



Institut pour
le développement forestier
Service d'utilité forestière
du Centre national professionnel
de la propriété forestière
23, av. Bosquet, 75007 Paris
Tél. 01 40 62 22 80
idf@cnpff.fr

Directeur de la publication
Roland Martin

Directeur de la rédaction
Thomas Formery

Rédacteur
Samuel Six

Conception graphique
Jean-Éric Ridonat (High'com)

Maquettiste
Marie de Grossouvre

Responsable Édition-Diffusion
Pascale Maurin †

Diffusion - abonnements
François Kuczynski

Publicité
Helium Régie

22, rue Drouot - 75009 Paris
Tél. 01 48 01 86 86
Fax. 01 48 01 86 82

Impression
Centre Impression
BP 218 - 87220 Feytiat
Tél. 05 55 71 39 29

Numéro d'imprimeur 00099

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

Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2007
France : 47 € - étranger : 61 €
édité par le **CNPPF**

ISSN : 0752-5974
Siret : 180 092 355 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 l'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 : Mai 2008



sommaire

11

2 agenda

3 éditorial

4 carnet

Jean Pardé

5 actualité

6 formation

7 cetef

InterCetef 2007 :
la forêt-entreprise et les
sylviculteurs-entrepreneurs
S. Six

46 robinier

Une utilisation innovante
du robinier
*D. Reuling, G. Legrand,
P. Lorette*

photo de couverture :
Chercheur au milieu d'une placette
expérimentale de hêtre.

©INRA (chercheur : Alain Beguey ;
futaie de hêtre : René Canta



dossier

*Changement climatique :
questions des sylviculteurs
et réponses des chercheurs*

47 biodiversité

Biodiversité : la Caisse des
dépôts crée une nouvelle filiale
S. Six

49 économie

La bourse en ligne des bois
artisansaux (Bou'd'boa)
*M. Lagacherie, B. Gallion,
J. Paulus*

51 gestion

Les attentes en forêt privée
vis-à-vis de la typologie
des stations forestières
C. Giry

55 libre propos

Forêt, carbone
et changement de climat
Y. Martin

57 matériel

L'impact de l'arbre de fer
sur les plants protégés
O. Baubet

60 reconstitution des peuplements

Reboisement en douglas après
coupe rase : quand économie
se conjugue avec efficacité
*P. Marty, J.-P. Ortisset,
P. Thévenet*

Congrès international Pro Silva 2008

Le congrès international PRO SILVA 2008, se tiendra du 19 au 21 juin 2008 à Freudenstadt (Forêt Noire, Bade-Wurtemberg) à l'occasion des jubilés de 175 ans de la forêt communale et d'un siècle de sylviculture proche de la nature à Freudenstadt. Il sera question de la réalisation optimale de toutes les fonctions de la forêt, également dans la perspective des changements climatiques, grâce à l'adaptation aux processus naturels de la sylvigénèse.

Informations auprès du bureau du congrès, Madame Neumaier, Bureau Pro Silva, Kreisforstamt Freudenstadt, Landhausstrasse 34, D 72250 Freudenstadt ;
tél. : (0049) (0) 7441/920-3019,
courriel : prosilvatagung@landkreis-freudenstadt.de

VTC grand-Est

Le salon Vert Terre & Cultures aura lieu du 27 au 29 juin 2008 au château de Stanislas de Luneville (à 25 minutes de Nancy). Ce salon regroupe sur 25 000 m² d'exposition, les professionnels du grand-Est autour de cinq villages : végétal, vert et paysage ; bois et forêt ; traditions et chasse ; terroirs et agritourisme.

Pour plus de renseignements : France Expo, 2 rue Gambetta, 77210 Avon,
tél. : 01 60 70 69 11, fax : 01 60 70 69 12, courriel : France-expo-congres@wanadoo.fr



Xylexpo 2008

Xylexpo est la biennale internationale des machines et accessoires pour le travail du bois qui aura lieu à Milan du 27 au 31 mai 2008. Cette édition, sous le signe de l'innovation, accueillera également l'exploitation forestière et les toutes premières phases d'usinage du bois ; une attention particulière sera portée aux thèmes concernant la charpenterie en bois.

Renseignements : Fiera Milano International, Piazzale Giulio Cesare, 20145 Milano,
tél. : (0039) (02) 49971, fax : (0039) (02) 49977963, courriel : fieramilano@fieramilano.it,
site : <http://www.nuovopolofieramilano.it>



InterCetef 2008 en Paca

Cette année la réunion des Cetef et des groupements de développement aura lieu sur le thème du changement climatique : « La région Paca, vigie du changement climatique », les 2 et 3 octobre 2008 (lire aussi l'article page 7).

Calendrier Cniefeb 2008

Le calendrier reproduit ci-dessous a été dressé par la Compagnie nationale des Ingénieurs et des Experts forestiers et des Experts en bois (Cniefeb). Il ne représente qu'une partie des ventes préparées par les experts forestiers de la Compagnie. Dans la majorité des cas, la Compagnie préconise pour le compte des propriétaires forestiers les ventes groupées par appels d'offres. Tous les experts forestiers contribuent à l'organisation de ces ventes, soit personnellement dans leur propre cabinet, soit regroupés entre eux, soit parfois avec le concours d'organismes professionnels, type syndicat ou coopérative.

Région	Lieu de la vente	Département	Date	Heure	Expert coordonateur	Sigle
Bretagne	Iffendic	35	29/04/08	14 h 30	L. Lemercier	AEFB
Centre	Tours (peupliers)	37	07/07/08	14 h 30	J.-P. Sadoux	VEFOCO*
Franche-Comté	Champagnole	39	04/07/08	17 h 00	F. Leforestier	CNIEFEB
Midi-Pyrénées	Belesta	09	15/05/08	14 h 00	Ph. Gourmain	CNIEFEB
Normandie	Carrouges	61	22/05/08	14 h 30	D. Golliard	ANEF
Nord-Picardie	Berneuil s/Aisne	60	18/06/08	14 h 30	J.-M. Peneau	APEX
Pays de la Loire	Angers	49	15/05/08	14 h 30	N. Bureau	AFOE
Rhône-Alpes	Meylan	38	26/06/08	17 h 00	J.-C. Thievenaz	CNIEFEB

* Vente réalisée conjointement avec celle d'un organisme de la forêt privée.

Cniefeb, 6-8 rue Chardin, 75016 Paris, tél. : 01 40 50 87 34, fax : 01 40 50 87 43, courriel : compagnie@foret-bois.com

éditorial

Changement climatique et transfert

La question de l'influence du changement climatique sur les forêts conforte le CNPPF et son Service d'utilité forestière IDF dans son rôle d'interface entre la recherche et le développement. Sur ce sujet, la demande des sylviculteurs et gestionnaires privés – en provenance du terrain et collectée par les CRPF, les associations de développement (Cetef et groupements de développement), les syndicats

professionnels, les organismes de gestion en commun et le réseau des correspondants « changement climatique » de chaque CRPF (réseau coordonné par le CNPPF) – fait apparaître cinq niveaux de préoccupations, définissant cinq orientations de réflexion et actions :

- conduite des peuplements ;
- matériel végétal ;
- stations ;
- risques ;
- production.

Ces questions, après mises en forme, ont été soumises aux scientifiques à l'occasion d'une réunion du comité scientifique de l'IDF, le 10 janvier dernier. Ce comité, qui réunit scientifiques, gestionnaires et administrateurs de l'IDF, a pour rôle d'orienter les réflexions des professionnels et de l'équipe technique et d'expertiser nos travaux.

Sur le changement climatique,

il a bien voulu au cours d'une séance marathon apporter quatre types de réponses, question par question :

- la question est connue, des travaux ont abouti, leurs références sont accessibles, c'est aux organismes de développement de s'en emparer ;
- la question est identifiée, des travaux sont en cours, une échéance peut être fournie ;
- la question est intéressante mais aucune action de recherche n'a été initiée, faute de moyens, de possibilités, de temps, etc. Le projet est à monter, les financeurs à intéresser ;
- la question restera sans réponse, pour le moment tout au moins, du fait des difficultés à la résoudre.

La réponse à certaines de nos interrogations ne dépend pas des scientifiques mais des gestionnaires, relevant plus de l'observation, de la mise en réseau de constats épars, d'enquêtes ou d'analyses de terrain.

Cet exercice sera renouvelé, de façon moins exhaustive mais plus pointue, lors de la prochaine journée « du transfert » que nous organisons le 20 mai prochain, lieu de rencontre entre scientifiques, gestionnaires et sylviculteurs, avec l'objectif de mettre au point de façon plus fiable et synthétique des propositions de réorientation de gestion pour les forestiers. Le dossier de ce numéro de Forêt-entreprise fournit tous les détails...

Thomas Formery



Jean Pardé, un forestier d'exception

Témoignage...

Ma première rencontre avec Jean Pardé remonte à 1978 : il était président de mon jury de mémoire de l'école des Barres. Comment ne pas être impressionné ? Il était une sorte de « monstre sacré » : issu d'une lignée de forestiers légendaires, père de la dendrométrie scientifique, inventeur de la célèbre « mire Pardé » et des tables de production du chêne, grand organisateur et pour ainsi dire fondateur de la recherche forestière moderne. De haute stature, sûr de lui, il en imposait ; mais il était en même temps convivial et chaleureux.

Plus tard, dès que Forêt-entreprise publiait un article original, il envoyait un petit mot amical, immense soutien pour un jeune ingénieur qui ne savait pas encore très bien où il mettait les pieds. Si le sujet lui paraissait devoir être creusé, il invitait une délégation de l'IDF (quelques ingénieurs et sylviculteurs motivés) à Nancy et organisait une « rencontre chercheurs-praticiens » avec toute son équipe. Il venait lui-même nous chercher à la gare et nous passions deux jours à discuter à bâtons rompus. Nous visitions sur le terrain ses « places d'expériences » d'éclaircies résineuses, comme le fameux « carré latin d'Amance », ou bien une forêt privée ; on comparait les différents scénarios sylvicoles, on rajoutait des calculs économiques... Puis il nous emmenait faire le tour des laboratoires de Champenoux et nous présentait ses jeunes chercheurs les plus prometteurs qui exposaient leurs dernières avancées. Un contact inestimable pour les praticiens, qui se sentaient respectés et écoutés.

Plus tard encore, président du Comité scientifique et technique de l'IDF, il n'avait de cesse d'organiser le transfert des résultats de recherche. Rédacteur en chef de la Revue forestière française, il nous demandait périodiquement des articles pour poser les « bonnes questions », tout en écrivant lui-même dans Forêt-entreprise. Il était en effet un vulgarisateur hors pair : pas un article de la RFF ou même un chapitre du manuel de dendrométrie qui ne puisse être compris par le sylviculteur moyen, ce qui est rare parmi les chercheurs. Son style très particulier, un peu « vieille France » et des textes construits comme un dialogue au coin du feu avec le lecteur, donnaient toujours envie d'aller au bout du propos. Pour lui, le mot sylviculture, discipline intégratrice qui fut tant vilipendée par la suite, accusée d'être plus un art qu'une science exacte, avait encore un sens.

Sachant qu'il était resté très actif pendant sa retraite, et désirant une fois de plus bénéficier de son savoir encyclopédique et de sa grande connaissance de la foresterie mondiale, je fis encore appel à lui pour les deux premiers tomes du « manuel résineux » de l'IDF. Il en fut un correcteur attentif, toujours amical mais intransigeant sur la rigueur du propos, écrivant à la main des pages entières de remarques et de suggestions. Sa relecture du dernier tome, consacré à la sylviculture, sa discipline de prédilection, manquera cruellement...

Merci Monsieur Pardé pour votre apport essentiel à la forêt toute entière et à la vulgarisation forestière en particulier.

Philippe Riou-Nivert

Des mesures pour préparer les forêts françaises au changement climatique

Dans un récent rapport sur l'adaptation des forêts au changement climatique remis aux ministères de l'Agriculture et de l'Écologie, Bernard Roman-Amat, directeur délégué de l'Engref à Nancy, formulent 32 propositions articulées autour de cinq volets jugés prioritaires :

- les forêts de production (proposition de développer une sylviculture dynamique ainsi que des peuplements mélangés, et d'inciter financièrement dès 2010 au remplacement des peuplements vulnérables. Il préconise aussi de consacrer, dès 2010, au moins 10 % des moyens publics à l'installation de boisements pilotes) ;
- la biodiversité (l'initiative majeure en la matière est l'adaptation du réseau Natura 2000 au changement climatique) ;
- les risques (érosion et incendies principalement, notamment en accélérant le déploiement de la politique de prévention des incendies et en l'étendant à certains départements des Pays de la Loire, du Centre et de Bretagne où le risque d'incendie pourrait s'accroître à l'avenir) ;
- la recherche-expérimentation-développement (le rapport appelle l'Agence nationale pour la recherche à renforcer son soutien à la thématique climat-forêt et propose de créer, dès 2008, deux réseaux mixtes technologiques sur l'adaptation des forêts à leur environnement et sur la diversité génétique des arbres) ;
- la gouvernance publique (en insistant sur la nécessité de mieux coordonner l'action des ministères de l'Écologie et de l'Agriculture sur le sujet).

La Picardie mise sur les maisons en bois

Afin de développer l'utilisation du bois dans la construction, la Région Picardie, l'Ademe et les organisations professionnelles de la filière bois ont signé le 22 janvier dernier la charte régionale « Habitat bois basse consommation d'énergie ». Les signataires de cette charte s'engagent à faire passer l'intégration du bois dans les constructions de 10 % actuellement à 12,5 % d'ici à 2018. Dans le même temps, ils s'engagent à ce que la consommation en chauffage soit inférieure à 50 kWh/m²/an pour les constructions neuves. La norme actuelle fixe la consommation maximale des logements neufs à 85 kWh/m²/an.

La Commission européenne veut soutenir la filière bois

Le 27 février 2008, la Commission a adopté un plan en 19 actions visant à répondre aux problèmes de concurrence mondiale et de changement climatique

que connaît la filière bois. La Commission a également déclaré qu'elle examinera les avantages et les difficultés liés à la proposition d'inclure dans sa politique le stockage de carbone dans les produits forestiers récoltés. L'UE prendra notamment en considération les secteurs concernés dans son évaluation des risques de fuites de carbone dans les industries à forte intensité énergétique. La Commission veut encourager les États membres, l'industrie et les propriétaires forestiers à promouvoir le boisement et la reforestation et à être attentifs aux différentes utilisations de la biomasse lors de l'élaboration des plans d'action nationaux.

France verte

Un nouvel annuaire des professionnels de la nature et de l'environnement vient de sortir. Il recense des informations et renseignements liés au monde du jardin et des espaces verts. Un moteur de recherche unique en France permet de trouver un horticulteur, un pépiniériste, une jardinerie, un paysagiste, un expert forestier... www.franceverte.fr ou tél. : 01 40 24 06 81.

Départ de Philippe de Boissieu du Conseil national du peuplier



Le 16 janvier 2008, Philippe de Boissieu a officialisé son départ de la présidence du Conseil national du peuplier (ex-Commission nationale du peuplier : voir Forêt-entreprise n°163, page 15). Lors de son assemblée générale du 18 décembre 2007, le Conseil national du peuplier (CNP) avait nommé pour une période de trois ans, un nouveau bureau dont le président est Dominique Meese (vices-présidents : Hervé Drouin et Eric Vandromme - trésorier : Francis Barbotin - secrétaire : Patrice Tillet - président d'honneur : Philippe de Boissieu). Les membres du Comité national du peuplier se sont réunis pour saluer à leur façon le travail admirable de Philippe de Boissieu après ses trois années d'exercice en tant que président du CNP. Toujours attentif aux différents acteurs, il a su promouvoir avec dynamisme et efficacité la filière popu-licole qui lui doit aujourd'hui beaucoup.

Aprovalbois : de bons résultats

Le 6^e Congrès Aprovalbois a rassemblé à Dijon les représentants de l'ensemble de la filière française de la forêt et du bois sur le thème « Marché du carbone : forêt et bois revendent ». Les représentants des pouvoirs publics, politiques et professionnels y ont conclu que la forêt et le bois avaient toute légitimité dans ce débat car la forêt absorbe du gaz carbonique pour croître, puis le bois, une fois transformé, stocke ce carbone (dans les meubles, parquets, menuiseries...). *Renseignements sur internet : <http://www.aprovalbois.com/aprosit1/part03/breve.html> ou par téléphone au 03 80 44 33 78.*

Stages IDF en lien avec le changement climatique

L'IDF organise cette année deux stages de formation continue en lien avec le thème du dossier de ce numéro de Forêt-entreprise :

Réserve utile et bilan hydrique : outil de diagnostic de l'adaptation des essences forestières au changement climatique
Sologne (45) et environs du 03 au 5 juin.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

→ Acquérir une vision globale des facteurs pédologiques, climatiques et sylvicoles de l'alimentation en eau des peuplements.

- Connaître l'autécologie des principales essences et les critères d'évaluation de la santé des arbres.
- Savoir évaluer sur le terrain les contraintes hydriques et trophiques de la production forestière.
- Savoir intégrer les contraintes et facteurs de vulnérabilité dans l'aménagement forestier.
- Être capable de calculer une réserve utile et un bilan hydrique.

FORMATIONS IDF		
Désignation des stages	Lieu	Date
Biodiversité et gestion forestière durable	Hauts-Pyrénées	10-13 juin
En forêt, associer pâturage et interventions sur les arbres	Aveyron	17-19 juin
Flore de montagne : reconnaître les principales espèces herbacées forestières et interpréter leur présence	Hauts-Pyrénées	17-19 juin
La pédologie : du diagnostic à l'application forestière	Sologne et environs	24-26 juin
Le traitement irrégulier des résineux	Auvergne	24-27 juin
La cartographie appliquée à la forêt	Orléans (45)	23-24 sept.
Boisements et qualité de l'eau	Saint Léger des Prés (35)	30 sept. - 02 oct.

Informations détaillées sur www.foretpriveefrancaise.com - Catalogue sur simple demande à IDF - Service Formation - 13 avenue des Droits de l'Homme - 45921 Orléans Cedex 9.

Contact : Florent Gallois, tél. : 02 38 71 95 54, courriel : idf-formation@cnpff.fr

Changements climatiques et résineux : comment adapter sa gestion ?

Orléans (45) du 5 au 16 octobre.

COMPLET

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Information générale sur la problématique du changement climatique : constatations, prévisions, effets attendus sur la forêt...
- Savoir intégrer les contraintes liées au réchauffement climatique et les facteurs de résistance aux tempêtes dans la sylviculture.
- Savoir diagnostiquer un peuplement et définir un objectif de gestion.
- Découvrir des itinéraires sylvicoles innovants pour les résineux de plaine, prenant en compte la biodiversité et les contraintes futures.



Forêt-entreprise, la revue technique des forêts et des arbres

Pour vous aider dans vos choix présents et futurs, pour répondre à toutes vos questions, retrouvez tous les deux mois dans Forêt-entreprise.

- Des conseils techniques de pointe en matière de sylviculture, adaptés aux besoins de la forêt privée.
- Des études de rentabilité comparée tenant compte des contraintes particulières de la forêt privée.
- Des pistes nouvelles en matière de gestion de l'environnement et de l'aménagement du territoire.
- Des témoignages ou expériences de sylviculteurs.
- Et toutes les nouveautés forestières.

Oui, je m'abonne (Tarifs 2008)

- Abonnement France 1 an - 6 numéros : 47 €
 Abonnement étranger 1 an - 6 numéros : 61 €

Raison sociale
 Nom Prénom
 Adresse
 Code postal Commune
 Tél.



Je règle par chèque libellé à l'ordre de l'Agent comptable SUF IDF et retourne l'ensemble (bulletin + chèque) dûment complété sous enveloppe affranchie à : SUF IDF-CNPPF, 23 avenue Bosquet, 75007 Paris, tél. : 01 40 62 22 81.

InterCetef 2007 : la forêt-entreprise et les sylviculteurs-entrepreneurs

Samuel Six, IDF

Les participants aux journées nationales des Cetef sont venus nombreux les 4 et 5 octobre 2007 pour échanger sur le thème de la commercialisation et de la valorisation des produits forestiers. La première journée a permis de découvrir les astuces d'un sylviculteur pour valoriser ses différents bois, la suivante d'analyser l'évolution des marchés.

Un tiers des organismes de développement du réseau national, soit plus d'une centaine de professionnels, ont répondu présents, motivés par les questions relatives à la valorisation de leurs forêts. Antoine de Ponton d'Amécourt, président du Cetef de la Sarthe et Philippe Guillet, animateur du Cetef et conseiller forestier à la Chambre d'Agriculture de la Sarthe, ont animé les différents ateliers, avec l'appui du CRPF Pays de la Loire présidé par Alain de Montgascon.

un motif sérieux de préoccupation. Les organismes de développement, grâce notamment à ces journées de rencontres et d'échanges, constituent un des viviers de réflexion pouvant amener de nouvelles pistes.

La première journée sur le terrain s'est déroulée chez Antoine d'Amécourt, véritable producteur qui s'intéresse aux besoins du marché et à la transformation des produits forestiers : « *Forestier courageux et volontaire qui est un exemple de ce qu'il faut faire* », selon les termes du président Roland Martin.

tant que « producteur-gestionnaire-commercial », Alain de Montgascon regrette que « *Les forestiers ne savent pas bien vendre leurs produits* ». Ce n'est visiblement pas le cas du gestionnaire de Pescheseul, inlassable communicant, qui n'hésite pas à partager son savoir-faire. À peu près toutes les revues forestières ont parlé du domaine au moins une fois et le matin du 4 octobre, France 3, Ouest France et les journaux locaux sont sur le pied de guerre : le soir même, le reportage est diffusé au 19/20 et le lendemain deux journaux relatent la journée... Tous les ans, jusqu'à 350 écoliers arpentent le domaine sur des sentiers pédestres destinés à la vulgarisation forestière : les enfants (« redoutables » prescripteurs) repartent dans leurs foyers avec un plant forestier et une rondelle de bois pour compter les cernes... Mais aussi, la scierie de Pescheseul est indiquée par un panneau de signalisation bien visible depuis la départementale qui la longe et des plaquettes de présentation sont distribuées à chaque (bonne) occasion. Dès le départ – c'est-à-dire en 1993, lorsqu'Antoine d'Amécourt ayant repris la forêt familiale constate qu'elle est mal exploitée et qu'il serait possible de dynamiser la gestion en valorisant les produits d'éclaircie en

La sylviculture : « un métier de producteur actif »

En introduction, Alain de Montgascon rappelle que les sylviculteurs sont confrontés à l'accélération de la mondialisation : « *Le transport du bois entre Shanghai et Nantes coûte moins cher qu'un Nantes-Strasbourg ; et un New-York-Nantes n'est pas plus cher que 100 kilomètres de camion* »... Pour s'adapter à cette nouvelle donne dans le jeu de l'offre et de la demande, le sylviculteur doit trouver des solutions innovantes. En parallèle, il faut réfléchir à la façon de mieux exploiter la forêt française dont le vieillissement est

Le groupement foncier rural de Pescheseul

La propriété de Pescheseul (gérant : Antoine d'Amécourt) s'étend sur 750 hectares. Classiquement pour une forêt sarthoise, on y trouve beaucoup de chênes (sur limons argileux) et de pins (sur terrains sableux), mais Pescheseul comporte aussi des douglas, châtaigniers, feuillus précieux, peupliers, et plus récemment des robiniers.

La communication

Avant de conclure son introduction sur le fait que le sylviculteur exerce deux métiers (la sylviculture et la vente), en



La scierie mobile de Pescheseul en démonstration au Salon Maison Bois d'Angers.

plaquettes forestières – le site de Pescheseul est construit comme un « modèle », une vitrine pour la formation, conçu pour les visites...

Le bois-énergie : un pari qui commence à payer

Dès le départ, pour s'assurer que la chaudière à **plaquettes** ne rende pas l'âme au beau milieu d'une visite de clients potentiels, la « Rolls » des chaudières est retenue. Depuis, tous les bois non commercialisables y passent : malgré son prix élevé (16 000 €), l'installation est amortie en trois ans.

Fort de son expérience, il s'associe à la coopérative d'utilisation de matériel agricole « la Cigale », pour proposer une prestation de déchiquetage : déchiqueteuse d'une capacité de 40 m³/h (142 000 €), chauffeur et tracteur pour un coût de 262 € par heure de fonctionnement (rotor). Les plaquettes sont aussi livrées auprès des collectivités, à environ 22 € le m³.

Par ailleurs, Pescheseul commercialise du **bois bûche** (2 500 stères en 33 cm ou 50 cm) livré aux particuliers sur un rayon de 25 kilomètres. Maintenant que l'entreprise est connue et le marché lancé, l'idée est de faire sécher les bûches chez le particulier... Un double tarif (bois sec/bois vert) incite le particulier à acheter du bois qui n'ait

pas deux ans de séchage : l'entreprise pourra faire face plus facilement à la demande croissante tout en libérant de l'espace sur les zones de stockage. Dans la même veine, la livraison par 6 stères (un camion par livraison) revient moins cher que la livraison par 3 stères (un demi-camion) et encore moins cher si le client vient chercher le bois de feu sur place. L'intérêt du bois livré est que la TVA à 5,5 % s'applique au total.

Le paillage : ne rien gaspiller

Les houppiers de peupliers non démontés, plutôt que d'être brûlés à perte, sont broyés et fournissent un paillage qui intéresse les collectivités et les espaces verts pour le paillage des massifs de fleurs ou des sentiers pédestres... En plus, les plaquettes de peuplier destinées au paillage peuvent être stockées dehors et n'occupent pas d'espace sous abri. La seule précaution est de ne pas y mélanger de plaquettes de chêne ou de châtaignier qui ne conviennent pas au paillage à cause de l'acidité du tanin.

La scierie mobile : des planches sur mesures

La disparition des scieries, la dispersion des forêts sur le département de

la Sarthe et le pourcentage élevé de propriétaires de forêts possédant moins de 10 hectares, créent un « marché » de petites forêts disposant ponctuellement de gros bois à scier pour une utilisation locale dans la construction, la rénovation ou l'ameublement. C'est ce marché qu'occupe la scierie mobile de Pescheseul qui propose aux particuliers de scier leurs bois sur mesure, chez eux ou sur le site de Pescheseul (50 % du volume). La scierie mobile accepte toutes les essences, des longueurs jusqu'à 7 m et des diamètres d'1 m maximum pour un rendement moyen de 10 m³/jour (jusqu'à 18 m³ maximum). Le m³ scié est facturé 60 euros HT et le scieur couvre une zone géographique de 300 kilomètres de diamètre.

Par ailleurs, la scierie commercialise des piquets de robiniers et châtaigniers (45 € le stère bord de route en longueur 2 mètres et d'un diamètre minimum de 12 cm), ainsi que des rondelles de pin laricio servant à maintenir les sapins de Noël (1 € l'unité).

L'AD (abattu débardé) : maîtriser la valorisation de ses bois-grumes

Dès 1993, Antoine d'Amécourt, a choisi de vendre ses bois abattus débardés⁽¹⁾ pour mieux présenter les lots à la vente. La première étape a donc été d'adapter la voirie forestière : des routes forestières de 12 m de large minimum permettent le passage des camions et le maniement des grumes au débusqueur.

L'AD convient bien aux feuillus précieux, spécialement pour de grands domaines, ou si les vendeurs (voisins) se regroupent pour offrir à l'acheteur un volume minimum (> 50 m³). Les avantages de ce mode de vente sont la valorisation et le paiement des bois selon une qualité et un volume exacts, la maîtrise des conditions d'exploitation (en régie), et la réactivité face aux

bonnes glandées ou au marché. L'AD est un mode de vente considéré comme très satisfaisant si le marché est porteur ; il permet de toucher directement les utilisateurs à un moment où ils ont le plus besoin de bois (début de campagne). En revanche, l'AD oblige à une avance de trésorerie pour l'exploitation des bois, à une disponibilité certaine et à la compétence du sylviculteur. Autrement, il est fortement conseillé de se faire aider par un spécialiste (une coopérative ou un expert). Par ailleurs, les essences s'y prêtent plus ou moins bien. Par exemple, le hêtre une fois coupé ne peut pas rester sans acheteur, tandis que le robinier après 3 à 4 ans bord de route n'en sera que meilleur au sciage car il « travaillera » moins.

En AD, les lots doivent être relativement homogènes, prétriés par essence mais pas plus, pour ne pas fermer les possibilités de valorisation des grumes. Les bois sont vendus par appel d'offre comme pour la vente sur pied. Pour une meilleure rémunération, Antoine d'Amécourt souligne qu'il vaut mieux trier les grumes dans leur entier par qualité des premiers mètres de la bille de pied sans faire de découpe, car seul l'acheteur en fonction de son débouché sait où faire cette découpe. Antoine d'Amécourt illustre le risque que prend un vendeur ne disposant pas d'une grande expérience en classant ses bois par qualité : une grume roulée de châtaignier par exemple qui semblerait invendable peut très bien être valorisée auprès du marché italien si la roulure est bien au cœur de l'arbre car ces bois sont destinés aux charpentes. De la même façon, la purge de certaines parties roulées (à condition que la roulure ne soit pas haute) permet d'améliorer la présentation ; et la purge (en 33 ou 55 cm) est recyclée en bois bûche. Ou encore, une belle grume de chêne gélif, dans le fil, de gros diamètre et



Rondelles de pin laricio commercialisées.

© Samuel Six

sans picots, plutôt que de passer au rebut, peut être valorisée en merrain car ces grumes sont de toute façon destinées à être fendues...

La création d'un réseau d'échanges entre sylviculteurs-entrepreneurs

En conclusion, « rien ne se perd, tout se transforme ». Antoine d'Amécourt exploite les marchés locaux et les opportunités que lui offre sa forêt pour maximiser son profit. Un participant se demandant si ce que fait ce « sylviculteur-entrepreneur » est transposable ailleurs, a reçu comme réponse que la méthode et l'état d'esprit pourraient s'appliquer partout mais que chaque forêt étant un cas particulier, le sylviculteur peut décider de la valoriser en fonction de ses propres aspirations et disponibilités. Sur une proposition d'Antoine d'Amécourt, le Président Roland Martin a invité les sylviculteurs motivés par l'aspect commercialisation de leurs produits à constituer un groupe de réflexion

sur le modèle des groupes de travail nationaux. Ces sylviculteurs-entrepreneurs volontaires pourraient se réunir 2 à 3 fois par an pour échanger leur expérience, progresser dans leur savoir-faire et proposer de nouvelles solutions.

