

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

47 rue de Chaillot, 75116 Paris  
Tél. : 01 47 20 68 15  
foretentreprise@cnpf.fr

Directeur de la publication  
**Antoine d'Amécourt**

Directeur de la rédaction  
**Thomas Formery**

Rédactrice  
**Nathalie Maréchal**

Conception graphique  
Mise en page  
**Sophie Saint-Jore**

Responsable Édition-Diffusion  
**Samuel Six**

Diffusion — abonnements  
**François Kuczynski**

Publicité  
**Bois International**  
14, rue Jacques Prévert  
Cité de l'avenir - 69700 Givors  
Tél. : Corinne Oliveras :  
04 78 87 29 41

Impression  
**Centre Impression**  
BP 218 — 87220 Feytiat  
Tél.: 05 55 71 39 29

Numéro d'imprimeur 00145

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

**Périodicité : 6 numéros par an**  
**Abonnement 2015**

**France : 49 € - étranger : 62 €**  
**édité par le CNPF-IDF**

Commission paritaire des  
publications et agences de  
presse : n° 1019 B 08072  
ISSN: 0752-5974

Siret: 180092355 00015

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

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

**Dépôt légal: novembre 2015**



G. Sallhaek © CNPF-IDF

## Une attention commune pour le territoire

Les agriculteurs et les sylviculteurs ont en commun la responsabilité d'une grande partie du territoire national. Par leur gestion en bon père de famille, ils façonnent peu à peu les paysages et contribuent à leur agrément. Ils pratiquent une gestion durable, habités par une conscience commune de travailler pour les générations futures. Ils passent ainsi le relai de génération en génération, souvent habités par la même passion de leur métier.

Ces métiers de forestiers ou agriculteurs, qui ne s'improvisent pas, ont fortement évolué en peu de décennies. Plusieurs facteurs comme la modernisation agricole ou les cours du pétrole ont souvent chassé les arbres des champs et des bordures. Le dossier du présent *Forêt-entreprise* vous présente des pratiques traditionnelles ou modernes d'agroforesterie, avec de multiples intérêts économiques et environnementaux. Pour un propriétaire-exploitant, replanter des arbres pour produire du bois d'œuvre procure un revenu complémentaire, tout en améliorant la biodiversité de la parcelle et le paysage. Environ un tiers des agriculteurs sont également propriétaires de parcelles boisées. Ces parcelles peuvent ou doivent être gérées pour produire du bois d'œuvre, lorsque cela est possible.

Notre préoccupation commune de l'adaptation de nos productions et de l'environnement au changement climatique nous conduit à des innovations ou aménagements repensés, notamment pour la ressource en eau, de plus en plus contrainte dans certaines régions.

Dans le contexte politique actuel, il est essentiel de communiquer sur nos convergences en tant que gestionnaires du territoire national, chacun avec ses compétences et savoir-faire.

Le Forum Forêt, lancé le 13 novembre, est l'occasion d'afficher l'entente du monde agricole et forestier, notamment face au changement climatique.

Antoine d'Amécourt



C. Penpoul - CRPF PACA © CNPF

Système agroforestier de cultures annuelles intercalaires avec noyer commun. Prades-le-Lez (34, Gard).

Numéro suivant N° 226  
L'amélioration des réseaux  
de dessertes forestières

ACTUS	>	4
A LIRE SUR LE WEB	>	64
AGENDA	>	65

## Forêt-entreprise, votre revue technique de gestionnaire forestier

Oui, je m'abonne (Tarifs 2015)

- Abonnement France 1 an — 6 numéros : 49 €
- Abonnement étranger 1 an — 6 numéros : 62 €
- Abonnement France 1 an — **Spécial étudiant**  
— 1 an — 6 numéros : 40 € (joindre la photocopie de votre justificatif)
- Abonnement France 1 an  
— Remise de 30 % aux adhérents de Cetef,  
GDF, et organismes de développement, Fogefor  
— 6 numéros : 34,30 €

Nom .....  
Prénom .....  
Adresse .....  
Code postal .....  
Commune .....  
Tél. ....  
Courriel .....

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

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



P. Van Lerberghe © CNPF-IDF

## CNPF



6

Comment la photographie  
peut devenir un outil technique  
pour le forestier...

Olivier Martineau et Bernard Petit

## FORÊT-GIBIER



12

Prélèvements intensifs  
et soutenus pour la maîtrise  
des populations de cervidés dans  
des forêts allemandes

Pierre Beaudesson, Pierre Brossier et Arnaud Apert

## CARBONE



55

COP21 : et la forêt ?

Simon Martel

## PEUPLIER



58

Sensibilité, tolérance  
et résistance des peupliers  
au puceron lanigère

Aurélien Sallé, Catherine Maison et Olivier Baubet

# Dossier

## Les systèmes agroforestiers : diversité, intérêts économiques et environnementaux

- > 17 Les systèmes agroforestiers en France  
Entre tradition et modernité  
Philippe Van Lerberghe
  
- > 27 Les trognes, arbres paysans  
Dominique Mansion
  
- > 32 Les agroforesteries des paysans du monde  
Archaïsme ou nouvelle modernité agricole ?  
Geneviève Michon
  
- > 38 Agroforesteries des rives sud et nord de la Méditerranée  
Le cas de l'olivier et de son *alter ego*, l'oléastre  
Yildiz Thomas



© D. Mansion

- > 44 Les arbres et la régulation biologique des ravageurs des cultures  
Emilie Andrieu, Marc Deconchat,  
Jean-Pierre Sarthou et Aude Vialatte
  
- > 49 L'agroforesterie permet-elle de concilier production agricole et atténuation du changement climatique ?  
Tiphaine Chevallier, Rémi Cardinael, Camille Béral,  
Claire Chenu et Martial Bernoux

**NOUVEAU :**  
**Forêt-entreprise**  
à l'heure du numérique !

Sur votre ordinateur par le lien :  
[www.bit.ly/1Q95gxU](http://www.bit.ly/1Q95gxU)



**Téléchargez gratuitement l'application**



« Librairie des forestiers »



