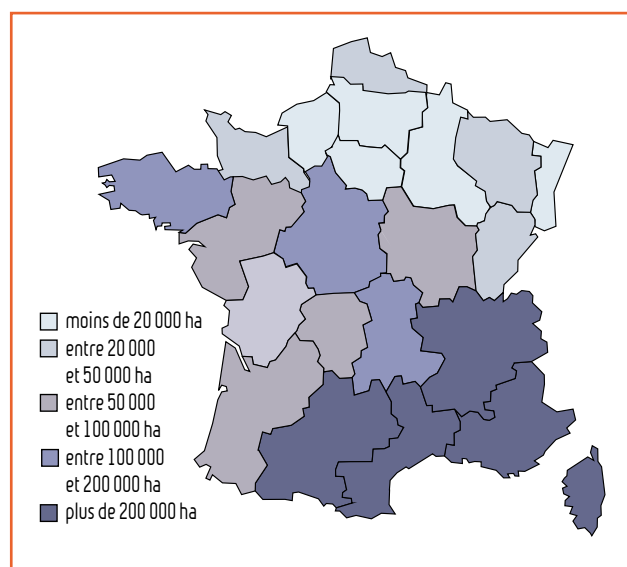
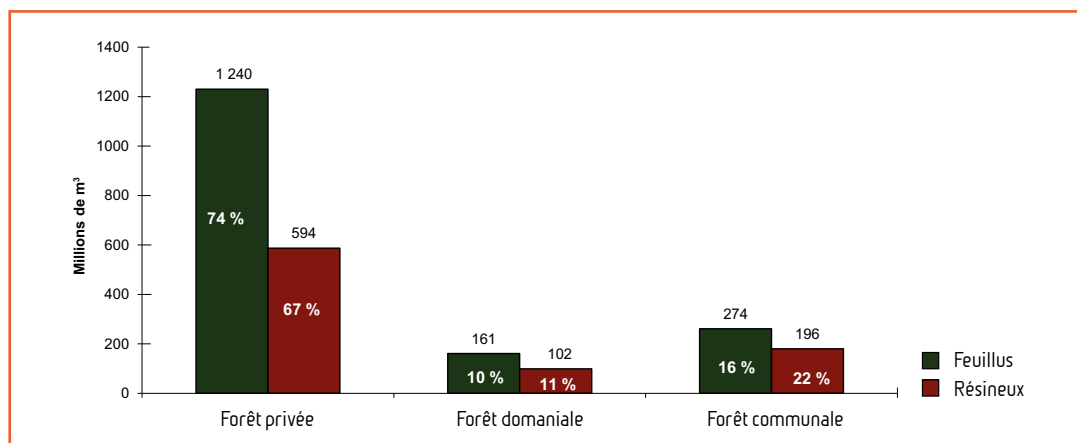


Fig. 3 - Évolution du volume sur pied par groupe d'essences en forêt privée (millions de m³)



...aux sylvicultures variées

En forêt privée, les objectifs de gestion et de sylvicultures sont variés. La futaie (53 %) constitue la majorité de la structure de la forêt privée. La conversion de taillis et mélange futaie-taillis vers la futaie est significative : c'est le **fruit du travail du CNPF, qui privilégie une sylviculture favorisant la production de bois d'œuvre depuis 50 ans.**

La forêt française : 3^e stock européen de bois sur pied

En France, le volume sur pied est de 2,6 milliard de m³. Depuis 1980, le volume sur pied en forêt privée a augmenté de 742 Mm³ pour atteindre 1,8 milliards de m³, soit une augmentation de 68 %.

La hausse du volume sur pied feuillu de 556 millions de m³ représente + 81 %. L'augmentation de 186 millions de m³ du volume sur pied résineux est de + 46 % (figure 3).

Une vaste ressource en progression en forêt privée

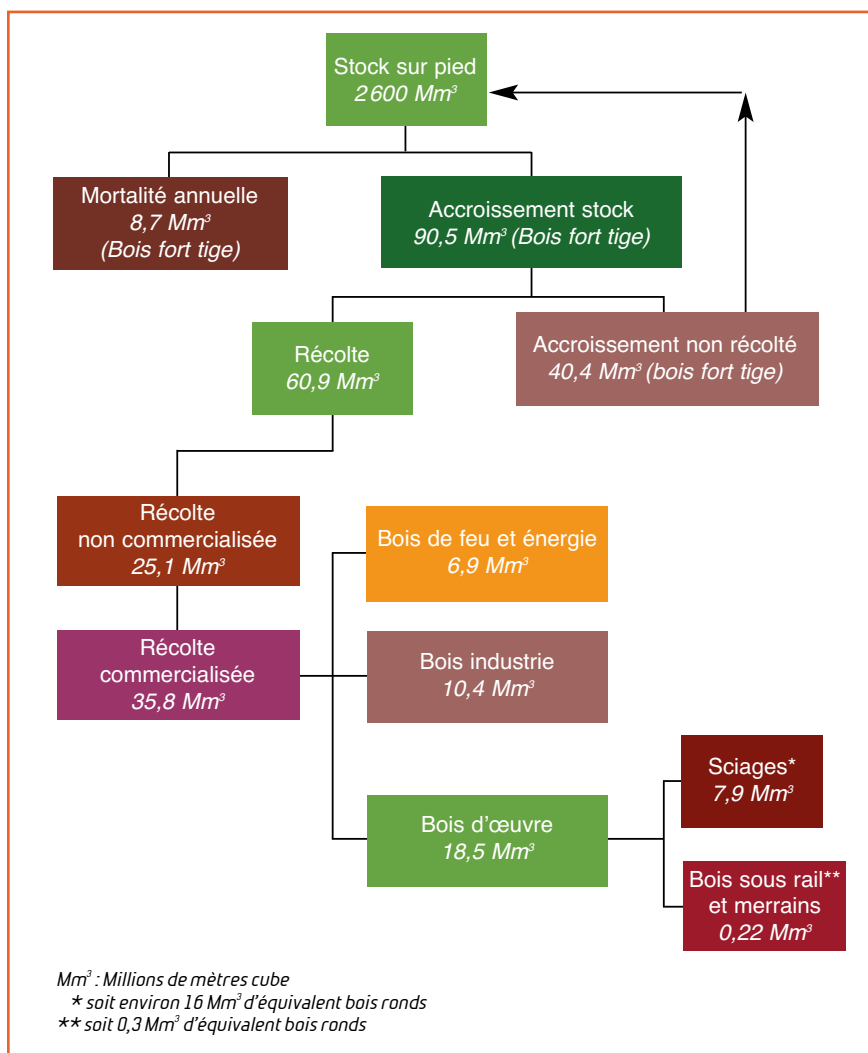
60,9 millions de m³ sont récoltés en 2013 en forêt française, dont 25,1 m³ non commercialisés (autoconsommation).

Depuis ces cinquante dernières années, la récolte de bois a augmenté de 41 % en forêt privée. En 2013, la récolte commercialisée est de 35,8 millions de m³ ronds sur écorce. Elle se répartit en 52 % de grumes de bois d'œuvres, 29 % de bois d'industrie et 19 % de bois énergie (figure 4).

Une récolte de bois d'œuvre feuillu au plus bas

Alors que le volume de bois d'œuvre résineux français a augmenté de 13 % entre 1990 et 2009, depuis quatre années consécutives, ce volume diminue avec la fin de la mobilisation des chablis tempête Klaus (2009). Cependant, malgré cette diminution, la récolte de bois rési-

Fig. 4 - Récolte de bois (y compris autoconsommation)



neux reste majoritaire, elle représente plus de la moitié de la récolte mise sur le marché.

La récolte de bois d'œuvre feuillu français a nettement diminué au cours du temps pour atteindre en 2013 son plus bas niveau depuis 60 ans. Cette évolution s'explique notamment par le recul des débouchés classiques (meubles massifs...) et le non remplacement

Fig. 5 - Évolution récente de la récolte de bois d'œuvre feuillus/résineux

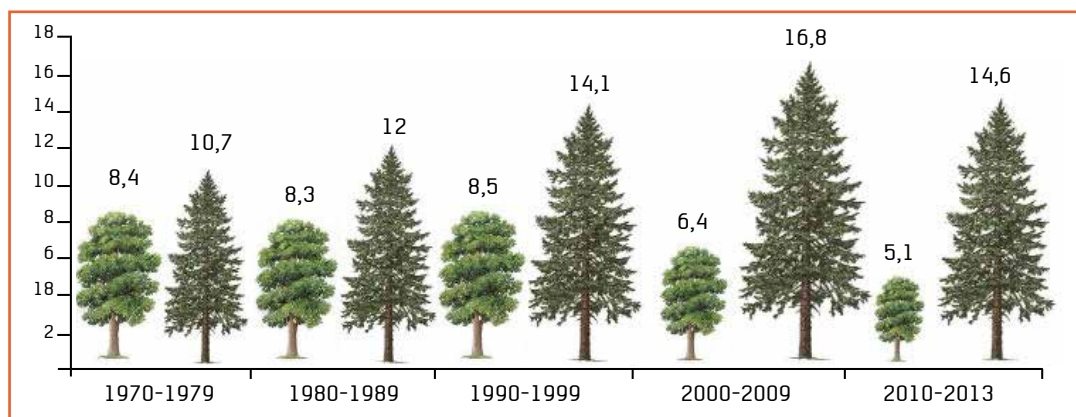
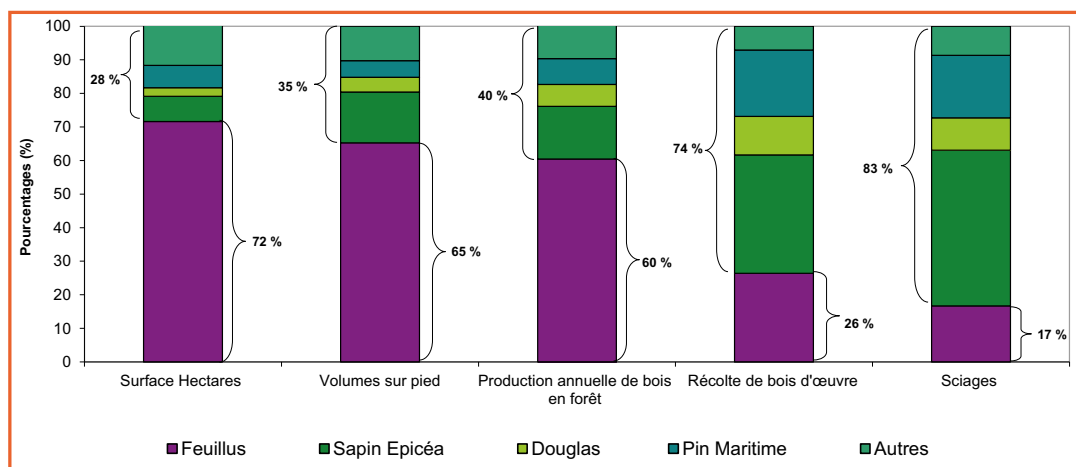


Fig. 6 - Répartition feuillus et résineux par surface, volume sur pied production annuelle,

source IGN 2014 IFN campagne 2009-2013 - Agreste 2013



par d'autres. La fermeture de scieries de feuillus de faible capacité et l'augmentation des coûts d'exploitation et le niveau des prix expliquent également ce recul du sciage feuillu. La forte concurrence internationale avec l'arrivée de nouveaux acteurs (Pays d'Europe de l'Est, Asie du Sud-Est...) ces 20 dernières années, accentue ce repli (figure 5).

Aujourd'hui, 28 % de la surface en résineux fournit 74 % de la récolte de bois d'œuvre et 83 % des sciages, alors que 72 % de la surface en feuillus fournit 26 % de la récolte de bois d'œuvre et 17 % des sciages français. (figure 6).

Les scieries de résineux se concentrent

En 2013, la France compte 1 636 scieries en activité. Leur nombre est en baisse d'environ 79 % depuis 1996.

Environ 46 % des scieries françaises produisent seulement 3 % des sciages. Mais elles pourraient favoriser une valorisation locale des bois et alimenter les filières artisanales notamment, si elles investissaient pour se moderniser (séchage, rabotage).

Le bois d'œuvre :

72 % de la valeur de la récolte

En 2010, on recense une récolte commercialisée d'une valeur de 1,6 milliards d'euros.