Quel avenir pour les débouchés ?

La deuxième journée s'est déroulée en salle à travers une série d'exposés et de débats sur les évolutions du marché (bois d'œuvre, bois-énergie, bois particule...).

On a pu remarquer lors de cette deuxième journée l'importance et l'efficacité que procurait en Pays de la Loire une filière bois forte et dynamique (Atlanbois) qui regroupe réellement tous les acteurs (sylviculteurs et industries de première et deuxième transformation).

Valoriser les produits localement

Deux représentants d'utilisateurs de bois étaient présents pour discuter des

perspectives de valorisation des bois. Il en est ressorti que producteurs comme utilisateurs sont soumis à la loi du marché et à la mondialisation. Face aux nations « en ordre de bataille » comme la Suède, la Finlande ou l'Allemagne, les Français peinent à s'organiser. En attendant, la Russie augmente progressivement ses taxes sur ses bois à l'export pour aider et développer ses filières nationales de transformation. La Chine, principal utilisateur de bois russes et premier transformateur mondial, se tourne alors vers les Européens – quitte à « surpayer » les bois au détriment des acheteurs locaux, incapables de suivre. Il faut donc rester prudent et si possible, privilégier les acheteurs locaux de manière à ne pas asphyxier nos industries françaises de transformation et pour ne pas priver les forestiers français du seul marché sur lequel ils puissent durablement compter. Sachant qu'à terme les Russes – une fois leur filière nationale structurée, et du fait de leurs stocks de bois (plus de 50 fois les stocks français) – réexporteront vers la Chine. Il y a donc un intérêt pour l'ensemble de la filière à ce que les forestiers et les transformateurs investissent ensemble

dans l'outil industriel pour déboucher sur la construction d'une vraie filière, maximisant sa production de valeur ajoutée. Chacun s'entendant sur l'importance de ne pas opposer l'offre et la demande mais d'agir en fonction des intérêts communs.

Promouvoir les circuits courts et la certification

Il est choquant de constater que l'essor national du bois dans la construction profite surtout aux bois scandinaves. Les transformateurs se tournent vers les bois d'importation dont ils apprécient la qualité, le séchage régulier, le triage et le suivi. Le prix détermine aussi leur achat. Les participants en concluent que l'avenir des bois français passe par les chartes « qualité » et les certifications, susceptibles de fournir aux transformateurs les matériaux qu'ils attendent. Deux éléments renforcent ces conclusions : la prise de conscience croissante sur l'importation de bois provenant d'exploitations illégales qui à terme débouchera sur la valorisation des bois certifiés ; et à plus long terme, le « coût carbone » du transport pèsera dans la balance au profit des utilisations « locales ». Il est finalement ressorti que la commercialisation des produits forestiers est aussi importante que la sylviculture car une bonne commercialisation donnera au sylviculteur les moyens de sa gestion future. Si les bois ne sont pas vendus correctement, le sylviculteur, d'une part, ne récupérera pas le bénéfice légitime de son travail et d'autre part sera amputé de sa capacité de réinvestissement dans l'outil de production. Il est important que les forestiers apprennent à mieux valoriser leurs produits : une amélioration dans ce domaine permettra un retour sur investissement rapide et efficace. Avant de clôturer ces deux journées, Roland Martin remercie les organisateurs pour le bon déroulement, les participants pour leur réflexion, et

salue les propositions concrètes ressorties de ces deux journées : la mise en place d'un réseau d'échange entre sylviculteurs-entrepreneurs, la contribution attendue des Cetef au futur observatoire économique de la forêt privée (Resofop) ou encore l'accès plus systématique des Cetef à certaines publications économiques telles que Sylveco⁽²⁾. ■

LES 2 ET 3 OCTOBRE 2008 RENDEZ-VOUS EN RÉGION PACA POUR LES PROCHAINES RENCONTRES INTERCETEF

Contact : Alain Colinot, animateur du réseau des Cetef et organismes de développement. Cité de l'Agriculture, 13 avenue des Droits de l'Homme, 45921 Orléans Cedex 9, tél. : 02 38 71 95 50, courriel : alain.colinot@cnppf.fr

(1) NDLR: on parle le plus souvent d'abattu façonné débardé (AFD) mais il s'agit dans le cas de Pescheseul d'abattu débardé (AD).

(2) Parution bisannuelle rédigée par Eric Toppan, économiste à la Fédération nationale des syndicats de forestiers privés.

Courriel : eric.toppan@foretpriveefrancaise.com

Sylvomarket, des forestiers sur le Net

Lorsque leurs travaux portent sur les aspects économiques de la gestion forestière, les Cetef des Pays de la Loire diffusent leurs conclusions sur un site Internet, www.sylvomarket.com, développé par leur Union régionale. Ils espèrent ainsi favoriser la communication avec les forestiers d'autres régions, les inciter à envoyer des informations qui pourraient être utiles à tous, dialoguer sur le « forum ». Ainsi des membres du Cetef Mayenne ont vendu leurs lots par Internet : débat en cours dans le forum Sylvomarket (article à paraître dans le FE n°181).

Résumé

Le 4 et 5 octobre 2007, les Cetef et organismes de développement (« Réseau du développement ») se sont retrouvés au Mans pour leur cinquième rencontre nationale de terrain. L'objectif de ces rencontres, programmées annuellement, est d'apprendre à mieux se connaître, à partager les expériences et les avancées de chacun. Ces deux journées auront permis de faire prendre conscience que l'activité de sylviculteur est un métier de producteur à part entière.

Mots-clés : Cetef, organismes de développement, commercialisation des bois.

dossier

*Changement
climatique : questions
des sylviculteurs et
réponses des chercheurs*

Dossier coordonné
Philippe Riou-Nivert

12 Le changement climatique à l'IDF : tout un programme

Ph. Riou-Nivert

14 Changements climatiques : les interrogations des sylviculteurs

Ph. Riou-Nivert

16 Fiche 1 : La conduite des peuplements

Ph. Riou-Nivert

22 Fiche 2 : Le matériel végétal

Ph. Riou-Nivert

25 Fiche 3 : Les stations forestières

Ph. Riou-Nivert

28 Le hêtre face aux changements climatiques I

G. Landmann, J.-L. Dupouey, V. Badeau, Y. Lefevre, N. Bréda, L.-M. Nageleisen, I. Chuine, F. Lebourgeois

34 La prise en compte des changements climatiques dans les guides de stations

S. Gaudin

40 Evoltree : un réseau européen pour l'étude de l'adaptation des essences forestières aux changements climatiques

Entretien avec A. Kremer par S. Six

42 Sécheresse et mycorhizes : les derniers résultats de l'INRA

J. Garbaye

45 Motivation et diversité : nos atouts face au changement climatique

T. Formery



Le changement climatique à l'IDF : tout un programme

Philippe Riou-Nivert, IDF

Depuis la parution de la première synthèse sur le réchauffement climatique dans Forêt-entreprise n°162, en avril 2005, le sujet est devenu la principale source de préoccupation des forestiers. L'inquiétude a gagné au fur et à mesure que les dépérissements suivant la canicule de 2003 se faisaient plus flagrants et les publications des chercheurs plus précises.

L'IDF a dû remanier son programme de travail pour faire face à la demande, tout en déployant les principaux axes d'intervention traditionnels de l'Institut.

Information, formation, diffusion

Nous avons tout d'abord constitué sur le sujet un diaporama (montage powerpoint) de plus de 100 diapositives, régulièrement tenu à jour, qui a servi de support à de nombreuses réunions d'information dans les régions : plus de 40 interventions en deux ans et demi (*voir carte*) ; plusieurs ingénieurs de l'IDF ont dû prendre leur bâton de pèlerin ! Des correspondants dans les CRPF sont aujourd'hui opérationnels et prennent le relais en répondant à la demande, qui ne faiblit pas. Le montage est actuellement disponible sur le site intranet de la forêt privée.

Parallèlement, de nombreux articles ont été écrits dans diverses revues, dont un dossier complet pour le bulletin de la Société forestière de Franche-Comté (n°6, juin 2007), un dossier dans Forêts de France (n°509, décembre 2007) et un dossier consacré au cèdre dans Forêt-entreprise n°174 en mai 2007.

Transfert

Les réunions régionales ainsi que de très nombreuses participations à des colloques scientifiques, rencontres avec les chercheurs, discussions avec les organismes de toutes sortes ont permis aux ingénieurs de l'IDF de se faire une idée précise des attentes des sylviculteurs et de mieux connaître les programmes des organismes de recherche. Le programme de l'IDF a alors été rebâti autour de cinq grands axes de travail : **conduite des peuplements, matériel végétal, stations, risques, production et récolte**. Chaque axe a fait l'objet d'une fiche résumant les questions de la base, qui ont été ensuite présentées aux chercheurs pour examen. Ce jeu de questions-réponses, particulièrement enrichissant pour tous, permet de mieux savoir qui fait quoi et quels résultats espérer dans quels délais. Ce dossier présente les trois premières fiches, les deux suivantes seront insérées dans le dossier du Forêt-entreprise n°182.

Coordination

Un des rôles de l'IDF est la coordination des initiatives techniques au niveau des CRPF et des organismes de développement. Nous avons constitué en 2006 un réseau de « correspondants changement climatique » (un par CRPF), qui s'est réuni en 2007. Le but est dans un premier temps de faire circuler l'information et d'éviter les gaspillages de temps et de moyens en activant les synergies. De nombreux projets commencent en effet à apparaître dans les régions. Nous avons ébauché un réseau national « cèdre » piloté par P. Gonin (ingénieur IDF à

Toulouse) qui a commencé un regroupement de l'information. Un recensement des références d'essences rares ou atypiques pouvant présenter un intérêt dans le cadre du changement climatique est entamé dans les régions sous l'égide du « Pôle expérimentations de la forêt privée française ».

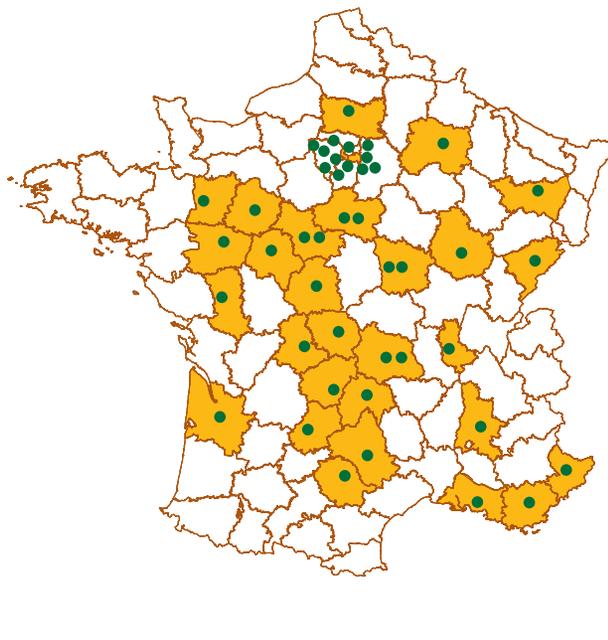
L'IDF a représenté la forêt privée à plusieurs réunions de réflexion ou de travail qui ont eu lieu notamment au ministère de l'Agriculture, à la Société forestière de la Caisse des dépôts et consignations, au CTPS (Comité technique permanent de la sélection des plantes cultivées) ou lors de rencontres avec les chargés de missions des ministères (J.-F. Lerat, B. Roman-Amat). Les contacts sont par ailleurs réguliers avec la direction technique de l'ONF.

Recherche-développement

Cet axe est plus récent et vient en complément des précédents lorsque des sujets d'étude ont été clairement identifiés. Un important projet sur la vulnérabilité au changement climatique, financé par l'ANR (Association nationale de la recherche) et coordonné par l'INRA a débuté en 2007. L'IDF y pilote le volet consacré au douglas, avec l'appui de plusieurs CRPF. Des études ont également été faites dans les régions par des CRPF précurseurs. Nous en présenterons une consacrée aux catalogues de stations dans ce dossier et deux autres dans Forêt-entreprise n°182. Sur le plan international, le Gip Écofor a lancé une action Cost en vue de coordonner les réflexions des pays européens et l'IDF y est associé.

Comme on le voit, les domaines d'action ne manquent pas. Le sujet brûlant du réchauffement climatique remet la sylviculture, fond de commerce de l'IDF, sur le devant de la scène. Comme on le verra dans les cinq fiches présentées dans ce dossier et dans celui du numéro 182 qui suivra, les évolutions très rapides que nous risquons d'enregistrer au niveau du climat vont nous obliger à repenser nos pratiques traditionnelles dans tous les secteurs. Le défi à relever est d'envergure et les lecteurs de Forêt-entreprise seront tenus au courant au fur et à mesure des avancées scientifiques et techniques, de manière à ce qu'ils puissent faire face au mieux et préparer l'adaptation de leur forêt. ■

Carte des interventions IDF pour sensibiliser les forestiers aux changements climatiques entre 2005 et 2007



Retrouvez un nouveau dossier Climat en ligne sur le site www.foretpriveefrancaise.com

Des explications, des liens, nos publications...
www.foretpriveefrancaise.com/climat/



nidal

Spécialiste de la production
 du bois de chauffage depuis 25 ans

Eschlböck Biber POSCH MAXWALD



Demandez nous
 le DVD de
 démonstration

Fendeurs coupe-bois - Fendeurs - Scies - Fagoteuses
 Conditionneur de bois de chauffage - Déchiqueteuses - Treuils et griffes

2 rue Vauban, ZI n°2 - 68170 RIXHEIM - Tél: 0389.318.585 - Fax: 0389.318.580 - www.nidal.fr - info@nidal.fr

Changements climatiques : les interrogations des sylviculteurs

Philippe Riou-Nivert, ingénieur à l'IDF

Depuis plus de dix ans, les chercheurs travaillent sur le changement climatique et **les hypothèses inquiétantes initiales ont progressivement été confirmées**, notamment dans le dernier rapport (2007) du Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). En ce qui concerne **la forêt**, les premières conséquences d'un réchauffement dans le siècle à venir ont été simulées à l'aide de modèles. L'INRA a par exemple proposé une délimitation possible des aires potentielles de différentes essences dans 50 ou 100 ans (projet Carbofor, 2005). Mais les sylviculteurs n'ont vraiment pris conscience du problème que depuis très peu de temps. Les conséquences de la canicule de 2003 ont fait basculer dans le concret et dans l'urgent ce qui semblait jusqu'ici n'être que des prévisions théoriques et lointaines.

Premiers dépérissements

Les dépérissements attribuables directement aux sécheresses prennent une ampleur alarmante: quasi disparition des grandis, puis des épicéas en plaine (et ils sont mal en point en moyenne montagne, notamment dans le Massif central et ses bordures); fortes alertes sur le douglas en Bourgogne, Midi-Pyrénées, Centre et sur le sapin à moyenne altitude en Franche-Comté et dans les Alpes du sud; mortalité importante des pins



Les sylviculteurs s'inquiètent...

sylvestres dans l'arrière-pays méditerranéen; déclin du chêne pédonculé en régions Centre, Poitou-Charentes...; inquiétudes sur le hêtre ou le peuplier sur plateaux... Et ces dépérissements font suite aux dégâts sans équivalents et non encore cicatrisés de la tempête de 1999.

Comment adapter les forêts ?

Les sylviculteurs sont donc inquiets pour l'avenir: Météo France annonce que l'été 2003 sera un été moyen en 2070 et que la fréquence des tempêtes et autres accidents climatiques risque d'augmenter... Que faut-il faire pour s'adapter à la nouvelle donne et limiter les dégâts? Quelles essences privilégier selon les stations? Quelles inflexions opérer sur la sylviculture? Comment gérer au mieux les risques? Bon nombre de solutions, usuelles jusqu'ici, seront inopérantes sur les stations qui auront été diagnostiquées

comme « à risque » (autécologie de l'essence en place non compatible avec les contraintes hydriques attendues): on ne pourra plus sans arrière-pensée miser sur la régénération naturelle (chêne pédonculé, hêtre, sapin...) ou sur la plantation à l'identique (douglas, épicéa...). La question de **la substitution d'essence** va se poser de plus en plus fréquemment. L'enjeu est colossal, ne serait-ce qu'en considérant les énormes surfaces de chênes pédonculés (près de 2 millions d'hectares) qui ne sont déjà plus complètement en station.

Les actions de l'IDF et du Cost

L'IDF a rapidement inscrit le sujet en première ligne de son programme et a constitué un argumentaire permettant d'informer les gestionnaires de la réalité du problème. Nous avons été sollicités pour des interventions plus de 40 fois en deux ans dans presque

toutes les régions, ce qui montre la très forte attente des sylviculteurs de terrain. Au cours de ces réunions ou à travers les discussions avec les « **correspondants changement climatique** » qui ont été désignés dans chaque CRPF, nous avons pu rassembler un certain nombre de questions. Les praticiens nous ont demandé de relayer ces questions en direction principalement des organismes de recherche et de recherche-développement mais aussi des responsables politiques.

Ces questions étant d'importance inégale et posées tous azimuts, nous avons pensé utile de les structurer de manière à mieux organiser la réflexion et le dialogue avec la recherche. Nous les avons regroupées en cinq grands thèmes : **matériel végétal, stations, conduite des peuplements, risques, et production-récolte**, sachant que ce découpage est forcément arbitraire et qu'il existe des zones de chevauchement entre chacun d'eux.

Certaines questions ont déjà des réponses, d'autres sont partie intégrante de programmes scientifiques en cours, d'autres encore n'ont pas été abordées pour des raisons diverses. **Un état des lieux s'imposait donc** pour éviter les pertes de temps, clarifier les domaines d'intervention de chaque organisme, favoriser les coopérations et organiser le transfert de l'information vers le sylviculteur. Le Cost, Comité d'orientation scientifique et technique de l'IDF, pour l'occasion enrichi de quelques invités, s'est réuni le 10 janvier 2007 et a bien voulu accepter de se prêter au jeu des questions-réponses. Nous remercions ici chaleureusement son président J.-M. Guehl et tous ses membres (dont on trouvera la liste en encadré) du temps consacré à cet exercice de transfert à chaud, intense mais particulièrement enrichissant. Nous présentons donc ci-après et sans aucun *a priori* **les trois premières « fiches changement climatique »**

qui permettront à chacun de mieux situer ses interrogations personnelles et d'être informé des travaux engagés ou prévus sur les sujets qui le préoccupent. Les deux dernières fiches seront présentées dans un second dossier. Ce travail ne peut cependant pas prétendre à l'exhaustivité. Nous demandons donc instamment aux organismes ou aux personnes qui n'étaient pas représentés au Cost et qui auraient connaissance d'études non mentionnées mais correspondant aux diverses questions formulées, de nous en faire part de manière à ce que nous puissions compléter notre inventaire.

Le franc et fructueux dialogue ainsi ouvert avec la recherche ne s'arrêtera pas là et des réunions d'information régulières permettront par la suite d'apporter en continu et avec le minimum de délai, dès qu'elles seront opérationnelles, les réponses à nos questions. ■

Membres du Comité scientifique et technique de l'IDF

Collège	Fonction	Nom	Organisme	Adresse	Adresse bis	Code postal	Ville
Président	Chef du Département écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques	Jean-Marc Guehl	Centre INRA de Nancy	-	-	54280	Champenoux
Secrétaire	Directeur Général	Thomas Formery	IDF	23 avenue Bosquet	-	75007	Paris
Scientifique	Écologue	Jean-Luc Dupouey	Centre INRA de Nancy	-	-	54280	Champenoux
Scientifique	Améliorateur	Jean-Charles Bastien	INRA	2163 avenue de la Pomme de Pin	BP 20619 Ardon	45166	Olivet Cedex
Scientifique	Directeur	Jean-Luc Peyron	Gip Ecofor	6 rue du Général Clergerie	-	75116	Paris
Scientifique	Écologue	Marion Gosselin	Cemagref	Domaine des Barres	-	45290	Nogent sur Vernisson
Professionnel	Président Délégué du SUF IDF Sylviculteur	Roland Martin	-	Domaine de Pédarnaud	-	40090	Saint Martin d'Oney
Professionnel	Sylviculteur	Yannick Bournaud	-	1 rue du Fort	-	82000	Montauban
Professionnel	Sylviculteur	Philippe de Boissieu	-	3 cité de Varenne	-	75007	Paris
Professionnel	Sylviculteur	Alain de Montgascon	-	La Templerie	-	72200	La Flèche
Techniciens	Directeur	Luc Bouvarel	CRPF Midi Pyrénées	Maison de la Forêt	7 chemin de la Lacade	31320	Auzeville Tolosane
Représentant des ministères	-	Patricia Bossard	Ministère de l'agriculture et de la pêche	DGFAR	19 avenue du Maine	75732	Paris Cedex 15
Représentant des ministères	Chargé de Mission « Forêt »	Luc Mauchamp	Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables	DNP	20, Avenue de Ségur	75302	Paris 07 SP

Fiche 1

La conduite des peuplements

Philippe Riou-Nivert, IDF

L'évolution rapide du contexte climatique annoncée par les scientifiques, de l'ordre de la durée d'un cycle de production, rend inévitable une réorientation de la sylviculture, guidée par une nécessaire amélioration de l'économie en eau des peuplements. Nous envisagerons successivement trois aspects du problème :

1 Le diagnostic des peuplements, étape préliminaire indispensable à toute décision sylvicole. Ce point sera complété par le diagnostic stationnel abordé dans la **fiche 3**. Il s'agit ici de préciser les critères à observer permettant d'estimer si un peuplement est sans avenir (à exploiter à court terme), à avenir incertain (révolution à raccourcir), ou à avenir potentiel.

2 Les méthodes de sylviculture proprement dites, en n'abordant ici que les questions utiles pour guider une **sylviculture préventive**. La sylviculture curative (sur peuplements déperissants) sera évoquée dans la fiche 4 consacrée à la gestion des risques et la liaison sylviculture-exploitation-qualité du bois sera traitée dans la fiche 5, consacrée à l'aspect production.

3 Le renouvellement des peuplements, par régénération naturelle ou par plantation. En supposant effectué le choix des essences et la vérification de la compatibilité essence-station (traités dans les **fiches 2 et 3**), ne se-



Réflexions dans une plantation mélangée à Montauban.

ront envisagés ici que les **paramètres techniques du reboisement**, en gardant en ligne de mire la recherche d'une meilleure résistance au stress hydrique pendant la phase d'installation. L'évolution du climat sera sans doute ponctuée de **crises brutales** du type de la canicule de 2003 (voire des chablis de 1999). Il faut alors se préparer à enregistrer des dégâts, massifs ou disséminés, sur de grandes surfaces. Dans le contexte budgétaire actuel, il est douteux que les modes de reboi-

sement traditionnels permettent de faire face à un travail de reconstitution de grande ampleur. Il est alors nécessaire dès maintenant de tester des **techniques extensives et peu coûteuses** de renouvellement des peuplements. Parallèlement, un travail de transfert des résultats déjà acquis ou en cours d'acquisition par la recherche, devrait permettre de **réorienter la gestion des peuplements sur pied** pour les rendre moins vulnérables aux aléas prévisibles. ■

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
1 Diagnostic du peuplement Dans le nouveau contexte, la liste des critères descriptifs de l'état du peuplement est à réexaminer ; elle conditionne le choix de l'objectif de gestion	Historique du peuplement L'origine du peuplement, notamment sa place historique dans l'espace rural, explique souvent la présence ou la diversité des essences ou des structures	→ Précision des liens entre états actuel et passé Ce critère nécessite une bonne connaissance du passé du peuplement (archives), pas toujours évidente	Inra → Inra EEF (J.-L. Dupouey) : études réalisées sur l'appréciation de l'influence de l'histoire dans le cadre du diagnostic des peuplements
	Essences Tempérament, longévité	→ Précision de l'autécologie des essences (pour mémoire : voir fiches 2 et 3)	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF
	Âge (peuplement régulier) La comparaison entre l'âge actuel et la durée de révolution sera un élément d'appréciation utile de la chance d'atteindre l'objectif	→ Précision du lien entre vitesse d'évolution du climat et vitesse de croissance des différentes essences Ce critère est particulièrement crucial pour les essences à longue révolution (grands feuillus sociaux, certains résineux de montagne)	Inra → Inra Lerfob (J.-F. Dhôte) : travaux sur climat et vitesse de croissance (Hêtre)
	Structure La description de la structure est toujours délicate, surtout en peuplement irrégulier (futaie, mélange futaie-taillis)	→ Typologies simples → Qualification des types de peuplements vis-à-vis de l'économie en eau (voir plus loin § traitement)	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF → Inra Lerfob (Y. Bastien) : bilan sur les typologies (manuel Engref : fait ; intégration de l'économie en eau : à faire)
	État sanitaire Peut-on faire la distinction entre les signes de problèmes conjoncturels rattrapables et les symptômes de dépérissement graves ? (voir fiche 4)	→ Méthode simple de description des signes de dépérissement (liés au stress hydrique en particulier) par essence : appréciation de l'état des houppiers (mortalité de branches, descentes de cime, microphyllie...) → Renforcement de la formation des agents de terrain au diagnostic	DSF, Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF, IFN → ONF (X. Gauquelin) : exemple de Vierzon. Guide de gestion de forêts en crise (en cours). Y associer la forêt privée
	Densité du peuplement Peut-on relier les critères de densité utilisés en routine et l'évapotranspiration du peuplement ?	→ Méthode simple de diagnostic dendrométrique du peuplement axée sur l'économie en eau. Lien à établir entre surface terrière, facteur d'espacement, H/D... et l'indice de surface foliaire (LAI), pour chaque essence ?	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF → Inra Ephyse (Bordeaux) et EEF Nancy : le lien entre G et LAI est possible mais pas évident ni systématique (variations annuelles, nombreux facteurs intervenant : âge, sous-étage, densité, attaques parasitaires...) → Tous : il faut documenter la question de façon dynamique : utilisation de la Coopérative nationale de données et du réseau Renecofor, établissement de normes G/âge/densité, puis production et consommation en eau (pas de financement, pas de délais)
	Stabilité Ce critère va prendre de plus en plus d'importance dans l'avenir, même si le lien entre tempêtes et changement climatique est encore discuté, ne serait-ce que du fait de l'accélération de la croissance en hauteur	→ Fiche diagnostic de la stabilité d'un peuplement. Cartes départementales de vulnérabilité au vent à automatiser (IFN). On sait déjà que la stabilité est principalement fonction de la hauteur du peuplement, de l'essence, de la sylviculture passée (densités initiales, régime d'éclaircie...) et de la station. Il faut cependant traduire les résultats des recherches effectuées après les tempêtes de 1999 en conseils opérationnels pour le sylviculteur	Inra, ONF, Groupe CRPF-CNPPF, IFN → IFN : étude sur la possibilité de généraliser les cartes de risques ?