« Librairie forestière »



DISPONIBLE SUR Google play





## Label « Transformation UE »

L'Association pour l'emploi des chênes et des feuillus (APECF) et la FNB créent un label « Transformation Union Européenne » pour le chêne, afin de sécuriser l'approvisionnement des scieries et limiter l'exportation de grumes vers l'Asie. En adhérant à ce label, l'acheteur, exploitant ou scieur, s'engage à transformer ou faire transformer l'ensemble des bois ronds de chêne acquis en France sur le territoire de l'UE. Les règles d'adjudication de l'ONF ont été modifiées en ce sens par décret, afin que les lots de chêne, sur pied ou façonné, composés à plus de 50 % de chêne de qualité sciage, soient réservés aux acheteurs adhérant au label « Transformation UE ». L'ONF s'engage de son côté à réserver à ces acheteurs labellisés un accès privilégié à la ressource. Plus de 150 entreprises ont volontairement souscrit au label, soit près de 80 % des acheteurs de chêne de l'ONF. En forêt privée, cette règle ne peut pas être imposée. Les vendeurs forestiers privés ont la possibilité d'intégrer de manière volontaire la démarche de filière en demandant des acheteurs signataires du label « Transformation UE ».



## Téledétection des foyers de mortalité de pin maritime

Un programme de téledétection et de surveillance des foyers de mortalité de pin maritime sur le massif des Landes de Gascogne est lancé par la Caisse Phyto Forêt. Un service spécifique de surveillance et d'alerte sanitaire par analyse d'images satellites est créé par la société Telespazio sur les 1,1 M d'ha de pin maritime du massif des Landes de Gascogne. Des anomalies foliaires telles que décoloration et défoliation reliées au début des mortalités de pin maritime peuvent être détectées par cette technologie. Les résultats seront diffusés via les outils du Groupement d'Intérêt Public d'Aménagement du Territoire et GEstion des Risques (GIP ATGerl) et permettront une plus grande réactivité, en complément des moyens et structures déjà existants.

## Charte des Transports en région Centre-Val de Loire

Une Charte des transports de bois en région Centre-Val de Loire est signée; afin d'améliorer le transport de bois et l'approvisionnement des entreprises de transformation, les relations entre les différents intervenants, sylviculteurs, exploitants forestiers, transporteurs, gestionnaires de voiries sont clarifiées. Avec cette charte, les acteurs s'engagent réciproquement à respecter des préconisations simples, avec une volonté affirmée de favoriser entre eux le dialogue, la concertation et la compréhension.

## Appel à manifestation d'intérêt (AMI) Dynamic bois

Sur les 34 pré-projets déposés pour favoriser la mobilisation de la ressource de bois supplémentaire pour les chaufferies ou pour des actions en faveur des filières bois d'œuvre et bois d'industrie, 20 sont retenus par l'Ademe et le MAAF\* pour cet AMI doté de 30 millions d'euros, issu du Fonds chaleur. Le CNPF, impliqué dans 35 projets régionaux, est porteurs de 12 projets par les 9 délégations régionales : 1 en Aquitaine, Champagne-Ardenne, Île de France-Centre, Languedoc-Roussillon, Normandie, Rhône-Alpes, PACA, 2 en Bourgogne, et 3 en Nord-Pas de Calais-Picardie.

Chaque projet intègre des actions portant sur l'investissement soit auprès d'opérateurs du secteur forestier ou de sociétés d'approvisionnement en bois énergie, ou pour l'amélioration de peuplements forestiers, ou enfin pour des actions d'information auprès des propriétaires forestiers. Le choix définitif des projets retenus est validé mi-octobre.

\* Agence de l'environnement et la maîtrise de l'énergie et ministère de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire et de la Forêt.

## ISF : davantage de contrôle sur l'exonération des bois et forêts

Les engagements de gestion durable de leurs forêts permettant l'exonération partielle à l'impôt de solidarité sur la fortune sont maintenus et seront davantage contrôlés. Les forêts et les parts de groupements forestiers bénéficient d'un abattement de 75 % de la valeur des biens dans l'assiette de l'ISF (Impôt de solidarité sur la fortune), sous la condition d'un certificat délivré par le directeur départemental des territoires (DDT) ou le directeur départemental des territoires et de la mer (DDTM) attestant que les parcelles bois et forêts citées sont susceptibles d'aménagement ou d'exploitation régulière. Deux instructions techniques, publiées en avril 2015, détaillent les conditions de contrôle sur pièces et sur le terrain réalisés par les directions départementales des territoires, afin de signaler aux directions départementales des finances publiques les bénéficiaires des mesures fiscales patrimoniales, qui ne respecteraient pas leurs engagements.

(Rép.min n° 81098, JOAN du 18/08/2015 : ISF - abattement - forêt ; Rép.min. n° 16313, JO Sénat du 20/08/2015 : Remise en cause de l'exonération fiscale des propriétaires forestiers)



## Forum Forêt

### Les forestiers se mobilisent et agissent pour le climat

Fransylva et le CNPF lance le Forum Forêt le 13 novembre pour une durée de 149 jours, afin d'inscrire dans le temps la démarche de valorisation du travail des forestiers au profit de la séquestration du carbone terrestre et ainsi de prolonger l'engouement créé par l'organisation de la COP21 à Paris. Cette journée de lancement, organisée par le RMT Aforce\*, sur le thème « Les forestiers se mobilisent et agissent pour le climat » autour de scientifiques et partenaires engagés dans l'adaptation de la forêt au changement climatique insère l'occasion du lancement officiel de la Fondation Fransylva. Une mobilisation des syndicats forestiers et des CRPF permettra une implication et un relai régional et national.

Plus d'informations sur le site : [forumforet.com](http://forumforet.com)

\* Réseau mixte technologique consacré à l'adaptation des forêts au changement climatique; site web : [www.reseau-aforce.fr](http://www.reseau-aforce.fr)

## Une nouvelle cellule au CNPF : Économie de la production forestière



Le CNPF, sous l'impulsion de son président Antoine d'Amécourt, se dote d'une cellule « Économie de la production forestière », afin de renforcer avec l'aval de la filière forêt bois l'esprit de dialogue, particulièrement présent lors de la rédaction du Programme National Forêt Bois (PNFB).