- 72 % de la valeur de cette récolte soit 1,169 milliard d'euros proviennent du bois d'œuvre (dont chênes : 289 millions d'euros, sapin épicéa : 357 millions d'euros et pin maritime : 189 millions d'euros),

- 18 % soit 302 millions d'euros proviennent du bois industrie,

- 9 % soit 151 millions d'euros proviennent du bois énergie commercialisé (figure 7).

L'érosion des prix du bois feuillu et résineux en France

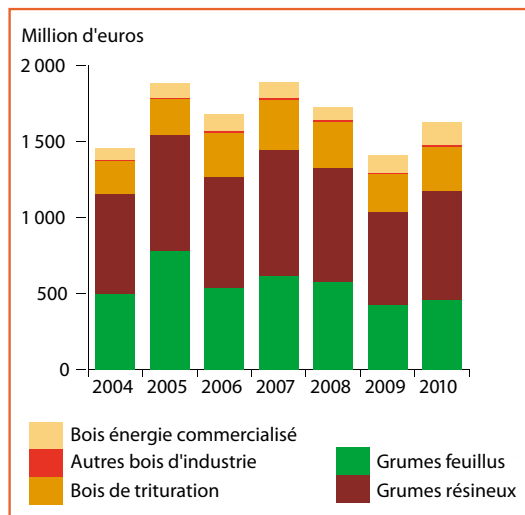
Depuis 1973, le prix des grumes feuillues et résineuses en euros constants est en baisse régulière.

Le prix des chênes de plus de 50 cm de diamètre est plus que divisé par deux.

Pour les résineux, le prix des grumes de sapin a baissé de - 74 %, d'épicéa (- 71 %), de pin sylvestre (- 70 %) et de pin maritime (- 61 %).

Seul le douglas a bénéficié d'une augmentation notable de 41 % entre 2000 et 2010.

Fig. 7 - Valeur de la récolte commercialisée
Part des catégories dans la récolte (en valeur) %



Le prix des forêts toujours en progression sur un marché étroit

La forêt est un bien qui s'échange peu.

En 2013, 106 500 hectares ont fait l'objet d'une transaction pour un montant de 954 millions d'euros, en recul de 9,6 % par rapport à 2012 et de 22,3 % par rapport à l'année 2011. Le nombre de transactions est en hausse pour la quatrième année consécutive avec 14 690 transactions en 2013, soit 1,8 % de plus qu'en 2012 et 4 % de plus qu'en 2011. Le prix des forêts fluctue habituellement en fonction de la pression foncière et de la variation des prix des bois.

3,5 millions de propriétaires forestiers

3,5 millions de propriétaires forestiers possèdent les 12,2 millions d'ha de la forêt privée. D'après le cadastre, environ **380 000 propriétaires forestiers possèdent plus de 76 % de**

la surface forestière de 4 ha à plus de 100 ha. Ces propriétaires forestiers privés récoltent pour la commercialisation et leur autoconsommation plus de 40 millions de m³ de bois chaque année.

Environ 22,1 millions de m³ soit 63 % de la récolte est commercialisée en 2012. La majorité de ces bois est directement vendue par les propriétaires (figure 8).

NB : Ces résultats issus de l'enquête sur la structure de la forêt privée 2012 peuvent différer des chiffres annoncés par chacun des intermédiaires car ils correspondent à des estimations des propriétaires.

La forêt privée gérée durablement

Les propriétaires forestiers sont très attachés à leur forêt et à sa gestion durable. La production de bois vient en second plan, hormis dans les cas de grandes propriétés souvent constituées en groupement forestier.

Un tiers de la forêt privée est géré selon un document de gestion durable :

- 64 800 documents de gestion durable sont en cours de validité, cela représente 3,86 M d'ha couverts sur 5,5 M d'ha éligibles¹⁾.

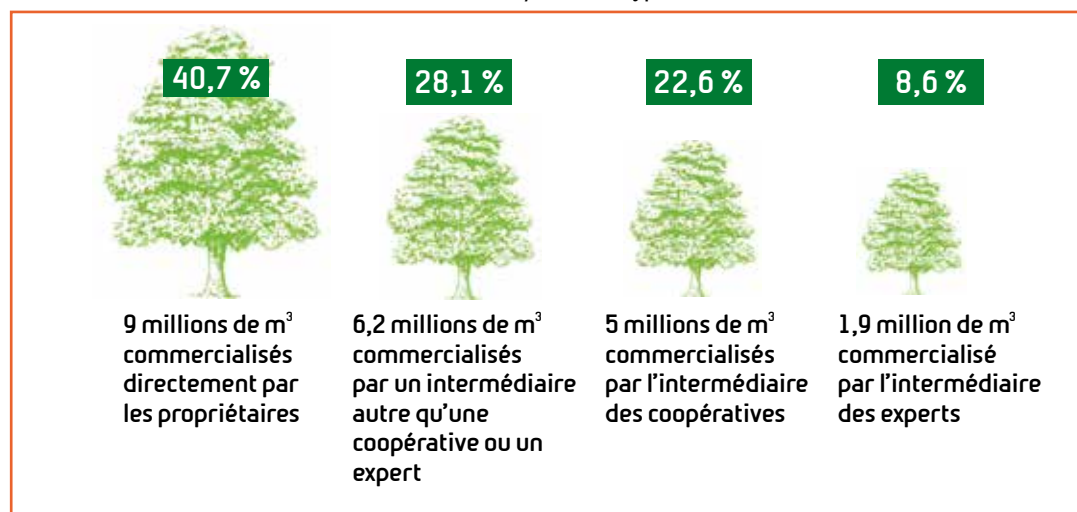
Plus de la moitié des forestiers disent gérer leurs parcelles boisées, quelle que soit la classe de surface. Le taux de réalisation des coupes prévues au Plan simple de gestion est satisfaisant²⁾.

Les forestiers privés assurent par leur gestion durable, les fonctions économique, environnementale et sociale rendues par la forêt. ■

1) Hors CBPS, Code de bonnes pratiques sylvicoles.

2) Études du taux de réalisation des coupes et travaux en Pays de la Loire et Poitou-Charentes.

Fig. 8 - Volumes de bois vendus à un professionnel de la filière bois, dont vente de bois abattus, selon le type d'intermédiaires



Sources : Plaquette « Les chiffres clés de la forêt privée, édition 2015 », disponible gratuitement en CRPF ou auprès de Forestiers privés de France.

Aurelhy, ETPQ, Safran et Digitalis : des données climatiques spatialisées pour un diagnostic de qualité

par Jean Lemaire¹⁾, CNPF-IDF et Grégoire Pigeon, Météo-France²⁾

Dans un contexte de changement du climat, l'accès aux données climatiques du passé revêt une importance primordiale pour effectuer un diagnostic sylvicole de qualité. Les modèles détaillés ici sont employés dans les études liées à l'outil BioClimSol présenté dans Forêt-entreprise, n° 218 de septembre 2014.

1) CNPF - Institut pour le Développement Forestier, Antenne de Lyon.

2) Météo-France, Toulouse.

Toutes les données climatiques détaillées dans cet article sont issues de modèles permettant la cartographie, à des échelles plus ou moins fines, de paramètres indispensables au diagnostic climatique en forêt : températures, pluviométrie, évapotranspiration potentielle, nombre de jours de gel... L'objectif de cet article n'est nullement de décrire les méthodes statistiques, souvent très pointues qui ont permis de construire ces modèles mais bien de comprendre leur mode de construction pour mieux cibler leurs limites et leurs avantages. Cet article présente les modèles de spatialisation des données climatiques (moyenne trentenaire) : Aurelhy^{©Météo-France}, Digitalis^{©Agroparistech} pour poursuivre avec le modèle climatique journalier Safran^{©Météo-France}. Enfin des propositions d'amélioration seront formulées pour mieux répondre encore au diagnostic climatique en forêt.

Comment sont construits les outils de cartographie des données météorologiques du passé ?

L'avantage des outils de cartographie des données météorologiques est évident. Ils permettent de connaître les données climatiques en tous points du territoire même si le point diagnostiqué n'est pas équipé d'une station météorologique (Figure 4).

Tous les outils de cartographie des données climatiques décrits ici sont issus de modèles établis à partir de données collectées sur les stations météorologiques suivies par le réseau de Météo-France (Aurelhy, Digitalis et Safran) ou de systèmes numériques de prévision du temps (Safran). Ces données climatiques recueillies sur l'ensemble du territoire sont ensuite interpolées à l'aide de techniques statistiques de spatialisation prenant en compte de nombreux paramètres de terrain (relief, etc.).

Bibliographie

[1] Benichou P., Lebreton O., 1987. *Prise en compte de la topographie pour la cartographie des champs pluviométriques statistiques*. La Météorologie, 19.

[2] Canellas, C., Gibelin A.-L., Lassègues P., Kerdoncuff M., Dandin P., et Simon P., 2014. *Les normales climatiques spatialisées Aurelhy 1981-2010 : températures et précipitations*. La Météorologie, 85, pp. 47-55 (<http://hdl.handle.net/2042/53750>).

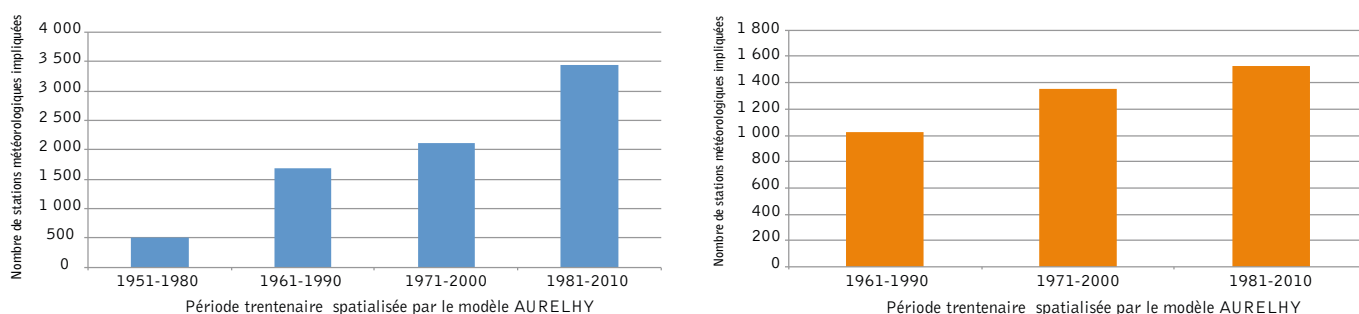
Figure 1 - Localisation du réseau de stations météorologiques suivies par le réseau de Météo-France.



Au total, plus de 5 500 postes sur l'ensemble du territoire soit une station tous les 11 km en moyenne.

- . Stations automatiques de Météo-France (réseau RADÔME, disponibilité en temps réel).
- . Stations automatiques en partenariat avec d'autres organismes (éventuellement non disponibles en temps réel).
- . Stations manuelles (non disponibles en temps réels, pas de temps quotidien).

Figure 2 - Évolution du nombre de stations météorologiques impliquées dans le modèle Aurelhy pour spatialiser les données climatiques liées aux précipitations et aux températures par période trentenaire depuis sa création.



Les modèles climatiques diffèrent entre eux en fonction de leurs objectifs, de leur résolution, de la temporalité des données spatialisées et des données climatiques fournies.

Les Modèles de données climatologiques de Météo-France

a. Le modèle Aurelhy (Analyse Utilisant le RELief pour l'HYdrométéorologie)

Ce modèle fournit, au pas du km, les normales trentennaires (1951-1980 ; 1961-1990 ; 1971-2000 ; 1981-2010) et les statistiques annuelles de paramètres climatiques liés aux températures et aux précipitations (*Tableau 1*) en intégrant au mieux les effets du relief (dans la méthode, le relief n'est pas uniquement décrit par l'altitude, mais également par des composantes qui décrivent sa forme). Les données d'origine servant à la construction de ce modèle proviennent des stations météorologiques, soit plus de 3 400 postes pour la pluviométrie et plus de 1 500 postes pour les températures pour la dernière normale climatique 1981-2010. Le nombre de stations utilisées dans le modèle Aurelhy a toutefois largement évolué entre les périodes 1951-1980 et 1981-2010 (*Figure 2*).

Afin d'établir une liaison robuste entre les paramètres climatiques et la topographie, la France métropolitaine est découpée en 10 zones géographiquement homogènes (9 zones continentales + 1 zone en Corse) (*Figure 3*), car au-delà de 300 km, le lien entre la pluviométrie et le relief diminue fortement [1]. Un modèle statistique spécifique est construit pour relier chaque paramètre climatique avec les composantes du relief (altitude et différents facteurs de formes) dans chacune de ces 10 zones climatiques. Dans les parties de chevauchement entre les zones, les données climatiques sont interpolées de manière linéaire d'une zone à l'autre. Lors de l'actualisation des normales Aurelhy pour la période 1981-

Tableau 1 - Données spatialisées par le modèle Aurelhy de Météo-France.