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
1 (suite) Diagnostic du peuplement Dans le nouveau contexte, la liste des critères descriptifs de l'état du peuplement est à réexaminer ; elle conditionne le choix de l'objectif de gestion	Diversité La diversité génétique intrapeuplement est un atout pour l'avenir : peut-on l'apprécier visuellement ?	→ Moyens d'apprécier la diversité lors du diagnostic sans faire de détermination de gènes. Critères phénologiques ?	Inra, Groupe phénologie, CNRS → Inra : se rapprocher des études en cours dans le cadre du groupe phénologie piloté par le CNRS Montpellier (I. Chuine)
	Choix des arbres objectif Identification des critères les plus pertinents pour reconnaître un arbre résistant aux possibles aléas futurs (attaques parasitaires, stress hydrique, tempêtes...)	→ Fiche diagnostic des arbres objectif , en s'appuyant sur les derniers résultats des recherches en écophysiologie et en architecture → NB : les critères à observer ne sont pas forcément ceux qui sont retenus actuellement dans une optique économique	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF → ONF, Inra Lerfob (Y. Bastien) : programme en cours sur l'étude des « perches » (chêne et hêtre) et de leur devenir : essais de détournement, qualité, houppier... → Peu d'espoir sur l'identification de critères visuels de résistance au stress hydrique
2 Les méthodes de sylviculture Faut-il les réorienter et dans quel sens ?	Traitement On manque de comparaisons étayées entre les traitements en structures régulière et irrégulière du point de vue de l'économie en eau du peuplement	→ Conseils sur les traitements limitant la sensibilité au changement climatique Peut-on estimer les possibilités de résistance individuelle au stress hydrique des tiges selon l'essence, l'origine (franc-pied, cépée) et l'âge, au sein d'un même peuplement ? Peut-on préciser par essence le niveau de prospection racinaire des arbres de différentes strates et son influence dans la concurrence pour l'eau ?	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF → Inra EEF (A. Granier, G. Aussenac) : études très lourdes (voir § mélanges) ; pas de résultats simples à attendre
	Évolution des densités Quel est le lien entre l'économie en eau des peuplements et la densité des tiges dans l'étage principal ? Peut-on légitimement dire au sylviculteur que la futaie claire (régulière ou irrégulière) est la meilleure solution (et à quelles conditions) pour limiter le stress hydrique ?	→ Précision des itinéraires sylvicoles en futaie régulière (évolution du nombre de tiges ou de la surface terrière en fonction de hauteur ; facteur d'espacement...) ou irrégulière (proportion gros bois, bois moyens, petits bois...), qui optimisent la ressource en eau → Bilan des dépérissements observés dans les dispositifs sylvicoles à densités variables (coopérative de données, réseau AFI...) suite aux canicules de 2003, 2005, 2006 : influence de l'essence, de l'intensité des éclaircies... ? → L'analyse des placettes IFN peut-elle permettre d'évaluer le lien entre dépérissement, station et caractéristiques du peuplement ?	Inra, Coopérative de données, IFN, Groupe CRPF-CNPPF, ONF, Cemagref → Tous : mettre à contribution la Coopérative nationale de données. Certains essais sont lourds (ex. : « double clinal » ONF de Haye) mais il n'y a pas le bilan hydrique. Pratiquer des études dendrochronologiques sur les essais (pas de financement, pas de délais) → Inra EEF (J.-L. Dupouey) : mettre à contribution l'IFN pour l'étude du cerne 2003, relevé sur 15 départements (pas de financement, pas de délais) → Voir les conclusions de l'étude sécheresse 2003 (GIP Ecofor)
	Mélanges Quelle est l'influence du mélange d'essences sur l'économie en eau des peuplements ?	→ Conseils sur la gestion des mélanges L'objectif est d'allier économie en eau, production de bois et résilience du peuplement face à une sécheresse ou une attaque parasitaire (selon le tempérament des essences, l'architecture aérienne et racinaire, la station...)	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF, Cemagref → Inra EEF (J.-L. Dupouey) : dispositifs lourds et instrumentalisés : Hesse2 (Vosges, mélange hêtre, chêne, tilleul, merisier, bouleau...) : suivi du comportement hydrique et carboné (délais > 10 ans) → Cemagref : compréhension du mélange chêne pin en forêt d'Orléans (délais > 3 ans) → Ecofor : le domaine est complexe, veiller à ne pas privilégier un mélange plus qu'un autre → Publications : actes du colloque d'Iéna sur les mélanges (A. Granier), actes des rencontres Régéfor de Nancy (M. Legay)

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
2 (suite) Les méthodes de sylviculture Faut-il les réorienter et dans quel sens ?	Sous-étage ; strate herbacée On connaît mal les rôles du sous-étage et de la strate herbacée dans la consommation d'eau d'un peuplement par rapport au rôle de l'étage principal	→ Bilan des avantages et inconvénients du sous-étage (selon les essences) → Évaluation de l'intérêt de la suppression de la strate herbacée selon l'âge du peuplement	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF → Inra EEF et Lerfob : travaux sur chêne (N. Bréda : forêt de La Harth,), sur pin maritime (D. Loustau, Bordeaux) ; publications de H. Frochet et G. Aussenac, travaux de C. Collet en expérimental. Une synthèse des résultats vis-à-vis de l'économie en eau serait à faire (pas de financement, pas de délais)
	Gestion adaptée des lisières Face à l'accroissement des risques de tous ordres, il faut réfléchir à une gestion spécifique des lisières de peuplements	Préciser le rôle des lisières pour : → Réduire l'exposition des peuplements au vent : lisière filtre, élaguée et à densité faible, ou bien lisière tremplin, étagée et mélangée → Favoriser la biodiversité et donc la résistance aux attaques parasitaires : lisière étagée et mélangée, corridors permettant la circulation des espèces... → Fiches de conseils sur la gestion des lisières	Inra, Groupe CRPF-CNPPF → Inra Dynafor Toulouse (G. Balent) : travaux en cours sur les différents aspects des lisières (délais 3-5 ans ?)
3 Renouvellement des peuplements Faut-il revoir les techniques d'installation ?	Repenser la régénération naturelle ? Dans les stations où l'on aura décidé de maintenir l'essence en place, il convient, au moment de la régénération, de retenir les semenciers potentiellement les plus résistants au stress hydrique (aussi bien pour qu'ils puissent perdurer pendant la régénération que pour qu'ils transmettent leurs caractères de résistance)	→ Critères (morphologiques) permettant d'orienter le choix des meilleurs semenciers → Comment prendre en compte le stress hydrique des semis ? Faut-il préserver les semis au moment de l'ensemencement puis des dépressages (préparation du terrain, dosage du couvert principal, du sous-étage...) ou au contraire faut-il laisser le stress hydrique opérer une sélection sévère pour favoriser une réorientation progressive du patrimoine génétique du peuplement ? → Critères pour guider le choix des semis à conserver ou à dépresser → Fiches de conseils pratiques aux gestionnaires	Inra, Cemagref, ONF, Groupe CRPF-CNPPF → Pas de résultats sur les critères morphologiques de résistance au stress hydrique → Inra EEF et Ephyse (J.-L. Dupouey, A. Ducouso) : se référer peut-être aux critères phénologiques (dates de débourrement : chêne de juin...) → Inra Amélio Orléans (M. Villar) et université d'Orléans : régénération du peuplier noir en Val de Loire et stress hydrique (thèse de Sylvain Chamailard) (délais 3 ans) → CRGF : réflexion en cours sur nombre de semenciers et diversité génétique ; voir aussi travaux de l'Inra Amélio Orléans (C. Bastien) et Biogéco (A. Kremer, A. Ducouso) → ONF : synthèse de A. Valadon sur sylviculture et diversité génétique. Le travail de sélection est à faire en amont sur des critères sylvicoles et la prise en compte du stress hydrique vient en second ordre ; se rapprocher de l'étude sur les perches (avec Inra Lerfob) → Cemagref Aix (C. Ripert, B. Prévosto) : impact de différents types de travaux (broyage, crochitage, feu dirigé) sur la régénération naturelle du pin d'Alep (en cours)

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
3 (suite) Renouvellement des peuplements Faut-il revoir les techniques d'installation ?	Mettre au point des techniques d'enrichissement Dans le cas où la régénération naturelle n'est pas garantie et s'il y a un doute sur l'adaptation à terme de l'essence en place, il peut être prudent d'enrichir la régénération en introduisant des essences relais capables de supporter les conditions actuelles comme les conditions futures	→ Quelles essences utiliser qui devront être susceptibles, outre d'assurer une sécurité au niveau production, de se régénérer naturellement et de permettre une transformation en douceur d'un peuplement condamné ? → Préciser les techniques d'enrichissement Les échecs enregistrés il y a une quarantaine d'années montrent la difficulté des introductions sous couvert et la multiplicité des problèmes techniques à résoudre : en placeaux, le long de layons ou d'allées, dosage du couvert, repérage des plants pour les dégagements, types de plants ou de graines à utiliser, problème du gibier... Une réflexion est nécessaire sur ce point, intégrant des techniques nouvelles (grands plants performants, culti sous-solage, protections, paillages...) → Fiches de conseils pratiques aux gestionnaires.	Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF, Coopératives → Connaissance de l'autécologie des essences : voir fiche 2 → Inra EEF : voir anciens travaux de G. Aussenac sur les trouées; pas de travaux récents en cours → Cemagref Aix (C. Ripert, B. Prévosto) : introduction de semis de chênes méditerranéens sous pin d'Alep dans un but de diversification et d'amélioration de la résilience (en cours) → Gip Écofor : cette question est plus d'ordre économique que technique
	Plantations en plein : préparation du terrain Quelles sont, selon les types de sol, les bonnes techniques pour réduire le stress hydrique à la plantation ?	Avantages et inconvénients au plan hydrique des techniques utilisables selon que les horizons de surface sont ou non perturbés : → Labour et sous-solage → Potets localisés → Paillages (plastique, biodégradable, végétal...) → Fiches de conseils pratiques aux reboiseurs	Cemagref, FCBA, Groupe CRPF-CNPPF, Coopératives → ONF, Cemagref Aix, Inra Avignon, CRPF Paca et Languedoc-Roussillon : bilan des essais en zone méditerranéenne en milieu difficile y compris à l'étranger (pas de financement, pas de délais)
	Plantations en plein : types de plants et plantation Quels sont les avantages respectifs des différents types de plants du point de vue de la résistance au stress hydrique ?	→ Comparaison des plants en conteneurs , privilégiés en zone méditerranéenne (selon contenance, substrat...) et à racines nues (selon âge, mode de culture...) → Comment mieux apprécier l'état du système racinaire des plants à la réception ? → Quels sont les meilleurs modes de plantation associés aux différents types de plants et au mode de préparation du sol ? → Transport de plants à racines nues avec des sacs de protection : où en est-on ? → Mycorhization en pépinière : peut-on évaluer le gain en termes de résistance à la sécheresse et quels champignons utiliser ? → Fiches de conseils pratiques aux reboiseurs	CTPS, Cemagref, Inra, FCBA, Groupe CRPF-CNPPF, Pépinières Administratives et privées, Coopératives → CNPPF (thèse S. Girard) : travaux avec les pépiniéristes → Cemagref Aix, Inra Avignon, FCBA : bilan sur conteneurs et stress hydrique (pas de financement, pas de délais) → Inra Nancy : mycorhization contrôlée et stress hydrique : voir travaux de J. Garbaye

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
3 (suite) Renouvellement des peuplements Faut-il revoir les techniques d'installation ?	Densités et schémas de plantation Quels sont les meilleurs moyens de protéger les plants installés du stress hydrique et des coups de soleil ?	→ Schémas actuels (plantation en plein à espacements réguliers après coupe rase) : faut-il les conserver et quelles densités conseiller alors ? → Recherche de nouveaux modes de plantation , par exemple le long d'allées ouvertes dans un recrû naturel, ou par placeaux disséminés ? → Boisement de terres agricoles : que faire pour protéger les plants de la dessiccation ? → Fiches : itinéraires techniques de reboisement diversifié	Inra, Cemagref, Groupe CRPF-CNPPF, Coopératives → Pas de travaux en cours ni prévus → Bilan des essais en zone méditerranéenne y compris à l'étranger : à faire (Cemagref Aix ?)
	Entretiens de plantation Une fois les plants installés, comment réguler au mieux la concurrence pour l'eau avec la végétation adventice ?	→ Le recrû naturel : comment l'utiliser et le doser (sélection des essences ligneuses ou semi-ligneuses les moins consommatrices d'eau, types de dégagements les plus appropriés...)? → Enherbement artificiel (lupins...) : refaire le point sur la technique et ses avantages pour l'économie en eau des plants, ainsi que sur la possibilité d'installation d'un gainage ligneux artificiel (saules, aulnes...) → Entretiens chimiques : quelle place leur réserver à l'avenir ? → Fiches pratiques sur les techniques d'entretien et sur la gestion du gainage	Inra, Cemagref, FCBA, Groupe CRPF-CNPPF, Coopératives → Inra Lerfob : bilan des travaux de H. Frochot, voir travaux actuels de C. Collet → Cemagref : manuel récent de A. Gama sur les herbicides → ONF et Inra Lerfob (C. Collet) action de veille sur les herbicides et recherche d'itinéraires sans entretiens chimiques → Cemagref Aix (C. Ripert, B. Prévosto) : mise en place d'une végétation d'accompagnement ligneuse pour les plantations de chênes méditerranéens (exp. prévue en 2008)
	Problème du gibier Dans la mise au point d'itinéraires techniques de plantation ou d'entretien, éventuellement originaux, propres à réduire le stress hydrique, il faudra prendre garde à l'hypothèque récurrente des dégâts d'ongulés	Fiches pratiques sur les protections contre le gibier → Des parades efficaces et peu coûteuses en cas de plantations à faibles densités ou d'enrichissements, notamment avec des exotiques, devront être trouvées sous peine d'échecs assurés (protections, gestion du gainage feuillu...)	Cemagref, ONF, Groupe CRPF-CNPPF, Coopératives → Voir programme européen interreg franco-espagnol sur le gibier

Fiche 2

Le matériel végétal

Philippe Riou-Nivert, IDF

En parallèle avec les questions sur la gestion des peuplements en place (fiche 1), les demandes pour un matériel végétal adapté à de nouvelles conditions climatiques se multiplient, notamment après la coupe des peuplements dépérissants (séquelles de la canicule de 2003). Le problème du reboisement va rapidement devenir une préoccupation majeure des gestionnaires, avec en arrière-pensée l'idée que **tous les arbres plantés aujourd'hui subiront le réchauffement** à plus ou moins longue échéance.

Dans l'urgence, certaines solutions sont préconisées sans qu'on puisse toujours en justifier totalement le bien-fondé : remplacement du chêne pédonculé par le chêne sessile ou par des pins, du hêtre par le chêne, de l'épicéa par le douglas, du douglas par le cèdre... Mais dans certains cas, il sera difficile de faire appel aux essences locales.

Des solutions pour fournir un matériel végétal mieux adapté aux stress hydrique et thermique doivent être trouvées dans un contexte d'urgence car de nombreuses **erreurs d'introduction** risquent d'être commises : **des résultats, même sommaires, sont attendus à très court terme**. De grands espoirs sont mis par les sylviculteurs dans l'amélioration génétique.



Pollinisation contrôlée sur douglas (INRA Orléans).

Cette fiche a été découpée en six volets :

- 1 **Les essences.**
- 2 **L'amélioration génétique.**
- 3 **La conservation des ressources génétiques.**
- 4 **Les dispositifs de comparaison d'essences et provenances.**
- 5 **La réglementation sur le matériel végétal.**
- 6 **La fourniture de graines et de plants.**

Dans l'hypothèse pessimiste d'une augmentation des dépérissements et de la nécessité de reboisements de grande ampleur dans un contexte budgétaire difficile, il serait souhaitable qu'on réfléchisse dès aujourd'hui à un **plan d'action coordonné** sur le matériel végétal impliquant les chercheurs, les pépinières administratives, les pépiniéristes privés, les organismes de développement et les reboiseurs. ■

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
1 Les essences	<p>Bilan général sur l'autécologie des essences</p> <p>Il s'agit d'éviter dans l'immédiat les principales erreurs d'introduction (informations hétérogènes et dispersées dans la littérature)</p>	<p>→ Synthèse bibliographique actualisée</p> <p>→ Fiches standard, accessibles au sylviculteur, à remplir et à diffuser au fur et à mesure</p>	<p>Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF, Muséum</p> <p>→ Inra EEF (A. Granier) : collecte et analyse des paramètres éco-physiologiques sur trente essences (dans projet Dryade, délais 3 ans)</p> <p>→ Inra Lerfob (F. Lebourgeois, J.-C. Gégout, M. Legay) : bilan autécologique : commande de l'ONF, à coordonner avec demande CNPPF (F. Charnet) (délais 3 ans) : fiches essences à établir</p> <p>→ Cemagref Aix (M. Vennetier, C. Ripert) : actualiser le « guide technique du forestier méditerranéen français » (pas de délais)</p> <p>→ Gip Ecofor : projet de banque de données « traits de vie » des espèces, avec Muséum (S. Gachet) ; début de financement, à conforter (délais > 5 ans)</p>
	<p>Identification des essences ou provenances adaptées au stress hydrique</p> <p>Les données dans ce domaine sont peu précises et souvent peu fiables aussi bien pour les essences autochtones qu'exotiques</p>	<p>→ Bilan des arboretums publics et privés, des tests de la recherche (notamment après la canicule de 2003)</p> <p>→ Bilans régionaux des plantations d'exotiques ; les essences à affinités méditerranéennes présentant un intérêt particulier (cèdres, pins, sapins...)</p>	<p>Inra, Cemagref Aix, ONF, groupe arboretums publics, Euforgen, Groupe CRPF-CNPPF</p> <p>→ ONF : état des lieux sur 150 arboretums (T. Lamant) : fait</p> <p>→ Réseau d'arboretums publics (S. Brachet, les Barres, site Web disponible), coordination à effectuer avec les arboretums privés (CNPPF : S. Girard, E. Paillassa ; délais : 3 ans)</p> <p>→ Inra Amélio (Orléans) : arboretums d'élimination sur un facteur particulier et tests de provenance (bilan fait à 20 ans : mémoires de stagiaires, articles dans la RFF) : à actualiser</p> <p>→ Cemagref, ONF, CNPPF : extension des réseaux de tests d'évaluation de variétés forestières améliorées à de nouvelles variétés et de nouveaux milieux (limites d'aires) (début de projet en 2008)</p> <p>→ Inra EEF Nancy (J.-L. Dupouey) : proposition d'un poste d'interface Inra sur le bilan inter organismes des arboretums d'élimination et des essais (à financer, pas de délais)</p>
	<p>Réorganisation des programmes d'amélioration ?</p> <p>Le besoin de diversification des essences et provenances à introduire est exprimé par les sylviculteurs</p>	<p>→ Relance de certains programmes (pins laricio, cèdres, sapins méditerranéens) ou parties de programmes (douglas californien) ?</p> <p>→ Nouveaux programmes : essences à définir : pins méditerranéens ou américains, chênes pubescent ou vert, robinier, tilleul, châtaignier, platane, cormier... ?</p>	<p>CTPS, GIS VFA, Inra, FCBA</p> <p>→ Inra Amélio : pas de nouveaux programmes envisagés (le comité d'évaluation estime que trop d'essences sont déjà étudiées). De nombreuses espèces seraient candidates (cèdres...) mais pas de financement</p> <p>→ Inra Amélio : nécessité préalable avant conseils aux reboiseurs d'un bilan des vergers à graines européens (toutes essences) (non financé, pas de délais)</p>
<p>Nouvelles variétés forestières améliorées</p> <p>Faut-il réorienter les principes de base de l'amélioration (critères de sélection) et peut-on en raccourcir les délais ?</p>	<p>→ Introduire le critère de résistance au stress hydrique dans le processus de sélection ? Tests en conditions de stress contrôlées</p> <p>→ Des méthodes accélérées de production des VFA sont-elles possibles ?</p>	<p>CTPS, GIS VFA, Inra, Cemagref, FCBA ?</p> <p>Etudes sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau (niveau individu et population) :</p> <p>→ Inra EEF Nancy et Amélio Orléans : en cours pour le douglas (thèse A.-S. Sergent, dans Dryade ; délais 3 ans), peuplier (avec Université d'Orléans, délais 5 ans)</p> <p>→ Inra EEF Bordeaux : chênes (A. Ducouso, non financé) ; pin maritime (C. Plomion, mastère en cours)</p>	
<p>Recherche fondamentale</p> <p>→ Comprendre l'écophysiologie des différentes essences</p> <p>→ Évaluer les possibilités d'adaptation <i>in situ</i></p> <p>→ Trouver de nouveaux critères de sélection (peuplements porte graines)</p>	<p>→ Caractérisation de la plasticité et du potentiel adaptatif de différentes essences, provenances ou populations</p> <p>→ Génomique (identification et localisation de gènes de résistance)</p> <p>Étude de la variabilité intraspécifique et influence sur la vitesse d'adaptation des espèces...</p> <p>→ Étude et modélisation des mécanismes d'adaptation au stress hydrique</p>	<p>Inra, FCBA ?</p> <p>→ Inra Amélio Orléans : programme européen Noveltree (C. Bastien) : introduction des marqueurs génétiques (gènes de résistance à la sécheresse...) dans les stratégies d'amélioration : chênes, peuplier, douglas (délais 4 ans)</p> <p>→ INRA Biogeco Bordeaux (A. Kremer) : réseau d'excellence Evoltree : étude des capacités d'adaptation des arbres en fonction de la diversité génétique fonctionnelle existant au sein des peuplements actuels pour les gènes impliqués dans l'adaptation au milieu : résistance à la sécheresse, longueur de la saison de végétation</p>	

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
3 La conservation des ressources génétiques	Disparition possible de certains écotypes Les craintes de pertes de patrimoines génétiques sont fortes notamment dans le sud de la France (pin sylvestre, hêtre, sapin de l'Aude...)	→ Repérage de provenances, d'écotypes et populations en limite d'aire ou d'individus résistants à la sécheresse dans des peuplements dépérissants → Clonage et mise en collection <i>ex situ</i> dans un but de conservation mais aussi de production future de graines. → Rôle des pépinières administratives à renforcer ?	CRGF, Inra, Cemagref, Pépinières administratives, ONF, Groupe CRPF-CNPPF → CRGF: repérages et études génétiques préparatoires à la conservation <i>ex situ</i> de populations marginales ou menacées (travail engagé, financements complémentaires à trouver, pas de délais) → Inra Amélio: le coût de la conservation de matériel <i>ex situ</i> est important. Commencer par conserver à -20°C les graines d'espèces autochtones (pas de financement, pas de délais)
4 Les dispositifs de comparaison d'essences et de provenances	Coordination de la demande des organismes de terrain Les CRPF et Cetef souhaitent installer des essais et démonstrations simples et standards	→ Listes d'essences/provenances à proposer et à tester par région → Production des plants (pépinières administratives ?) → Protocoles expérimentaux	CTPS, Inra, FCBA, Cemagref, ONF, Groupe CRPF-CNPPF → CNPPF: demande immédiate des CRPF (financements régionaux), de la Société forestière de la CDC: listes d'essences régionalisées, protocoles communs, voire kits d'essences (S. Girard, E. Paillasa, délais 2 ans) → ONF: coordination indispensable privé/public: bien poser les bonnes questions. Que veut-on ? → Tous: s'appuyer sur le bilan de l'existant (points 1 et 2). Constituer un réseau cohérent espèces/provenances/descendances. S'appuyer sur le réseau des arboretums (pas de financement, pas de délais). → Inra EEF: constituer un « thermophilletum », collection d'essences résistantes à la sécheresse, dans le sud ? (pas de financement, pas de délais) → Cemagref: montage et coordination de projets multipartenariaux cohérents pour l'évaluation de provenances et variétés améliorées (travail engagé, financements complémentaires à trouver, pas de délais)
5 La réglementation sur le matériel végétal	Interrogation sur la pertinence des principes de la réglementation Faut-il réexaminer la réglementation dans le nouveau contexte de changement climatique ?	→ Adaptation éventuelle des conseils au reboiseur: réflexion sur les notions de région de provenance, principe de priorité aux provenances autochtones, conséquences positives ou négatives des hybridations entre provenances (sapins...)	CTPS, Inra, Cemagref, DGFAR → Réflexion en cours au CTPS, à la CRGF et au Cemagref
6 La fourniture de graines et plants	Récolte de semences Demande de diversification des sources de graines (essences et provenances)	→ Prévision de la demande future: classement de nouveaux peuplements; organisation de la récolte sur peuplements classés ou vergers → Transformation de tests de provenances/descendances en vergers à graines ?	CTPS, Cemagref, DGFAR, Inra, GIE semences, FCBA ? → Pas de projets en cours ni prévus → Réflexion en cours au CTPS → Inra Bordeaux (A. Ducouso): transformation de tests de provenances/descendances de chêne rouge en vergers à graines (en cours)
	Production de plants Réorientation de la production en pépinière vers de nouvelles essences/provenances ?	→ Méthodes de production accélérée de plants pour des essences encore peu connues → Production de plants mieux adaptés au stress hydrique: conteneurs, mycorhization, emballage...	Inra, FCBA, Pépinières administratives, Pépinières privées → Pas de projets en cours ni prévus → Inra Nancy (J. Garbaye): études mycorhization
	Diversité génétique au sein des lots de graines et plants Il faut augmenter la diversité génétique du matériel végétal commercialisé pour augmenter la capacité d'adaptation des plantations	→ Commercialisation de lots à large base génétique; → Éviter l'érosion génétique aux différents stades de récolte et de traitement des lots en sécherie et en pépinière	CRGF, DGFAR, CTPS, Cemagref, ONF, Marchands grainiers, Pépiniéristes → Réflexion sur l'échantillonnage de la diversité au sein des peuplements et des Régions de provenance (des mesures sont déjà prises dans les vergers de l'Etat pour assurer une diversité génétique suffisante des récoltes)

Fiche 3

Les stations forestières

Philippe Riou-Nivert, IDF

Après avoir examiné l'incidence du changement climatique sur la conduite des peuplements (**fiche 1**) et sur le choix du matériel végétal (**fiche 2**), il faut prendre en compte **l'évolution de la station elle-même**, support de ce matériel, qui ne peut plus être considérée comme une entité figée. Les deux aspects sont intimement liés par le biais de l'autécologie des essences.

Le nouveau contexte nous impose de revoir l'approche des stations et notamment d'approfondir quatre points importants :

1 Le diagnostic de l'économie en eau des sols et l'appréciation du **bilan hydrique**, base de la résistance à la sécheresse.

2 L'identification et la cartographie des « stations à risques » où seraient compromises dans l'avenir la survie et/ou la production de certaines essences, voire de la forêt.

3 Le diagnostic prospectif des stations, à partir des **catalogues de stations**, outils à harmoniser et à valoriser à l'échelle interrégionale mais, ce qui est nouveau, dans un contexte dynamique.

4 L'autécologie des essences enfin, notamment méditerranéennes (approche complémentaire à celle de la



Pour une croissance harmonieuse, une étude en Sol majeur est indispensable.

fiche 2, mais sous l'angle de la station).

La meilleure connaissance des conditions stationnelles et des variables incontournables qui régissent la présence des espèces doit ainsi contribuer à répondre aux deux questions fondamentales du sylviculteur :

→ sur une station donnée, les essences en place vont-elles résister encore 50 ou 100 ans alors que le climat sera,

a priori, radicalement différent à ces échéances ? Quelles essences favoriser, quelles substitutions éventuellement prévoir ?

→ en cas de terrain à planter, quelle essence choisir, qui pourra passer son jeune âge dans les conditions climatiques actuelles et vivre et produire du bois dans 50 à 100 ans, dans un contexte climatique différent ? ■

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
<p>1 Diagnostic de l'économie en eau des sols</p>	<p>Analyse de la contrainte hydrique Combiné avec un allongement de la période de végétation (demande en eau plus forte) le stress hydrique estival semble être la principale caractéristique du climat futur. Une augmentation de la pluviosité hivernale est aussi annoncée. La contrainte hydrique risque donc d'être prépondérante pour la croissance et la survie des arbres dans les années à venir</p>	<p>→ Meilleure compréhension du bilan hydrique et de son évolution au long de l'année en fonction de la pluviosité mais aussi de la capacité du sol à stocker l'eau (texture, profondeur explorable, fissuration des horizons profonds...) → Identification et hiérarchisation des caractères de la station (lithologiques, géomorphologiques, pédologiques) qui accroissent sa résistance ou sa sensibilité à l'égard d'une détérioration du bilan hydrique → Le réservoir « efficace » en eau du sol, utilisable par les systèmes racinaires, doit pouvoir être appréhendé par une méthode fiable et rapide intégrable dans les analyses stationnelles de routine</p>	<p>Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF → Inra EEF, Lerfob : travaux permanents pour relier le bilan hydrique avec divers facteurs (proportion de carbone 13 dans les tissus, croissance, largeur du cerne 2003, caractéristiques du sol...) dans projet Dryade et autres programmes (délais 4 ans) → Inra, Engref, CNPPF, ONF : mettre en place une formation pour les techniciens à la détermination du bilan hydrique (délais 2 ans). NB : la formation au niveau des écoles semble de plus en plus faible... → Cemagref Aix (M. Vennetier, C. Ripert) : outil de diagnostic des contraintes hydriques stationnelles en milieu méditerranéen. Voir : « Évaluation des potentialités forestière » du Guide technique du forestier méditerranéen français (2002) et thèse M. Vennetier (2007)</p>
<p>2 Identification et cartographie des stations « à risques »</p>	<p>La connaissance de la répartition des zones sensibles à la sécheresse Il s'agit d'un préalable indispensable à l'application d'une gestion différenciée (choix d'essences, sylviculture...)</p>	<p>→ Etudes de terrain : couplage entre dépérissements passés (canicule 2003), types de stations et caractéristiques climatiques des années antérieures. Protocole d'étude à définir → Valorisation des bases de données pédologiques géoréférencées : bases de l'Inra, des Chambres d'Agriculture... (en tirer des cartes des classes de drainage, de réserve utile, etc.) ; photos aériennes et/ou satellites ; observations du DSF ; bases de données IFN (base écologie couplée avec la base mortalités/dépérissements) ; catalogues et guides des stations...</p>	<p>Inra, Groupe CRPF-CNPPF, ONF, Météo France → Inra EEF (N. Bréda), Lerfob : nombreuses cartes de vulnérabilité prévues dans le projet Dryade (douglas, chênes, hêtre, sapin), basées sur des facteurs biotiques (végétation) ou abiotiques (pH, topographie, réserve utile...) (délais 4 ans) → Inra Lerfob : cartes spatialisées à l'aide de banques de données (IFN, Météo France...) ex. : réserves en eau → CRPF Midi-Pyrénées : réalisation du logiciel Adichats, outil informatique permettant de calculer la réserve utile en eau (gratuit, disponible, accord de J.-L. Dupouey) → Inra EEF : possibilité de regroupement sur internet des banques de données géoréférencées de toutes origines permettant de calculer des indices et accessibles à tous, avec des outils simples de calcul validés par la recherche (pas de financement, pas de délais) → ONF : projet en cours avec Lerfob de cartes de pH à partir de la flore, utilisables en aménagement au niveau massif (délais 2 ans ?) → Inra Nancy (C. Nys) : logiciel Régésol permettant de calculer la richesse chimique d'un sol (disponible)</p>

QUESTIONS			RÉPONSES
Thème	Pistes de travail et Motivation	Besoins	Travaux en cours ou prévus (Organismes impliqués, labos, pilotes, sujets, délais)
3 Diagnostic prospectif des stations	Les catalogues et guides de stations Ils constituent une base locale d'informations à valoriser dans un cadre évolutif	→ Peut-on prévoir l'évolution des types de stations décrits dans une région donnée ? Quelle est leur sensibilité face au changement climatique ? Peut-on prédire des « trajectoires stationnelles » ? → Quelles modifications apporter aux catalogues et guides existants (structuration, descriptions) ainsi qu'à leurs clés afin qu'ils restent opérationnels ? Faut-il isoler les caractères les plus stables (lithologie, topographie, pédologie) des facteurs évolutifs ?	Groupe Ecofor/IFN, Groupe CRPF-CNPPF → CRPF Champagne-Ardenne (S. Gaudin) : guide pour l'identification des stations et le choix des essences en Argonne, avec prise en compte du changement climatique (2007, disponible) → Débat dans le CR de la réunion de Rouen du groupe « typologie des stations »
	L'harmonisation des catalogues Elle est indispensable pour les rendre opérationnels	→ Élaborer une structuration des types de stations au niveau interrégional afin de comparer la croissance sur des stations décrites dans des catalogues différents, et ainsi d'analyser une plus large gamme de peuplements (prolongement des travaux sur les sylvoécotémoins de l'IFN, intégration des connaissances en matière d'habitats)	Groupe Ecofor/IFN, Groupe CRPF-CNPPF → Ecofor : conclusions du programme de recherche « typologie des stations » (délais ?) → Harmoniser les notions de stations et d'habitats (pas de délais)
4 Autécologie (voir fiche 2)	Classification des espèces selon leur potentiel d'avenir Point essentiel pour orienter les choix du sylviculteur	→ Meilleure connaissance des réactions des différentes essences aux facteurs limitants stationnels : stress hydrique, événements extrêmes (gel, canicule, attaques biotiques...) en s'appuyant sur les dépérissements actuels mais en isolant les facteurs parasites (sylviculture...) → Influence de l'historique : antécédent cultural et historique individuel sur la résistance (les arbres habitués aux conditions stationnelles mauvaises sont souvent les plus résistants au stress) → Bilan sur l'autécologie des essences méditerranéennes	Inra, Cemagref Aix, Groupe CRPF-CNPPF → pour mémoire : voir fiche 2
	Identification des aires potentielles d'espèces Outil prévisionnel indispensable à établir à différentes échéances	Généralisation des travaux de l'Inra sur l'évolution des aires bioclimatiques potentielles (projet Carbofor) : → Nouvelles essences (dont exotiques) → Intégration de variables édaphiques : les sols des domaines atlantique et continental sont très différents des sols méditerranéens, ce qui complique les prévisions de déplacements d'aires du sud vers le nord ; attention aux phénomènes parasites d'anthropisation	Inra, IFN, Météo-France → Inra EEF (J.-L. Dupouey) et Lerfob (thèse en cours) : cartographie des aires bioclimatiques de 30 essences (10 réalisées) : modèles de niches, présence-absence et productivité, intégration de variables édaphiques (problèmes d'échelle), utilisation des scénarios A2 et B2 du Giec (délais 3-4 ans) → Inra EEF et Amélio Orléans (thèse A.-S. Sergent, projet Dryade) : cartographie pour le douglas avec utilisation de données américaines (délais 3-4 ans) → Inra : projet ANR QDiv, CEA Saclay, Cemagref Grenoble : comparaison de modèles bioclimatiques (de niches, mécanistes) pour des cortèges d'espèces (délais 3-4 ans) → Météo France : confection de nouveaux modèles : pluviosité... (en cours)

Le hêtre face aux changements climatiques

I. Le hêtre en France en 2100 : la portion congrue ?

G. Landmann, J.-L. Dupouey, V. Badeau, Y. Lefevre, N. Bréda, L.-M. Nageleisen, I. Chuine, F. Lebourgeois⁽¹⁾

Plusieurs modèles annoncent que la place du hêtre en France pourrait se réduire singulièrement d'ici à 2100 sous l'effet des changements climatiques (voir par exemple FE n°162). La première partie de cet article (paru intégralement dans « Rendez-vous techniques » de l'ONF) fait le point sur les fondements, la crédibilité et les limites d'un tel scénario. Une seconde partie, à paraître dans le Forêt-entreprise n°182, passera en revue les divers « points faibles » constatés chez cette essence plus ou moins récemment et notamment après l'été 2003 et posera les bases d'une stratégie d'adaptation sur lesquelles les gestionnaires forestiers pourront se baser.