Thomas Formery, directeur général du CNPF, nomme Xavier Martin directeur de la prospective et de l'économie de la filière, pour impulser et coordonner, avec l'ensemble des services du CNPF, les actions orientées vers la valorisation de la forêt privée et une meilleure rentabilité pour le sylviculteur.

Sa mission consistera à :

- développer les outils favorisant une mobilisation supplémentaire de bois en forêt privée, en identifiant les freins tant du point de vue de la ressource (récolte de résineux en adéquation avec la demande des scieurs, les débouchés des feuillus, la demande en bois énergie...) que du comportement des sylviculteurs ;
- initier et faciliter, avec les partenaires de la filière, les opérations de développement forestier permettant une mobilisation supplémentaire ;
- renforcer une culture « économie » au sein du CNPF, notamment par l'information et la formation des cadres de l'établissement.

Xavier Martin a évolué successivement dans la coopération forestière, l'approvisionnement d'une industrie papetière et à la défense des forêts contre l'incendie ; délégué général d'Atlanbois, il fut directeur de l'École supérieure du Bois, avant de prendre la direction du CRPF Rhône-Alpes en 2009.

## Christian Dubreuil nommé directeur général de l'ONF

Christian Dubreuil est nommé directeur général de l'ONF, succédant à Pascal Viné. Depuis 2010, il était directeur général de l'Agence des espaces verts de la région Île-de-France. Les forêts domaniales, avec 1,8 M d'ha, représentent 10 % de la forêt française, dont 5,1 M d'ha sont certifiés PEFC, soit 100 % des forêts domaniales et plus de 50 % des forêts communales. L'ONF emploie environ 9500 personnes fonctionnaires (et contractuels assimilés) et ouvriers forestiers, avec un budget de 855 M€ en 2012. L'ONF mobilise chaque année plus de 14,5 Mm<sup>3</sup> de bois, dont plus de 6,5 Mm<sup>3</sup> en forêt domaniale et 8 Mm<sup>3</sup> en forêts communales.

## Compte d'investissement forestier et assurance CIFA

Afin de contribuer à dynamiser la gestion des forêts, le gouvernement promeut la création du Compte d'investissement forestier et d'assurance (CIFA). Ce dispositif est réservé aux propriétaires qui gèrent leur forêt suivant un document de gestion durable reconnu par l'État et ayant souscrit une assurance de leur forêt contre le risque de tempête. Les sommes déposées sur le CIFA sont employées en priorité pour financer les travaux de reconstitution des forêts après un sinistre d'origine naturelle et les travaux de prévention d'un tel sinistre. Le compte ne peut être alimenté que par des produits de coupe issus de l'exploitation des parcelles en nature de bois et forêts dont le titulaire du compte est propriétaire. Les sommes épargnées sont plafonnées à 2 500 €/ha assuré, et seront exonérées des 3/4 des droits en cas de mutation à titre gratuit.

## Breizh Forêt Bois (re)boisons pour l'avenir



Un dispositif d'aides financières à la plantation pour 2015-2020 est initié par la filière forêt-bois de Bretagne. Le programme Breizh Forêt Bois est financé à hauteur de 10 M d'€ par l'Europe, l'État, la région Bretagne, pilote du dispositif, et les départements bretons. La filière souhaite anticiper à moyen terme des ruptures d'approvisionnement, occasionnées par des déficits de boisement. L'objectif est le **boisement de 4 000 ha d'ici à 2020**, soit 1 % de la surface forestière actuelle. Breizh Forêt Bois propose une aide à l'investissement aux **propriétaires fonciers privés** et à leurs groupements (type groupements et associations de gestion forestière), ainsi qu'aux collectivités territoriales (communes, EPCI, conseils généraux, conseil régional...) pour deux types d'opérations :

- la transformation des peuplements forestiers pauvres en futaies productives : Breizh Forêt Bois Transformation (BFB T),
- le boisement des terres agricoles délaissées ou en cours d'enfrichement : Breizh Forêt Bois Boisement (BFB B).

Plus d'informations : [www.breizhforetbois.com](http://www.breizhforetbois.com)

## Un simple permis B pour conduire un tracteur agricole

Toute personne en possession de son permis B peut conduire un tracteur, une machine agricole ou forestière dont la vitesse n'excède pas 40 km/h, selon l'article 27 de la Loi n° 2015-990 du 6 août 2015, dans le cadre de la loi Macron.

## Le groupe Lefebvre reçoit le Trophée Jean-Paul Lanly de l'Académie d'Agriculture de France

Afin de soutenir une entreprise ou organisme français œuvrant dans la filière bois (sciages, 1<sup>er</sup> ou 2<sup>e</sup> transformation), l'Académie d'Agriculture, associée aux ministères de la Forêt, de l'Industrie et à l'interprofession France Bois Forêt, récompense le groupe Lefebvre par le 1<sup>er</sup> Trophée Jean-Paul Lanly. Le groupe Lefebvre répond aux trois critères retenus :

- l'approvisionnement en bois 100 % français, le hêtre,
- l'augmentation de consommation de bois ronds, sa production de sciages (séchés) multipliée par 3 depuis 2011,
- des procédés innovants de fabrication, avec une nouvelle unité de production assurant l'optimisation des entrants et particulièrement respectueuse de l'environnement.