Données disponibles Moyenne trentenaire	Période	Résolution de la maille
Hauteurs des précipitations mensuelles et annuelles (P mm)	1951-1980	5 km x 5 km
	1961-1990	1 km x 1 km
	1971-2000	
	1981-2010	
Températures moyennes minimales (TN °C), maximales (TX °C) mensuelles et annuelles	1961-1990	1 km x 1 km
	1971-2000	
	1981-2010	
Nombre de jours avec P ≥ 1 mm mensuel et annuel	1971-2000	1 km x 1 km
	1981-2010	
Nombre de jours avec P ≥ 5 mm et P ≥ 10 mm mensuels et annuels	1971-2000	1 km x 1 km
	1981-2010	
Nombre de jours de gelées sous abri mensuels et annuels	1971-2000	1 km x 1 km
	1981-2010	
Nombre de jours avec TN ≤ -5°C, TN ≤ -10°C, TX ≤ 0°C, TX ≥ 25°C et TX ≥ 30°C annuels	1971-2000	1 km x 1 km
	1981-2010	

2010, une évolution importante a concerné l'utilisation d'un nouveau modèle numérique de terrain et une meilleure prise en compte de la qualité des stations de mesure. Pour plus de détails sur l'évolution de l'application de la méthode Aurelhy aux différentes périodes de normales climatiques, le lecteur est invité à consulter l'article de Canellas *et al.*, dans la revue *La Météorologie* disponible en ligne [2].

Le savez-vous ?

La France est couverte par un réseau dense, en moyenne 1 station tous les 11 km, de stations météorologiques qui enregistrent des observations réelles sur le terrain, des paramètres climatiques comme la température, les précipitations, le vent ou l'humidité. Ces données sont, en général, contrôlées et validées pour limiter les biais. Ces données ont une grande valeur : elles font référence, pour le suivi climatique *a posteriori*, mais aussi en temps réel et elles alimentent également les systèmes numériques de prévision du temps. Il faut toujours garder à l'esprit que les données fournies par les outils de spatialisation Aurelhy, Safran et Digitalis sont des modèles cartographiant à l'échelle de la France les données climatiques.

Figure 3 - Délimitation des 10 zones climatiques pour la construction du modèle Aurelhy.

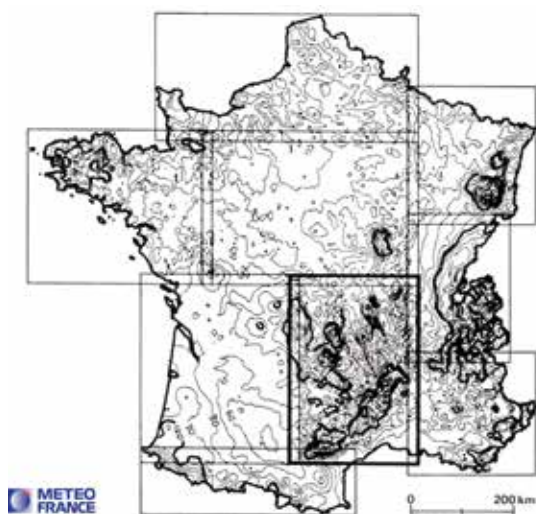


Figure 4 - Exemple de cartographie à l'échelle de la France d'une des données climatiques disponibles avec le modèle Aurelhy. Sur cette figure, la pluviométrie annuelle moyenne est cartographiée au pas du km pour la période 1981-2010.

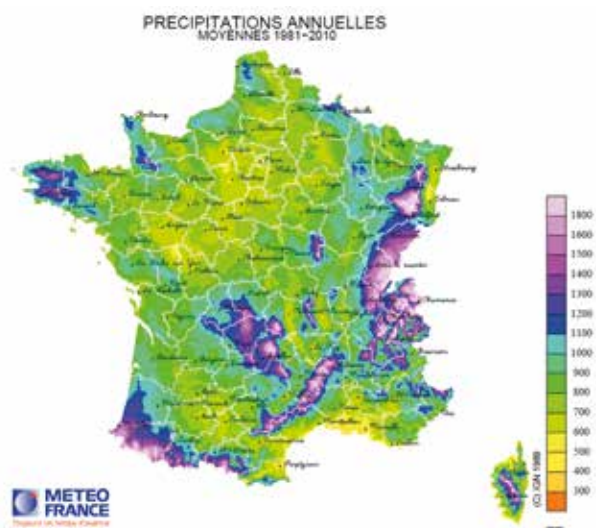


Tableau 2 - Données spatialisées par le modèle ETPQ de Météo-France

Données disponibles Moyenne trentenaire	Période	Résolution de la maille
Évapotranspiration potentielle (selon la formule de Penman-Monteith) mensuelle et annuelle	1971-2000	0,125° soit ≈ 12 km

b. Le modèle 'ETPQ' (ETP Évapotranspiration potentielle quotidienne en point grille)

Cette couche climatique a été construite pour répondre au besoin du suivi de l'ETP en temps réel sur l'ensemble du territoire par les usagers du secteur agricole. Le calcul de l'ETP, au pas quotidien, nécessite la connaissance de 6 paramètres climatiques : le rayonnement global, les températures, l'humidité et la vitesse du vent. Le nombre de stations mesurant l'ensemble de ces paramètres sur le territoire français est assez faible. Aussi une méthode a été développée pour estimer ce paramètre par interpolation des mesures des paramètres climatiques initiaux sur une grille géographique régulière. Le maillage retenu possède un pas de 0,125° de latitude et longitude, soit environ 12 km sur la métropole. La méthode d'interpolation est appliquée de manière indépendante sur chacun des paramètres (puisque tous les paramètres ne sont pas mesurés par toutes les stations). Pour chaque point de grille, les 5 mesures les plus proches sont sélectionnées et une moyenne pondérée par l'inverse de la distance au carré est appliquée. Une fois ces paramètres obtenus, l'ETP est calculée selon la méthode de Penman-Monteith (pour plus de détails sur cette méthode de calcul, le lec-

teur est invité à se reporter au guide de la FAO [9]). **Dans cette méthode de spatialisation des données climatiques, le relief n'est pas pris en compte. L'usage de l'ETPQ est donc restreint aux zones de plaines situées, son usage est déconseillé au-delà de 500 m d'altitude.** La valeur d'ETP fournie par la couche ETPQ est une normale trentenaire depuis 1970 : 1971-2000 et 1981-2010 (tableau 2 et figure 5).

c. Le modèle Safran (Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Atmosphériques à la Neige)

Le système Safran est une analyse des données atmosphériques (on entend par analyse ici, une estimation des conditions récentes ou présentes selon les pas de temps considérés) construite durant les années 1990 par Météo-France [3]. Son objectif était alors de prévoir le risque des avalanches en zone de montagne (d'où son nom) en fournissant des données au pas de temps horaire. Plus récemment, Safran a été étendu pour couvrir toute la France métropolitaine. L'hypothèse de Safran est de travailler sur des régions climatiquement homogènes. Ces régions ont une forme irrégulière, leur surface est normalement inférieure à 1 000 km². Dans ces régions homogènes, au total 615 zones sur le territoire (figure 6), il y a peu de variation des paramètres climatiques (principalement pour les précipitations) dans le sens latitudinal à altitude constante. Dans chaque région homogène, Safran estime alors par classe d'altitude de 300 m, la variation de 8 paramètres climatiques (tableau 3) à partir de toutes les données climatiques disponibles (postes météorologiques, mais aussi des ana-

[3] Durand Y., Brun E., Mérindol L., Guyomarc'h G., Lesaffre B., Martin E., 1993. *A meteorological estimation of relevant parameters for snow models*, Ann. Glaciol. 18 pp. 65-71.

[9] Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes & Martin Smith. 1998. *Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 92-5-104219-5.

Figure 5 - Exemple de spatialisation à l'échelle de la France de l'évapotranspiration potentielle annuelle entre 1981-2010 (Résolution @ 12 km)

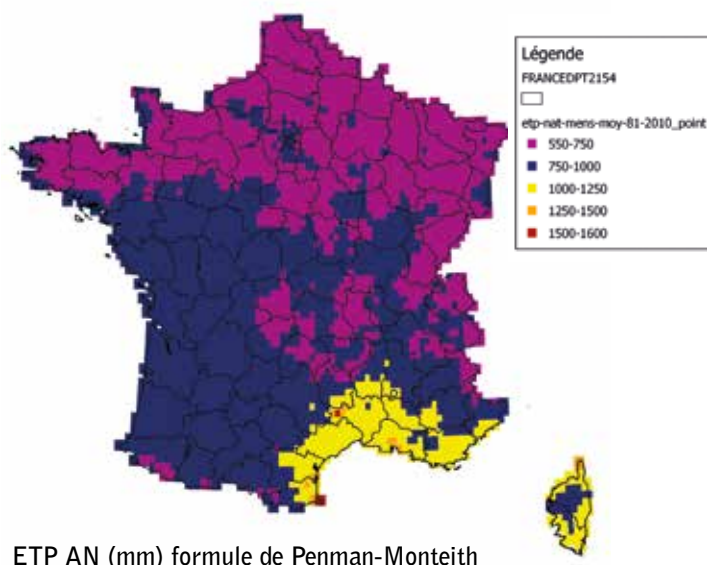


Figure 6 - Localisation des 615 régions climatiquement homogènes du modèle Safran



lyses des modèles de prévision du temps à grande échelle comme le modèle ARPEGE de Météo-France). Les analyses de température, humidité, vitesse du vent et nébulosité sont produites toutes les 6 heures. L'analyse des précipitations est faite au pas de temps journalier. Après avoir obtenu les valeurs pour les zones, l'analyse est interpolée spatialement sur une grille régulière de 8 km x 8 km, mais également temporellement pour au final avoir un rendu des données heure par heure. Les données interpolées sur la maille régulière de 8 km, les différences de valeurs des paramètres climatiques au sein d'une même région climatiquement homogène sont dues uniquement aux différences d'altitude.

Afin d'assurer une bonne fiabilité des spatialisations des données climatiques en tenant compte notamment des données provenant des stations manuelles ou non disponibles à la date de réalisation de la première analyse, une ré-analyse des données d'un mois donné est

assurée le 22^e jour du mois suivant. Une ultime ré-analyse des données est effectuée à la fin de chaque année hydrologique (septembre année n à août de l'année $n+1$) pour consolider l'interpolation des données climatiques et notamment assurer une homogénéité du jeu de données depuis 1958 en s'appuyant sur les analyses du modèle de prévision du temps du centre européen de prévision à moyenne échéance (www.ecmwf.int). L'échelle de cartographie de Safran est donc plus grossière que le modèle Aurelhy. Mais l'avantage de ce modèle est de fournir les données climatiques **au pas de temps horaire et ce depuis 1958**. Ce modèle climatique ne prend pas en compte le topoclimat à une résolution fine.

Le système Safran a fait l'objet d'évaluations successives approfondies [4][8]. Depuis, il s'est révélé bien adapté pour répondre à d'autres problématiques comme le suivi hydrologique ou des études sur le changement climatique [10]. Les données calculées au

Tableau 3 - Données spatialisées par le modèle Safran de Météo-France

Données disponibles - Données horaires	Période	Résolution de la maille
1. Températures minimales, maximales et moyennes à 2 m au-dessus du sol (en °C) ; 2. Humidité relative moyenne à 2 m au-dessus du sol (en g.kg-1) ; 3. Force moyenne du vent à 10 m au-dessus du sol (en m/s) 4. Précipitations solides (en mm) 5. Précipitations liquides (en mm) 6. Rayonnement infrarouge/solaire (en J/cm²) 7. Rayonnement atmosphérique (en J.cm-2) 8. Évapotranspiration potentielle (ETP mm), formule de Penman-Monteith	1958 à aujourd'hui	8 km x 8 km

[4] Durand Y., Giraud G., Laternser M., Etchevers P., Mérindol L., Lesaffre B., 2009. *Reanalysis of 47 Years of Climate in the French Alps (1958–2005): Climatology and Trends for Snow Cover*, J. Appl. Meteorol. Climatol. 48, pp. 2487–2512.