Dans cet article, nous souhaitons fournir au gestionnaire forestier des éléments lui permettant de mieux comprendre les bases scientifiques mais aussi les limites de certaines projections alarmistes faites par la communauté scientifique pour cette fin de siècle.

Des modèles qui perturbent la sérénité des forestiers

Été 2004 : la publication par les médias de cartes montrant, avec une grande précision apparente, l'évolution possible de la forêt française d'ici à la fin du XXI^e siècle suscite l'émotion dans les milieux forestiers français : on y voit notamment – selon un scénario d'évolution du climat qualifié de « relativement optimiste » par les auteurs – le couvert forestier français se modifier considérablement d'ici à la fin du XXI^e siècle. L'aire du hêtre régresserait fortement, se cantonnant

au Nord-Est et aux régions de montagne. Au-delà du choc visuel provoqué par ces cartes, issues du projet français Carbofor, on assiste à la prise de conscience, dans les milieux forestiers, de l'importance des enjeux du changement climatique. Mais, comme lors de la psychose qui a saisi les médias au sujet des « pluies acides » dans les années 80, n'y a-t-il pas une part d'inquiétudes infondées ?

Le déplacement des aires de végétation sous l'influence du changement climatique en cours n'est pas une problématique nouvelle dans le milieu scientifique. Dans un fascicule dédié en 1992 aux recherches sur les écosystèmes forestiers, Dupouey (1992) indiquait que « l'amplitude des déplacements (des aires) va de quelques centaines à plusieurs milliers de kilomètres selon les espèces et les modèles. Ces déplacements entraîneront des dépérissements massifs sur les limites sud des aires de répartition, ou à la base de certains étages de végétation. Il est à remarquer que la France

est presque absente des recherches menées dans ces domaines ».

Les travaux scientifiques français n'ont réellement émergé qu'à la fin des années 1990, avec plus particulièrement les travaux de l'INRA à Nancy (J.-L. Dupouey, V. Badeau) dans le cadre du projet Carbofor (Badeau *et al.*, 2004, 2005), ceux du CNRS, au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, à Montpellier (I. Chuine) et au Laboratoire d'écologie alpine (Leca, Université de Grenoble).

Les bases des cartes d'évolution de l'aire potentielle du hêtre (projet Carbofor)

Le travail de l'INRA (Badeau *et al.*, 2005) a été réalisé en deux étapes :
→ dans un premier temps, on a recherché le modèle statistique expliquant au mieux la présence et l'absence, en France, de l'espèce à

L'aire de répartition des espèces : modèles statistiques ou basés sur les processus ?

L'aire de répartition actuelle des arbres et la composition des peuplements forestiers sont la résultante de trois facteurs principaux :

- les exigences écologiques des essences d'une part (réponse au climat, mais aussi aux conditions édaphiques, potentiel de migration, aptitude à la compétition ou la coopération avec les autres espèces) ;
- la répartition spatiale des contraintes de l'environnement (géographiques comme la présence de barrières montagneuses, climatiques, édaphiques) ;
- et la dynamique antérieure de ce couple essences / environnement.

L'aire potentielle, déterminée par la niche climatique et pédologique de l'espèce, peut être très différente de **l'aire observée** qui dépend également des interactions avec les animaux ou avec l'homme, des capacités de dispersion de l'espèce et des aléas historiques.

Un exemple classique est celui du pin de Monterey (*Pinus radiata*) du nom de la baie californienne où se situe son aire naturelle de répartition, très réduite, et qui a été pourtant employé sur des surfaces considérables au niveau mondial (notamment dans l'hémisphère sud) pour des boisements de production. On voit nettement dans ce cas que l'aire potentielle de ce pin dépasse très largement les limites de l'aire initiale observée.

Les modèles statistiques reposent sur la recherche des corrélations entre la présence ou l'absence d'une espèce et les paramètres du milieu (climatiques, édaphiques, historiques, etc.).

On vise ainsi à cerner au mieux l'écologie des espèces, à préciser les différentes composantes de leur niche. Une part plus ou moins importante peut être attribuée aux différents facteurs écologiques : on peut choisir de « tout » intégrer dans ces modèles ou de s'intéresser uniquement, par exemple, aux contraintes climatiques. Dans un second temps, on peut simuler le devenir des niches climatiques en fonction des conditions futures. Ces modèles sont dits « empiriques » car on les bâtit à partir de l'observation de l'aire actuelle des espèces.

Les modèles basés sur les processus, apparus au début des années 1980, prennent en compte de façon explicite tout ou partie des principaux mécanismes contrôlant la présence des espèces : reproduction, dispersion, croissance, compétition, mortalité... Ils sont établis à l'échelle du peuplement, de la région ou d'un grand domaine écologique (forêts, prairies...), pour des espèces ou des groupes d'espèces.

Il existe actuellement une grande diversité de modèles biogéographiques appartenant à ces deux familles. Ces différents modèles donnent des résultats convergents : ils prévoient tous un déplacement important des aires potentielles des essences forestières vers le nord et vers des altitudes plus élevées. Mais cette information est encore insuffisante pour les besoins de la gestion forestière locale.

Seuls les modèles statistiques développés par l'INRA-Nancy et le Leca donnent pour le moment des projections de l'évolution de l'aire de répartition potentielle du hêtre ; les modèles basés sur les processus spécifiques à cette espèce n'étant pas encore suffisamment avancés.

partir des variables climatiques et édaphiques disponibles : on calcule ainsi une aire potentielle ;

- le modèle de répartition du hêtre pour la période actuelle étant établi, on remplace alors les variables climatiques actuelles par leurs valeurs prédites pour le milieu ou la fin du XXI^e siècle dans certains scénarios climatiques. Le calcul indique que l'aire de répartition potentielle du hêtre en 2100 connaîtrait une forte régression et serait alors confinée au quart nord-est de la France et aux régions de montagne (Figures 1).

Pour ceux qui s'intéressent à l'actualité scientifique, les résultats de ces simulations n'ont rien de surprenant ou de déroutant. Si les incertitudes

Figure 1 A : Répartition du hêtre observée par l'Inventaire forestier national

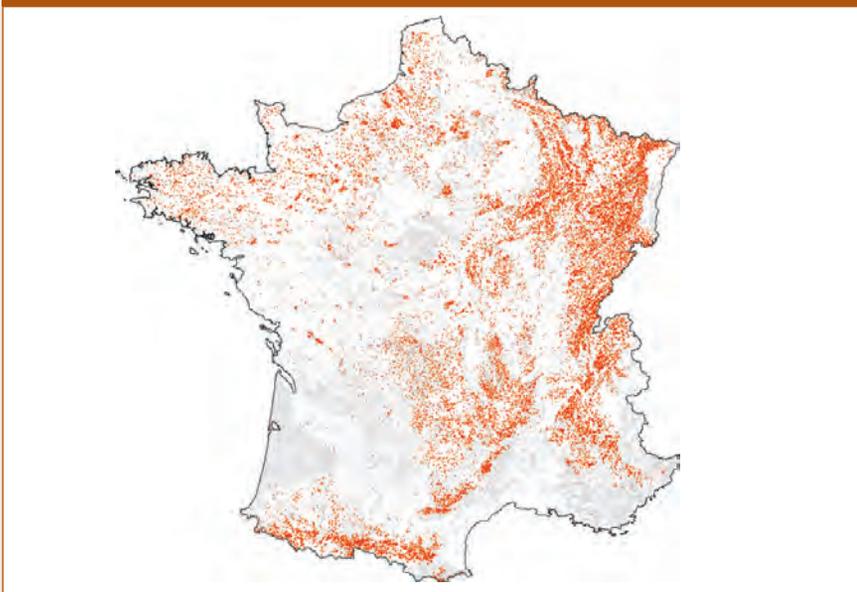


Figure 1 B : Modélisation de l'aire actuelle de répartition du hêtre (Aurelhy)

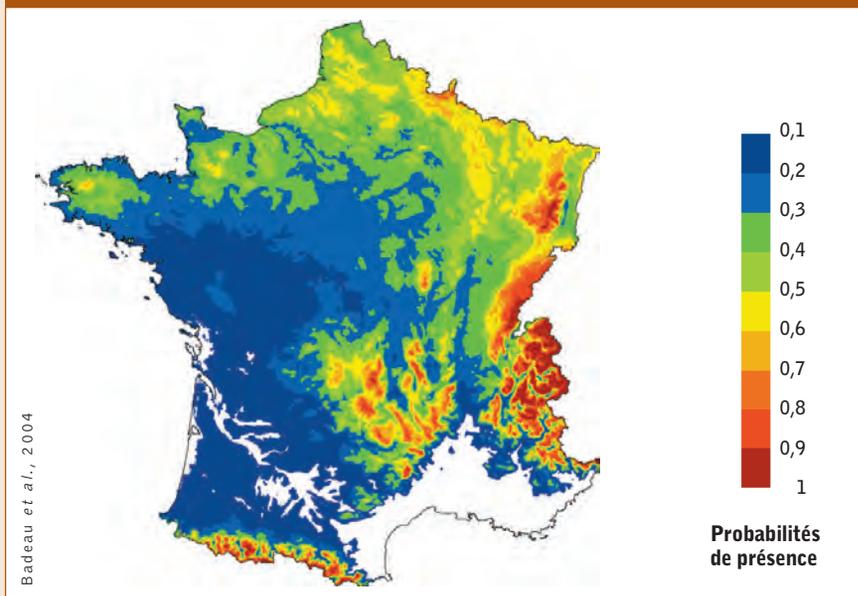
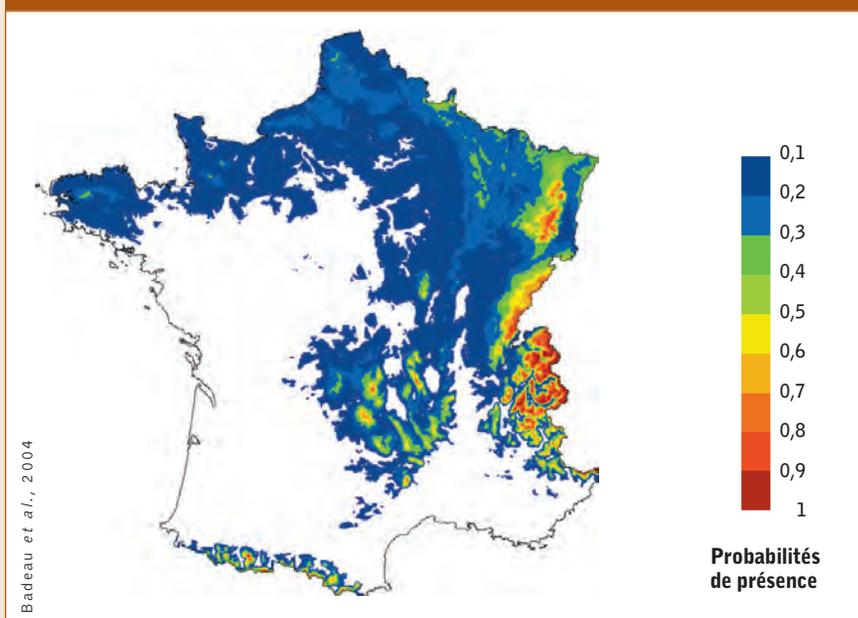


Figure 1 C : Extrapolation de l'aire de répartition du hêtre en 2100 (Arpège)



sur tout le territoire grâce aux interpolations réalisées par Météo France (modèle Aurelhy), et les cartes de rayonnement solaire décadaire issues d'observations satellitaires (période 1996-2002) ont été utilisées.

À partir de ces données, plusieurs variables synthétiques ont été calculées comme l'évapotranspiration potentielle (ETP) ou le déficit pluviométrique (ETP - précipitations).

Pour ce qui concerne les scénarios de prévision à long terme du climat, les modèles n'intègrent pas encore parfaitement tous les processus qui influencent le climat mais des progrès considérables ont été réalisés au cours des quinze dernières années. Le modèle Arpège que nous avons utilisé a été élaboré par Météo France. Il fait partie du cercle restreint des modèles de prévision à long terme du climat les plus utilisés au niveau mondial. Arpège est un modèle à maille variable centré sur la Méditerranée : plus on s'en éloigne, plus la maille est lâche ; sur la France, la résolution est de 100 à 150 km. Il faut noter que le scénario d'évolution climatique retenu (scénario B2⁽²⁾ du Giec) correspond à des prévisions « optimistes », c'est-à-dire que l'hypothèse d'augmentation de température se situe dans la partie inférieure de la palette des divers scénarios disponibles.

sont encore nombreuses – nous les passeront en revue – ce type de scénario reste très vraisemblable.

Reprenons les étapes du travail une à une. Il est basé sur une approche simple mais robuste qui utilise, pour la première fois, des données non disponibles jusque-là ou qui n'avaient pas encore été agrégées à l'échelle nationale :

→ **Données de l'Inventaire forestier national (IFN)** : on dispose depuis peu d'une cartographie précise (environ

1 point de relevé pour 130 ha de forêt) de la plupart des espèces forestières en France. Au total, la présence de 67 essences ligneuses a été relevée dans un peu plus de 100 000 points de sondage de l'IFN entre 1985 et 2001, dont 36 549 points où la présence du hêtre est notée.

→ **Données climatiques** : les données de base (températures, précipitations, nombre de jours de gel), depuis peu disponibles à une échelle fine (1 km)

Des résultats cohérents avec les connaissances sur l'écologie de l'espèce

Le modèle statistique indique que la présence du hêtre est très fortement corrélée avec le niveau du **déficit pluviométrique cumulé des mois de juin et juillet** ; avec cette seule variable, la présence du hêtre est correctement reproduite sur la totalité du territoire. Cette corrélation entre présence et



© INRA/Louis Vidal

A quoi ressemblera cette hêtraie du Cantal dans 50 ans?

absence du hêtre et climat traduit-elle une causalité? De solides indications vont dans ce sens. Parmi les travaux récents sur le hêtre, on mentionnera ceux sur :

→ **la croissance radiale** : l'analyse de la croissance radiale du hêtre sur les plateaux calcaires de Lorraine (Badeau, 1995 ; Granier *et al.* 1995) a montré que près de 70 % de la variance inter-annuelle des accroissements pouvait être expliquée par les déficits hydriques de juin à août de l'année en cours et de l'année précédente. Ce résultat a été vérifié pour diverses régions françaises à l'aide du réseau Renécofor, et il reste valide à l'échelle européenne (Lebourgeois, 2005). La précocité d'apparition d'un déficit hydrique au cours de la saison de végétation est un paramètre déterminant l'arrêt de croissance, donc la largeur du cerne annuel. Il faut cependant souligner que c'est l'interaction entre climat, type de sol

(réserve utile) et peuplement (indice foliaire) qui détermine *in fine* le niveau de stress hydrique et donc le potentiel de croissance radiale.

→ **les variations de l'état des cimes**, estimé visuellement dans les réseaux de surveillance phytosanitaire, dans le cas du hêtre, apparaissent étroitement corrélées à l'intensité des stress hydriques estivaux de l'été précédent (Badeau *et al.*, 1997). L'effet différé de la sécheresse sur l'accroissement des pousses a également été bien illustré sur le hêtre en Grande-Bretagne.

La prise en compte des **températures maximales d'octobre** a permis d'améliorer la qualité statistique du modèle, qui prédit alors de façon plus réaliste la présence du hêtre dans toute la moitié nord du territoire et dans les régions de montagne, tout en limitant sa présence sur la côte atlantique et dans la vallée de la Garonne. Le modèle final permet de prédire

avec une très bonne précision les points où l'espèce est réellement présente. Le modèle utilisé donne pour chaque point de l'IFN une valeur de probabilité comprise entre 0 et 1. Idéalement, l'aire de distribution d'une espèce devrait pouvoir être parfaitement reconstruite à partir de ces valeurs de probabilité en considérant que l'espèce est présente au-dessus du seuil de 0,5 et absente en dessous. Pour obtenir un tel résultat, il faudrait néanmoins que l'espèce étudiée soit réellement observée sur tous les points où elle est climatiquement susceptible d'être présente. Dans le cas du chêne vert par exemple, il est rare de l'observer en dehors de la zone méditerranéenne et de ne pas l'observer en zone méditerranéenne. Le modèle climatique est dans ce cas très tranché. Pour le hêtre, la dispersion sur le territoire français n'est pas aussi nette, il est absent d'un grand nombre de

points IFN où il pourrait être présent d'un point de vue climatique : la dynamique forestière, naturelle ou liée à la sylviculture, n'a pas permis son installation dans ces sites. Il n'est pas aisé de quantifier ces « fausses absences » (du point de vue climatique). Une confrontation très attentive des cartes observées (données IFN) et des cartes calculées (probabilités) permet cependant d'arriver, pour certaines essences, à un ajustement satisfaisant. Dans le cas du hêtre, le seuil de probabilité qui correspond le mieux aux enveloppes de présence observées par l'IFN est de l'ordre de 0,3. Avec ce seuil, le modèle prédit plus de 80 % des points où le hêtre est réellement présent. À des seuils de probabilité inférieurs (couleurs bleues sur les cartes), le hêtre est beaucoup moins représenté dans les milieux forestiers inventoriés par l'IFN mais il n'en est pas totalement exclu (voir par exemple la Flore forestière française).



Un résultat entaché d'incertitudes

Les simulations de déplacement de la niche des espèces au cours du XXI^e siècle reposent sur des hypothèses climatiques sur lesquelles pèsent encore de fortes incertitudes.

→ Les **modèles climatiques** globaux se sont nettement améliorés depuis dix ans mais sont encore susceptibles d'évoluer par la prise en compte de mécanismes aujourd'hui imparfaitement connus (aérosols, évolution de la nébulosité, changements d'utilisation du sol, etc.).

→ Même si les modèles climatiques se fiabilisent, des incertitudes considérables existent concernant les **scénarios d'émissions de gaz** à effet de serre à l'échelle du prochain siècle : ils dépendent en effet d'hypothèses sur le

développement économique et démographique de la planète, la place respective des combustibles fossiles et des énergies renouvelables, la nature des combustibles (gaz, pétrole, charbon) qui seront employés et, bien entendu, l'efficacité des politiques de réduction d'émission des gaz à effet de serre. Dans le rapport 2001 du Giec, que nous avons utilisé, 6 scénarios d'émissions avaient été retenus. Dans le dernier rapport (2007), la palette des simulations a été étendue. C'est probablement aujourd'hui la principale source d'incertitude dans toute prévision liée au changement climatique.

De plus, les modèles biogéographiques présentés ici ne prennent en compte que les paramètres climatiques, et ne s'intéressent donc qu'à l'évolution de la niche climatique potentielle des essences. Celle-ci peut être très différente de la niche effectivement observée, pour diverses raisons :

→ dans le cadre d'une sylviculture principalement orientée vers la régénération naturelle, les espèces devront migrer pour réinvestir leur nouvelle aire climatique. Selon la vitesse de migration des essences, il apparaîtra donc un décalage plus ou moins important entre niche potentielle et niche observée. Or, la **capacité à migrer des espèces** est encore très mal connue. Cependant, certains modèles en cours de développement au CNRS ou au LECA visent à simuler la dynamique de l'aire de répartition sur un pas de temps annuel en utilisant des estimateurs de vitesse de migration issus des données sur les pollens fossiles et en incluant les stades plantules et juvéniles aux processus ;

→ les déplacements d'aires de répartition concernent potentiellement toutes les espèces, qu'elles soient ligneuses, herbacées, animales ou microbiennes. Leur déplacement entraînera la formation de **nouvelles associations d'espèces**, et donc

l'établissement de nouvelles relations de compétition, de symbiose ou de parasitisme, qui pourront limiter ou favoriser l'extension de certains ligneux. Dans la plupart des modèles actuels, ces interactions ne sont pas intégrées. Enfin, certains facteurs temporels ou spatiaux ne sont pas pris en compte dans les modèles de niche utilisés ici.

→ La **variabilité génétique** actuelle du hêtre, ou celle susceptible d'apparaître sous la pression des changements climatiques, permettront-elles à l'espèce de s'adapter à ces changements ? Nos connaissances des processus adaptatifs sont encore trop faibles pour répondre précisément à cette question même si elles suggèrent que des évolutions génétiques rapides auront lieu y compris chez des espèces à longue durée de renouvellement telles que les essences forestières. Le programme européen *EvoTree* (page 40), piloté par l'INRA de Bordeaux (A. Kremer) vise à identifier les gènes majeurs d'adaptation au climat, et il serait envisageable, à terme, de créer des modèles intégrant l'évolution génétique dans les processus modélisés. Sans aller jusque-là, la variabilité génétique présente au sein des populations d'une espèce est encore très peu prise en compte dans les modèles de biogéographie. Certains intègrent cependant cette variabilité en utilisant des paramètres différents selon les provenances actuelles.

→ La teneur en dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère joue aussi un rôle direct dans la croissance et la physiologie des arbres par le biais de la photosynthèse, et indépendamment des changements climatiques. Des travaux menés par l'INRA Nancy en condition de teneur en CO₂ double de la teneur actuelle (hypothèse retenue également dans les scénarios climatiques utilisés ici) ont induit chez les chênes une fermeture des stomates, régulation qui permet une consommation moindre

d'eau. Mais chez le hêtre, cet effet antitranspirant du CO₂ n'a pas été observé et ses exigences en eau pourraient être augmentées.

→ Les cartes publiées ne prennent que partiellement en compte la variabilité des conditions de station dans les forêts françaises. En particulier, il n'existe pas de données précises, spatialisées, sur la réserve en eau utile des sols forestiers sur lesquelles s'appuyer. Ces cartes n'ont donc qu'une valeur régionale et ne permettent pas de descendre à l'échelle du massif.

(1) • Guy Landman, Gip Ecofor, Paris, courriel: landmann@gip-ecofor.org

• Jean-Luc Dupouey, Vincent Badeau, Yves Lefevre, Nathalie Bréda, UMR INRA-UHP 1137, Écologie et Écophysologie Forestières, Équipe Phyto-écologie forestière, Nancy, courriels: dupouey@nancy.inra.fr, badeau@nancy.inra.fr, lefevre@nancy.inra.fr, breda@nancy.inra.fr

• Louis-Michel Nageleisen, DSF Antenne spécialisée, INRA Nancy, courriel: nageleisen.ds@wanadoo.fr

• Isabelle Chuine, CNRS-CEFE Équipe Bioflux, Montpellier, courriel: isabelle.chuine@cefe.cnrs.fr

• François Lebourgeois, UMR INRA-ENGREF 1092, Lerfob, Équipe Ecologie Forestière, ENGREF Nancy, courriel: lebourgeois@engref.fr

(2) Le Giec (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat) a défini un certain nombre de scénarios possibles d'évolution économique mondiale et donc d'émission de gaz à effet de serre, qui servent de base aux modélisateurs. Il publie tous les cinq ans un état complet des connaissances sur le sujet.

Résumé

Cet article met en perspective la solidité et les défauts des résultats établis par des modèles prédisant la forte régression du hêtre sur une grande partie de la France d'ici à 2100. Les informations fournies donnent une indication sur l'évolution de l'aire de répartition du hêtre, mais restent insuffisantes pour les besoins de sa gestion forestière locale.

Mots-clés : hêtre, changements climatiques, modèles.

Bibliographie

■ **Badeau (V.)**. *Etude dendroécologique du hêtre (Fagus sylvatica L) sur les plateaux calcaires de Lorraine. Influence de la gestion sylvicole*. Thèse, Université de Nancy I Henri Poincaré, 1995, 222 pages.

■ **Badeau (V.), Bréda (N.), Landmann (G.)**. *La récente crise de vitalité du hêtre en plaine semble largement liée aux déficits hydriques*. Les Cahiers du DSF, 1-1997 (La Santé des Forêts [France] en 1996). Ministère de l'agriculture et de la pêche (DERF), Paris, pages 60-63.

■ **Badeau (V.), Dupouey (J.-L.), Cluzeau (C.), Drapier (J.), Le Bas (C.)**. *Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières françaises. Rapport final, Carbofor. Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles*. Volet D1. Programme GICC, INRA Bordeaux, 2004, pages 101-111 (<http://www.nancy.inra.fr/extranet/com/carbofor/auteurs.htm>).

■ **Badeau (V.), Dupouey (J.-L.), Cluzeau (C.), Drapier (J.)**. *Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100*. Forêt-entreprise, n°162, 2005, pages 25-29.

■ **Dupouey (J.-L.)**. *Déplacement des aires de répartition des essences forestières et évolution de la composition des peuplements*. In: Landmann G. (ed), Les recherches en France sur les écosystèmes forestiers. Actualités et perspectives. Ministère de l'agriculture et de la pêche (DERF), Paris, 1992, pages 57-58.

■ **Granier (A.), Badeau (V.), Bréda (N.)**. *Modélisation du bilan hydrique de peuplements forestiers*. Revue forestière française n° spécial « modélisation de la croissance des arbres forestiers et de la qualité des bois », 1995, pages 59-68.

■ **Lebourgeois (F.)**. *Approche dendroécologique de la sensibilité du hêtre (Fagus sylvatica L.) au climat en France et en Europe*. Revue forestière française, vol. LVIII, n°1, 2005, pages 33-50.

PROMOTION

**FORÊT-ENTREPRISE 179
+
LE CHÂTAIGNIER:
UN ARBRE, UN BOIS**

→ **47 €**
franco de port

Numéro spécial châtaignier n°179

Ce numéro spécial de Forêt-entreprise est entièrement consacré à la sylviculture du châtaignier et présente les dernières connaissances relatives à cette essence (gestion, autécologie, calculs de rentabilité...).

64 pages, format 20,5 x 28,7 cm.

9,50 € (+ 3 € de frais de port)

Le châtaignier, un arbre, un bois

2^e édition revue par C. Bourgeois, E. Sevrin et J. Lemaire

Plus connu pour son fruit, le châtaignier, troisième essence feuillue française, peut produire du bois de qualité rapidement (entre 30 et 45 ans).

Sur les meilleures stations la futaie a toute sa place et se vend au même prix que les chênes... mais en trois fois moins de temps! Ce livre permet, à l'aube du XXI^e siècle, de faire un point complet et accessible à tous sur cette belle essence qu'est le châtaignier.

352 pages, format 16 x 24 cm.

39 € (+ 7 € de frais de port)

À commander auprès de la librairie IDF, 23 avenue Bosquet, 75007 Paris.
Chèque à l'ordre de « Agent comptable SUF IDF ».



La prise en compte des changements climatiques dans les guides de stations

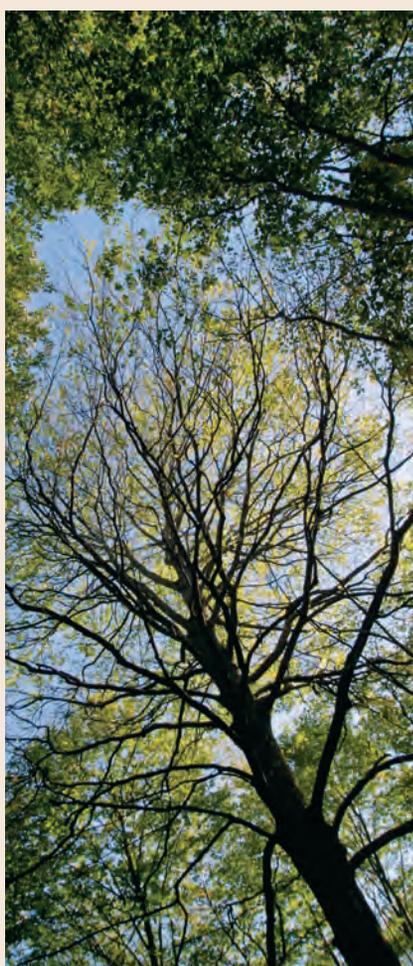
Sylvain Gaudin, CRPF Champagne-Ardenne

Le choix des essences s'effectuant grâce aux catalogues et guides de stations, une prise en compte des risques climatiques doit dès à présent y être intégrée.

Les changements climatiques vont durablement modifier la manière de travailler des forestiers. En effet, les évolutions annoncées (Déqué, 2004) se produiront rapidement à l'échelle des temps de production forestiers. Partant de ce constat, il est impératif d'anticiper au mieux les évolutions afin de limiter leurs impacts.