*Pour la plupart des gens, la photographie est le moyen de conserver des images d'un lieu, d'une chose, d'un évènement. Dans le monde professionnel, en particulier forestier, elle évoque surtout l'illustration...*

*Illustration de rapports, illustration de publications comme celle que vous êtes en train de lire. Il faut bien reconnaître qu'au-delà de ces aspects, l'intérêt de la photographie est souvent considéré comme une pratique mineure et non prioritaire pour le métier de technicien.*

# Comment la photographie peut devenir un outil technique pour le forestier...

Par Olivier Martineau, correspondant photothèque et Bernard Petit, responsable informatique, CRPF PACA

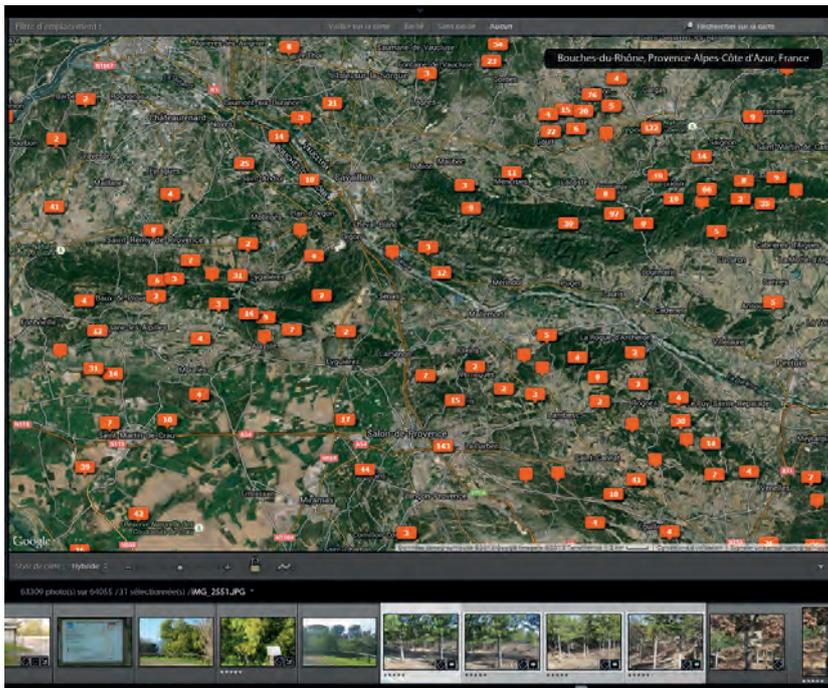
*Comme dans de nombreux domaines, l'avènement de l'ère numérique conduit à réévaluer l'approche de la photographie et à entrevoir les intérêts qu'elle peut apporter d'un point de vue technique, en particulier pour le métier de forestier.*



L. Amandier - CRPF PACA © CNPF

## Localisation des images géoréférencées Extrait de la Photothèque du CRPF PACA

Le CRPF PACA dispose d'une photothèque d'environ 60 000 photos dont 10 000 sont géoréférencées. Toutes ne sont pas d'une qualité esthétique irréprochable, mais présentent néanmoins un intérêt technique par leur localisation.



## Des utilisations très concrètes...

La « photo » et en particulier la « photo géoréférencée », c'est-à-dire la photo dont les coordonnées géographiques sont connues, peut être un formidable outil pour mesurer ou suivre les effets de la gestion forestière : suivi de dispositifs expérimentaux ou de placettes de référence, évolution de peuplements ayant fait l'objet d'interventions, localisation d'arbres remarquables, de la flore ou de la faune, etc. Un des objectifs premiers du géoréférencement est de pouvoir retrouver facilement parmi plusieurs milliers d'images, la, ou les photos qui nous intéressent, simplement du fait du positionnement géographique sur un fond de carte ou une photo aérienne.

À terme, le géoréférencement facilitera également la recherche des images sur un territoire donné, même prises à des périodes différentes. On peut très bien imaginer tout l'intérêt que cela représente techniquement et historiquement.

On aurait pu multiplier dans cet article les descriptions d'utilisations concrètes, mais nous avons fait le choix délibéré de les illustrer par des photos...

## ...impact des coupes sur le paysage

O. Martineau - CRPF PACA © CNPF



Avant intervention (18 décembre 2013)

Après intervention, dégagement de la vue sur les Ogres (7 mars 2014)

43°52'40» N 5°15'23» E

Le Plan Simple de Gestion de l'ASL du massif des Ogres dans le Vaucluse intègre un observatoire paysager sous la forme de photos géoréférencées, le but est de mesurer l'impact paysager des interventions programmées et

de pouvoir communiquer autour d'elles. La mise en place de cet observatoire photographique est déterminante pour l'agrément du Plan Simple de Gestion au titre du site classé.

## ... suivi de dispositifs expérimentaux ou de placettes de référence



1 à 3  
L. Amandier - CRPF PACA © CNPF

4 - O. Martineau - CRPF PACA © CNPF

5 - © A. Lecourbe - ALCINA

43°34'16» N 4°48'51» E

1 1999 (n+1)	2 2003	3 2005
4 2014 Avant éclaircie	5 2014 Après éclaircie	

Évolution d'une placette de référence *Boisement en Platane hybride à Saint Martin de Crau (13)*. Dans cet exemple, le géoréférencement des images aura permis de sélectionner

quasi automatiquement les images par la position géographique en s'affranchissant complètement d'une recherche longue et fastidieuse dans les dossiers d'archivage.

CNPF



... base de données interactive



Louis Amandier - CRPF PACA © CNPF

**Étude sur les forêts anciennes et arbres remarquables sur la Région PACA.**

La collection de photos géoréférencées fonctionne comme un Système d'Information Géographique (SIG). La carte localise les forêts anciennes et les arbres remarquables.

La sélection d'une photo permet de connaître sa localisation et de la visualiser. Ce principe est applicable à la flore remarquable.

**Faciliter le travail technique de terrain**

Les exemples ci-dessus sont des évidences. Là, où on s'attendrait peu ou pas, à l'intérêt du géoréférencement des images, c'est dans l'aide qu'il peut apporter au travail technique de terrain.