[8] Quintana-Seguí P., Le Moigne P., Durand Y., Martin E., Habets F., Baillon M., et al., 2008. *Analysis of Near-Surface Atmospheric Variables: Validation of the Safran Analysis over France*, J. Appl. Meteorol. Climatol. 47, pp. 92–107.

[10] Vidal J.-P., Martin E., Franchistéguy L., Baillon M., Soubeyrou J.-M., 2010. *A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over France with the Safran system*, Int. J. Climatol 30, pp. 1627–1644.

[5] Piedallu C. 2012. *Spatialisation du bilan hydrique des sols pour caractériser la distribution et la croissance des espèces forestières dans un contexte de changement climatique*. Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt-Bois (LERFOB)

[6] Piedallu C. et Gégout J-C., 2007. *Multiscale computation of solar radiation for predictive vegetation*. Ann. For. Sci. 64, pp. 899-909.

[7] Piedallu C. et Gégout J-C. 2008. *Efficient assessment of topographic solar radiation to improve plant distribution models*. *Agricultural and forest meteorology* 148 pp. 1696 – 1706.

sein de la chaîne Safran ont été comparées à d'autres sources d'information : les observations relevées aux stations et une production cartographique (données Aurelhy) des normales climatiques (sur des échelles de temps de 30 ans). Les écarts avec ces sources d'information sont acceptables au regard de l'incertitude que l'on peut avoir en général pour l'estimation des paramètres météorologiques. Par exemple, la comparaison avec des stations montre des erreurs quadratiques moyennes de l'ordre de 2 mm pour les précipitations sur l'ensemble du territoire métropolitain, de 0,6° C pour les températures moyennes quotidiennes et 3 % pour l'humidité relative. En comparaison avec les données Aurelhy, l'écart pour les normales climatiques est inférieur à 10 % pour les précipitations.

Le modèle climat de la base de données Digitalis

Ce modèle climatique est développé par l'AgroParisTech de Nancy [5 à 7]. Il consiste à modéliser les paramètres climatiques nécessaires au calcul du bilan hydrique : le rayonnement solaire, les températures moyennes au sommet de la canopée forestière, les précipitations et l'évapotranspiration selon la formule de Turc (Tableau 4). En comparaison avec la méthode de Penman-Monteith, la formule de Turc ne tient pas compte ni du vent, ni de l'humidité.

Ces données sont spatialisées en utilisant des modèles statistiques élaborés à l'aide de variables topographiques (altitude, exposition, rayonnement solaire, etc.), géographiques (distance aux différentes masses océaniques) et d'occupation dominante du sol, dont la distribution spatiale est connue de façon relativement précise. L'évapotranspira-

tion et la température sont spatialisées au pas du 50 m en s'appuyant sur le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN et prennent donc en compte le topoclimat à un niveau de résolution fin. Les données climatiques fournies correspondent aux normales climatiques trentenaires mensuelles sur la période 1961-90. Les températures moyennes sont calibrées sur 237 postes Météo-France et les précipitations sur 437 postes. Le modèle de rayonnement solaire appelé Helios est validé par comparaison à 88 stations Météo-France. Ces données climatiques sont présentées sur le portail <http://silvae.agroparistech.fr> mis à jour régulièrement.

Pour un exemple de rendu cartographique à partir de la base de données climatiques Digitalis, nous renvoyons le lecteur au Vrai ou Faux carte B page 52.

Comparatif

Des différences notables existent entre les différents modèles climatiques de spatialisation des paramètres climatiques. Parmi eux nous noterons la méthode d'élaboration (modèles, nombre de postes météorologiques, etc.), la période, la résolution, la prise en compte ou non du topoclimat (pente, exposition), de l'altitude pour l'évapotranspiration potentielle et de la formule employée pour estimer cette dernière (tableau 5).

Évolutions et perspectives

Cet article décrit différents outils à disposition pour spatialiser les données climatiques. Simple au premier abord, on comprend à sa lecture que l'usage de ces outils n'est pas si évident qu'il y paraît. Une formation est indispensable pour le bon usage de ces données météorologiques. Enfin, aucun des outils présentés n'est parfait, chacun présente ses avantages et inconvénients. Toutefois, fort de l'expérience accumulée dans l'usage de ces outils, il est apparu des complémentarités évidentes entre les modèles Aurelhy et Digitalis. Le premier est plus fiable en matières de spatialisation des données de températures et de précipitations, mais ne fournit pas d'évapotranspiration. Digitalis fournit une valeur de l'évapotranspiration au pas du 50 m en tenant compte du topoclimat. Le prochain article présentera une proposition de modèle combinant ces deux outils climatiques que sont Aurelhy et Digitalis.

Tableau 4 - Données spatialisées par le modèle climat de la base de données Digitalis

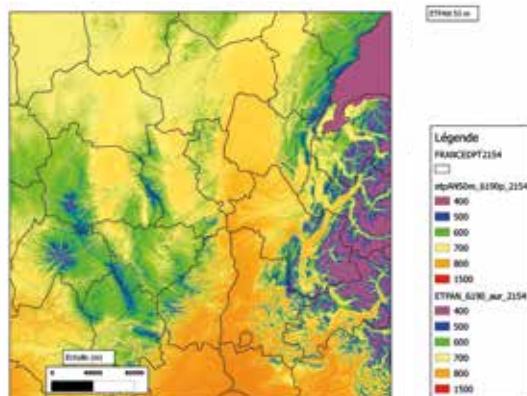
Données disponibles Moyenne trentenaire	Période	Résolution de la maille
Température moyenne au sommet de la canopée forestière mensuelle et annuelle Évapotranspiration potentielle mensuelle et annuelle (selon la formule de Turc)	1961-1990	50 m x 50 m
Pluviométrie mensuelle et annuelle		1 km x 1 km

Tableau 5 - Avantages et inconvénients des différents modèles de cartographie des données climatiques

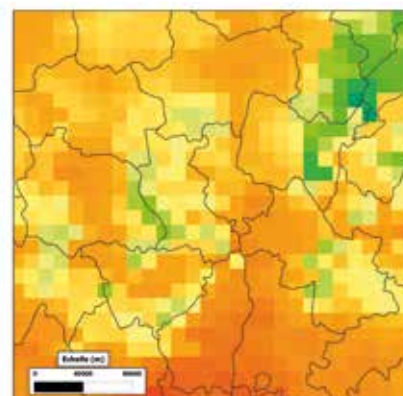
AUTEUR	Modèle climatique	Variables climatiques disponibles	Période	Avantages	Inconvénients
M E T E O - F R A N C E	AURELHY Analyse Utilisant le RELief pour l'Hydro- météorologie résolution spatiale = 1 km	- P mensuelles et annuelles - TN mensuelles et annuelles - TX mensuelles et annuelles - Nombre de jours avec $P \geq 1$ mm mensuelles et annuelles - Nombre de jours avec $P \geq 5$ mm et $P \geq 10$ mm mensuelles et annuelles - Nombre de jours de gelées sous abri mensuels et annuels - Nombre de jours avec $TN \leq -5^{\circ}\text{C}$, $TN \leq -10^{\circ}\text{C}$, $TX \leq 0^{\circ}\text{C}$, $TX \geq 25^{\circ}\text{C}$ et $TX \geq 30^{\circ}\text{C}$ annuelles	Moyenne trentenaire de 1971-2000 ; 1981-2010 Remarque : les périodes climatiques 1951-1980 et 1961- 1990 sont disponibles mais avec moins de variables climatiques	- Très grand nombre de stations météorologiques impliquées dans le modèle pour la pluviométrie (3 400 stations) et la température (1 500 stations), - Variables climatiques liées aux températures et précipitations très nombreuses, - Nombreuses périodes de données, - Résolution spatiale fine 1 km	- Pas d'évapotranspiration (ETP) estimée avec cette méthode - La faible fréquence du pas de temps des données (moyenne trentenaire) - Postes de référence pour construire le modèle climatique AURELHY ne sont pas les mêmes d'une normale climatique à l'autre = impossibilité d'étudier le changement climatique. - Prise en compte partielle de la topographie (altitude et forme du relief mais pas le topoclimat).
M E T E O - F R A N C E	ETPQ ETP quotidienne en point grille Résolution spatiale ≈ 12 km	- ETP mensuelles et annuelles formule de Penman- Monteith	Moyenne trentenaire de 1971-2000 ; 1981-2010	- ETP estimée selon la formule de Penman-Monteith tenant compte de la température, du rayonnement, de l'humidité atmosphérique, de la vitesse du vent, - Données allant jusqu'au pas quotidien et disponibles en temps réel.	- Faible résolution spatiale ≈ 12 km - Pas de prise en compte de l'altitude - Pas de prise en compte du topoclimat - Usage déconseillé au-delà de 500 m d'altitude. - Donnée non utilisée dans BioClimSol
M E T E O - F R A N C E	SAFRAN Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Atmosphériques à la Neige Résolution spatiale = 8 km	- TN, TX, TM 2 m au-dessus du sol - Humidité relative moyenne à 2 m au-dessus du sol - Force moyenne du vent à 10 m au-dessus du sol - P - P liquide - Ray infrarouge/solaire - Ray atmosphérique - ETP formule de Penman-Monteith	Données horaires de 1958 à aujourd'hui	- Données disponibles au pas de temps horaire, - 8 paramètres climatiques (température, humidité, vent, précipitations rayonnement, évapotranspiration), - Fourniture de l'ETP de Penman-Monteith tenant compte de la température, du rayonnement, de l'humidité atmosphérique, de la vitesse du vent, - Ancienneté des données (jusqu'à 1958) pour les études d'évolution climatique.	- Résolution spatiale de 8 km qui ne permet pas la prise en compte plus fine du topoclimat comme les effets de pente et d'exposition.
A G R O P A R I S T E C H	Modèles climatiques liés à la base de données DIGITALIS Résolution spatiale = 50 m	- P mensuelles et annuelles - TM mensuelles et annuelles - Ray atmosphérique mensuelles et annuelles - ETP formule de Turc	Moyenne trentenaire de 1961-1990	- Prise en compte du topoclimat : exposition pente (MNT au pas du 50 m) pour l'évapotranspiration potentielle, - Postes de référence pour construire le modèle climatique toujours les mêmes d'une normale climatique à l'autre. (MNT : modèle numérique de terrain)	- Faible nombre de postes météo pour la modélisation de pluviométries (437 stations météorologiques) et des températures (237 stations météorologiques) - ETP estimée selon la formule de Turc prenant en compte la température de l'air et le rayonnement. Elle ne prend pas en compte le vent et l'humidité de l'air. L'ETP est sous-estimée principalement en été.

Variables : P = précipitations, TN = température minimale, TX = température maximale, TM = température moyenne, ETP = évapotranspiration potentielle, Ray = rayonnement.

CARTE A : Carte d'évapotranspiration potentielle annuelle (ETP AN mm) tracée selon le modèle... (voir réponse dans le texte ci-dessous)



CARTE B : Carte d'évapotranspiration potentielle annuelle (ETP AN mm) tracée selon le modèle... (voir réponse dans le texte ci-dessous)



Vrai ou Faux ?

La carte A (ci-dessus), représentant une cartographie de l'évapotranspiration potentielle, est-elle tracée à partir des données Aurelhy ?

FAUX. Aurelhy ne fournit pas de valeur d'ETP mais uniquement des données liées aux précipitations et aux températures.

La carte A est une couche d'ETP tracée à partir des données Digitalis 1961-1990 dont la résolution est de 50 m. Chaque pixel représente un carré de 50 m de côté. La carte B est tracée à partir des données ETPQ 1981-2010 dont la résolution est de 12 km. Chaque pixel représente un carré de 12 km de côté.

Peut-on étudier le changement climatique, avec Aurelhy, en comparant l'évolution des paramètres climatiques d'une moyenne trentenaire à l'autre ?

FAUX. Les postes météorologiques de référence pris en compte pour tracer les normales climatiques entre deux périodes trentenaires ne sont pas identiques. Le réseau de stations météorologiques évoluant régulièrement, la liste des stations retenues pour la méthode Aurelhy évolue de manière intermédiaire tous les 10 ans. De même en fonction de l'évolution de ces stations, les modèles statistiques reliant les paramètres climatiques à l'environnement sont recalculés avec la même fréquence. Dit autrement, la consultation de la base de données Aurelhy pour la ville de Tours : l'évolution des températures, précipitation, etc. constatée

en comparant la moyenne trentenaire 1961-90 et 1981-2010 n'est pas seulement due au changement du climat, mais elle s'explique aussi par les évolutions des postes météorologiques de référence prises en compte et par voie de conséquence par les équations statistiques employées pour spatialiser les données climatiques. À l'inverse, pour Digitalis, les postes de référence pris en compte pour spatialiser les données climatiques sont toujours les mêmes. Il est donc plus facile de tracer des cartes de changement climat avec Digitalis. Notons qu'avec Safran la question ne se pose pas puisque les données sont disponibles heure par heure. Étudier les évolutions du climat depuis 1958 est donc facile, mais avec une résolution de 8 km x 8 km.