Des travaux nationaux (Badeau *et al.*, 2005) permettent de visualiser l'évolution potentielle des aires de répartition des essences forestières à l'échelle du siècle. Cette approche repose sur des simulations d'évolutions climatiques régionales. Elle ne peut donc prendre en compte les aspects stationnels locaux (topographie, exposition, réserve en eau, engorgement, richesse minérale...).

La station forestière est l'unité écologique de base sur laquelle s'appuient les forestiers pour tout ce qui concerne les essences (choix pour le renouvellement, dosage lors des martelages...) (Gaudin, 2006). C'est donc à son échelle que doivent être prises les décisions concernant les essences, notamment en terme de prévision face au réchauffement (Legay et Mortier, 2006; Six, 2006). Il est en effet désormais impossible de se contenter de simplement énumérer les essences présentes ou introduites usuellement. De même, se réduire à conseiller des essences à leur optimum stationnel



Hêtre défeuillé durant l'été 2003 sur plateau calcaire.

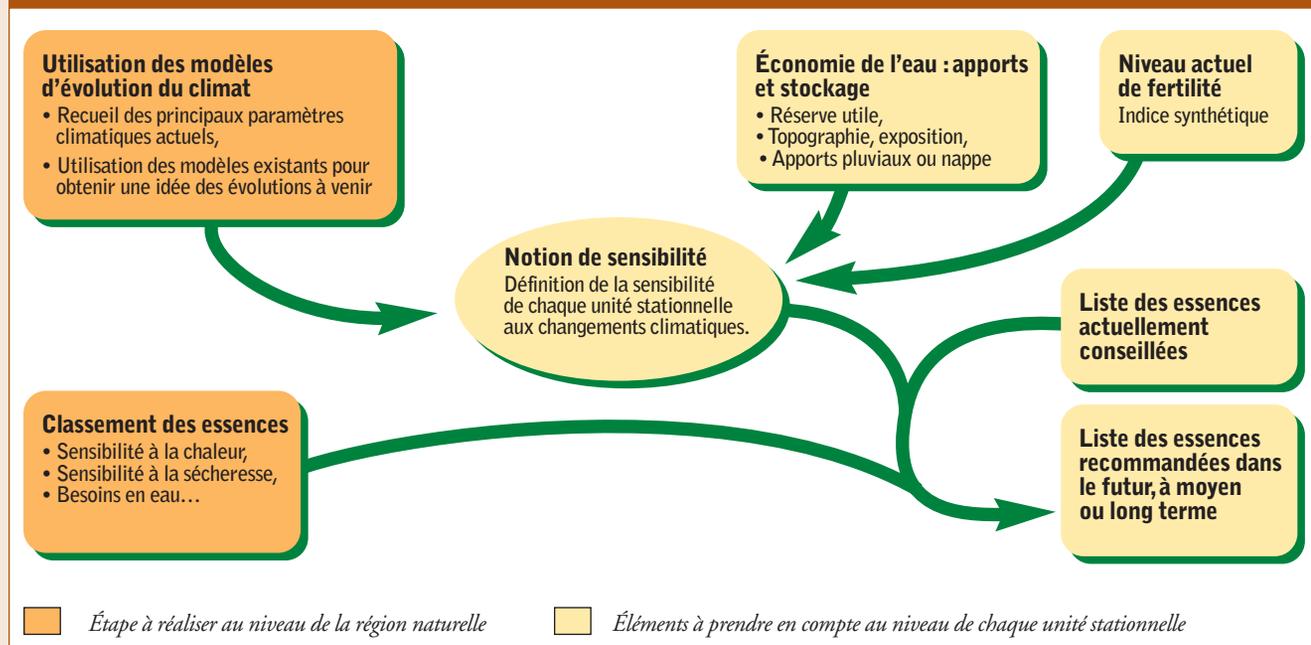
actuel (Six, 2007; Aussenac et Guehl, 2005), même si cela relève d'un évident bon sens, ne sera sans doute pas suffisant. Une réflexion doit être conduite pour vérifier, au cas par cas et dans un contexte changeant, la bonne adéquation entre les essences et les stations. Une première approche est présentée ici.

Problématique et méthode proposée

Des dialogues entre forestiers, agents de développement et chercheurs ressortent de nombreuses questions au sujet des stations et des choix d'essences. Les stations vont-elles évoluer dans le temps? La fertilité actuelle et les potentialités qui en découlent (notamment les choix d'essences) vont-elles être modifiées? Est-il possible de définir des stations plus sensibles que d'autres au réchauffement? Quels peuvent être les choix d'essences à moyen terme et à long terme? Il est d'ores et déjà possible de répondre à certaines de ces questions. Les stations ayant une composante climatique, les modifications du climat vont nécessairement les faire évoluer. Même si le milieu physique (topographie, roche, sol...) est plus stable dans le temps, la fertilité des stations et les choix d'essences dépendent en effet du climat, en particulier pour l'alimentation en eau.

La *figure 1* tente d'identifier les paramètres à prendre en compte pour définir la sensibilité des stations au changement de climat; elle s'appuie notamment sur l'analyse des catalogues de stations forestières du quart nord-est de la France, où le climat est actuellement rarement limitant. Elle

Figure 1 : Démarche proposée pour prendre en compte les changements climatiques dans les catalogues et guides de stations



confronte ensuite cette sensibilité aux connaissances en autécologie des essences : plus la station est sensible, plus la liste d'essences actuellement en station devra être examinée attentivement pour définir une nouvelle liste, conseillée pour le futur.

La *figure 1* repose sur la définition actuelle des stations. Les préconisations d'essences seront établies en fonction du diagnostic de terrain actuel et des connaissances sur l'évolution prévue du climat. Dans les lignes

qui suivent, les Plateaux calcaires de Champagne-Ardenne et de Bourgogne septentrionale seront pris comme exemples (Milard, 2004).

La sensibilité des stations au climat

Toutes les stations ne sont pas à égalité face au changement climatique. Il est donc nécessaire de connaître

les paramètres qui permettront de classer les stations selon l'évolution attendue.

Les évolutions climatiques

En premier lieu, il est nécessaire de connaître les évolutions annoncées par les climatologues. Ces données sont obtenues en fonction de scénarios (évolution démographique, prise en compte du développement durable, production de dioxyde de carbone...) et de modèles climatiques.

Sur la zone des Plateaux calcaires, on obtiendrait à l'échelle du siècle une augmentation importante des températures en toutes saisons. Par ailleurs, pour les précipitations (*Figure 2*), si la hauteur totale annuelle reste voisine de 900 mm, la répartition saisonnière serait modifiée, avec plus de pluies en hiver et à l'automne et moins en été, soit une plus grande perte d'eau et moins de pluies au moment où les arbres en ont le plus besoin. Les modèles prévoient aussi des périodes de sécheresse plus longues et des canicules plus fréquentes.

Figure 2 : Précipitations saisonnières actuelles et supposées dans un siècle

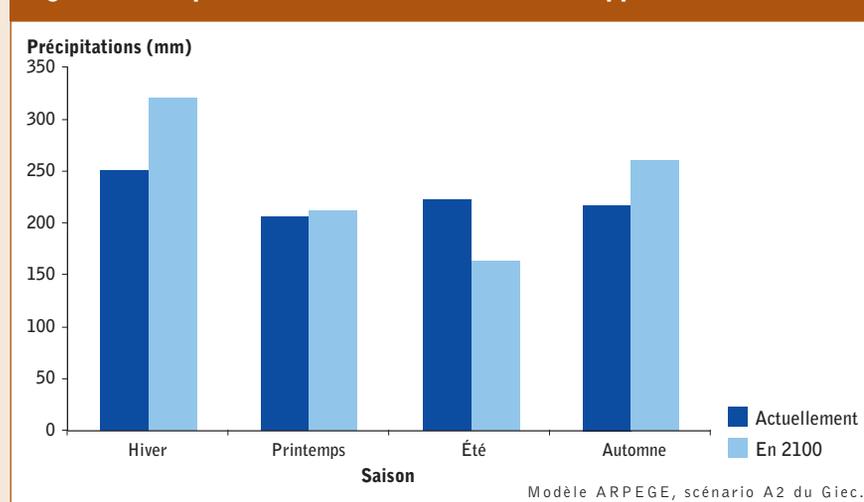
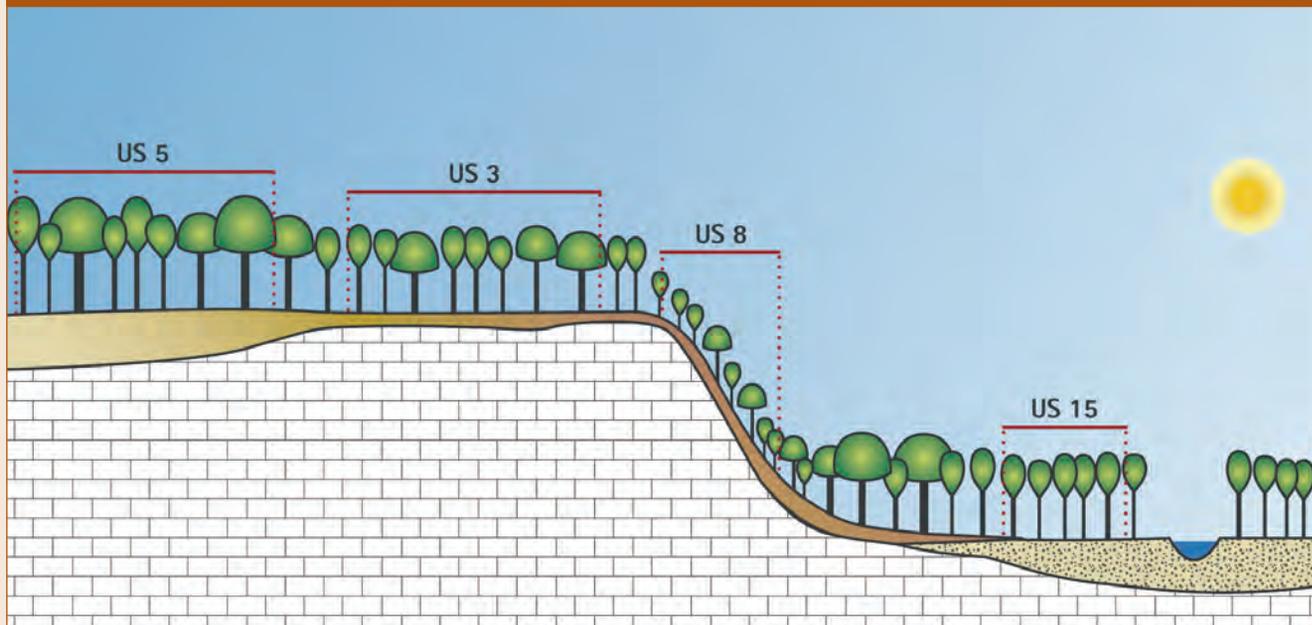


Figure 3 : Exemple de quatre unités stationnelles des plateaux calcaires



US: unité stationnelle.

L'économie de l'eau

De par l'augmentation de l'évapotranspiration et la diminution des pluies en saison de végétation, l'eau apparaît comme un des éléments fondamentaux à prendre en compte pour définir la sensibilité des stations aux changements annoncés. Il convient donc de recenser les facteurs qui interviennent dans l'alimentation en eau et son stockage au niveau de chaque unité stationnelle. Cinq ont été retenus :

→ **La position topographique.** Les bas de versant sont mieux alimentés en eau que les plateaux qui sont eux-mêmes plus favorisés que les hauts de versant. Il est donc possible de définir globalement une hiérarchie.

→ **La réserve utile** du sol. Plus les sols ont une texture favorable (par exemple limono-argileuse) et plus ils sont profonds, plus ils peuvent retenir l'eau et la mettre à disposition des arbres.

→ **L'exposition.** Quand les versants sont marqués, l'exposition nord limite les températures et les pertes en eau alors que l'exposition sud est défavorable.

→ **L'engorgement.** Quand les sols

sont engorgés, la profondeur d'enracinement est limitée pour bon nombre d'essences, ce qui réduit les possibilités d'alimentation en eau en période de végétation.

→ La présence d'**une nappe alluviale.** Dans les vallées, une nappe alluviale accessible aux racines constitue un très bon réservoir d'eau.

Deux méthodes ont été utilisées pour classer les stations selon leur économie en eau :

→ La première attribue des points pour chacun des cinq paramètres en fonction des facteurs locaux. Une station est ensuite caractérisée par la somme des points obtenus.

→ La seconde se fonde sur une clé qui permet de classer les stations en fonction des cinq paramètres.

Ces deux méthodes reposent en grande partie sur la synthèse des informations recueillies dans les catalogues des stations de Champagne-Ardenne. Il s'agit d'une approche globale et synthétique. Les phénomènes explicatifs en cause (évapotranspiration, ruissellement, drainage...) n'ont pas été analysés et quantifiés.

La fertilité actuelle

Pour chaque type de station, le catalogue indique un niveau global de fertilité : station très fertile, station de fertilité moyenne, etc. Cette notion aide à définir la sensibilité au réchauffement climatique. Par exemple, une station qui a une bonne fertilité, mais dont les paramètres concernant l'économie en eau sont mal notés dépend nécessairement beaucoup du climat pour la croissance des arbres.

La notion de sensibilité des stations

La notion de sensibilité des stations aux changements climatiques peut être définie en prenant l'exemple de quatre unités stationnelles des plateaux calcaires (Figure 3).

→ L'unité stationnelle 5 repose sur des sols profonds (limon sur argile) non hydromorphes. Sa fertilité actuelle est très bonne et elle est classée de manière **moyenne** en ce qui concerne son alimentation en eau. Sa sensibilité au réchauffement est donc moyenne. La réserve en eau correcte des sols aidera à limiter les effets du changement du climat.

→ L'unité stationnelle 3 repose sur des sols nettement moins profonds, et caillouteux. Sa fertilité actuelle est bonne, mais sa note relative à l'économie en eau est assez basse. Cela signifie que sa fertilité actuelle est fortement liée au climat (températures modérées, précipitations importantes et bien réparties dans l'année...). C'est donc une station sur laquelle les évolutions climatiques pourront fortement changer la donne : sa sensibilité est **forte**.

→ L'unité stationnelle 8 est une chênaie pubescente de versant sud, sur sol très superficiel. Elle est très mal alimentée en eau et sa fertilité actuelle est très basse. Sa sensibilité est **faible** car le réchauffement climatique ne fera pas perdre beaucoup de potentiel à cette unité qui n'en a déjà pas.

→ L'unité stationnelle 15 est une aulnaie-frênaie de vallée sur alluvions. La position topographique et la présence d'une nappe alluviale induisent une très bonne alimentation en eau. Cette station est **peu sensible** au réchauffement car son alimentation n'est pas liée directement au climat.

Ce travail de définition de la sensibilité a pu être effectué sur l'ensemble des stations du guide. Plus une station est sensible, plus les choix actuels d'essences doivent être contrôlés, voire remis en cause.



La sensibilité des essences au climat

Les choix d'essences devant être réalisés non seulement en fonction des paramètres stationnels usuels (alimentation en eau, exigences minérales, résistance au calcaire, à l'engorgement, etc.), mais aussi des évolutions climatiques annoncées, il a semblé intéressant de regrouper

sommairement les principales essences de la région naturelle en fonction de leur comportement (*Tableau 1*). Ce tableau a pour finalité d'aider dans les choix d'essences et d'éviter de continuer à préconiser des essences craignant le réchauffement sur des stations elles-mêmes sensibles.

→ **Groupe 1** : Il s'agit d'essences de l'étage montagnard (voire subalpin) qui demandent une assez forte humidité atmosphérique et des précipitations importantes. Quoique présentes actuellement à basse altitude, leur introduction en plaine est controversée (problèmes sanitaires, conditions limites pour les exigences climatiques). Le sapin pectiné et l'épicéa apparaissent d'emblée comme très sensibles au changement climatique.

→ **Groupe 2** : Ce groupe réunit des essences qui, bien que présentes en plaine, ont des affinités montagnardes. Elles ont des exigences assez élevées en ce qui concerne l'humidité atmosphérique. Elles sont *a priori* sensibles à un réchauffement du climat.

→ **Groupe 3** : Il s'agit d'essences qui ont des exigences plus ou moins marquées concernant l'alimentation en eau dans le sol. Elles sont donc sensibles à une rupture de cette alimentation et peuvent être fortement touchées par des sécheresses estivales. Certaines se sont disséminées (le frêne, par exemple) ou ont été introduites ou favorisées (comme le chêne pédonculé) sur des milieux qui ne sont pas optimaux. Si le climat compense dans certains cas la faiblesse des réserves en eau, son évolution risque de provoquer de très sérieux problèmes.

→ **Groupe 4** : Les essences de ce groupe peuvent, à des degrés divers, supporter des périodes avec une rupture de l'alimentation en eau. Elles sont *a priori* moins fragiles que celles des groupes 1, 2 et 3.

→ **Groupe 5** : Ces essences ont, pour certaines, un comportement plus ou moins thermophile et des affinités sub-méditerranéennes. Elles ont toutes une certaine faculté à supporter la chaleur et la sécheresse estivale.

Tableau 1 : Regroupement des essences présentes sur les Plateaux calcaires en fonction de leurs affinités climatiques

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
<ul style="list-style-type: none"> • Épicéa • Sapin pectiné 	<ul style="list-style-type: none"> • Douglas • Hêtre • Érable sycomore • Orme de montagne 	<ul style="list-style-type: none"> • Aulne • Bouleau pubescent • Saules • Frêne • Orme lisse • Peupliers de culture • Tremble • Grisard • Chêne pédonculé 	<ul style="list-style-type: none"> • Chêne sessile • Tilleul à petites feuilles • Tilleul à grandes feuilles • Érable plane • Charme • Merisier • Châtaignier • Bouleau verruqueux • Orme champêtre • Érable champêtre • Chêne rouge • Pommier, • Poirier • Pin sylvestre • Noyers 	<ul style="list-style-type: none"> • Alisier blanc • Alisier torminal • Cormier • Chêne pubescent • Robinier • Pin laricio • Pin noir d'Autriche

Tableau 2 : Modèle d'organisation de la rubrique « choix des essences » pour chaque unité stationnelle

Essences présentes actuellement	Gestion à moyen terme	Gestion à long terme (renouvellement)
Essences principales <ul style="list-style-type: none"> • • 	Risque faible <ul style="list-style-type: none"> • • • Risque moyen <ul style="list-style-type: none"> • • • Risque élevé <ul style="list-style-type: none"> • • • 	En plein <ul style="list-style-type: none"> • • • Ponctuellement <ul style="list-style-type: none"> • • • • •
Essences associées <ul style="list-style-type: none"> • • 		
Essences d'accompagnement <ul style="list-style-type: none"> • • 		
Essences introduites <ul style="list-style-type: none"> • • 		
Essences présentes mais inadaptées <ul style="list-style-type: none"> • • 		
<ul style="list-style-type: none"> • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • 	Introductions à tester <ul style="list-style-type: none"> • • • • •

La structuration du choix des essences

Le tableau et sa lecture

Le but est d'aboutir à des listes d'essences adaptées à la station et tenant compte des changements climatiques. Les présentations habituelles ne convenant pas, un nouveau tableau a été établi (Tableau 2). En effet, il était nécessaire de prendre en compte le facteur temps ce qui n'était jamais le cas auparavant (l'adéquation d'une essence à une station était considérée comme immuable).

La première colonne correspond à l'état des lieux. Les essences **présentes** sur ce type de station sont classées en : **principales** (essences constituant l'ossature du peuplement, tels les chêne sessile ou hêtre), **associées** (essences disséminées ayant un but de production, tels les merisier, frêne, érable sycomore), **d'accompagnement** (essences maintenues à titre cultural,

tel le sorbier des oiseleurs) et **introduites** (douglas). Sont aussi énumérées les essences présentes, mais inadaptées à la station (par exemple, le chêne pédonculé).

La deuxième colonne indique les essences en station qui peuvent être retenues ou privilégiées ainsi que celles susceptibles de poser des problèmes à **moyen terme** (une cinquantaine d'années, pour donner un ordre de grandeur). Cela concerne donc surtout des arbres jeunes ou dans la force de l'âge (petits bois et bois moyens) et plus rarement des plantations ou des régénérations naturelles d'essences à rotation courte. La notion de risque a été introduite dans cette colonne. Elle donne une indication forte au sylviculteur, même s'il ne s'agit que d'une mise en garde sur des risques potentiels : dépérissement ou forte perte de productivité (risque *a priori* plus fréquent).

La troisième colonne concerne les choix de **renouvellement** et donc une vision à **long terme**. Faute de connais-

sances détaillées sur le futur, il faut considérer cette dernière colonne avec prudence. Le classement « en plein » ne signifie pas qu'il est souhaitable de constituer des peuplements purs, mais indique seulement les essences dont le tempérament social leur permettra de constituer l'ossature des futurs peuplements. La rubrique « ponctuellement » énumère les essences qui ne doivent être utilisées qu'associées à des essences principales ou lors d'enrichissements. En fonction de l'évolution climatique future, on pourra être conduit à tester de nouvelles essences. Une rubrique leur est réservée.

Les interactions avec la sylviculture

La nouvelle façon de structurer les choix d'essences influence la sylviculture. Par exemple, dans la deuxième colonne, la notion de risque a été introduite. Cette information doit être utilisée lors des martelages pour doser les essences. Ainsi, des essences actuellement minoritaires, mais ne craignant pas trop les évolutions à venir seront favorisées. De même, la place d'une essence sensible et dominante comme le hêtre devra être progressivement réduite si elle est classée à risque sur la station considérée. La notion de risque doit se conjuguer avec celle de temporalité. Par exemple, conserver un hêtre de 45 cm de diamètre classé sur une station dans la rubrique « risque élevé » est tout à fait possible, dans la mesure où il est proche de son terme d'exploitabilité. En revanche travailler en faveur d'un hêtre de 20 cm de diamètre sera beaucoup plus risqué.

De manière générale, que ce soit à moyen ou à long terme, le mélange des essences devra être favorisé pour diminuer les risques, ne serait-ce qu'en raison de nos connaissances encore partielles en autécologie. Les plantations

d'essences variées seront préférables. La liste relativement réduite d'essences pouvant être plantées (long terme) et le fait que certaines d'entre elles présentent un intérêt sylvicole actuel limité devrait interpeller le sylviculteur sur ses pratiques. En effet, comme le pari est particulièrement risqué sur le long terme, il semble préférable de limiter au strict nécessaire les coupes rases suivies de régénération ou de plantation. Partir d'un peuplement constitué dans lequel seront éventuellement réalisés des enrichissements variés semble, par exemple, préférable.

En ce qui concerne la tentation de l'introduction d'essences exotiques, il faudra être vigilant et ne pas succomber à des effets de mode. Une essence qui pourrait connaître son optimum dans un siècle n'est pas nécessairement en station actuellement (risques de gel, par exemple). Contrairement à ce qui a été réalisé lors des grandes vagues d'enrésinement de l'après-guerre, les introductions en peuplements monospécifiques à fortes densités ne sont pas souhaitables. Des enrichissements semblent plus judicieux et moins risqués. Toute nouvelle essence devra être testée avant d'être introduite (croissance, valorisation

possible du bois, respect des écosystèmes locaux et faible risque d'envahissement...).

Conclusion

Cette approche sommaire a été réalisée en fonction des données disponibles. Beaucoup de questions sont encore sans réponses ou dépendent de l'évolution de la société (changement des modèles de développement et maîtrise de l'énergie, évolution précise du climat). De même, les connaissances écologiques sur les essences forestières ne sont pas toujours précises et elles devront souvent être approfondies. Ainsi, un guide ou catalogue des stations aura désormais une durée de vie réduite. Il devra être remis à jour régulièrement pour tenir compte :

- de l'évolution réelle du climat et du perfectionnement des prévisions ;
- de l'évolution constatée des stations (baisse de nappes alluviales, augmentation de l'engorgement, érosion...);
- de l'amélioration des connaissances sur les essences et leur mélange (autécologie, synécologie) ou sur leurs possibilités d'adaptation.

Si l'utilisation des guides et des catalogues ou la réalisation de cartes des stations ont parfois été considérées (à tort !) comme un luxe en forêt privée, les bouleversements annoncés vont changer la donne. La prise en compte des stations est désormais fondamentale. Il est plus que jamais risqué de privilégier ou d'implanter des essences en se contentant de s'inspirer de ce qu'il y a dans le peuplement d'à côté. ■

Résumé

Le changement climatique risque de bouleverser les forêts françaises. Les catalogues et guides des stations, en tant qu'outils créés pour identifier les stations et définir les choix d'essences, doivent donc intégrer les risques liés à l'évolution du climat. Une approche reposant sur la définition de la sensibilité des stations a été développée. Elle débouche sur une présentation des essences dans les guides articulée autour de la notion de risque, et en relation avec les options sylvicoles.

Mots-clés : Stations forestières, climat, réchauffement, choix des essences, autécologie.

Bibliographie

- **Aussenac (G.), Guehl (J.-M.)** - *Variations climatiques et physiologie des arbres*, Forêt-Entreprise, n°162, 2005, pages 20-24.
- **Badeau (V.), Dupouey (J.-L.), Cluzeau (C.), Drapier (J.)** - *Aire de répartition potentielle des essences forestières d'ici 2100*, Forêt-Entreprise, n°162, 2005, pages 25-29.
- **Déqué (M.)** - *Les scénarios climatiques de réchauffement. Synthèse*. Météo France. *Journées de la mission changement climatique et effet de serre*. Avignon, 2004, 6 pages.
- **Gaudin (S.)** - *Utiliser et valoriser une carte des stations : exemple en Brie champenoise*, CRPF de Champagne-Ardenne, version 1.51, 2006, 10 pages.
- **Gaudin (S.)** - *Prise en compte du changement climatique dans les guides et catalogues des stations : première approche*, CRPF de Champagne-Ardenne, version 6.2, 2007, 16 pages et annexes.
- **Legay (M.) et Mortier (F.)** - *Le changement climatique : impact sur la forêt, adaptation de la gestion forestière, et prise en compte dans les documents de planification*, Bull. de la société forestière de Franche-Comté, Tome LII, n°3, 2006, pages 137-156.
- **Milard (L.)** - *Les Plateaux calcaires de Champagne-Ardenne et du nord et de l'est de la Bourgogne. Guide pour l'identification des stations et le choix des essences*, CFPPA de Croigny, 2004, 116 pages.
- **Six (S.)** - *La relation station-essences, un défi pour l'avenir*, Forêt-entreprise, n°170, 2006, pages 7-10.
- **Six (S.)** - *InterCetef 2006 : le réseau du développement planche sur le réchauffement climatique*, Forêt-entreprise, n°172, 2007, pages 5-8.

Evoltree : un réseau européen pour l'étude de l'adaptation des essences forestières aux changements climatiques

Entretien avec Antoine Kremer, INRA Bordeaux par Samuel Six, IDF

Depuis le 27 avril 2006, un réseau européen, Evoltree, s'est mis en place pour une durée de 4 ans. Evoltree a pour objectif d'identifier les gènes impliqués dans l'adaptation des espèces aux changements climatiques et d'en mesurer la diversité dans les forêts actuelles. Antoine Kremer, le coordinateur INRA, explique ici les objectifs des recherches poursuivies au sein d'Evoltree.

Forêt-entreprise : En quoi consiste Evoltree ?

Antoine Kremer : Evoltree est un réseau d'excellence (REX) du 6^e PCRD (Programme cadre recherche et développement de l'Union européenne). Un REX a pour objectif de coordonner et d'organiser les recherches autour d'une question d'intérêt et de préoccupation communs à plusieurs pays européens. Evoltree associe 25 partenaires issus de 15 pays européens. La question centrale est l'adaptation des espèces aux changements climatiques. Le réseau associe donc des compétences dans les quatre disciplines suivantes : génomique, génétique, écologie et évolution.

FE : Comment voyez-vous la forêt française d'ici à 2100 ?

AK : L'évolution des forêts – leur adaptation aux changements environnementaux – est l'axe central des recherches menées au sein d'Evoltree. Il est donc difficile de répondre à cette question dès aujourd'hui. Les seuls éléments de réponse que nous ayons viennent des enseignements relatifs à l'évolution passée des arbres, qui ont déjà connu des changements climatiques de même ampleur mais qui se sont déroulés sur des temps beaucoup plus longs. Par exemple,

l'histoire évolutive des espèces (au cours des millénaires passés) nous apprend qu'elles ont été confrontées de manière répétitive (cycle glaciaire-interglaciaire) à des changements climatiques. Certaines n'ont pas survécu, notamment au début du quaternaire, et ont disparu des forêts européennes. Celles qui ont résisté, manifestent de remarquables capacités d'adaptation et de migration. Nos recherches antérieures ont porté sur l'évolution des espèces, notamment des chênes, depuis la dernière glaciation. Elles ont mis en évidence une réponse extrêmement vigoureuse au réchauffement, dont témoigne leur vitesse de migration et de colonisation.

FE : Mais la vitesse de migration des espèces ne dépasse-t-elle pas un kilomètre par an ?

AK : Les vitesses les plus élevées de migration « naturelle » avoisinaient 900 mètres par an, quand l'espace était libre et qu'il n'y avait pas de compétition entre espèces. Or les prédictions faites par les écologues suggèrent un déplacement moyen de l'enveloppe climatique de l'ordre de 100 à 500 km au Nord et à l'Est d'ici un siècle. Les espèces ne pourront donc pas « suivre » par colonisation. À cela deux réponses :

→ d'une part, il est éventuellement possible d'assister le transfert, en s'inspirant des résultats des tests de provenances. Mais la prudence s'impose : l'exemple de l'introduction dans les Landes de Gascogne de plants de pin maritime issus du Portugal à l'issue des grands incendies de 1949, nous rappelle les risques qu'un tel transfert peut engendrer. En effet, de nombreux peuplements constitués à partir de ces origines ont été gelés par les froids de 1985. Certains tests de provenance ont plus de 50 à 60 ans. En termes de recommandations, l'exploitation de ces tests de provenance devrait être rapidement valorisable ;

→ d'autre part, les cartes prédictives de déplacement des « enveloppes bioclimatiques » ne prennent pas en compte les processus évolutifs. Les espèces seront sans doute capables de s'adapter à ces changements, même dans les zones situées en dehors de l'enveloppe bioclimatique. C'est un des objectifs d'Evoltree d'étudier ces mécanismes d'adaptation.