D'ordinaire, le travail du technicien forestier, lorsqu'il s'agit de réaliser un diagnostic d'une forêt, consiste à prendre une série de mesures sur le terrain en fonction de critères qu'il juge les plus pertinents au regard du type de forêt,

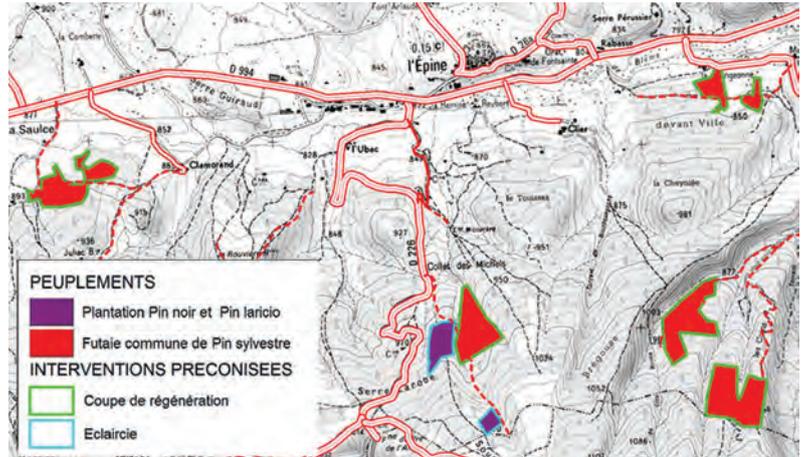
de la surface à inventorier et du temps qu'il a à y consacrer, et chacun sait qu'il est impossible de multiplier à l'infini les points de mesures, d'autant plus que la surface est importante. Finalement il y a toujours à un moment ou à un autre, la nécessité de tracer un trait sur une carte entre deux types de peuplements avec ces questions usuelles : est-ce que je trace une bonne limite ? suis-je bien certain de sa localisation ? etc.

C'est là que la photographie peut se révéler être un véritable auxiliaire technique. La vision photographique du peuplement, à partir du moment où l'on connaît le lieu exact de prise de vue, permet de confirmer ou d'infirmer, l'affectation à tel ou tel type de peuplement. Au-delà de ça, cette pratique peut permettre d'alléger considérablement le travail de terrain et, finalement, se relève toujours utile lorsqu'il s'agit de mettre sur plan, des souvenirs un peu flous d'une tournée réalisée, il y a plusieurs semaines et où l'on regrette de ne pas avoir pris assez de notes sur le terrain.



Bernard Petit - CRPF PACA © CNPF

Étude d'une commune dans le massif des baronnies (Hautes-Alpes), préalable à des actions d'animation en forêt privée.  
 44°24'0" N 5°36'46" E



Les photos géoréférencées permettent de mieux qualifier les peuplements et facilitent le travail de cartographie. Les photos servent ensuite pour illustrer le livret diagnostic communal. Ci-contre : zones d'interventions identifiées.

## Géoréférencer les photos... mode d'emploi

Pour les heureux possesseurs d'un Appareil Photo Numérique (APN) intégrant un GPS... il n'y a rien à faire. L'emplacement de la prise de vue est automatiquement lié à l'image elle-même (enregistré au sein de la photo dans les données EXIF). Reste à visualiser l'emplacement des photos avec un logiciel *ad-hoc* (voir encadré « Des logiciels pour géoréférencer »).

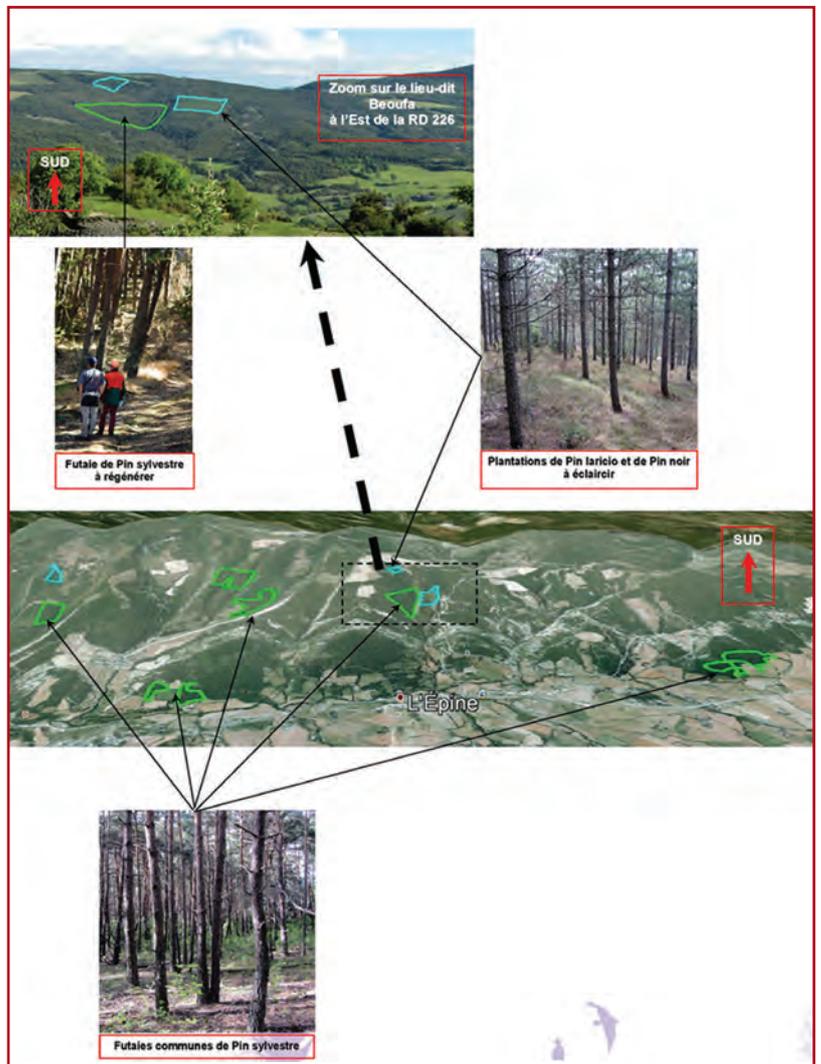
Pour les autres, les moins chanceux et les plus nombreux, il y a plusieurs possibilités :

**Le géoréférencement manuel :** Bien que pouvant être extrêmement simplifié, par exemple, dans Lightroom par simple « glisser-déposer » d'une ou plusieurs photos dans le module carte, le géoréférencement manuel reste, malgré tout, « artisanal ». On n'est pas à l'abri non plus, d'une erreur « humaine » dans le positionnement, soit du fait d'une mauvaise manipulation, soit du fait d'une localisation erronée.