Safran prend-il en compte le topoclimat ?

FAUX. La résolution de Safran étant du 8 km x 8 km, les effets de versant, de pente et de confinement ne sont pas pris en compte dans Safran. L'effet altitude est par contre pris en compte pour l'évaluation de l'ETP contrairement à l'ETPQ qui ne prend pas en compte l'altitude. ■

Résumé

Les données climatiques disponibles sont issues de modèles permettant la cartographie des paramètres climatiques indispensables à la gestion forestière :

Aurelhy@Météo-France,
Digitalis@Agroparistech et
Safran@Météo-France.

Les différentes variables climatiques, spécificités, avantages et inconvénients sont comparés dans un tableau.

Mots-clés : BioClimSol, données climatiques, comparatif.

En savoir⁺

Voir article www.foretpriveefrancaise.com/bioclimsol

Un exemple d'altruisme

La disparition de Bernard Huguet à l'âge de 93 ans est une perte pour l'ensemble de la forêt privée.

Les forestiers privés puydômois garderont en mémoire son altruisme, sa disponibilité et sa très grande simplicité.



© DR

A la disparition de son père le Colonel Antoine Huguet, sylviculteur reconnu et très estimé en montagne thiernoise, Bernard Huguet reprend la gestion d'une partie du domaine de Mosnat et de la Gerbaudie, propriété familiale agricole et forestière d'une surface de 265 ha, située sur la commune de St-Victor-Montvianeix dans le Puy-de-Dôme.

Dès la fin des années 1950, Bernard Huguet plante les terres abandonnées par l'agriculture, du domaine. Il boise ainsi plusieurs dizaines d'hectares en épicéas et surtout en douglas, essence novatrice à cette époque, dont il avait déjà mesuré le fort potentiel de production sur les stations particulières du nord des monts du Forez.

Très tôt, il s'investit dans le syndicalisme forestier, comme vice-président et contribue à son développement en Livradois-Forez aux côtés de Bernard Croizat, figure emblématique de la forêt privée auvergnate.

En 1967, avec une douzaine de propriétaires forestiers, il participe à la création du Cetef du Puy de dôme avec le soutien de Maurice Gailard, ingénieur régional de l'Association technique pour la vulgarisation forestière (ATVF). Bernard Huguet devient très rapidement une des chevilles ouvrières de l'association, en organisant la visite des nombreuses forêts dont il assure la gestion (Montagne, Bois de Roure, Bariande, Les Curins, Goutte) ou sur sa propriété de Mosnat. En liaison avec l'ATVF et le CRPF, il contribue à la mise en place de nombreuses expérimentations qui portent principalement sur la fertilisation et le contrôle de la végétation concurrente dans les boisements et surtout sur les modalités d'éclaircies dans les jeunes peuplements résineux.

Élu à la tête du Cetef en 1973, il conserve la présidence durant plus de 30 ans. Pendant son mandat, le Cetef prend une place prépondérante dans le développement forestier et les organisations professionnelles auvergnates.

Avec le soutien des ingénieurs et techniciens du CRPF et de l'IDF et grâce à son entière disponibilité et son intérêt pour les techniques novatrices, il permet au Cetef d'installer plus de 100 expérimentations chez l'ensemble de ses adhérents dans les domaines aussi variés que la sylviculture des résineux, des feuillus précieux, des noyers, de la populiculture, de la mécanisation de l'exploitation forestière, etc. Il participe ou contribue par ailleurs, à l'organisation de nombreux voyages d'études forestières en France et à l'étranger (Belgique, Allemagne, République tchèque, Canada, États-Unis,...) afin de découvrir de nouvelles pratiques sylvicoles et les hommes qui les mettent en œuvre.

En sa qualité de propriétaire forestier, mais aussi d'agriculteur, il s'engage dans les années 1980 dans le développement agricole, en prenant des responsabilités au sein de la fédération départementale des groupements de développement agricole créant ainsi un « pont » entre l'agriculture et la forêt, illustré notamment par la contribution du Cetef à la reconstitution des haies bocagères en plaine de Limagne.

Son engagement sans faille dans le développement forestier lui vaut d'être élu administrateur de l'Institut pour le développement forestier de 1975 à 1999 et administrateur suppléant au conseil d'administration du CRPF d'Auvergne de 1987 à 2005.

Sa grande disponibilité, son accessibilité, sa simplicité, l'attention qu'il portait à ses collaborateurs, contribuaient à une réelle harmonie au sein des structures forestières auxquelles il apportait son concours.

Les sylviculteurs auvergnats et les personnels du CNPF présentent à son épouse Maguy, ses enfants Bénédicte et Antoine, et ses petits enfants leurs très sincères condoléances.

**Dominique Jay, CNPF, délégation
Auvergne, antenne du Puy-de-Dôme.**

Différentes espèces de mélèzes en pépinière à l'automne.



© Sabine Girard – IDF © CNPF

Variétés forestières : disponibilités en pépinières pour la campagne 2015

par Sabine Girard, ingénieur CNPF-IDF

La saison dernière a confirmé la hausse globale des ventes de plants forestiers initiée l'année précédente. Cette embellie du marché repose essentiellement sur les reconstitutions en pin maritime liées à la tempête Klaus, réalisées quasi-systématiquement avec des variétés améliorées. Du matériel issu de nombreuses années de recherche existe également pour un certain nombre d'autres espèces forestières et se trouve en pépinière cette saison. Pour vous aider à les trouver, voici les résultats de notre enquête annuelle.

1) Note de service DGPAAT/SDFB/N2014-189 du 12 mars 2014

2) Rappel : Les vergers de la 3^e série (VF3) correspondent à un cran d'amélioration supplémentaire par rapport aux vergers de la série précédente VF2 (+ 40 % sur la croissance en volume et + 30 % sur la rectitude annoncés). Leurs performances sont assez proches de celles annoncées pour la variété LC2 alliant la vigueur et la résistance au froid de l'origine landaise à la bonne forme de l'origine corse.

Au total, une quarantaine de variétés forestières sont actuellement sur le marché en France. Elles sont regroupées par espèce dans le *tableau 1* qui mentionne également leur code officiel et les zones géographiques où leur utilisation est recommandée. La plupart d'entre elles concerne des espèces résineuses et sont issues de travaux en amélioration génétique réalisés depuis plusieurs décennies en vue notamment d'améliorer la production forestière. Afin de favoriser la diffusion de ces variétés, nous consultons chaque année l'ensemble des pépiniéristes forestiers français et publions les disponibilités de ceux qui le souhaitent soit une trentaine cette année (*tableau 2*). En France, selon les chiffres de l'enquête annuelle réalisée par l'administration¹⁾ lors de la campagne 2013/2014, les variétés forestières

ont représenté, plus de 93 % des plants résineux vendus et 2 % des feuillus, soit un total de 59 millions de plants.

Le pin maritime, 1^{re} essence de reboisement

L'essentiel de ces ventes a concerné le pin maritime, première essence de reboisement avec plus de 44 millions de plants vendus en 2013/14, tous étant issus quasi-exclusivement de variétés améliorées. Pour cette saison, les VF2 (pour Variété Forme 2^e série) sont les plus faciles à trouver en pépinière tandis que les plus récentes et performantes (VF3 pour Variété Forme 3^e série et LC2 pour Landes x Corse 2^e série) sont rares ; pour en disposer, il fallait les commander très tôt en saison ou établir un contrat de culture²⁾. Signalons l'existence de la variété « Tamjout-VG », du nom du



Plantation comparant les différentes variétés de douglas actuellement commercialisées (Creuse).

massif marocain dont elle est originaire, qui se caractérise par une grande résistance à la cochenille et qui est destinée à des plantations en zone méditerranéenne. Comme celles-ci sont extrêmement rares, cette variété se trouve très difficilement en pépinière (une seule l'a mentionnée dans notre enquête).

Variétés améliorées de douglas

La quasi-totalité des plants de douglas, vendus en France la saison dernière, était issue de variétés améliorées (97 %). Cette année encore, l'offre est très majoritairement tournée vers les valeurs sûres que sont le verger de La Luzette qui domine très largement et celui de Darrington, parfois difficile à trouver, mais très présent en pépinière cette saison.

Rappelons que dans le jeune âge, les tests montrent que le premier est le plus vigoureux tandis que le second présente une meilleure forme. Les autres variétés, arrivées plus récemment sur le marché et représentant 20 % du marché des plants de douglas les 2 précédentes saisons, sont également disponibles cet hiver chez les pépiniéristes ayant répondu à notre enquête à l'exception néanmoins de la variété France2-VG. La variété Californie-VG, seule variété créée à partir d'arbres du Sud de l'aire naturelle de l'espèce et destinée à des reboisements en zone « chaude » (*tableau 1 page 56*) n'est présente que dans 4 pépinières.

Autres résineux

Les pins Laricio plantés en 2013/14, étaient presque tous issus de variétés améliorées (90 %). La variété de Laricio de Corse « Sollogne-Vayrières » est la plus présente en pépinière (plus de la moitié de celles qui nous ont répondu), celle destinée à la zone sud du pays « Corse-Haute Serre » est distribuée par 5 pépinières seulement. Le marché des plants de mélèzes a été lui aussi largement dominé par des variétés améliorées (87 %). Pour l'épicéa et le pin sylvestre, dont le marché a reposé entièrement pendant très longtemps sur des graines récoltées en peuplements forestiers, la part des ventes des variétés améliorées augmente depuis plusieurs années. Les 2 variétés de pin sylvestre « Taborz-VG » et « Hagueneau-VG » représentent désormais plus des 2/3 des ventes. La première, la plus utilisée compte tenu de sa zone d'utilisation, est plus largement distribuée.

Et les feuillus

Les plants feuillus plantés en France sont très majoritairement produits à partir de graines récoltées en peuplements forestiers (98 % en 2013/14 hors peuplier). Des variétés de merisier, frêne³⁾, cormier et noyer existent néanmoins et sont disponibles chez un certain nombre de pépiniéristes. À noter la disponibilité, cet hiver, de merisiers issus des 3 vergers à graines présents en France, en plus des trois cultivars que sont Ameline, Gardeline et Monteil. ■

3) Compte-tenu de l'expansion de la maladie du flétrissement ou chalarose, il est fortement déconseillé de planter du frêne.