FE : Les essences forestières sont donc capables de s'adapter aux changements climatiques ?

AK : Il n'est pas possible de répondre

Pays contributeurs à Evoltree



Evoltree en chiffres

- 15 pays européens.
- 25 organismes scientifiques en partenariat.
- 14,3 millions d'euros alloués par la Communauté européenne.
- Démarrage officiel le 1^{er} avril 2006.
- Projet d'une durée de 4 ans (reconductible).

à cette question de façon catégorique (ni par la positive, ni par la négative). Personnellement, je serais moins pessimiste que les auteurs d'articles récents prédisant des risques de dépérissement, voire d'extinction. Ces prédictions sont souvent basées sur les déplacements d'enveloppe, en faisant l'hypothèse que ces enveloppes restent constantes dans le temps. Or, c'est oublier que les espèces évoluent. Nous savons que les espèces disposent de plusieurs ressources et mécanismes capables d'accélérer cette évolution. Je n'en citerai que deux ici :

→ **La diversité génétique.** La diversité des gènes au sein d'une même essence forestière est très vaste. Statistiquement deux arbres d'une

même espèce, choisis au hasard dans une forêt, présentent quatre fois plus de différences génétiques que deux personnes humaines tirés au sort dans une foule. Cette grande diversité génétique leur permet d'affronter « sur place » des variations extrêmes de leur environnement.

→ **Les flux de gènes.** Les forêts ne sont pas isolées génétiquement. Nous savons aujourd'hui que le pollen peut migrer sur de longues distances. Prenons l'exemple d'un gène conférant une meilleure adaptation à la sécheresse et présent dans des forêts méridionales. S'il est transporté via le pollen dans des forêts plus septentrionales, soumises à des sécheresses engendrées par les changements climatiques, son avantage sélectif fera qu'il se répandra facilement et confèrera une meilleure adaptation à ces forêts.

Somme toute, les arbres n'évoluent pas si lentement que l'on veut bien le laisser croire, malgré leur longue durée de révolution. Les essais

d'introduction d'espèces exotiques (chêne rouge, douglas...) ont souvent montré cette capacité d'adaptation à des environnements nouveaux.

FE : Comment va procéder Evoltree dans ses recherches ?

AK : Le réseau associe quatre disciplines complémentaires : génomique, génétique, écologie et évolution. Les recherches devraient permettre d'identifier les gènes impliqués dans l'adaptation (gènes de résistance à la sécheresse, gènes liés au débourrement, gènes de résistance aux maladies...), en utilisant les techniques de la génomique. Une fois ces gènes identifiés, nous analyserons leur distribution en Europe. Un centre commun de ressources génomiques forestières sera créé à Vienne en Autriche pour la conservation des gènes, ainsi que des extraits d'ADN prélevés dans différents peuplements forestiers européens pour l'étude de la diversité...

Un autre aspect des recherches concerne les mécanismes d'évolution, notamment les flux de gènes et la colonisation. Pour cela des sites d'études ont été identifiés (sept au total depuis les régions boréales jusqu'en région méditerranéenne), où ces processus seront étudiés. Le site internet www.evoltree.eu diffusera les résultats des recherches et permettra d'accéder aux bases de données génétiques et génomiques forestières. Un troisième volet important du programme touche à l'évolution parallèle des espèces associées aux arbres (insectes, champignons à mycorhizes, oiseaux...). Le changement climatique devrait agir plus fortement encore sur ces espèces associées, car les interactions entre espèces sont principalement gouvernées par la température. Et quand on sait par exemple que l'état sanitaire des chênes est intimement lié au taux de mycorhization de ses racines, on est amené à se pencher davantage sur les « auxiliaires invisibles » de l'arbre. ■

Sécheresse et mycorhizes : les derniers résultats de l'INRA

Jean Garbaye, Unité mixte de recherches « Interactions arbres-microorganismes », INRA de Nancy⁽¹⁾

Un des effets principaux du réchauffement climatique annoncé sera la multiplication des sécheresses estivales. Les arbres ont bien peu de moyens de s'en prémunir. L'un de ces moyens, souvent oublié, est l'association de leurs racines avec des champignons : les mycorhizes. Les travaux de l'INRA sur ce sujet laissent entrevoir des possibilités de diminuer les risques par simple renforcement des défenses naturelles.

Dans le cas des peuplements adultes, les arbres peuvent ne pas trop souffrir directement de la sécheresse (déficit de l'approvisionnement en eau) car ils disposent souvent de quelques grosses racines permettant la capture d'eau dans les horizons profonds. Cependant, la très grande majorité des racines fines (le « chevelu », formant le tapis racinaire) sont très superficielles et localisées dans les dix à vingt premiers centimètres du sol. Or, ce sont ces racines fines, toutes transformées en organes mixtes appelés **mycorhizes** par la symbiose avec des champignons, qui explorent la zone la plus riche du sol et procurent aux arbres les éléments minéraux nécessaires à leur croissance et à leur développement (calcium, magnésium, potassium, et surtout azote et phosphore concentrés en surface par le dépôt de litière). Mais ces racines fines sont très fragiles et meurent facilement dans un sol sec ou à température trop élevée, nécessitant pour l'arbre un investissement considérable pour les reconstituer lorsque les conditions redeviennent favorables⁽²⁾. Indirectement, les forêts soumises à un déficit hydrique souffrent donc de carences minérales sévères dont les



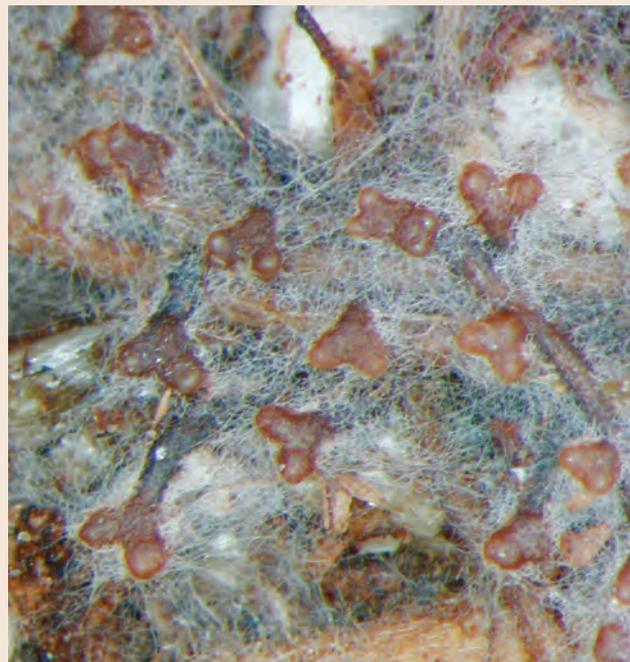
*Pépinière produisant des plants à racines nues dans le Massif Central. Au premier plan, deux planches de douglas de deux ans : à gauche, plants inoculés par la souche S238N du champignon mycorhizien *Laccaria bicolor* (procédé et label INRA) ; à droite, plants témoins non inoculés.*

conséquences s'ajoutent aux effets néfastes directs des hautes températures et de la déshydratation des cellules.

Les mycorhizes, élément clé de l'écosystème

De nombreuses espèces de champignons mycorhiziens sont associées

à un même arbre ; ce complexe symbiotique présente une grande diversité, avec des types de mycorhizes complémentaires et spécialisés dans les diverses fonctions nécessaires à la pérennité de l'écosystème : mobilisation et transport de l'azote, du phosphore ou des éléments minéraux, protection des racines contre les agents pathogènes, extraction et transport de l'eau, fourniture de régulateurs



Mycorhizes de Suillus luteus sur racines de Pinus sylvestris.

© Jacques Guimberteau

de croissance, etc. Mais c'est surtout la plus ou moins grande aptitude des différentes mycorhizes à survivre en conditions de stress hydrique et de hautes températures qui sont décisives en période de sécheresse.

Les très jeunes plantations forestières sont naturellement encore plus vulnérables aux effets de la sécheresse que les peuplements adultes ou même que les régénérations naturelles du même âge ou de la même taille, car leur système racinaire est réduit et confiné du fait de la transplantation. Ici encore, la qualité de la symbiose mycorhizienne (nature spécifique des champignons associés) est déterminante pour la reprise, la survie et la croissance, comme en témoignent de nombreux résultats expérimentaux et l'efficacité des techniques de mycorhization contrôlée.

Conséquences prévisibles d'une forte sécheresse

Des conditions climatiques inhabituellement sèches et chaudes telles que celles que nous avons connues pen-

dant l'été 2003 par exemple, vont modifier la structure et le fonctionnement du cortège mycorhizien des forêts les plus touchées de deux façons :

→ Directement au niveau des champignons partenaires de la symbiose, qui présentent des profils écologiques variés (températures et humidités optimales différentes).

→ Indirectement par l'intermédiaire de l'arbre-hôte (tissus radiculaires en condition de stress hydrique, fourniture insuffisante de carbone du fait de la photosynthèse réduite).

Cette modification de la structure des communautés fongiques retentira très certainement en quantité et en qualité sur la fructification des champignons et perturbera le commerce des espèces comestibles mycorhiziennes telles que les cèpes, chanterelles, truffes, etc. À part le cas des truffes dont la production sera compromise à coup sûr du fait de leur très longue durée de croissance, il est malheureusement impossible de prédire dans quel sens ces perturbations auront lieu. En effet, les modèles de déterminisme climatique de la fructification actuellement disponibles, par exemple pour les

cèpes, ne prennent pas en compte des situations aussi extrêmes. Il faudra de toute façon s'attendre à une flambée des prix du simple fait du bouleversement des conditions habituelles.

De la même façon, il est difficile de prévoir quelle dérive subiront les cortèges mycorhiziens car les recherches dans ce domaine n'en sont qu'à leur début (voir les deux paragraphes suivants). Cependant un résultat récent de notre unité montre qu'un régime d'éclaircie vigoureux augmente significativement la diversité mycorhizienne dans une hêtraie, améliorant du même coup la résilience du peuplement soumis à un stress environnemental. **Il est donc hautement probable que les hêtraies gérées à forte densité souffriront beaucoup plus de la sécheresse que celles traitées avec des éclaircies fortes⁽³⁾.**

Des résultats encourageants

Parmi les résultats de recherche pouvant directement intéresser les gestionnaires

des forêts menacées, deux sont particulièrement significatifs et riches à terme de perspectives appliquées :

→ Dans les plantations de chêne, le champignon mycorhizien *Paxillus involutus*, lorsqu'il est associé aux jeunes plants dès la pépinière (techniques de mycorhization contrôlée), confère aux arbres une croissance soutenue même pendant les années sèches.

→ Dans les peuplements feuillus de plaine, le champignon mycorhizien *Cenococcum geophilum* permet aux racines absorbantes de rester fonctionnelles plus longtemps lorsque l'eau devient rare dans le sol. Il présente un profil d'activité de type généraliste : il a la capacité de remplacer rapidement les autres symbiotes moins résistants et de pallier leur absence temporaire. Pour ces raisons, toute technique sylvicole pouvant favoriser les mycorhizes de *C. geophilum* (particulièrement faciles à reconnaître sur des critères morphologiques) sont à privilégier.

Deux autres résultats plus fondamentaux peuvent néanmoins s'avérer intéressants :

→ La mise en évidence de la diversité des mécanismes impliqués dans l'amélioration de l'état hydrique des arbres par la symbiose mycorhizienne (nutrition phosphatée, conduction de l'eau par le mycélium extra-radicalaire, régulation stomatique et osmotique).

→ L'identification de marqueurs moléculaires du stress hydrique dans les racines de peuplier.



Conclusions et perspectives de recherche

Les interrogations inquiètes des milieux forestiers quant aux conséquences des

sécheresses à répétition que la France pourrait connaître soulignent une fois de plus la nécessité décisive, pour ne pas dire stratégique, de comprendre le mieux possible le fonctionnement de l'interface sol-arbre, c'est-à-dire des racines fines absorbantes et de leur indispensable composante fongique. C'est en effet à ce niveau, appelé rhizosphère, qu'est régulé en permanence le délicat équilibre entre les flux de matière (exsudation et respiration, absorption d'eau et de solutés, altération des minéraux, décomposition de la matière organique, etc.) qui déterminent la pérennité et la production primaire de tout écosystème forestier. Cela est naturellement vrai pour ce qui concerne la production de bois, que l'on sait déterminée en partie par les associations mycorhiziennes, mais aussi pour la production de champignons comestibles nobles, qui constitue une ressource financière très importante dans beaucoup de régions forestières françaises.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut craindre qu'à l'avenir les sécheresses induisent des pertes de production de bois, des mortalités d'arbres et des perturbations dans le marché des champignons sylvestres, sans autre précision quantitative. Mais nous sommes à un stade auquel nos recherches sur l'écologie, la physiologie et l'écophysiologie de la symbiose mycorhizienne, bien que récentes, nous permettent de définir une stratégie pour mieux anticiper – ou même prévenir partiellement – les conséquences forestières de ce type d'événement qu'il faut peut-être replacer dans un cadre de changement climatique mondial.

Il est en particulier urgent de renforcer les approches suivantes :

→ Compréhension des mécanismes de la tolérance/résistance des mycor-

hizes au stress hydrique, surtout du côté du champignon, afin de sélectionner les souches les plus aptes à protéger les jeunes plantations de la sécheresse (applications en mycorhization contrôlée).

→ Recherche de marqueurs biochimiques et/ou moléculaires de l'état de « souffrance » hydrique des mycorhizes, afin de pouvoir établir des diagnostics rapides.

→ Description et classification en groupes fonctionnels de la diversité des cortèges mycorhiziens dans les grands types de forêts françaises, afin de prévoir les effets de bouleversements de composition spécifique.

→ Multiplication des dispositifs expérimentaux de terrain permettant de suivre le comportement des arbres et de leurs associés fongiques en fonction de modifications environnementales contrôlées (sylviculture, traitements du sol) et des événements climatiques fortuits tels que les sécheresses exceptionnelles.

→ Mise en place d'au moins un dispositif lourd (type site atelier) maîtrisant les précipitations (interception / irrigation) et suivant sur plusieurs années les modifications et le fonctionnement du cortège mycorhizien parallèlement au comportement écophysique des arbres. ■

(1) UMR INRA-UHP « Interactions arbres-microorganismes », INRA de Nancy, 54280 Champenoux, tél: 0383396866, courriel: garbaye@nancy.inra.fr, site: <http://mycor.nancy.inra.fr>

(2) NDLR : Cette concentration racinaire dans les couches superficielles du sol explique l'effet néfaste du passage répété d'engins lourds, à forte pression des pneus au cm², sur l'état sanitaire des peuplements.

(3) NDLR : En outre, les hêtraies fortement éclaircies produisent un bois de meilleure qualité.

Motivation et diversité : nos atouts face au changement climatique

Thomas Formery, Directeur général du CNPPF

Comme le lecteur a pu le voir, le changement climatique est un sujet multiforme qui permet d'aborder tous les domaines forestiers sous un angle particulier.

La forêt privée a peu de moyens mais présente deux atouts fondamentaux : **motivation et diversité**. C'est dans cette diversité, pourtant souvent vécue comme un handicap au niveau économique, que pourront être trouvées les solutions, forcément originales, pour faire face à l'enjeu de demain. Et cet enjeu n'est rien moins que la pérennité de la production – voire, dans certains secteurs, l'existence – de la forêt française, tout au moins telle que nous la connaissons ! Mais qui dit diversité dit **coordination et synergie**. Forêt-entreprise se veut donc le reflet permanent de cette diversité et le lieu privilégié de cette coordination. Nous espérons que ce premier dossier l'a bien montré.

Notre second dossier consacré au changement climatique (FE n°182) abordera les interrogations des sylviculteurs cette fois dans les domaines des risques et de la production-récolte, assorties des réponses de la recherche. Puis le deuxième volet de l'article consacré au hêtre, seconde essence de production française, nous montrera ses faiblesses face aux évolutions du climat et la façon de les prendre en compte. Nous présenterons également deux études régionales intéressantes et originales dues à des CRPF novateurs. En Midi-Pyrénées, les importants dépérissements de résineux provoqués par la canicule de 2003 ont nécessité un suivi approfondi, utilisant même la télédétection satellitaire. En Nord-Picardie au contraire, mieux vaut pré-

venir que guérir : un observatoire régional des écosystèmes forestiers a été mis en place en recyclant les réseaux d'essais existants et en associant des bénévoles et des associations pour détecter les prémices de changements dans la végétation.

Nous incitons d'autres organismes à nous faire part de leurs travaux : la rubrique « changement climatique » de Forêt-entreprise leur est ouverte ! Nous présenterons également les principales conclusions de **Bernard Roman-Amat**, Directeur délégué de l'Engref pour le centre de Nancy, chargé par les ministres de l'Agriculture et du Développement durable d'un rapport sur la préparation des forêts françaises au changement climatique. ■

La
FORÊT PRIVÉE
REVUE FORESTIÈRE EUROPÉENNE

LA REVUE GÉNÉRALISTE ET INDÉPENDANTE DE QUALITÉ SUR LA FORÊT
TRAITANT DE SUJETS POUR LES PROPRIÉTAIRES ET LES PROFESSIONNELS DE LA FORÊT

**FILIÈRE BOIS ET
UTILISATIONS DU BOIS MATÉRIEL FORESTIER
DROIT ET FISCALITÉ POLITIQUE FORESTIÈRE
DE LA FORÊT ET RÉGLEMENTATIONS
COURS DES BOIS SUR PIED
SYLVICULTURE ET GESTION FORESTIÈRE**

SPECIMEN GRATUIT À LA DEMANDE

S'adresser à :

«La Forêt Privée» 61 av. de la Grande Armée, 75782 Paris cedex 16.

Tél. : 01 45 00 46 61 - Fax : 01 40 67 16 62 - njc@laforetprivee.com

laforetprivee.com



**OFFRE
DÉCOUVERTE**
-20%
SOIT 40 €
au lieu de 49€
Remise valable au premier abonnement d'un an



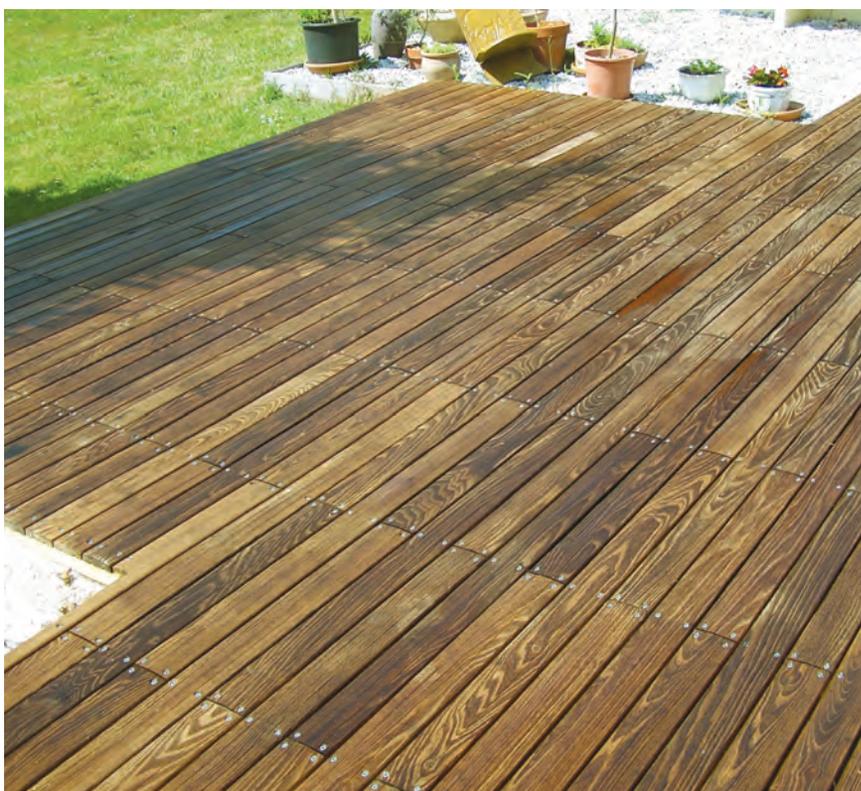
Une utilisation innovante du robinier

Didier Reuling*, Guillaume Legrand*, Philippe Lorette**⁽¹⁾

Le robinier, communément appelé « acacia »⁽²⁾, ne sert pas qu'aux piquets ou aux parquets, un modèle vient d'être déposée à l'INPI⁽³⁾ sur une nouvelle application : le platelage (caillebotis) pour les terrasses et autres parterres extérieurs.

Le CTBA et l'entreprise Alternaboïs ont développé cette nouvelle application du robinier grâce à une étude « recherche et développement » de 18 mois financée par l'Anvar (Agence nationale de valorisation de la recherche, dite « Agence française de l'innovation »).

Le défi relevé est d'avoir adapté les lames aux caractéristiques du robinier pour l'employer au maximum de ses possibilités. Les essais ont permis de définir un ratio optimal entre largeur et épaisseur. La largeur de la lame de platelage en robinier doit être quatre fois supérieur à son épaisseur pour une résistance maximale. La longueur de la lame (120 cm) a été calculée pour répondre aux contraintes du bois de robinier mais aussi pour faciliter la pose sur lambourdes lors du chantier. Cette longueur inhabituelle (courte) s'est transformée en atout pour une clientèle urbaine souhaitant aménager des cours intérieures ou terrasses souvent difficiles d'accès. Les lames sont légèrement bombées car une double pente de 5 % facilite l'évacuation des eaux, de la terre, des poussières et des mousses tout en n'augmentant pas sa glissance. Le profil des lames améliore encore la durabilité et la tenue du support (stabilité dimensionnelle). Enfin, le dessous de la lame comporte deux grosses rainures afin de casser la nervosité du bois et d'améliorer le contact entre lames et lambourdes ; en revanche, les stries



Platelage en robinier.

© Philippe Lorette

situées au-dessus ne sont présentes que pour l'aspect esthétique.

Le robinier se prête bien à cette utilisation extérieure qui valorise ses atouts : imputrescible, durable et chaleureux. Ce bois de provenance locale se positionne en concurrent sérieux d'essences exotiques qui ne sont pas toujours issues de forêts gérées durablement, tel le teck. Les applications visées sont multiples : airs de jeux, panneaux d'affichage, mobilier urbain. Si la représentation du robinier reste encore confidentielle sur ces applications, son potentiel d'évolution est

important. Il reste néanmoins dépendant de l'organisation des filières sylvicole et première transformation. ■

⁽¹⁾ * FCBA de Bordeaux, BP 227, 33028 Bordeaux Cedex. Le FCBA (Forêt, Cellulose, Bois-construction, Ameublement) est l'organisme résultant de la fusion entre le CTBA et l'AFOCEL (voir FE n°174, page 4).

** Alternaboïs (33), portable : 06 89 49 93 86, courriel : philippe.lorette@laposte.net

⁽²⁾ Lire à ce sujet le dossier du numéro 177 de Forêt-entreprise consacré au robinier et à sa sylviculture.

⁽³⁾ INPI : Institut national de la propriété industrielle.

Biodiversité : la Caisse des dépôts crée une nouvelle filiale

Samuel Six, IDF



CDC Biodiversité

Le 19 février, Augustin de Romanet, directeur général de la Caisse des Dépôts, a présenté la toute nouvelle « CDC Biodiversité » : le premier opérateur financier de la biodiversité. Entièrement dédiée aux enjeux de biodiversité, CDC Biodiversité est dotée d'un capital de départ de 15 millions d'euros sur un nouveau marché évalué à 500 millions d'euros.

Selon Augustin de Romanet, CDC Biodiversité trouve sa raison d'être dans l'érosion de la biodiversité : « *L'un des principaux défis écologiques mondiaux et l'une des priorités des pouvoirs publics, réaffirmée lors du Grenelle de l'Environnement.* ». Par ailleurs, la protection de la biodiversité est une exigence d'intérêt général. Par exemple, 70 % des médicaments anticancéreux sont d'origine végétale.

Une offre qui s'inscrit dans la durée

La Caisse des dépôts a déjà bâti le « Fonds carbone européen » (EFC) contre le réchauffement climatique qui a permis de financer 1 % de la totalité des efforts internationaux de réduction de gaz à effet de serre prévus par le protocole de Kyoto (un outil pour mieux répondre aux enjeux climatiques). Ce fonds a impulsé la dynamique nécessaire au lancement de la bourse européenne du carbone, « BlueNext »⁽¹⁾ (un outil pour intégrer la prise en compte du réchauffement climatique dans l'économie) et la « CDC Biodiversité » a maintenant pour

vocation de « *permettre un développement économique réellement respectueux de la nature* », selon les termes de Laurent Piermont, président-directeur général de la Société forestière de la Caisse des dépôts. Présidée et gérée par la Société forestière, CDC Biodiversité intervient auprès des entreprises, des collectivités, des maîtres d'ouvrage et des pouvoirs publics, dans leurs actions en faveur de la biodiversité : de la restauration à la compensation. Elle interviendra en premier lieu auprès des maîtres d'ouvrage d'infrastructures (immobilier, transport...), pour réaliser et assurer la gestion à long terme de leurs obligations écologiques de compensation (que les maîtres d'ouvrage doivent mettre en œuvre après avoir évité et réduit leurs impacts). Pour cela, elle mobilisera les financements nécessaires et s'assurera de la bonne fin écologique des opérations. Elle jouera ainsi un rôle de tiers entre les maîtres d'ouvrage et les pouvoirs publics qui fixent les règles écologiques : « *L'offre de compensation était jusqu'ici trop peu structurée, souligne Augustin de Romanet. Cette nouvelle filiale interviendra en premier lieu auprès des maîtres d'ouvrages pour les aider à gérer sur le long terme leurs impacts écologiques et compenser ceux*

qui ne peuvent être évités ». Pour la réalisation des programmes d'aménagement et de gestion des milieux naturels, elle fera intervenir des acteurs de terrain et les spécialistes les plus qualifiés dont elle soutiendra les actions par des partenariats de long terme. CDC Biodiversité s'appuiera sur un comité scientifique composé de spécialistes en écologie et en économie et sur un dialogue avec les associations de protection de la nature.

Objectif et fonctionnement

L'objectif est de drainer les financements utiles afin d'éviter toute nouvelle perte de biodiversité, voire d'améliorer la situation actuelle. Cette filiale vise l'absence de perte nette de biodiversité lors d'aménagements de l'espace. La compensation est l'une des possibilités lorsque les atteintes à la biodiversité sont restaurables, après que toutes les actions d'évitement et de réduction des impacts ont été mises en œuvre.

CDC Biodiversité intervient à la demande pour des programmes de compensation entrant dans le cadre

d'engagements volontaires et dans le cadre réglementaire qui impose aux maîtres d'ouvrage :

- d'éviter les impacts de leurs projets ;
- de réduire les impacts non évités ;
- et enfin de compenser les impacts résiduels, en conduisant des actions positives pour la biodiversité générant des additionnalités écologiques au moins égales à la perte non évitée, ou insuffisamment réduite.

CDC Biodiversité peut ainsi être mandatée pour sécuriser, restaurer et gérer des espaces naturels. CDC Biodiversité agit à l'interface des auteurs de projets d'aménagement ou d'activités souhaitant compenser leurs impacts sur la biodiversité et des auteurs d'actions en sa faveur. Elle fait appel aux seconds pour mettre en œuvre les engagements qu'elle prend auprès des premiers, dans un programme au sein duquel elle joue le rôle d'ensemblier et de pilote technique et financier.

Rôle et services proposés

Pour le compte d'un maître d'ouvrage, CDC Biodiversité propose de piloter toutes les étapes d'une action de compensation :

- identification du foncier répondant aux exigences de la compensation, puis sécurisation de ce foncier (en se portant, le cas échéant, acquéreur en nom propre du foncier) ;
- contractualisation en son nom avec des acteurs locaux : gestionnaires d'espaces naturels, experts écologues, ingénieurs du génie écologique, associations... Ils interviennent en fonction de leur spécialité et connaissance des enjeux. Pour des missions ponctuelles (veille foncière, études et conception,

travaux), mais aussi de long terme (gestion conservatoire, suivi et contrôle). La durée d'engagement des opérations pilotées par CDC Biodiversité peut aller jusqu'à 30 ans voir au delà, selon ce qui est imposé au maître d'ouvrage. CDC Biodiversité est à même de proposer à certains acteurs, en particulier les gestionnaires d'espaces naturels, des schémas contractuels renouvelables sur le long terme. Cette proposition offre aux acteurs concernés la possibilité de gagner en visibilité sur leur niveau d'activité ;

- mise en œuvre de l'action de compensation : conception, réalisation, gestion technique et financière et suivi scientifique de l'opération sur toute la durée de l'engagement (10, 20, 30 ans...);
- pilotage de toutes mesures accompagnant l'action de terrain ;
- rapport au maître d'ouvrage ;
- information pour le rapport du commanditaire aux autorités administratives et aux scientifiques ;
- accompagnement du maître d'ouvrage dans sa communication relative aux actions positives financées.

Des clients, déjà

Plusieurs accords sont en cours dont un avec la société des Autoroutes du sud de la France (ASF), dont les projets d'extension de l'A63 autour de Bayonne (Pyrénées-Atlantiques) empiètent sur des zones humides qui abritent le vison d'Europe, un des mammifères les plus menacés du continent. La réalisation de ce projet implique la mise en œuvre d'actions sur le terrain pour protéger les habitats humides. Cela passe par l'acquisition de terrains propices à la reproduction du vison, par exemple, ainsi que par un travail de sensibilisation sur le

Qu'est-ce que la biodiversité ?

La biodiversité ou « diversité biologique » est la diversité du vivant au sein d'une même espèce, entre espèces et leurs habitats. La biodiversité définit la diversité génétique, la diversité des espèces et celles des écosystèmes, mais aussi leurs interactions. Cette façon d'appréhender le vivant à toutes les échelles est apparue dans la décennie 1980/90. La biodiversité actuelle est le résultat d'une longue évolution : quatre milliards d'années ont été nécessaires. Elle est source d'alimentation, de bois, d'eau, de ressources pour la pharmacopée, de fibres utiles aux vêtements et fournit des services indispensables comme la pollinisation, la filtration des eaux et de l'air, la fertilité des sols, le stockage de carbone, la régulation du climat et de l'eau...