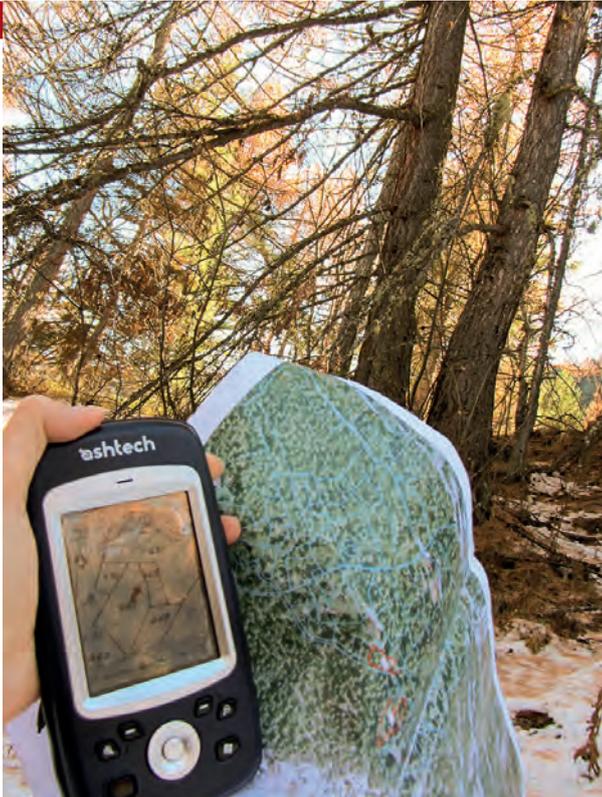
Mais le géoréférencement manuel s'avère néanmoins une solution très pratique pour les archives photographiques.

### La synchronisation avec une trace GPX :

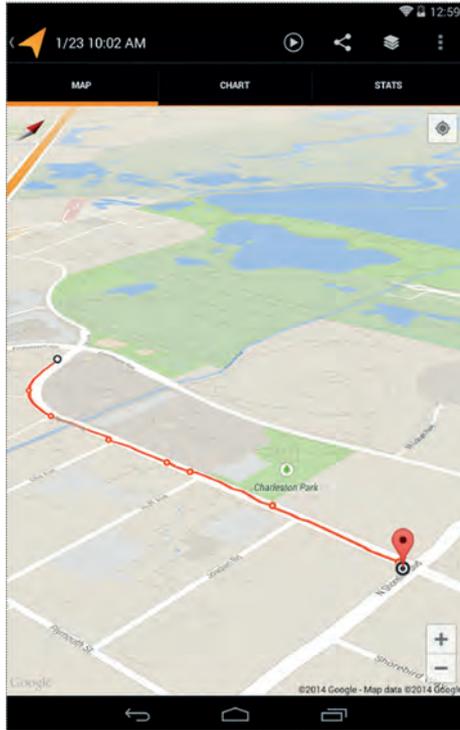
L'intérêt est de pouvoir positionner automatiquement une série de photos après une tournée de terrain par exemple et ce, de façon automatique et durable. Là aussi des logiciels, comme Lightroom peuvent faciliter l'opération (voir encart « synchronisation d'une trace GPX dans Lightroom »).



Rappelons que le format GPX (GPS eXchange format) est un standard qui a été créé pour permettre les échanges de coordonnées GPS. La plupart des appareils GPS autorisent l'export de traces au format GPX.



44°47'25" N 6°31'11" E



De nombreuses applications pour Smartphone permettent d'enregistrer une trace GPX – Application « Mes parcours » sous Android.

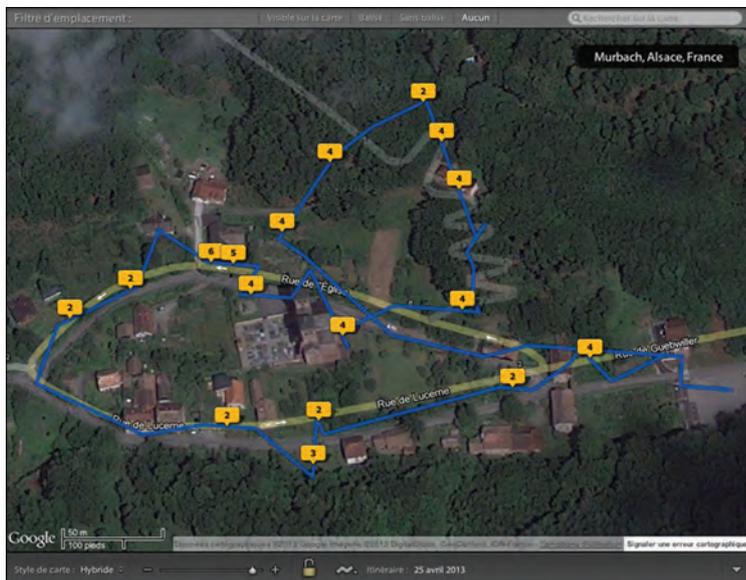


À moins d'être un botaniste chevronné, difficile d'identifier cette plante sans légende ou mot-clé.

### Synchronisation d'une trace GPX dans Lightroom

Elle s'opère dans le module carte. Après avoir importé dans Lightroom un tracé GPX appelé « relevé d'itinéraire », la synchronisation se fait automatiquement grâce à l'heure de prise de vue. Les photos sont automatiquement calées sur le tracé (en bleu ci-dessous). La seule précaution à prendre est de bien vérifier que son APN est parfaitement réglé à la date du jour et à la bonne heure.

Les coordonnées GPS sont automatiquement enregistrées dans les EXIF des photos. Petite subtilité, le logiciel renseigne également automatiquement le lieu de prise de vue (commune), ce qui facilite les recherches ultérieures par communes.