Tableau 1 : Variétés forestières commercialisables

Espèces		Variétés	Etiquette (2)	Zone d'utilisation (étant entendu que les stations doivent convenir à l'espèce) (1)
Douglas		Verger « La Luzette » (PME-VG-002)		Sur l'ensemble du territoire, sauf la région méditerranéenne, avec prudence à + 800 m
		Verger « Darrington » (PME-VG-001)		
		Verger « Washington » (PME-VG-003)		
		Verger « Washington2 » (PME-VG-005)		
		Verger « France1 » (PME-VG-004)		
		Verger « France2 » (PME-VG-007)		
		Verger « France3 » (PME-VG-008)		
		Verger « Californie » (PME-VG-006)		
Épicéa commun		Verger « Rachovo » (PAB-VG-001)		En plaine ou à – de 800 m en dehors du Massif vosgien, du Jura et des Alpes
		Verger « Chapois » (PAB-VG-002)		Jura (1 ^{er} plateau et collines préjurassiennes), Alpes (entre Jura et Savoie, Chablais). Hors aire naturelle au dessous de 1 200 m dans le Massif central et de 800 m dans les Pyrénées. Hors massifs montagneux.
		Verger « Baltic » (PAB-VG-003)		Hors aire naturelle dans les régions de basse et moyenne altitude, même si elles comportent des risques de gelées tardives. Les zones sujettes à des sécheresses prononcées sont à exclure.
Mélèze d'Europe		Verger « Sudètes-Le Theil » (LDE-VG-001)		En plaine et jusqu'à 1200 m en dehors du massif alpin
Mélèze hybride		Verger « Lavercantière » (LEU-VG-001)		
Pin laricio	de Corse	Verger « Sologne-Vayrières » (PLO-VG-001)		Bretagne, Centre, Île de France, Haute et Basse Normandie, Pays de la Loire, Picardie, Poitou-Charentes et Limousin.
		Verger « Corse-Haute Serre » (PLO-VG-002)		Bassin aquitain, piémont pyrénéen et sur les reliefs Sud et Sud-Est du Massif central
		de Calabre	Verger « Les Barres-Sivens » (PLA-VG-002)	
Pin maritime		Vergers 2 ^e génération ou VF2 (PPA-VG-005, 006 et 007)		Partout sauf dans la zone dunaire du littoral aquitain, en Corse et en région méditerranéenne
		Vergers 3 ^e génération ou VF3 (PPA-VG-011, 013 à 019)		
		Vergers Landes x Corse ou LC2 (PPA-VG-008, 010, 012 et 020)		
		Verger Tamjout (PPA-VG-009)		Région méditerranéenne sauf la Corse
Pin sylvestre		Verger « Taborz » (PSY-VG-002)		Partout sauf Alpes, plaine de Haguenau, région de St Dié, Velay, plateaux foréziens, Livradois et Margeride.
		Verger « Haguenau » (PSY-VG-003)		Plaine d'Alsace. Hors aire naturelle si l'objectif principal est la production en volume (Ardenne, plateaux du Nord-Est et grand Nord-Ouest)
Cormier		Verger « Bellegarde » (SD0-VG-001)		Partout en France
Frêne commun ³⁾		Verger « Les Ecoulouettes » (FEX-VG-001)		Normandie, Nord-Pas de Calais, Picardie, Île de France et dans certaines zones des régions : Bretagne, Pays de la Loire, Centre, Champagne-Ardennes et Bourgogne.
Merisier		Cultivars « Ameline », « Gardeline » ou « Monteil »		Partout en France
		Verger « L'Absie » (PAV-VG-001)		
		Verger « Avesac » (PAV-VG-002)		
		Verger « Cabreret » (PAV-VG-003)		
Noyer hybride		MJ209 x RA (JMR-VG-001 à 006)		Partout en France
		NG23 x RA (JNR-VG-001, 002, 004 & 005)		
		NG38 x RA (JNR-VG-003)		

(1) : Source : <http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/foret-bois/graines-et-plants-forestiers>.

(2) : L'étiquette bleue accompagne les variétés dont la supériorité a été mesurée (catégorie réglementaire « testée »).

L'étiquette rose s'applique aux variétés issues de vergers à graines produisant depuis peu et dont la supériorité supposée, n'a pas encore été démontrée en tests.

Département	Établissement	Téléphone	Commune	Douglas								Mélèze d'Europe	Mélèze Hybride	Laricio de Calabre	Laricio de Corse		Pin maritime				Pin sylvestre		Cormier	Frêne	Merisier				Noyer hybride		
				Vergers La Luzette	Vergers Darrington	Vergers Washington	Vergers Washington2	Vergers Californie	Vergers France1	Vergers France3	Vergers Rachovo				Vergers Chapois	Vergers Sudètes-Le Theil	Vergers Lavercantière	Vergers Les Barres-Sivens	Vergers Sologne-Vayrières	Vergers Corse Haute Serre	Vergers VF2	Vergers VF3			Vergers LC2	Vergers Tamjout	Vergers Taborz	Vergers Haguenau	Vergers Bellegarde	Vergers Les Escoulouettes3)	Cultivars Ameline, Gardeline ou Monteil
05	Pépinières ROBIN	04 92 50 43 16	SAINT-LAURENT-DU-CROS	X	X	X	X					X		X		X		X				X					X				
13	Pépinières du LUBERON - Groupe NAUDET	04 42 92 95 94	LAMBESC	X							X		X	X	X	X		X				X									
14	Pépinières de la BRUYERE		USSY	X																											
14	Pépinières LEVAVASSEUR	02 31 90 82 12	USSY	X	X		X	X			X				X	X										X					
19	Pépinières forestières L LAURO	05 55 95 14 27	MEYMAC	X		X	X				X																				
23	Pépinières du HAUT-LIMOUSIN	05 55 64 74 87	ROYERE DE VASSIVIERE	X	X	X	X	X				X																			
23	Pépinières MALAUAUD et FILS	05 55 54 90 12	SAINT-PARDOUX-MORTE-ROLLES	X	X	X	X		X				X	X		X															
25	Pépinières DUCHESNE	03 81 86 64 67	FLAGEY										X	X																	
33	Pépinières NAUDET Préchac	05 56 65 27 06	PRECHAC	X	X		X	X		X	X		X	X	X	X		X								X					
38	Pépinières PAYRE	04 76 64 76 60	ALBENC																									X		X	X
40	Pépinières PLANFOR	05 58 75 03 96	UCHACQ	X									X		X	X		X													
42	Pépinières DELAIRE	04 77 24 73 34	NOIRETABLE	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X		X														
42	Pépinières sylvicoles du Haut-Foréz	04 77 50 07 99	ST BONNET LE CHÂTEAU	X	X	X							X	X	X	X		X													
45	Pépinières de CLAIREAU	02 38 57 10 77	SULLY LA CHAPELLE	X											X	X		X													
49	Pépinières PIRARD	02 41 80 26 90	MAZE																												
53	Pépinières HUAULT	02 43 90 27 61	SAINT-JEAN-SUR-ERVE	X	X												X		X							X					
58	Pépinières GARNIER Frères	03 86 76 11 29	ALLIGNY EN MORVAN	X	X	X		X					X																		
58	Pépinières PRIMARD	03 86 76 13 18	MOUX EN MORVAN	X	X	X	X		X																						
61	Pépinières LEMONNIER	02 33 27 05 01	FORGES	X	X	X	X		X				X	X	X	X		X								X		X			
63	Pépinière COMBRE	04 73 79 90 70	SAINT-HILAIRE-LES-MONGES	X								X	X																		
63	Pépinières DUBOST	04 73 51 50 37	CELLES-SUR-DUROLLE	X	X		X					X	X		X	X															
63	Pépinières GOUTTE	04 73 82 60 52	CHAMPETIERES	X	X																										
67	Pépinières SCHWINTÉ-MULLER	03 88 97 10 79	FRECONRUPT	X									X																		
68	Pépinières WADEL-WININGER	03 89 25 60 23	UEBERSTRASS	X	X							X	X	X			X										X				
71	Pépinières CARETTE	03 85 50 25 98	MONTMELARD	X																											
71	Pépinières de RAMBUTEAU	03 85 84 52 40	OZOLLES	X																											
71	Pépinières forestières Franck MARTIN	03 85 84 50 59	GIBLES	X					X																						
71	Pépinières NAUDET Autun	03 86 47 40 32	AUTUN	X	X		X						X	X																	
89	Pépinières MILLON	03 86 35 03 68	CHEU	X	X		X		X			X	X	X		X		X									X				
89	Pépinières NAUDET Lordonnois	03 86 43 89 30	CHEU	X	X	X						X	X	X	X	X		X													

Vers un équilibre sylvo-cynégétique en Savoie

Par Hugo Pierre, ingénieur AgroParisTech-ENGREF

En Savoie, le retour à l'équilibre agro-sylvo-cynégétique est une priorité du département. Comment estimer cet équilibre forêt-gibier sur le département de la Savoie, à partir des données disponibles : « comptages » au phare, masse des animaux, dégâts forestiers et plans de chasse ?

Le contexte généralisé d'abondance du grand gibier pousse les différents acteurs de la gestion cynégétique à prendre des mesures adaptées. Ainsi, le deuxième Schéma départemental de gestion cynégétique du département de la Savoie, adopté en juillet 2012, fait de l'équilibre agro-sylvo-cynégétique l'une de ses priorités. Il met en place l'Observatoire départemental des ongulés, un groupe de travail réunissant l'ensemble des acteurs du département concernés par cette gestion, et ayant pour but de faciliter le dialogue et de s'accorder sur des constats partagés servant la prise de décision future. Dans le cadre de cet observatoire, la Direction départementale des territoires de la Savoie (DDT 73), en charge des aspects administratifs de la chasse, a recruté un stagiaire de la formation des ingénieurs forestiers pour son stage de fin d'études, de mars à août 2013. Sa mission consistait à faire

le bilan de la gestion passée et présente des ongulés du département, puis d'émettre des recommandations pour un meilleur équilibre sylvo-cynégétique en Savoie.

L'étude concerne les espèces cerf, chevreuil, chamois et mouflon, obligatoirement soumises à plan de chasse et désignées dans les Orientations régionales de gestion de la faune sauvage et de ses habitats de Rhône-Alpes comme celles ayant un impact sur les milieux forestiers. La demande de la DDT consiste à établir un « état des lieux » de la situation en termes d'équilibre forêt-gibier, en accord avec la Fédération départementale des chasseurs de Savoie (FDC 73). Les données disponibles doivent être synthétisées : évolution des plans de chasse, résultats des « comptages », et dégâts forestiers notamment. L'observatoire départemental des ongulés constitue le comité de pilotage du stage, l'étude devant associer l'intégralité des partenaires impliqués dans la gestion des ongulés sauvages.

Éléments de définition

Il est d'abord nécessaire de définir ce qu'est cet équilibre sylvo-cynégétique. Une recherche bibliographique a précisé comment ce concept peut être approché dans le cadre de l'étude. La bibliographie indique que d'une manière générale, l'utilisation de données chiffrées, telles que le nombre d'animaux comptés à l'hectare, est erronée. En effet ces opérations dites de « comptage » comportent un biais important et absolument impossible à estimer. Selon la topographie, l'enneigement, la disposition des routes empruntées ou bien l'heure de la journée, des variations importantes existent dans l'estimation du nombre d'animaux. Il s'agit souvent de sous-estimations, mais d'un niveau impossible à estimer. D'autre part, la limite à partir de laquelle l'équilibre sylvo-cynégétique est rompu, est extrêmement difficile à approcher. Il s'agit d'un concept très changeant, dépendant de multiples critères, dont de nombreux sont humains, donc subjectifs. L'objectif qu'un propriétaire attribue à sa forêt et sa sensibilité personnelle sont parmi les plus importants. Un propriétaire chasseur aura probablement tendance à accepter de plus fortes densités de gibier aux dépens de

Composition de l'Observatoire départemental des ongulés

CRPF : Centre régional de la propriété forestière de Rhône-Alpes

Chambre d'agriculture du département
Conservatoire des espaces naturels

DDT : Direction départementale des territoires

FDC : Fédération départementale des chasseurs

FRAPNA : Fédération Rhône-Alpes de protection de la nature

Lieutenants de loupvèterie

LPO : Ligue pour la protection des oiseaux

ONCFS : Office national de la chasse et de la faune sauvage

ONF : Office national des forêts

Parc national de la Vanoise

Pour en savoir +

Le rapport de stage intégral est téléchargeable : http://infodoc.agroparistech.fr/index.php?lvl=notice_display&id=166791



© H. Pierre

ses bois, alors qu'un propriétaire cherchant la rentabilité économique de ses parcelles tolérera moins de fortes densités de gibier.

C'est donc d'abord le propriétaire qui définit « son » équilibre sylvo-cynégétique. Comment travailler alors sur ce concept à l'échelle d'un département entier ?

Les Indicateurs de changement écologique (ICE)

L'approche de l'équilibre animal-milieu par les ICE se développe depuis le début des années 1990. Il s'agit d'un ensemble de paramètres mesurables qui dépendent de la densité de population et permettent de caractériser comment évolue la relation entre les populations animales et leur environnement. Validés scientifiquement par les équipes de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS et Irstea notamment), ces indicateurs se regroupent en trois familles (Morellet, 2008) :

- l'abondance de la population, que l'on peut approcher par des opérations de « comptages » d'animaux ;
 - la condition physique des animaux, que l'on peut approcher par le poids des jeunes tués à la chasse ;
 - l'impact sur le milieu, que l'on peut approcher par les dégâts de gibier sur la flore, forestière.
- Ces trois groupes de paramètres doivent être suivis au cours du temps, et c'est leur évolution qui permet de juger de la situation : amélioration, aggravation ou stagnation. Par exemple, une population en augmentation, dans laquelle les jeunes sont de plus en plus chétifs, et allant de pair avec une augmentation de l'impact sur la flore, indiquent clairement une dégradation de l'équilibre animal-environnement.

Le bilan de la situation savoyarde est mené en s'appuyant sur cette méthodologie, préconisée par l'ONCFS. En effet, la Fédération des chasseurs de Savoie centralise de nombreuses données lors de chaque saison de chasse. Parmi elles, les résultats des « comptages » (Indice nocturne d'abondance ou « Indice phare ») et les masses des animaux prélevés, deux éléments nécessaires à l'approche par ICE.