Pour plus d'informations, consulter le dossier du numéro 155 de Forêt-entreprise entièrement consacré à la biodiversité forestière⁽²⁾.

terrain pour la protection des berges. Les coûts de ces mesures pourront inciter les aménageurs à mieux penser l'implantation de leurs infrastructures. Sachant que « *tout n'est pas compensable, ce qui ne l'est pas ne devra pas être détruit* » précise Laurent Piermont. ■

(1) www.blunext.fr - Lire page 4 du Forêt-entreprise n°179 pour plus de détails.

(2) Forêt-entreprise n°155, dossier « Biodiversité forestière » (7 euros franco de port), disponible auprès de la librairie IDF :

23 avenue Bosquet, 75007 Paris,
tél. : 01 40 62 22 81, Fax : 01 40 62 22 87,
courriel : idf-librairie@cnpff.fr

La bourse en ligne des bois artisanaux (Bou'd'boa)



Michèle Lagacherie*, Bruno Gallion*, Jérémy Paulus**⁽¹⁾

De nombreuses essences secondaires d'arbres et arbustes présents en forêt possèdent des bois appréciés à très recherchés. Mais les circuits pour les mobiliser ne sont pas bien identifiés. Leur utilisation par les professionnels se heurte à plusieurs difficultés : ressource diffuse, problèmes d'approvisionnement, bois insatisfaisants par rapport aux formats recherchés, chaîne de transformation inadaptée, coûts d'exploitation trop élevés... Un nouveau service en ligne permet de connaître et de mettre en relation producteurs et utilisateurs de ces bois artisanaux.

Le CRPF du Languedoc-Roussillon a souhaité approfondir la connaissance de cette filière potentielle en inscrivant ce thème dans le programme européen « Tecnomed⁽²⁾ ». Plusieurs actions ont été développées au sein de ce programme, sous l'égide d'un comité de pilotage comprenant de nombreux partenaires professionnels, avec quatre objectifs :

→ Approfondir la connaissance de ces bois artisanaux **qui intéressent les professionnels**, et connaître les besoins pour une meilleure valorisation.

→ Améliorer la **connaissance de la ressource locale** correspondante et analyser l'opportunité de sylvicultures et d'exploitations appropriées.

→ Réaliser une **documentation** sur les potentialités des essences retenues, leurs propriétés et qualités, leur disponibilité, leur valorisation...

→ Organiser une **interface ressource-utilisateurs** pour faciliter l'utilisation de ces bois.

C'est cette dernière action que nous développons ici.

Un service gratuit et facile à utiliser...

La solution retenue par le CRPF, en partenariat avec l'interprofession régionale Arfobois, a été de réaliser un espace sur Internet spécialement dédié à la mise en réseau des acteurs pour la valorisation des essences secondaires. Trois services gratuits sont proposés : offres, demandes et annuaire des professionnels.

Pour y accéder :

<http://www.arfobois.com> puis rubrique « la bourse des bois artisanaux » (sans internet : voir encadré).

...consacré aux essences à bois d'artisanat

Ce site est réservé à l'offre ou la recherche de petits lots de bois précieux, destinés à des usages artisanaux. Ils correspondent à des essences qui ne constituent pas des peuplements

importants et qui ne peuvent donc pas fournir sur le marché des lots homogènes et conséquents, faciles à commercialiser par les circuits classiques (d'autres sites existent déjà pour cela). De nombreuses espèces d'arbres sont concernées : fruitiers forestiers, robinier, platane, cyprès, if, tilleul, érables... Certains arbustes ont aussi des bois d'une qualité remarquable et peuvent atteindre des formats exploitables par des artisans : buis, genévrier cade, pistachier térébinthe, cornouiller mâle, cytise... Leurs bois sont recherchés et appréciés pour leurs propriétés mécaniques, esthétiques. Ce sont aussi pour certaines d'entre elles des particularités, des « défauts », qui vont faire leur succès auprès de certains artisans : bois figurés, bois onvés, loupes, cœur noir...

Qui peut passer une annonce ?

Tout propriétaire forestier, gestionnaire, exploitant forestier, négociant, scieur, etc., peut insérer une offre pour proposer la vente de ces bois, qu'ils

Vous souhaitez insérer une offre et vous n'avez pas accès à Internet ?

Vous pouvez faire appel à un partenaire professionnel local (CRPF, Interprofessions régionales...) inscrit auprès d'Arfobois (gestionnaire du site), pour insérer vos annonces sur le site. Dans ce cas, votre numéro de téléphone sera communiqué aux membres intéressés par votre offre lorsqu'ils désirent vous contacter.

soient sur pied ou pas.

De même, tout artisan ou autre professionnel de la filière, peut indiquer sa demande de bois artisanal.

Dans les deux cas, l'annonce doit comporter les précisions suivantes :

- l'essence ;
- le type de produit : bois sur pied, bois rond, grume, plots constitués, ou autre type ;
- la localisation géographique : département ou pays ;
- la disponibilité prévue : date de récolte, période, saison... ;
- les particularités éventuelles : racine, loupe...

Si la consultation des annonces est accessible sans restriction, l'inscription est nécessaire (et gratuite) pour contacter un vendeur ou un acheteur. La procédure est simple et permet de mettre directement en relation (par message électronique) les personnes offrant ou recherchant des bois ou des services. L'identité reste confidentielle et n'apparaît pas sur l'annonce.

De l'exploitant à l'artisan : l'annuaire des professionnels spécialisés

La valorisation de ces bois fait appel à des spécificités professionnelles : reconnaissances et tri des essences lors de

l'exploitation, sciage à façon, conditions particulières de débit, besoins réguliers de ces bois... Le service Annuaire du site a pour objectif de faciliter la connaissance et la mise en relation avec ces professionnels spécialisés.

La valorisation de forêts plus diversifiées

Avec la disparition de méthodes de travail traditionnelles dans les unités de sciage par exemple, la disponibilité de ce type de ressource a notablement baissé ces dernières années. Pourtant, la demande des artisans en essences diversifiées à bois précieux ou figurés reste forte, car ces qualités apportent une plus-value à leurs produits et leur savoir-faire.

Ces essences commencent aussi à représenter un enjeu notable de substitution aux espèces exotiques dont l'utilisation est actuellement limitée par la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction. Il devient urgent pour certains métiers de développer ces ressources de qualité, de préciser et de faire connaître leurs propriétés technologiques et de mise en œuvre.

La bourse en ligne des bois artisanaux espère répondre à la demande exprimée par les propriétaires forestiers et par la filière artisanale en facilitant la mise en relation des différents corps de métiers. Ce service doit contribuer

Pour en savoir plus

- Brochure d'information sur le fonctionnement de la bourse en ligne des bois artisanaux...
- Les actes du séminaire du 7 juin 2007 : « Mieux valoriser les essences secondaires à bois d'artisanat! ». Document téléchargeable sur www.crpflr.com <<http://www.crpflr.com>> rubrique « Tecnomed » ou contacter le CRPF Languedoc-Roussillon.
- « Essences locales à bois d'artisanat », brochure 64 pages sur les essences secondaires à bois d'artisanat, le contexte de leur valorisation et les besoins exprimés par différents corps de métier. Document téléchargeable sur www.crpflr.com <<http://www.crpflr.com>> rubrique « Tecnomed » ou contacter le CRPF Languedoc-Roussillon.
- Brochure d'information sur la bourse en ligne des bois artisanaux. Téléchargeable sur www.foretrivee.fr en Dossiers thématiques > Economie gestion > Documents.

à la valorisation de forêts plus diversifiées, en complétant la filière traditionnelle par le développement de nouveaux usages. ■

(1) CRPF Languedoc-Roussillon, BP 4228, 378 rue de la Galéra, 34097 Montpellier cedex 5, tél. : 04 67 41 68 10. ; ** IDF Toulouse.*

(2) Tecnomed est un programme européen interreg IIIB Sudoe dans lequel le CRPF est associé avec des partenaires espagnols et portugais. Une des orientations importantes de ce programme est le développement de nouveaux marchés en forêt privée.

Résumé

La bourse en ligne des bois artisanaux est un service sur internet (<http://www.arfobois.com> puis rubrique « la bourse des bois artisanaux ») créé par le Centre régional de la propriété forestière (CRPF) du Languedoc-Roussillon et l'interprofession régionale Arfobois, pour mettre en relation les personnes désirant vendre ou acheter des bois artisanaux. Ce site internet espère soutenir la filière artisanale en facilitant la mise en relation des propriétaires forestiers et des différents corps de métiers.

Mots-clés : bois artisanaux, acheter, vendre, site internet.

Les attentes en forêt privée vis-à-vis de la typologie des stations forestières

Vers une meilleure adéquation de l'outil

Clotilde Giry, IDF/CNPPF (à partir des travaux de Michel Brun et Marc Valenzisi)⁽¹⁾

Qui en forêt privée connaît la « typologie des stations » et ses outils ? Comment est-elle perçue ? Quels usages en fait-on ? Quelles améliorations et quels développements peuvent être envisagés ?

Pour répondre à ces questions, un programme de 18 mois, financé par le GIP Ecofor, a été coordonné par l'IDF et conduit par deux équipes de spécialistes en sciences sociales. Les deux analyses issues des deux équipes ont été croisées pour renforcer la validité des résultats.

Les constats communs aux deux analyses

La typologie des stations est bien perçue quelle que soit la catégorie des personnes interrogées (gestionnaires et techniciens, représentants de l'administration, experts, propriétaires). Dans sa définition et ses principes, la typologie des stations est plutôt en phase avec la culture, les savoir-faire et les valeurs propres au monde forestier.

Mais elle est comprise et investie très différemment selon ces catégories, au stade de son application : pour, les gestionnaires et propriétaires, un écart important s'instaure parfois entre le plan des principes et de l'identité, favorables à la démarche, et celui des pratiques, qui l'intègrent mal ou fort peu.

La typologie offre plusieurs fonctions et usages (réels ou potentiels) qui

correspondent à divers enjeux : réussir les boisements et reboisements grâce à un choix d'essences adaptées ; garantir les « bonnes pratiques » de gestion sylvicole et environnementale, et s'assurer de leur durabilité (anticipation des risques liés aux changements globaux, optimisation des approvisionnements face à des marchés qui évoluent) ; enfin, dans une perspective de gestion des territoires, permettre le dialogue et aider à l'élaboration de projets.

Mais seules ou presque les fonctions liées à l'adaptation entre essences et stations sont utilisées – modestement et dans certaines conditions.

Et ces dernières apparaissent en relatif décalage temporel et fonctionnel par rapport aux enjeux perçus comme fondamentaux par les acteurs de terrain (questions sylvicoles concrètes, évolutions du marché et de la filière, changement climatique, nouvelles attentes sociales, incertitudes sur la politique forestière et le modèle de développement) ; et ce, dans un contexte où les contraintes économiques et réglementaires sont ressenties de plus en plus pesantes.

Or ce sont clairement ces enjeux, et la façon dont les acteurs les perçoivent et les intègrent dans leurs stratégies d'action, qui déterminent leur plus ou moins grand intérêt pour l'approche stationnelle, et rendent compte de

la relative sous-utilisation des guides et catalogues – plus que les qualités intrinsèques des documents.

La relance de la typologie des stations a un impact positif. Les deux études valident à leur manière le fait que la logique « d'offre »⁽²⁾ de typologie des stations (à laquelle s'apparentent les démarches de relance dans les régions pilote), a « professionnalisé » avec un relatif succès. Certaines catégories d'utilisateurs – personnel technique majoritairement, mais aussi certains gestionnaires.

Mais elles mettent en évidence les limites de cette logique fondée sur l'adaptation et la simplification d'une approche « expert », qui n'a pas été conçue à l'origine pour répondre aux besoins de l'ensemble des utilisateurs (ces besoins ayant en outre évolué avec le temps).

Les conditions d'amélioration

Partant de ces constats communs, les études identifient trois conditions d'amélioration :

Conforter la démarche de relance et les outils qu'elle a développés

Les maître-mots du rapport Boisseau (1999), les conclusions des rencontres

typologie de Dijon (2003) ou encore les recommandations du récent « Guide-âne » de l'IFN (Dumé, 2006), sont plus que jamais d'actualité : clarté et simplification des documents, pédagogie, formation, animation, accompagnement systématique des utilisateurs, appui sur des personnes-relais et dynamique de « contamination positive », implication des utilisateurs dès l'amont et évaluation des actions.

Certaines pistes d'action – qui ont pour partie déjà été évoquées par ces mêmes sources – seraient également à développer : mise en place de leviers incitatifs, financiers et/ou réglementaires pour les prescripteurs et acteurs économiques ; harmonisation et mise en cohérence de la typologie des stations à l'échelle nationale, voire européenne ; instauration d'une dynamique d'émulation entre régions.

Replacer la typologie des stations au cœur des préoccupations des gestionnaires et sylviculteurs

C'est indispensable si l'on veut accroître de façon sensible leur usage de la typologie des stations, et aussi sa diffusion élargie auprès d'autres publics (politiques, associations, étudiants et enseignants).

Il convient en ce sens :

→ d'apporter des réponses à leurs questions pratiques (productivité, sylviculture, multifonctionnalité, changement climatique...);

→ d'éviter de faire de la typologie – selon une approche exclusive – un dogme, un outil normatif, ou une affaire d'experts.

Autrement dit, il conviendrait de rapprocher la typologie des utilisateurs, et non plus seulement les utilisateurs de la typologie. En développant de nouvelles approches permettant que leurs demandes soient mieux servies grâce à la typologie (et en des termes qui correspondent à leurs questions) ;

et non plus seulement en mettant en avant les bienfaits de la démarche.

Élargir ses champs et usages au plan individuel et collectif

La typologie est un outil de base de caractérisation des milieux, elle doit devenir un outil d'aide à la décision pour différentes catégories d'usagers et à différentes échelles. Il s'agit d'élargir la fonction « de base » de la typologie (adaptation essences / station) à celles qui lui sont potentiellement reconnues (« bonnes pratiques » de gestion sylvicoles et environnementales, anticipation des risques, gestion collective des territoires...) – néanmoins la typologie ne peut jouer le rôle de « couteau suisse », et il convient de rester dans les limites pertinentes de l'outil. Par ailleurs, tout projet individuel et collectif est singulier (contexte, contraintes, désirs et compétences, profils d'identité...) et évolutif.

D'où l'importance d'intégrer la typologie à des démarches plus globales ou plus spécifiques selon le problème posé, et de l'articuler à d'autres approches (typologie des peuplements par exemple).



Les moyens d'amélioration

Concrètement, les moyens évoqués sont de trois ordres.

Adapter et différencier l'approche selon les besoins

Il s'agit là, en systématisant les études de besoins en fonction des catégories d'usagers, de concevoir des outils évolutifs, différenciés et dont l'application peut être dosée selon les besoins et les niveaux d'expertise, par exemple :

Pour les personnels techniques et les gestionnaires

Certains guides associent typologie des stations et itinéraires sylvicoles

(moyenne-Vilaine, Picardie ; guide des sylvicultures de montagnes...). Il serait intéressant de développer de tels guides qui lient unités stationnelles, orientations sylvicoles et conseils de gestion en tenant compte des divers enjeux (production, écologie, chasse, accueil du public).

Un module de formation sur l'approche stationnelle est en cours d'élaboration sur le site intranet de la Forêt privée ; ce module intègre également orientations sylvicoles et conseils de gestion.

Pour le sylviculteur

La notion de « projet » (en cours ou en devenir) semble essentielle pour adapter le choix des essences au vécu des sylviculteurs et à leurs objectifs. Ces projets sont très divers : liés parfois à une démarche administrative (PSG, certification), ou au souhait du sylviculteur d'intégrer à la fois la situation de sa forêt et son contexte spécifique, ses propres désirs et compétences ainsi que ses contraintes personnelles. Ils peuvent être envisagés individuellement (transmettre ma forêt en bon état, produire du bois de chauffe, produire du bois d'œuvre pour la filière, ou même constituer un arboretum, réorienter la forêt en la diversifiant...), ou collectivement – en général à l'échelon local (promouvoir une filière locale de bois de chauffage ou de bois d'ébénisterie ou de second œuvre pour la construction de chalets ; constituer un parc loisirs et nature ; ouvrir un domaine de chasse individuel ou collectif, protéger des espèces, des sources ; plus simplement, remettre en ordre et entretenir la forêt, éclaircir avec d'autres sylviculteurs voisins ; mutualiser des moyens, créer de meilleures conditions d'exploitation, profiter d'un encadrement, de conseils...).

Il paraît dès lors important de développer des outils qui permettent à chacun de construire et de piloter son projet – soit individuellement, ou en

relation avec des appuis techniques, ou en combinant les deux démarches, et éventuellement en lien avec des projets collectifs locaux.

Sachant que l'offre d'information et de conseil provenant des organismes de développement est dans l'ensemble plutôt thématique (l'instruction du PSG fournissant toutefois une occasion d'offrir une prestation intégrée).

Trois options sont possibles :

→ une option « élémentaire », qui consisterait à proposer un classeur modulaire personnalisé (« entretenir et gérer ma forêt »). Ce classeur intégrerait approche station, itinéraires sylvicoles, données environnementales ;

→ un outil d'analyse, de diagnostic et d'aide à la décision. La démarche station-guide serait alors une ressource scientifique et technique de base parmi d'autres ressources, intégrée à une démarche de conception et de conduite de projet. Cet outil intégrerait les caractéristiques de la forêt locale et les données d'environnement (réchauffement, biodiversité), irait du terrain au modèle, permettrait le dialogue entre les propriétaires forestiers, et entre propriétaires et experts-conseillers ;

→ une démarche globale de conception et conduite de projet. La démarche station-guide deviendrait la ressource principale pour construire et réaliser un projet, en intégrant les éléments suivants : prise en compte du profil du sylviculteur et de ses objectifs ; diagnostic des potentialités naturelles et de la situation des parcelles considérées ; prise en compte de l'environnement socio-économique (filiale locale, développement local, groupement...) et naturel (variations climatiques, microclimat) ; définition du projet, plan d'actions (échancier, moyens à mettre en œuvre, indicateurs de réalisation).

Les deux dernières options pourraient aussi être adaptées aux attentes des collectivités territoriales et des associations.

Les modalités de l'enquête

Le comité scientifique du programme a retenu la région Rhône-Alpes comme unique région d'étude, avec la forêt privée comme cible essentielle. Compte tenu du cadrage budgétaire et des objectifs du programme, l'enquête a été qualitative, menée sur la base d'un panel jugé représentatif et validé par le comité de pilotage. Ce panel comprenait 57 personnes, interrogées pendant environ deux heures chacune :

→ 13 personnes ont été rencontrées en première phase, au titre de leur participation « historique » au développement de la démarche typologie des stations, et/ou au regard de leur expertise en ce domaine.

→ 44 personnes ont été rencontrées en Rhône-Alpes (Nord-Ardèche, Ardèche, Loire, Rhône et Haute-Savoie) ; 24 parmi divers acteurs régionaux de l'appareil administratif et de développement, et 20 sylviculteurs.

Les résultats présentés doivent donc être replacés dans les limites de la région d'enquête et dans le caractère qualitatif de la méthode ; ils permettent néanmoins de formuler, à dire d'experts, des hypothèses d'analyse suffisamment fines au regard des objectifs impartis à l'étude (qu'une enquête quantitative, sur un échantillon plus large, permettrait de valider définitivement).

Pour le grand public

Un outil de diagnostic et de connaissance de la forêt, utilisable par tous, ludique, qui permettrait au joueur de gérer virtuellement une forêt selon un profil et des objectifs spécifiques, avec des atouts et contraintes d'environnement, et des événements exceptionnels (tempêtes, gibier, parasites...).

Développer d'autres supports que les outils « classiques » (guides et brochures)

Les nouvelles technologies telles qu'internet, PDA (ordinateur de poche), GPS (positionnement par satellite) sont des supports favorablement perçus et recherchés par bon nombre de personnes interrogées, quelle que soit leur catégorie : cartographie, arboretum virtuel, herbier virtuel, reconnaissance logique des stations... sont autant de pistes évoquées au cours des entretiens.

L'idée d'un centre de ressources dédiées, avec différents volets, serait à développer :

→ ressources liées à chaque catégorie d'acteurs (sylviculteurs, techniciens, experts, décideurs, élus...), et à des « bouquets » de projets associés ;

→ ressources liées aux évolutions globales (climat, filières, normes, durabilité) ;

→ forums, FAQ (« Foire aux questions »), échanges d'expériences, blogs ;

→ entrées régionales, cartographie et entrée grand public (botanique, pédologie, essences).

Développer via ces supports d'autres modalités de coopération et de communication

Une demande assez forte semble émerger pour des modes de communication et de coopération transversaux, entre scientifiques d'une part, forestiers de terrain d'autre part, mais aussi entre ces deux catégories, et entre régions.

Compte tenu du désengagement relatif de l'État concernant les soutiens institutionnels et financiers à la typologie des stations, la diffusion de la

« culture » typologie des stations pourrait s'appuyer davantage sur la collecte et l'échange d'expériences et de bonnes pratiques entre différentes catégories d'acteurs (notamment l'idée, développée dans le « guide-âne », de constituer une base de données stations permettant de recueillir les données sylvicoles et l'expertise des forestiers de terrain, station par station). ■

(1) *maîtres d'œuvre de l'enquête et auteurs des rapports.*

(2) *Logique « d'offre » : approcher les utilisateurs de la typologie.*

Remerciements

À Michel Brun et Marc Valenzisi, maîtres d'œuvre de l'enquête et auteurs des rapports, et aussi Philippe Mallein et Henry Ollagnon pour leur accompagnement tout au long de la démarche. Aux membres du comité de pilotage de ce programme pour leur active collaboration. Au CRPF de la Région Rhône-Alpes et toutes les personnes qui ont appuyé la réalisation de l'enquête en Région, et tout particulièrement Didier Joud, dont l'accueil et les apports ont été déterminants.

À l'ensemble des personnes interviewées.

Résumé

Une enquête de 18 mois conduite par deux équipes de spécialistes en sciences sociales a permis de mettre en évidence les limites d'une typologie des stations conçue à l'origine pour les « experts » ou les initiés. L'étude suggère un recentrage des outils de la typologie des stations sur les préoccupations pratiques des forestiers.

Mots-clés : Typologie des stations, attentes des utilisateurs, Forêt privée, sciences sociales.

Bibliographie

- **Boisseau (B.).** *Bilan de la typologie des stations forestières*, Rapport de la convention DERF n° 01.30.03/98, Cemagref, 1999, document dactylographié.
- **Brun (M.).** *Profil d'identité située des propriétaires forestiers dans leur relation à la forêt - Test Cautic de qualité d'usage de l'approche station forestière et guide du choix des essences*, 2007, 63 pages.
- **Dumé (G.), Forêt (M.).** *Les outils d'aide à la reconnaissance des stations forestières et au choix des essences. Méthodes et recommandations ou « Guide-âne »*. IFN, 2006, 224 pages.
- **Valenzisi (M.).** *Conditions et moyens d'une meilleure utilisation de l'outil « Typologie de stations forestières », dans la perspective d'une meilleure gestion de la qualité des forêts. Rapport d'audit patrimonial*, 2006, 46 pages.
- **Giry (C.).** *Attentes et mobilisation des acteurs concernant la « typologie des stations forestières »*. Rapport de synthèse, 2007, 25 pages.



**BELLE CHASSE
À LOUER**

**BRETAGNE
80 km Ouest Rennes**

**FORÊT
de 3 800 Hectares**

*Plus de 100 km de chemins
bien entretenus*

Cerfs, chevreuils, sangliers, becasses

**Contactez
"Ressources Forestières SAS"
contact@ressourcesforestieres.com**

Tél. : 01 45 00 34 45

Forêt, carbone et changement de climat

Yves Martin, ingénieur général des Mines⁽¹⁾

Cette note est issue d'une série de fiches très brèves, destinées à susciter un approfondissement de la réflexion actuelle sur l'importance vitale de la taxe carbone pour la forêt (lire l'article du même auteur paru dans le n°178). L'objet étant de lancer le débat sur ce sujet d'actualité.

Le rôle de la forêt dans le solde net de nos émissions de CO₂ est considérable. Chaque année :

→ la France émet, sous forme de CO₂, 100 millions de tonnes de carbone d'origine fossile ;

→ et la production de biomasse de sa forêt extrait de l'atmosphère 32 millions de tonnes de carbone : 19 sont récoltés et peuvent être substitués à de l'énergie fossile ou stockés durablement dans le bois d'œuvre, et 13 accroissent le stock de carbone de la forêt elle-même. Cette production de biomasse a doublé en trois quarts de siècle, sous l'effet du changement de climat et de l'augmentation des surfaces boisées.

La forêt est fortement sous-exploitée

L'administration et les sylviculteurs sous-estiment la menace que le changement de climat fait peser sur la forêt. La forêt est un écosystème où l'arbre connaît une génération par siècle, alors que ses concurrents ou prédateurs (plantes annuelles, insectes et champignons) connaissent une génération par an ; face à un changement de climat rapide, ces derniers ont cent fois plus de possibilités que l'arbre de s'adapter à ce changement. Depuis trois quarts de siècle, la production de biomasse par la forêt a



Peuplement dense de mélèze.

doublé, mais depuis trois décennies, la récolte stagne et les prix, en monnaie constante, ont été divisés par trois ou quatre. La forêt est fortement sous-exploitée, ce qui accroît sa vulnérabilité face au changement de climat :
→ concurrence pour l'eau plus importante entre les tiges face à une pluviométrie estivale décroissante et compte tenu des besoins hydriques accrus par l'augmentation de température (plus forte l'été qu'en moyenne annuelle) ;
→ moindre résistance au vent du fait de facteurs d'élancement croissants et de tempêtes dont la fréquence et la violence est peut-être déjà accrue par le changement de climat.

Il est impératif de conduire une sylviculture plus dynamique, que les cours actuels du bois ne permettent pas de financer, si l'on veut accroître le puits de carbone que constitue la forêt et éviter qu'elle ne se transforme, au

contraire, en source de CO₂, par réduction du stock considérable qu'elle a accumulé ; ce stock est aujourd'hui de 900 millions de tonnes dans ses arbres eux-mêmes et 1 100 millions de tonnes dans l'humus de son sol, soit au total 20 années de nos émissions de carbone fossile.

L'opportunité d'une taxe carbone

On sous-estime aussi l'opportunité économique que le changement de climat représente pour la forêt, si l'on sait l'adapter au changement par une gestion appropriée, tout en maximisant son importante contribution à la réduction de nos émissions nettes de CO₂. Pour susciter les actions les moins coûteuses qui permettront de diviser

libre propos

par quatre nos émissions nettes de CO₂ d'ici à 2050, dans un cadre international aussi large que possible, la meilleure solution (sans doute même la seule) est d'inclure progressivement une taxe dans le prix des énergies non renouvelables, le coût du carbone ajouté à l'atmosphère. Cette taxe ne devrait pas être inférieure à 500 euros par tonne de carbone en 2050.

La valeur, sur pied, du bois commercialisé est actuellement limitée à 1,4 milliard d'euros par an. Une taxation du carbone augmenterait le prix des énergies et matériaux concurrents du bois. Avec une taxe de 500 euros par tonne de carbone, la valorisation d'une récolte annuelle portée à 25 millions de tonnes de carbone, se substituant à de l'énergie fossile et à des matériaux énergétiquement coûteux à produire, serait accrue de plusieurs milliards d'euros (une demi-douzaine?).

La promotion du bois dans la construction

Les milieux forestiers cherchent aujourd'hui à obtenir que l'augmentation du stock de carbone dans la forêt soit financièrement récompensée. Ce serait une très mauvaise façon de restaurer la rentabilité de la forêt, car un tel mécanisme n'encouragerait pas une sylviculture plus active et mettrait les forestiers dans une situation très difficile s'ils devaient rembourser cette aide, en cas de tempête, de dépérissement ou d'incendie. Compte tenu

de la vulnérabilité de la forêt face au changement de climat, c'est dans le bâtiment qu'il faut stocker le carbone du bois, non dans la forêt. Si une augmentation de stock devait être rémunérée, c'est celle du bois d'œuvre dans le bâtiment.

On ne pourra surmonter tous les obstacles actuels au développement de l'usage du bois dans la construction (culture de la maison de maçon, manque d'architectes et de main-d'œuvre formés à la mise en œuvre du bois, faiblesses des industries de transformation du bois) que le jour où le prix des matériaux concurrents du bois, énergétiquement coûteux à produire, tiendra compte du coût du CO₂ émis lors de leur fabrication : la taxation des énergies non renouvelables est nécessaire à la promotion du bois dans la construction. Nostalgiques de l'époque faste du FFN (Fonds forestier national), les sylviculteurs demandent aussi le retour des aides publiques pour les travaux forestiers. Compte tenu des difficultés que connaissent nos finances publiques (certains parlent même de faillite de l'État) avant même que ne se produise le choc des retraites, cette demande me paraît déplacée (sauf peut être pour financer des voies forestières desservant de nombreuses propriétés).

En revanche, il est indispensable que l'État consacre des moyens fortement accrus pour :

→ sensibiliser les sylviculteurs à la réalité du changement de climat (diffusion de données météorologiques locales analysées) et à ses effets (travaux accrus et plus largement diffusés du

Département de la santé des forêts) ;
→ les éclairer sur les choix à faire en matière d'essences à planter (développement des recherches et de sites expérimentaux judicieusement répartis) ;
→ les former à une sylviculture plus dynamique et diffuser l'information sur les succès et échecs constatés ;
→ renforcer le suivi, par l'IFN (Inventaire forestier national), des résultats obtenus. Le changement de climat rend nécessaire une densification des observations, dans l'espace et dans le temps. Or, la méthodologie d'inventaire ayant changé, aucune synthèse départementale n'est disponible, depuis 1992, telle qu'elle était précédemment renouvelée tous les dix ans.

Dans les départements de moyenne montagne où la propriété est très morcelée et où la déprise agricole a été forte, un nombre élevé de parcelles boisées, souvent indivises entre plusieurs générations de propriétaires, sont abandonnées ; des mesures fiscales, notamment sur les impôts fonciers, devraient inciter à leur regroupement dans des projets de sylviculture dynamique.

(1) Yves Martin a présidé la Mies (Mission interministérielle de l'effet de serre).

Courriel: yves-elisabeth.martin@neuf.fr

Retrouvez toutes les notes d'Yves Martin sur la forêt face au changement de climat sur le site :

www.foretriveefrancaise.com

en dossier Climat >

Documents à télécharger



Lest'o®

La bâche respirante...