Les GPS sont des matériels assez coûteux, bien que de plus en plus présents dans la besace du forestier. Le Smartphone apparaît donc comme une solution nomade bien pratique et économique. Les limites d'utilisation sont les mêmes que pour celles des GPS, c'est-à-dire, être dans une zone de réception satellitaire.

Il existe pour cela de multiples applications sous Android, iOS, ou Windows phone 8.1. Certaines sont payantes comme Sitytrail ou iPhiGéNie avec l'énorme avantage de pouvoir visualiser les cartes présentes sur le Géoportail de l'IGN (la visualisation des cartes est même possible hors réseau à condition d'avoir préalablement téléchargé les cartes).

D'autres sont gratuites, plus modestes quant aux possibilités d'affichages, mais vont à l'essentiel.

L'application « mes parcours » disponible sur Google Play en est un exemple parmi tant d'autres. Elle possède le minimum nécessaire pour enregistrer une trace GPX. Il est possible d'enregistrer la trace d'une journée de terrain.

## Géoréférencer, pas seulement...

Le numérique a rendu la photo « plus facile ». De quelques dizaines de clichés par an dans l'ère argentique, il n'est pas rare aujourd'hui, de prendre plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de photos par an.

Ce foisonnement d'images, a réellement compliqué les possibilités d'archivage. Il n'y a rien de pire qu'une photo de fleur sans être capable de l'identifier, difficile à retrouver dans une base en contenant plusieurs milliers. Même géoréférencée, il ne faudrait pas oublier qu'une photo sans légende est une photo « morte » - hors considération esthétique - pour qui voudrait l'utiliser.

Le meilleur archivage possible consiste donc, à s'affranchir des logiciels et de légèrer les photos elles-mêmes à travers le standard IPTC. Ce standard a défini des normes pour le stockage des métadonnées dans les fichiers images eux-mêmes : l'auteur, le titre, la légende, la source, des conditions d'utilisations si nécessaire et des mots-clés, etc. Ces métadonnées sont aujourd'hui gérées par la majeure partie des logiciels d'édition ou de retouche d'images. Ils

en permettent la saisie, mais aussi la recherche.

Géoréférencement et IPTC sont bien complémentaires. On peut très bien faire le parallèle avec les Systèmes d'Informations Géographiques où les métadonnées seraient constituées d'images géoréférencées et légendées.

## Un appareil photo numérique dans la poche

Le géoréférencement des images montrera tout son intérêt dans quelques années, lorsque des bases photographiques seront suffisamment étayées pour trouver sur n'importe quelle zone du territoire, des images datant de 10, 20 ou plus, années en arrière... Les géants du Web l'ont bien compris, puisqu'il est possible sur « Google earth » par exemple de visualiser des images géoréférencées en faible définition... Reste au forestier d'en prendre conscience, de changer ses habitudes, et d'avoir en permanence un appareil de photo numérique dans sa poche.

### Des logiciels pour géoréférencer

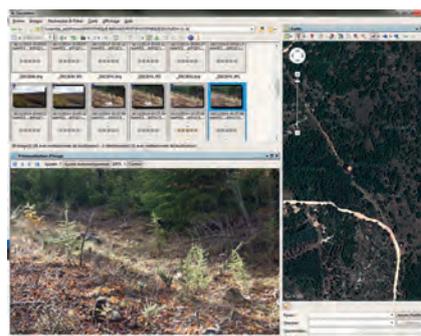
#### Lightroom

Un des « poids lourds » du secteur... Lightroom de l'éditeur ADOBE, est un des rares logiciels qui permette de gérer l'ensemble du processus photographique, autrement dit : cataloguer les photos par dates, renseigner les données IPTC rapidement, retoucher les photos de manière non destructive et enfin les préparer en vue de leurs utilisations futures (mail, internet, impression)... L'équivalent du « couteau suisse » du logiciel photo.

Pour le géoréférencement, Lightroom, intègre un module carte. Ce module dédié, permet le géoréférencement par simple « glisser-déposer » sur une carte, par synchronisation avec un tracé GPX. Atout important, il permet la visualisation et la sélection des photos sur cartes ou photos aériennes.

Lightroom est disponible sous forme de logiciel autonome et sous forme d'abonnement (Creative Cloud) : <http://www.adobe.com/fr/#>

#### GeoSetter



Pour ceux qui ne veulent pas investir dans un logiciel comme Lightroom, GeoSetter est un logiciel gratuit. Il gère également à peu près tous les formats images et offre les mêmes possibilités que

Lightroom pour ce qui est du géoréférencement. Ce peut être un moyen facile et gratuit de partager les photos géoréférencées avec un propriétaire ou tout autre partenaire qui aurait besoin de voir ces photos et l'endroit de la propriété où elles se trouvent.

Pour télécharger GeoSetter : [www.geosetter.de/en/](http://www.geosetter.de/en/)

### Les photographies d'un sylviculteur « ordinaire »

Faune, flore, taillis, futaie, plantation, exploitation forestière, etc., autant de sujets qui peuvent paraître banals, tant cela fait partie du quotidien du sylviculteur. Autant de sujets pour lesquels on se dit quelques années plus tard, « Tiens ! J'aurais dû prendre une photo ». Rattachée à un lieu précis, toute photo a un intérêt historique et patrimonial.

Alors, bien sûr, cela n'exclut pas de se focaliser en premier lieu sur les particularités du lieu, sur les sujets et thèmes qui peuvent paraître rares, novateurs, remarquables, incongrus, beaux ou laids, sans oublier ce qui fait la gestion forestière, c'est-à-dire les hommes.

#### Résumé

La photographie est un outil technique de plus en plus utilisé par les forestiers, pour illustrer des documents, suivre des dispositifs expérimentaux ou encore conserver la mémoire de l'historique d'un peuplement. La photo géoréférencée apporte l'atout supplémentaire d'intégrer les coordonnées géographiques précises. Plusieurs possibilités permettent l'intégration de ces données GPS par photo ; du logiciel dédié aux références intégrés par l'appareil. L'ajout d'une légende est recommandé pour l'archivage et l'utilisation ultérieure.