Le troisième élément, l'impact sur la flore n'était pas disponible pour l'étude. Les relevés de dégâts, année après année, obéissent à un

protocole très précis, scientifiquement validé, et assez lourd à mettre en place. En Savoie, ces relevés ne sont menés que dans quelques forêts pilotes, et inutilisés dans la gestion forestière courante.

Il était toutefois nécessaire de qualifier l'importance des dégâts forestiers dans les différentes parties du département. Nous avons donc fait appel à l'avis des forestiers pour établir une carte « à dire d'expert ».

La démarche a fait appel aux agents patrimoniaux de l'Office national des forêts (ONF) d'une part, et d'autre part aux techniciens du CRPF de Rhône-Alpes et à ceux de la Chambre d'agriculture Savoie-Mont Blanc. En utilisant la même échelle de notation des dégâts de gibier aux forêts, ils ont attribué une note à chaque commune sur la base de leur connaissance de terrain. Cette note se base sur une directive interne de l'ONF, décrivant les caractéristiques de chaque niveau de dégâts. Après traitement, la carte obtenue présentait le niveau de dégât à l'échelle de chaque forêt du département, outil essentiel de l'étude. Elle présentait les inconvénients de ne pas s'appuyer sur des données relevées selon un protocole scientifique validé (mais sur le ressenti des forestiers interrogés), et de donner une image de la situation à un instant donné, alors que le suivi par ICE s'inscrit dans une évolution temporelle.

Il s'agissait toutefois des données disponibles dans le délai imparti, et qui a servi pour la suite de l'étude. Travaillant à l'échelle des massifs cynégétiques (unités de gestion de la FDC 73), les masses des jeunes et le nombre d'animaux repérés lors des « comptages » ont été analysés sur les 5 dernières saisons de chasse. Ces données furent confrontées à la note moyenne de dégâts forestiers, afin de conclure sur l'évolution de l'équilibre sylvo-cynégétique.

Analyse des données

Les données des espèces mouflon et chamois étant insuffisantes, nous n'avons pu effectuer le diagnostic que pour le cerf et le chevreuil, et ce seulement sur les massifs où l'on disposait de données suffisantes. Pour les deux paramètres relevés sur plusieurs années, il s'agit d'interpréter les courbes en termes simples

Vue sur le Colombier d'Aillon depuis un alpage.

Figure 1 - Mise en relation des données et conclusion pour l'un des massifs cynégétiques.
Les flèches indiquent la tendance d'évolution du paramètre sur la période 2007-2013

CERF		CHEVREUIL		DÉGATS FORESTIERS	Évolution de l'équilibre forêt-gibier	
Condition physique	Abondance	Condition physique	Abondance		CERF	CHEVREUIL
↓	↑	→	↓	Forts	Dégradation	Stabilisation

Figure 2 - Mise en relation des diverses données sur un massif

Objectif de l'observatoire départemental des ongulés	État d'équilibre cerf-environnement	Évolution des plans de chasse 2008-2012	Ventilation : pourcentage moyen de 2008 à 2012 (mâles adultes-femelles adultes-jeunes)	
Stabilisation de la population	Dégradation	↑	29 - 34 - 37	33 - 32 - 35

(augmentation, stagnation ou diminution). L'importance des dégâts forestiers vient affiner le diagnostic.

Les populations de cerfs augmentent sur l'ensemble du département, à l'exception d'un unique massif, alors que celles de chevreuils stagnent ou diminuent pour la plupart. Pour la condition physique des animaux, on ne rencontre guère d'amélioration, la grande majorité des jeunes présentent un poids constant ou décroissant au fil du temps. Les dégâts à la forêt sont souvent importants ou très importants.

En mettant ces trois indicateurs en relation dans un tableau simple (voir figure 1), on peut conclure quant à l'évolution de l'équilibre forêt-gibier, et ce pour chaque massif où l'on dispose de suffisamment de données.

L'approche inspirée des ICE nous a permis de diagnostiquer sur la majorité du département, une dégradation de la situation du cerf et une stabilisation de celle du chevreuil.

Pour tous les massifs où nous disposions de données suffisantes (8 sur 14), la relation cerf-milieu était dans une dynamique de dégradation. Pour le chevreuil, tous les massifs où nous avons assez de données (9 sur 16) montraient une tendance à la stabilisation de la relation chevreuil-milieu.

Examen des mesures de gestion

Il s'agissait ensuite d'évaluer la gestion cynégétique, et plus précisément sur cet outil de régulation des ongulés qu'est le plan de chasse. La question était la suivante: **les plans de chasse sont-ils adaptés à l'évolution de l'équilibre forêt-gibier constatée?**

L'aspect quantitatif est le premier étudié. Dans la mesure où il est impossible de connaître le nombre d'animaux à prélever pour arriver à un quelconque équilibre sylvo-cynégétique, c'est l'évolution du nombre de prélèvements sur les cinq dernières saisons qui est analysé. Ici encore, on a simplement qualifié la tendance

en termes simples: augmentation, diminution ou stagnation.

D'un point de vue qualitatif, la répartition des prélèvements dans les différentes classes d'âge et de sexe est examinée. En effet, l'impact sur la dynamique de population est très différent selon le type d'animal que l'on prélève. Le pourcentage moyen de femelles adultes, de mâles adultes et de jeunes prélevés au cours des cinq dernières saisons a été calculé.

De plus, l'observatoire des ongulés avait défini des objectifs de gestion de la population de cerf, en précisant pour chaque massif quelle était l'évolution souhaitée par tous les acteurs (augmentation, diminution ou stagnation). En examinant toutes ces données à l'échelle du massif, nous avons pu apprécier la cohérence des plans de chasse avec la situation constatée (voir figure 2).

L'augmentation des plans de chasse constatée est cohérente au vu du déséquilibre. Les prélèvements sont équilibrés dans les classes d'âge; on pourrait préconiser un prélèvement de femelles adultes plus important afin de freiner la dynamique des populations.

En répétant cette analyse sur tous les massifs où la qualification de la relation cerf-environnement était possible, les zones où les plans de chasse étaient inadaptés à l'objectif fixé par l'observatoire des ongulés, ont pu être identifiées.

Une démarche similaire a été effectuée pour le chevreuil, bien que l'observatoire n'ait pas arrêté d'objectifs communs, la situation du cerf ayant été jugée plus préoccupante.

Recommandations

En fin de stage, la présentation des résultats au comité de pilotage a permis un débat sur les mesures les plus appropriées à la situation. Plusieurs mesures ont été présentées, et chaque organisme en présence a donné son

Remerciements :

L'auteur remercie vivement toute l'équipe de la Direction départemental des territoires de la Savoie pour son accueil, ainsi que la Fédération départementale des chasseurs de la Savoie pour sa précieuse coopération tout au long de l'étude.

Bibliographie

Morellet N. 2008 – La gestion des grands herbivores par les indicateurs de changement écologique – Faune Sauvage n° 282, p. 9-18.

Pierre H. 2013 – Recherche de l'équilibre agro-sylvo-cynégétique en Savoie – Nancy : Centre AgroParisTech de Nancy – 106 p. (Mémoire de fin d'études).



Vue sur le barrage de Bissorte depuis le refuge de la Dent Parrachée.

opinion, notamment quant à leur efficacité et leur applicabilité.

Parmi les mesures faisant consensus, on peut citer :

- des sorties sur le terrain associant chasseurs et forestiers d'une même commune, au cours desquelles les dégâts, comme l'abrouissement, seraient constatés par tous, et chaque partie ferait part de ses difficultés et attentes. Le but étant de s'appuyer sur un constat commun et de créer une atmosphère de coopération *via* le dialogue ;

- une augmentation de la proportion de biches prélevées, ce qui freinera la dynamique de population de façon notable. Pour cela, il sera nécessaire de distribuer davantage de bracelets « femelles » et moins de « mâles ». Il sera

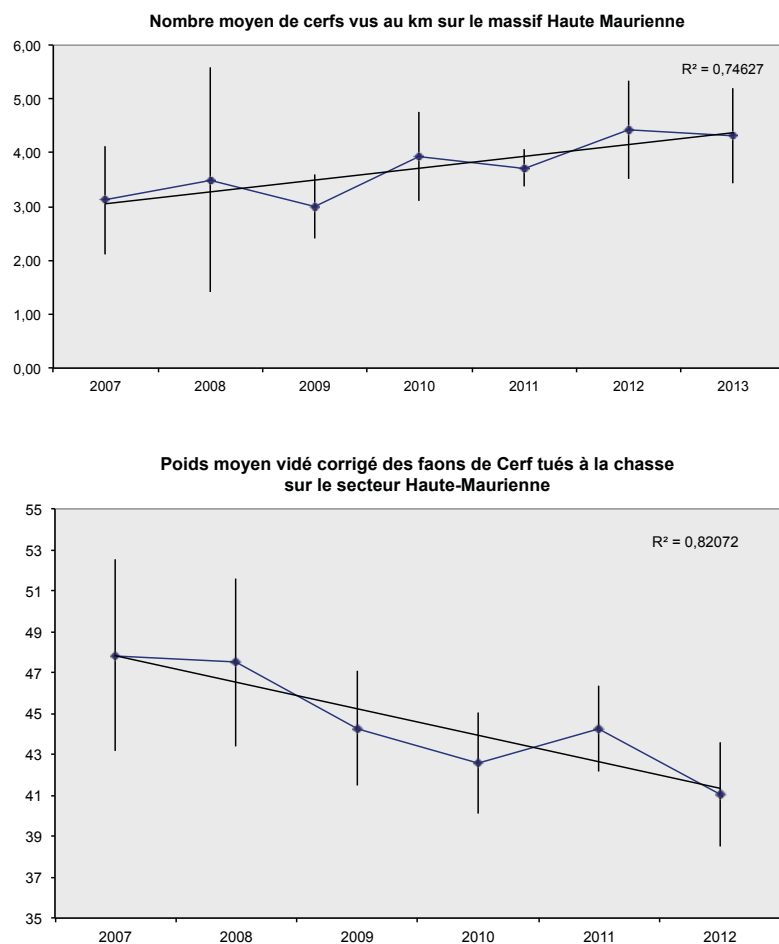
difficile toutefois d'inciter les chasseurs à prélever plus de femelles, chose à laquelle ils sont souvent réticents ;

- l'attribution de bracelets en réserve de chasse, afin de contrer l'« effet réserve » qui voit tous les animaux se réfugier dans ces zones protégées. Les chasseurs peuvent alors avoir des difficultés pour prélever les quotas minimaux.

À l'issue du stage, une présentation des résultats a eu lieu devant la Commission départementale de chasse et de faune sauvage.

Les acteurs de la gestion cynégétique savoyarde, regroupés au sein de l'observatoire départemental des ongulés, utiliseront cette étude pour cadrer leurs actions à venir. ■

Figure 3 - Évolution du nombre de cerfs et du poids des faons dans le massif de Haute-Maurienne



Résumé

En Savoie, le retour à l'équilibre agrosylvo-cynégétique est une priorité du département. L'estimation de cet équilibre agrosylvo-cynégétique provient de données disponibles : évolution des plans de chasse, résultats des « comptages », et dégâts forestiers notamment. L'analyse des indicateurs de changement écologique (ICE) indique une dégradation de la situation du cerf et une stabilisation de celle du chevreuil. Des propositions et recommandations concluent ce mémoire de fin de formation d'ingénieur forestier.

Mots-clés :

équilibre agrosylvo-cynégétique, Savoie, indicateurs de changement écologique.

Articles publiés dans Forêt-entreprise du n° 214 au 219 en 2014



Les numéros complets peuvent être commandés à l'IDF - diffusion, 47 rue de Chaillot, 75116 Paris. Tél : 01 47 20 68 15 - Fax : 01 47 23 49 20 - courriel : idf-librairie@cnpf.fr

Biodiversité - Bois-énergie - Carbone - CETEF - Changement climatique - Eau forestière - Économie - Environnement - Essences forestières : douglas - Euformag - Filière - Forêt-gibier - Formation - Gestion - Hommage - Milieu, sol, eau - Matériel, mécanisation - Matériel végétal - Pathologie - Phytosanitaire - Populiculture - Milieux, sol, eaux - Santé des forêts - Sylviculture - Traitement irrégulier



* Les articles disponibles
sur le site Internet
foretpriveefrancaise.com
sont précédés
d'une astérisque.