Qui protège des intempéries !

Pour le séchage et le stockage des plaquettes de bois de chaufferie à l'extérieur

DANIEL BREHM Tél 03 88 70 70 14 www.dbrehm.fr
daniel.brehm@libertysurf.fr

L'impact de l'arbre de fer sur les plants protégés

Olivier Baubet, Département de la santé des forêts (DSF)

L'arbre de fer est une protection contre le gibier efficace mais susceptible d'occasionner des dégâts importants si son utilisation n'est pas correctement contrôlée. Le DSF a enquêté sur l'impact de ces protections.

L'arbre de fer est une protection contre le gibier constituée d'une tige métallique de 1,2 m de hauteur et d'un diamètre de 5 mm à laquelle cinq tiges de fer plus fines sont soudées perpendiculairement. Les arbres de fer sont mis en place à la plantation⁽¹⁾ et doivent être réajustés annuellement pour éviter qu'ils ne s'éloignent du tronc et perdent toute efficacité. Ces dispositifs, surtout utilisés pour protéger les plantations résineuses, ont parfois été employés dans des plantations feuillues. Ils protègent efficacement les plants de l'abrutissement dans les premiers stades de la plantation et du frottis du chevreuil lorsque les plants grandissent.



© o. Baubet, DSF



© o. Baubet, DSF

Exemples d'inclusion de la protection dans le bois en absence de dépose.

Une protection contre le gibier très utilisée en Auvergne

Ces protections, peu utilisées avant 1999, ont largement été posées dans les reconstitutions de peuplements post-tempête en Auvergne et plus rarement sur le Limousin. En Auvergne, on estime à 60 % les plantations réalisées avec « l'arbre de fer » : ce qui doit correspondre à 1 300 ha.

Une inclusion de la protection dans le bois

Outre la dangerosité de ces protections pour les usagers et les personnels travaillant en forêt mais aussi pour la faune, des dégâts ont été observés sur les arbres protégés. Les toutes premières observations réa-

lisées début 2006 sur une plantation âgée de 10 ans ont fait prendre conscience des risques pour les arbres de ce type de protections. Dans la majorité des cas, la tige métallique est debout ou plantée à proximité de l'arbre et la corrosion n'a pas altéré la protection. En revanche, 20 % des arbres protégés présentent une inclusion de la protection métallique dans le tronc de l'arbre.

Une enquête spécifique

À partir de cette première observation, une enquête a été lancée par les correspondants-observateurs de la région Auvergne afin de recenser ce type de protection sur les plantations de plus d'un hectare et âgées d'une dizaine d'années. Peu de plantations se trouvaient dans cette classe d'âge; il a été particulièrement difficile d'identifier ces peuplements...

Cette enquête concerne donc sept peuplements dont un âgé de seulement 4 ans (reconstitution après tempête). Le douglas constitue plus de la moitié des observations, mais pins laricio, mélèzes et érables sycomores font eux aussi partie de l'échantillonnage (Tableau). Dans ces parcelles, l'efficacité en tant que protection contre les dégâts de gibier n'étant pas évaluée, seuls les dommages occasionnés aux arbres ont été notés.

Selon le peuplement, 30 à 70 % des arbres sont protégés et la protection est intégrée dans 4 à 25 % du tronc des arbres de ces parcelles. Pour 5 à 30 % des arbres, celle-ci est en contact



© P. Petit, DDAF43

étroit avec le tronc, on estime que la moitié de ces protections vont, elles aussi, être intégrées dans le tronc au moment de la première éclaircie: 10 à 30 % des tiges présenteront alors une inclusion de la tige dans le tronc. Si on se contente de regarder l'avenir des tiges protégées, on constate à 10 ans que les tiges présentent pour 7 à 80 % d'entre elles, une inclusion de la tige métallique dans le tronc et l'estimation à la première éclaircie varie de 20 à 90 % de tiges protégées. Ce premier comptage permet de constater que l'inclusion de la tige mé-



© o. Baubert, D.S.F

tallique peut concerner une proportion significative d'arbres lors de la première éclaircie. Les fortes disparités de dégâts entre les différentes plantations peuvent s'expliquer par les suivis réalisés et par la rapidité de croissance des plants. La mise en place initiale de la protection lors de la plantation et le repositionnement des protections au contact de la tige

Localisation et peuplement					Résultats du comptage (en %)				
Fiche	Commune	Essence	Âge	Hauteur dominante	Arbres protégés	Protection intégrée dans le tronc (1)	Protection au contact du tronc (2)	Protection éloignée du tronc (3)	Prévision de dommages à la première éclaircie: (1) + 50 % de (2)
1	Arfeuilles (03)	Douglas	10 ans	9 m	48	10	22	16	21
2	Saint-Éloy-la-Glacière (63)	Douglas	12 ans	10 m	39	12	19	8	22
3	Roffiac (15)	Douglas	14 ans	11 m	30	25	5	0	28
4	Jou sous Monjou (15)	Érable sycomore	10 ans	8 m	50	7	30	13	22
5	Lempdes (43)	Pin laricio de Corse	8 ans	3 m	63	18	23	22	30
6	Murol (63)	Mélèze d'Europe	4 ans	2 m	71	10	20	41	20
7	Condat en Feniers (15)	Douglas	7 ans	5 m	55	4	16	35	12

Fiche	Résultats pour les arbres protégés seuls (en %)			Prévision de dommages à la première éclaircie
	Protection dans le tronc (1)	Protection au contact du tronc (2)	Protection éloignée du tronc (3)	(1) + 50 % de (2)
1	21	46	33	44
2	31	49	21	56
3	83	17	0	92
4	14	60	26	44
5	29	37	35	47
6	14	28	58	28
7	7	29	64	22

Résumé

Le Département de la santé des forêts attire ici l'attention des sylviculteurs sur l'importance de réajuster les protections dites « arbre de fer » tous les ans et de la nécessité de les déposer sous peine de faire courir des risques importants à la plantation (inclusion de la protection dans l'arbre) et aux forestiers (lors des éclaircies et de l'exploitation notamment).

Mots-clés : arbre de fer, inclusion, précautions d'emploi.

les années suivantes, permettent d'assurer une bonne efficacité du dispositif. Mais si la plantation n'est plus suivie, passée la phase de sensibilité, les dégâts sont maxima. Plus la croissance initiale des plants est forte, plus la protection risque de se retrouver coincée entre deux verticilles et rapidement intégrée au tronc. C'est ce qui est constaté sur la jeune plantation de 4 ans de mélèze de Murol, où déjà 10 % des arbres présentent une inclusion de protection dans la tige.

Il est important de sensibiliser les sylviculteurs aux problèmes occasionnés par ces protections dont la dépose doit être intégrée à l'itinéraire technique. Ce message mérite d'être largement diffusé afin que tous ces dispositifs soient retirés dès qu'ils ne sont

plus utiles. Par ailleurs, le recyclage de ces protections métalliques est une obligation. ■

(1) Ces protections sont déconseillées sur terrains caillouteux du fait de la difficulté d'installation.

Une dépose essentielle pour remédier aux dégâts

La pérennité de ces protections et leur tendance à se faire intégrer dans le tronc de l'arbre ont pu être vérifiées sur des plantations d'une dizaine d'années. L'inclusion des protections dans l'arbre pose problème lors des premières éclaircies mécanisées où la protection métallique passe dans la tête d'abattage. Les propriétaires de combiné d'abattage ont d'ores et déjà confirmé les difficultés pour exploiter ces parcelles. **Autant d'arguments pour une dépose systématique des protections au moment du dernier dégageement.**



REMORQUES DE 7 à 13T
GRUES DE 3,1T/m à 6,2T/m







UNE GAMME COMPLETE, ADAPTEE A VOTRE EXPLOITATION



MADE IN FINLAND

Ets GIRAUD et Fils
z.a de l'Etang - 42440 Noirétable
Tél: 04.77.24.91.66 Fax: 04.77.24.78.20
www.giraudagriforest.com

Reboisement en douglas après coupe rase : quand économie se conjugue avec efficacité

P. Marty*, J.-P. Ortisset**, P. Thévenet**⁽¹⁾

Dans le Tarn, le renouvellement de 15 000 ha d'épicéa commun en douglas s'impose, notamment depuis la canicule de 2003. En 1995, un Fogefor de référence a analysé les techniques de reboisement puis le Cetef du Tarn a poursuivi les mesures.

Comment ont évolué les premières conclusions après 10 ans ?

En Midi-Pyrénées, le Tarn est le département où la vague des reboisements résineux des années 70-80 s'est concrétisée par les peuplements les plus étendus et les plus productifs. Beaucoup sont concentrés à l'Est du département, sur la Montagne Noire et les Monts de Lacaune. Mais l'apparition, essentiellement sur l'épicéa, de problèmes sanitaires comme le fomes, puis les insectes sous-corticaux (dendroctone, typographe), a accéléré le remplacement anticipé de ces peuplements par le douglas. Ce phénomène s'amplifie depuis la canicule de 2003.

Une recherche des meilleures solutions économiques et sylvicoles

Des propriétaires précurseurs ont souhaité étudier les différentes techniques de reboisement mises en œuvre localement. Ils se sont regroupés, dès 1993, dans le cadre d'un Fogefor de référence animé par le CRPF Midi-Pyrénées. Leurs travaux se sont concrétisés par :



Botte de douglas 2+1 racines nues.

- un rapport intitulé : « Reboisement en douglas après coupe rase de résineux : recherche des meilleures solutions économiques et sylvicoles »⁽²⁾ ;
- un article publié dans le numéro 399 de Forêts de France de décembre 1996⁽³⁾.

L'étude s'est appuyée sur des chantiers réalisés par les coopératives, les

experts ou les propriétaires en mettant en place trente-six placeaux répondant aux critères suivants :

- chantier consécutif à une coupe rase d'épicéa commun,
- situé dans la « montagne tarnaise »,
- reboisé en douglas, avec des plants de 3 ans à racines nues.

Des données ont été recueillies, jusqu'à la cinquième année après plantation : les coûts (renseignés par les opérateurs) et mesures annuelles de quarante-neuf arbres par placeau. Une classification des chantiers a été proposée en fonction des types de préparation du sol :

- léger (L) : peu de perturbation du sol, rangement manuel ou mécanique des rémanents, mise en place des plants en potets manuels ;
- moyen (M) : broyage ou rangement des rémanents permettant le sous-solage, mise en place des plants au « coup de pioche » ;
- lourd (H) : dessouchage, sous-solage, mise en place des plants à la pioche.

En 1996, les principaux enseignements sont que :

- les préparations n'ont qu'une faible influence sur la croissance juvénile ;



© J.-P. Ortisset

Arasement au « croque souche » et andainage : préparation du sol « moyenne ».

→ les préparations « lourdes » entraînent des développements importants d'adventices et obligent à davantage de dégagements ;

→ globalement, après 5 ans, les préparations lourdes et légères engendrent des coûts cumulés sensiblement semblables, les préparations « moyennes » sont les plus onéreuses.



Le Cetef en relais du Fogefor

Les résultats de cette étude ont particulièrement intéressé les propriétaires forestiers tarnais. La question était alors de savoir si ces premières observations seraient confirmées dans le temps. Le groupe Fogefor de référence ayant terminé son travail, le relais fut naturellement pris par le Cetef du Tarn. Pour permettre un suivi à plus long terme, des membres volontaires du Cetef se sont engagés à suivre les placeaux en assurant les mesures à la 8^e et à la 10^e année.

Par petits groupes de trois à cinq personnes, propriétaires et techniciens ont visité et mesuré cinq à dix placeaux annuellement sur lesquels ils notaient les critères suivants : état de

la végétation, réalisation de travaux (dégagements, dépressages, élagages éventuels...), densités et mortalités, hauteurs et diamètres des arbres.

Cette participation de propriétaires a permis à chacun de constater l'évolution des plantations en fonction des techniques de préparation. Ainsi sont apparues les conséquences directes engendrées sur la végétation adventice, la concurrence exercée sur les plants, le respect des sols et des milieux forestiers...

Il est apparu rapidement que les techniques les plus onéreuses n'étaient pas nécessairement les plus efficaces. Ainsi plus de 1 500 données chiffrées furent collectées. Le Cetef a confié à l'un de ses membres, Philippe Marty (ingénieur Supélec), le soin d'en analyser les résultats. Un premier essai d'interprétation à 8 ans ne s'est pas avéré très révélateur de différences significatives par rapport à 5 ans, il a semblé préférable d'attendre que les plantations aient atteint 10 ans.

Les mesures effectuées sur les trente-trois placettes restantes en 2005 et 1 470 arbres fournissent une somme d'informations conséquente. Bien qu'un grand soin ait été apporté à la collecte des informations stationnelles, il est impossible de connaître avec

certitude tous les paramètres influant sur la croissance des arbres. Les études statistiques théoriques n'apportent toute leur efficacité que lorsque l'on connaît bien les paramètres. Après diverses tentatives, la technique d'analyse par déciles fut retenue. L'analyse par déciles consiste à classer les populations par ordre croissant, puis à comparer par tranches de 10 % le paramètre étudié. Dans notre cas, on classe par hauteurs croissantes les arbres pour chaque technique préparatoire, puis on segmente l'intervalle obtenu par 10^e du plus petit arbre au plus grand.

La méthode d'analyse par déciles simplifie la présentation des résultats et permet de juger de la validité des conclusions : si les courbes ne s'entrecroisent pas de façon désordonnée, font apparaître une différence claire entre les hauteurs selon le type de travail du sol et que ces résultats sont confirmés dans des stations bien différentes, on peut valider les conclusions.

Elle a aussi pour intérêt d'éliminer facilement les extrêmes, par exemple les 20 ou 30 % des arbres les moins vigoureux qui seront de toute façon éliminés par la sylviculture.

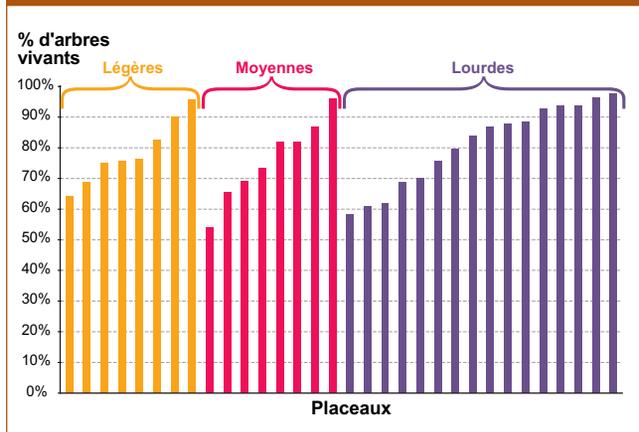


© J.-P. Ortisset

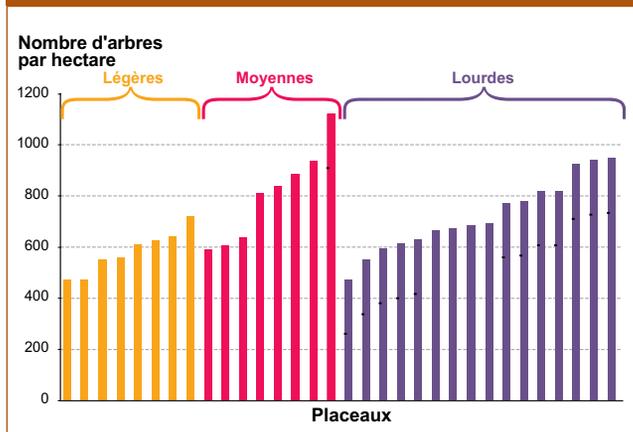
Plantation à n+1 sur préparation « légère », rangement abatteuse.

reconstitution des peuplements

Taux de survie à 10 ans



Densités par hectare cadastral à 10 ans



Des hypothèses confirmées

L'ensemble des données recueillies (topographie, caractéristiques de croissance, mortalité, sylviculture...) ont été analysées. Seules les conclusions les plus significatives sont ici présentées : mortalité, hauteur des arbres, profondeur des sols, altitude et exposition.

Des mortalités similaires

Les densités de plantation n'étant pas toutes semblables (de 585 à 1 200), il a semblé préférable de comparer les taux de survie à 10 ans. Le graphique ci-dessus montre qu'ils sont assez proches quels que soient les travaux préparatoires mis en œuvre à l'origine. Il est toutefois intéressant de savoir combien de plants sont effectivement présents à 10 ans.

Comme on peut le constater, la densité est essentiellement comprise entre 450 à 900 plants par ha. À noter que certains placeaux ont déjà été dépressés.

Des hauteurs révélatrices

Les arbres issus des préparations légères sont presque toujours plus grands que ceux issus des autres préparations, quasiment dans toutes les classes de hauteur (depuis les déciles des arbres les plus petits jusqu'aux

déciles des arbres les plus grands). Cependant, le décile des plus grands des préparations lourdes croise ceux des autres préparations. Les 10% des arbres les plus grands des préparations lourdes sont donc significativement plus hauts que ceux des autres préparations. Est-ce dû à un effet « individu »

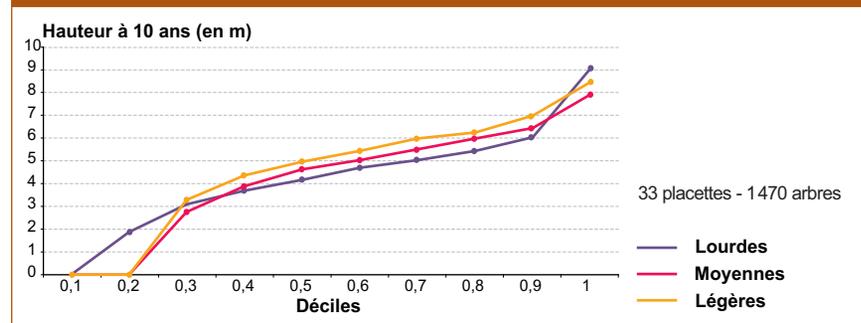
ou à un effet microstationnel de bordure d'andains? L'analyse actuelle ne permet pas de trancher.

Au vu des densités restantes à 10 ans, le sylviculteur va constituer son peuplement définitif à partir des 100 à 200 arbres les plus grands, soit les 3 ou 4 déciles supérieurs. Les



Plantation n+10, préparation « moyenne », broyage en plein.

Hauteurs à 10 ans



reconstitution des peuplements

préparations légères semblent prometteuses et homogènes, sans individus hyperdominants de type « loups ».

Il convient de déterminer si ces constatations globales s'appliquent dans tous les cas ou si elles varient en fonction des paramètres topographiques, sols, altitudes, expositions.

L'influence du sol

Les plantations analysées sont toutes situées sur des substrats géologiques semblables. Seule la profondeur des sols peut induire une certaine différenciation. Les préparations légères semblent très performantes tant pour les sols de profondeurs limitées que pour les autres. Toutefois, dans les sols les moins profonds, les techniques moyennes engendrent des arbres plus grands, certainement grâce au sous-solage (sans décapage).

À partir de 60 cm de profondeur on retrouve la prédominance des préparations lourdes pour les 10 % les plus grands.

L'influence de l'altitude

L'échantillonnage selon les altitudes n'est pas représentatif, car les altitudes inférieures à 600 mètres ne comportent qu'une placette pour les préparations légère et moyenne.

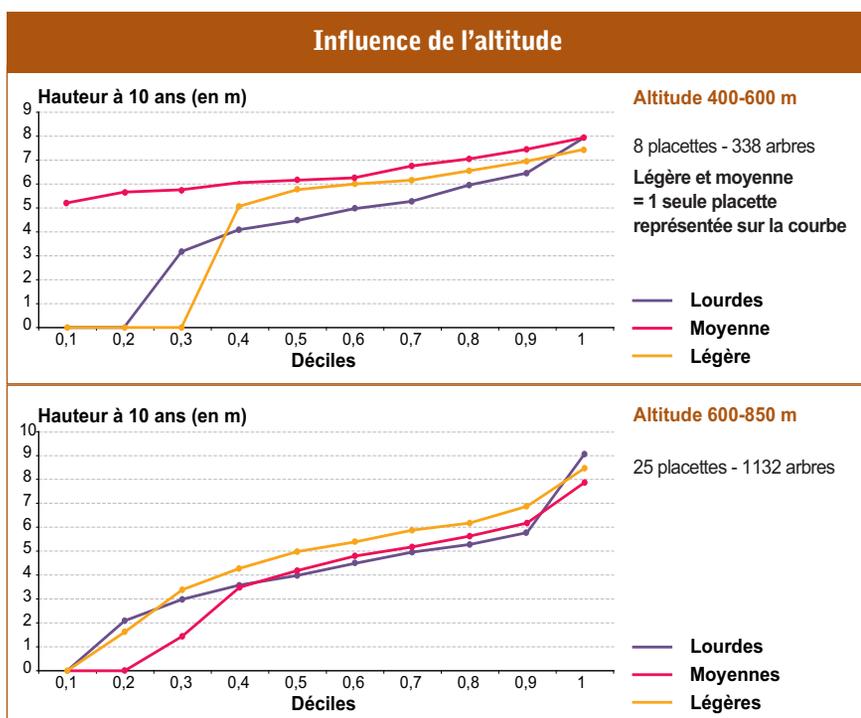
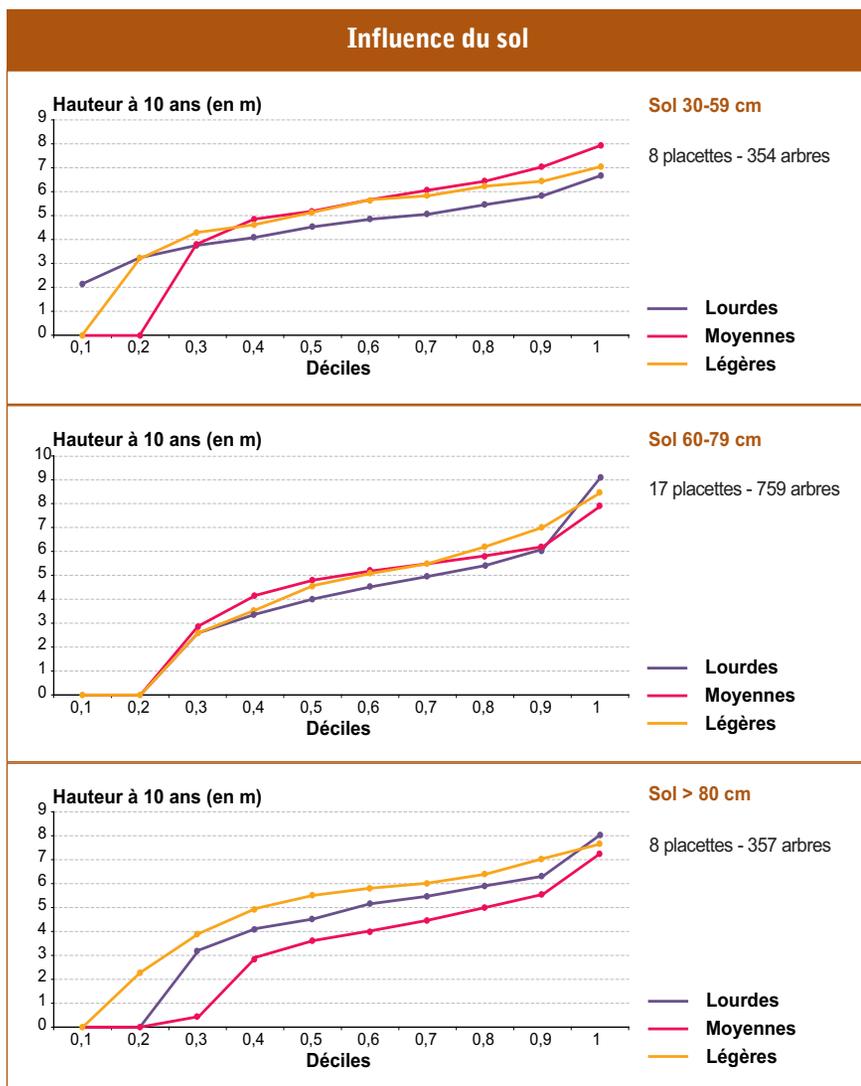
Toutefois, l'analyse des placettes de la tranche 600 à 850 mètres confirme les conclusions générales : les techniques légères apparaissent à nouveau très performantes. Il est à noter la persistance de la dominance des préparations lourdes pour les 10 % les plus grands.

Influence de l'exposition

Les expositions ont été regroupées en deux types :

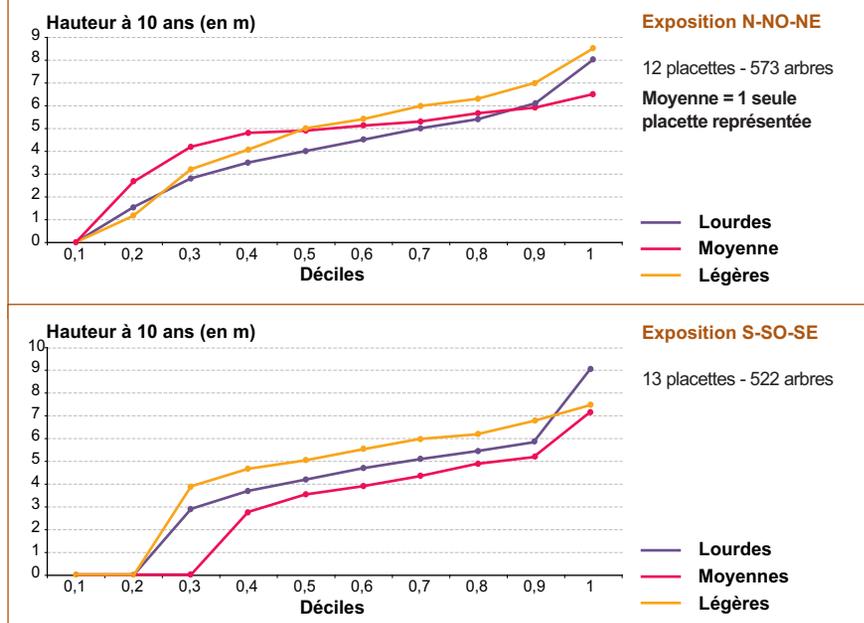
- « fraîches » comportant les expositions Nord, Nord-Ouest et Nord-Est,
- « chaudes », expositions Sud, Sud-Ouest et Sud-Est.

L'échantillonnage selon l'exposition n'est pas totalement représentatif.



reconstitution des peuplements

Influence de l'exposition



Il convient d'éliminer, en exposition « fraîche » N-NO-NE, la technique moyenne qui ne comporte qu'un seul plateau. Toutefois, selon ce paramètre aussi, les conclusions générales sont confirmées, les techniques légères apparaissent à nouveau très performantes. Il est à noter la persistance de la dominance des préparations lourdes pour les 10 % les plus grands.

Les conclusions de 1996 sur des plantations de 5 ans semblent bien se confirmer à 10 ans :

→ **Il n'y a rien à gagner à réaliser des préparations de sol trop sophistiquées. Elles engendrent souvent des coûts élevés et peuvent générer des explosions de flores adventices nécessitant des dégagements soutenus.**

→ **Les dessouchages se traduisent à 10 ans par une hauteur moindre des arbres, probablement due à un bouleversement néfaste des horizons superficiels des sols.**

Il est illusoire de penser gagner en taux de reprise, en économie de dégagement ou en hauteur de croissance à vouloir trop bien préparer un terrain. Ainsi, les techniques de plantation doivent s'orienter vers **un travail**

minimum le plus économique possible. Dans tous les cas, il a été observé que les techniques « légères » (peu de perturbation du sol, rangement manuel ou mécanique des rémanents, mise en place de plants en potets travaillés manuels) donnent les meilleures croissances. Ces techniques sont respectueuses des milieux, tant pour la conservation des sols que pour la diversité biologique liée aux adventices et aux microfaunes et flores associées.

Au fur et à mesure des observations, ces constatations ont été progressivement intégrées dans leurs chantiers par les propriétaires, les gestionnaires et les coopératives. Preuve en est : à ce jour, il n'existe quasiment plus de préparation « lourde » dans le Tarn alors que les reboisements sont en augmentation constante.

Lorsque cette réflexion vit le jour il y a dix ans, il était impossible de préjuger à quel point elle deviendrait d'actualité. Elle répondait à des préoccupations économiques et écologiques de substitution d'essence dans le cadre de récolte à maturité. Les évolutions du climat et leurs cortèges de récoltes

sanitaires anticipées augmentent l'intérêt de ces résultats.

Encore une fois, les conclusions d'essais forestiers ne sont fiables que dans la durée. Il apparaît indispensable d'anticiper les analyses dès qu'une problématique apparaît mais également d'attendre suffisamment pour en confirmer ensuite les conclusions.

Le résultat est d'autant plus appréciable quand la meilleure technique se révèle être à la fois la plus simple, la moins exigeante, la plus respectueuse du milieu naturel... et de surcroît la plus économique.

Soyons économes de nos efforts et de nos moyens et concentrons-les sur les étapes sylvicoles les plus judicieuses! ■

(1) * *Cetef du Tarn, maison de la forêt, 3 rue des Casernes, 81200 Mazamet*; ** *CRPF Midi-Pyrénées, maison de la forêt, 7 chemin de la Lacade, 31320 Auzeville Tolosane.*

(2) « *Reboisement en douglas après coupe rase de résineux. Recherche des meilleures solutions économiques et sylvicoles.* ». Fogefor Groupe de référence, CRPF Midi-Pyrénées, février 1996, 23 pages + annexes.

(3) *Thévenet (P), Ortisset (J.-P.), CRPF Midi-Pyrénées. « Reboiser en douglas - Les réflexions du groupe de référence Tarn » Forêt de France, n°399, décembre 1996, pages 25 à 28.*

Résumé

Dans le Tarn, de nombreux peuplements d'épicéa ont été remplacés par des plantations de douglas. Ces chantiers ont été l'occasion pour le Fogefor et le Cetef du Tarn de mesurer l'impact des préparations du sol sur la reprise des plants et leur croissance. Dix ans après plantation, il apparaît que les techniques de reboisement les plus légères (peu de perturbation du sol, rangement manuel ou mécanique des rémanents, mise en place des plants en potets manuels) donnent les résultats les plus satisfaisants.

Mots-clés : Tarn, reboisement, douglas, épicéa, préparation du sol.