BIODIVERSITÉ

* Les plantes indicatrices de l'ancienneté de l'état boisé; Beaudesson P., Laporte M.; 2014 n°217 p. 50-53.

BOIS-ÉNERGIE

De la mobilisation de la biomasse forestière à la valorisation de bois supplémentaire; Husson H. et al.; 2014 n° 216 p. 54-57.

TSAR: des taillis pour produire du bois pour l'industrie et l'énergie, et valoriser les effluents; Rochère E. de la; 2014 n° 219 p. 59-62.

CARBONE

Projet Carbone* en Bas-Dauphiné, un partenariat innovant pour accompagner une sylviculture durable; Casset L.; 2014 n° 216 p. 58-60.

CETEF

* Le CETEF Perche et Beauce mise sur la relance des travaux sylvicoles; Colinot A.; 2014, n° 214 p. 6-11.

* Valorisation des services écosystémiques fournis par la forêt privée, InterCetef 2013 en Rhône-Alpes; Colinot A., Maréchal N.; 2014 n° 215 p. 7-12.

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Numéro spécial: BioClimSol, un outil d'aide à la décision face au changement climatique; 2014 n°218, p. 4-64.

* BioClimSol: objectifs et fonctionnement; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 4-6.

BioClimSol: acquis, apports, limites; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 7-11.

Quelques notions de référence et outils complémentaires; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 12-15.
Données climatiques pour l'outil BioClimSol; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 16-17.

Lien entre le déficit hydrique climatique et le dépérissement du chêne pédonculé sur la façade atlantique; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 18-25.

La théorie du boxeur: exemple du chêne pédonculé; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 26-33.

Cartes de vigilance climatique: concept, usage, communication; Lemaire J. et al.; 2014 n° 218 p. 34-39.

Exigences et cartes de vigilance climatique des chênes pédonculé, sessile et pubescent; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 40-45.

Impact de l'année 2003 sur la vitalité du douglas vert sur le secteur du Parc naturel régional du Haut-Languedoc; Lemaire J. et al.; 2014 n° 218 p. 46-51.

BioClimSol: de la théorie à la pratique, un exemple de diagnostic de la vigilance climatique; Lemaire J., Mathieu P.; 2014 n° 218 p. 52-58.

BioClimSol: fiche de vigilance climatique; Lemaire J.; 2014 n° 218 p. 59-62.

Les perspectives pour l'outil BioClimSol; Formery T.; 2014 n° 218 p. 63.

Dossier: Changement climatique: de nouveaux outils pour guider l'adaptation; Perrier C.; 2014, n° 217, p. 24-49.

* Le réseau AFORCE se met en route vers plus d'innovation...; Perrier C., Picard O.; 2014 n° 217 p. 24-25.

Le climat change, vite, trop vite... Comment aider les arbres à le suivre? Le Boulter H. et al.; 2014 n° 217 p. 26-29.

Vers un outil d'aide à la décision pour l'adaptation des forêts françaises au changement climatique; Michelot-Antalik A. et al.; 2014 n° 217 p. 30-33.

Le sapin pectiné en peuplement mélangé est moins sensible à la sécheresse qu'en peuplement pur, une étude dans le Massif vosgien; Lebourgeois F. et al.; 2014 n° 217 p. 34-37.

Sylviculture adaptative pour le sapin pectiné dans l'arrière-pays méditerranéen, constitution d'un réseau d'essais; Ladier J. et al.; 2014 n° 217 p. 38-41.

L'architecture des arbres au service des fores-



tiers ; Sabatier S. et al. ; 2014 n°217 p. 42-45.
Réduire l'âge d'exploitabilité: une stratégie d'adaptation économiquement acceptable face aux risques induits par la sécheresse ? ; Bréda N., Brunette M. ; 2014 n° 217 p. 46-49.

ÉCONOMIE

Sylvassur, une assurance dommages adaptée aux forestiers ! Toppan E. ; 2014, n° 214, p. 58-60.

ENVIRONNEMENT

Réglementation sur l'eau et gestion forestière ; Havet N. ; 2014, n° 214, p. 46-49.

ESSENCES

Douglas

Comment le douglas réagit-il aux sécheresses ? Drénou C., Rosa J. ; 2014 n° 216, p. 6-17.

EUFORMAG

Les martelosscopes PProSpot, marquage virtuel d'arbres pour la formation professionnelle ; Torregiani L. et al. ; 2014 n° 214 p. 54-57.

FILIÈRE

La valorisation du hêtre, étude du matériau et de la filière ; Torres C. ; 2014 n° 219 p 43-47.

FORMATION

* *Biodifor, mobiliser l'enseignement forestier pour la biodiversité en forêt* ; Carlier B. ; 2014 n° 219 p. 48-52.

* *Biodifor, mobiliser l'enseignement agricole et forestier sur la biodiversité en forêt* ; Carlier B. ; 2014 n° 215 p. 50-51.

GESTION

Dossier: 50 ans des CRPF et d'évolution de la forêt privée; 2014, n° 215 p. 16-48.

* *Centre national de la propriété forestière, 50 ans de gestion sylvicole* ; Formery T. ; 2014 n° 215 p. 16-17.

Genèse des Centres régionaux de la propriété forestière ; Peloux T. du ; 2014 n°215 p. 18-22.
Une loi originale et ambitieuse ; Carles J. ; 2014 n° 215 p. 23-24.

L'organisation de la forêt privée ; Morvan X. ; 2014 n° 215 p. 25-29.

Loi du 6 août 1963 et les évolutions ; Dubois F.-X. ; 2014 n° 215 p. 30-33.

Extension de la surface forestière privée ; Parant N. ; 2014 n° 215 p. 34-37.

Volume et structure des peuplements en forêt privée ; Brouillet G. ; 2014 n° 215 p. 38-41.

Une forêt productrice de biens et de services ; Lary R. de ; 2014 n° 215 p. 42-45.

Les avancées techniques en sylviculture ; Picard O. ; 2014 n° 215 p. 46-48.

* *La forêt privée en 2060, quelques éléments de prospective* ; Formery T. ; 2014 n° 217 p. 14-18.

La forêt privée en 2060, déterminants lourds et paris possibles ; Barthod C. ; 2014 n° 217 p. 19-23.

Dossier: La force du Plan simple de gestion; Maréchal N. ; 2014 n° 216 p. 18-50.

* *Le Plan simple de gestion, un outil d'anticipation* ; Formery T. ; 2014 n° 216 p. 18-19.

La force du Plan simple de gestion ; Didolot F. ; 2014 n° 216 p. 20-23.

Efficacité des Plans simples de gestion en Poitou-Charentes ; Guyon A. ; 2014 n° 216 p. 24-28.

Des PSG suivis à la trace... en Pays de la Loire ; Dubois F.-X. ; 2014 n° 216 p. 29-31.

Plans simples de gestion concertés en Rhône-Alpes ; Schaeffer M., Barbe C. ; 2014 n° 216 p. 32-34.

* *Pourquoi ai-je rédigé mon PSG moi-même ?* ; Fraysse J.-L. ; 2014 n° 216 p. 35-36.

« *Je rédige le PSG de ma forêt, facile !* » Enfin presque... ; Boistot-Paillard R. ; 2014 n° 216 p. 37-39.

Pour rédiger soi-même son Plan simple de gestion: formez-vous ! ; Mathieu P. ; 2014 n° 216 p. 40-42.

Merlin, le logiciel commun du CNPF ; Geneix A. ; 2014 n° 216 p. 43.

Le Géoportail et le Plan simple de gestion ; Lehaut R. ; 2014 n° 216 p. 44-46.

Le portail Cartographique du CNPF, un outil des techniciens de CRPF ; Gontier G., Lehaut R. ; 2014 n° 216 p. 47-50.

HOMMAGE

Henri Duflot, un forestier passionné ; Hubert M., Crave M.-F. ; 2014 n° 215 p. 6.

Au revoir Jacques Marion ; Rocher-Barrat B. ; 2014 n° 217 p. 5.

François Raguin, un passionné de fruitiers forestiers ; Guillaud H., Becquey J. ; 2014 n° 217 p. 63.

À Dieu, Alain de Montgascon ; Plauche-Gillon H. ; 2014 n° 219 p. 6.

EAU FORESTIÈRE

Dossier: L'eau forestière, source de partenariats; Fiquet J., Bansept A. ; 2014 n°219 p. 16-42.

* *L'eau forestière, source de partenariats* ; Picard O. et al. ; 2014 n° 219 p 16-17.

Eau + For: développer les partenariats entre



acteurs de l'eau et forestiers ; Fiquepron J., Bansept A. ; 2014 n° 219 p. 18-22.

Recommandations forestières pour l'eau potable : de la réflexion à l'application ; Rouyer E. et al. ; 2014 n° 219 p. 23-27.

Forêt méditerranéenne, Services offerts... contributions reçues ? ; Duhén L.-M., Marty P. ; 2014 n° 219 p. 28-32.

Propositions pour gérer et protéger efficacement les ressources « eau » et « bois » ; Fiquepron J. et al. ; 2014 n° 219 p. 33-37.

La forêt alliée de l'eau ; Berne A. Bourgault C. ; 2014 n° 219 p. 38-41.

L'essentiel ; 2014 n° 219 p. 42.

MATÉRIEL, MÉCANISATION

Nouveaux outils électroportatifs pour les dégagements ; Maréchal N. ; 2014 n° 215 p. 62-63.

Créer ou renouveler la forêt : des fiches techniques pour tous ! ; 1^{re} fiche : la mini-pelle 2,5 t à 6 t ; Duez F., et al. ; 2014 n° 217 p. 58-62.

Fiche technique des outils mécaniques n° 2 : le sous-soleur multifonction® ; MGVF ; 2014 n° 219 p. 53-58.

MATÉRIEL VÉGÉTAL

* Variétés forestières : disponibilités en pépinière pour la campagne 2013/2014 ; Girard S. ; 2014 n° 214 p. 43-45.

MILIEU, SOL, EAU

La gestion de la fertilité des sols est-elle à un tournant ? Atelier REGEFOR ; 2013 Charnet F. ; 2014 n° 215 p. 56-57.

PHYTOSANITAIRE

* Sensibilité des espèces concurrentes selon la période d'intervention : comment mieux utiliser les herbicides en régénération ? ; Wehrén L. ; 2014 n° 215 p. 13-15.

POPULICULTURE

* Le peuplier, une richesse pour l'avenir ; Maréchal N. ; 2014 n° 217 p. 54-57.

RELATION FORÊT-GIBIER

De la pléthore de cervidés, 1^{re} partie : cas d'école, Roucher F. ; 2014 n° 214 p. 50-53.

De la pléthore de cervidés, 2^e partie : pléthore de chasseurs ? ; Roucher F. ; 2014 n° 215 p. 58-61.

* L'organisation cynégétique dans la Marne et en Champagne-Ardenne ; Theisen P. ; 2014 n° 219 p. 13-15.



SANTÉ DES FORÊTS

Jumelles et satellites : des outils pour la surveillance sanitaire des forêts, Drénou Ch. et al. ; 2014 n° 214 p. 12-21.

Bilan phytosanitaire 2013, Carouelle F., Goudet M. ; 2014 n° 216 p. 51-53.

SYLVICULTURE

Dossier : Du diagnostic à l'action, démarche d'aide à la décision du sylviculteur ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 22-42.

Du diagnostic à l'action : démarche d'aide à la décision du sylviculteur ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 22-23.

1^{re} étape : phase 1. Diagnostic de la station ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 24-26.

1^{re} étape : phase 2. Diagnostic du peuplement ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 27-29.

1^{re} étape : phase 3. Diagnostic des facteurs socio-économiques ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 30-33.

2^e étape : Définition de l'objectif de gestion ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 34-35.

3^e étape : choix d'itinéraires sylvicoles ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 36-39.

En conclusion, un bon diagnostic facilite les décisions du sylviculteur ; Riou-Nivert P., Rosa J. ; 2014, n° 214, p. 40-42.

Ça dépresse le chêne en Berry !, Rosa J. ; 2014 n° 215 p. 52-55.

La mycosylviculture : les bonnes pratiques pour valoriser le « trésor caché » des forêts, Pierangelo A., Rolland B. ; 2014 n° 219 p. 8-12.

TRAITEMENT IRRÉGULIER

La méthode du contrôle sélectif pour la gestion des futaies résineuses de montagne, en structure irrégulière ; Claudet G. ; 2014 n° 217 p. 6-9.

La méthode du contrôle sélectif favorise les meilleurs producteurs ; Claudet G. ; n° 217 p. 10-13. ■