**Mots-clés :** photographie, forêt, géoréférencement, logiciel.



\* CNPF,  
 \*\* CRPF Bretagne,  
 \*\*\* Chambre d'agriculture  
 de la Meuse

# Prélèvements intensifs et soutenus pour la maîtrise des populations de cervidés dans des forêts allemandes

Par Pierre Beaudesson\*, Pierre Brossier\*\*, Arnaud Apert\*\*\*

*Des forestiers allemands confrontés aux mêmes difficultés de renouvellement des peuplements liés au déséquilibre forêt/gibier que du côté français expérimentent depuis une vingtaine d'années d'autres pratiques de chasse. Pas d'Indice de Changement Écologique ni de plan de chasse, seule l'observation à dire d'expert de la régénération des essences objectif guide la pression de chasse. Après avoir fortement augmenté les prélèvements, ils ont réussi à régénérer leurs forêts améliorant d'autant la capacité d'accueil des cervidés. Les plans de tirs ont quadruplé, les prix des locations de chasses sont faibles, les animaux sont en bonne santé et la régénération se fait dorénavant sans protection.*

Le réseau des correspondants cynégétiques des CRPF accompagnés de conseillers de CRPF et de chambre d'agriculture a bénéficié d'une aide du ministère de la Forêt pour se former sur l'équilibre forêt-gibier. La découverte de pratiques de chasse en Allemagne, plus radicales mais bénéfiques pour tous, sauf pour la multiplication du gibier... a fait partie de cette formation.

## La gestion du chevreuil en forêt de Grottdorf/Schönstein

C'est le 3<sup>e</sup> plus gros groupement forestier d'Allemagne avec ses 15 000 ha; seul un massif de 7 500 ha a été visité lors de la tournée en Rhénanie Palatinat. Situé dans le domaine du hêtre et sur terrain relativement pauvre, la forêt actuelle est issue pour partie des plantations d'épicéas très endommagées par les différentes tempêtes. Ces peuplements marqués par ces aléas climatiques, associés à un déficit de régénération qui précédait les tempêtes, ont naturellement dicté les nouvelles orientations sylvicoles. Le gestionnaire a souhaité s'orienter vers la gestion en futaie irrégulière sur le modèle Pro Sylva sans recourir aux protections gibier et en introduisant des essences nouvelles sous abris. Confronté à des déséquilibres forêt-gibier, il a dû s'adapter et modifier les modes de chasse.

La gestion forestière proche de la nature ainsi que la double certification FSC (1<sup>re</sup> forêt labellisée en Allemagne) et PEFC ont permis un soutien politique notamment des « Verts » pour leur laisser toute liberté en matière cynégétique. La protection de l'environnement est un objectif clairement affiché par le gestionnaire, avec par exemple la mise hors exploitation



© Arnaud Apert

Régénération naturelle abondante et diversifiée.



© P. Brosnier

Un des premiers peuplements plantés en sapin sous abris.



© A. Apert

Plantation de sapins sous abris des épicéas.

de parcelles (1,5 % de la surface totale) ou la limitation des essences exotiques (< à 20 % de la surface). À noter la confiance entre ce gestionnaire et les administrations.

Le recours aux protections (clôtures ou individuelles) coûteuses, contraignantes et mal perçues par le public, apparaît désormais comme une aberration tant économique qu'environnementale.

### Des prélèvements compatibles avec l'objectif de renouvellement

L'objectif pour le gestionnaire est l'obtention d'une futaie irrégulière claire et mélangée (feuillus-résineux) avec une proportion de houppier vert de 40 à 50 % de la hauteur totale. Des plantations sous abris sont nécessaires pour pallier au problème de stabilité des épicéas. Elles consistent en l'introduction d'essences appétentes pour le gibier comme le sapin pectiné.

Dans les années 80 et jusqu'au début des années 90, la chasse conventionnelle prélevait 6 à 10 chevreuils au 100 ha. L'engrillagement des régénérations était obligatoire. Depuis le changement de propriétaire et de sylviculture, les prélèvements ont progressé jusqu'à 20 chevreuils/100 ha boisés (en 1994 et 95). Après une période de prélèvements de 7-8 chevreuils au 100 ha, ils se sont stabilisés aujourd'hui en moyenne à **15-16 chevreuils aux 100 ha**. En fonction des secteurs, le prélèvement varie de 8 à 30 chevreuils/100 ha, la périphérie du massif étant plus giboyeuse du fait des apports extérieurs.

La faible surface terrière des peuplements, liée aux chablis des tempêtes et cette sylviculture très dynamique améliorent nettement la capacité d'accueil du gibier. Par exemple, la fermeture du couvert est évitée par le passage en coupe tous les 3-4 ans dans les plantations d'épicéas. Dès 35 ans, le sapin ou le hêtre est introduit par plantation (env. 300/ha). Ces plants se maintiennent sous abris, sans être

abroustis outre mesure, prêt à démarrer en cas de trouée. Quant à l'épicéa, il se régénère quoi qu'il arrive.

### Mode de chasse

La pression de chasse est extrêmement forte. La chasse est pratiquée toute l'année sauf en mars et avril, et à certaines périodes tous les jours. Le tableau de chasse (1 250 chevreuils pour la dernière saison sur les 7 500 ha) est réalisé à 60 % à l'affût en mai et juin où la pression par les chasseurs est maximale. C'est la période des grands mouvements de population à la recherche de territoire (mâles et jeunes de l'année précédente). Le tir des femelles et faons de l'année ne se fait qu'à partir de septembre. D'octobre à février, au cours des poussées<sup>1)</sup>, **tout individu vu est prélevé**. Arrêt du tir des mâles fin janvier. La chasse reprend au 1<sup>er</sup> mai.

Par ailleurs, tout cerf vu est systématiquement prélevé : « Quand un cerf vient s'égarer dans le massif, le lendemain il est au congélateur ». Les abroustissements actuels sont supportables. « La protection, c'est la détente (de la carabine) » *dixit* le forestier qui nous a accueilli. Et il renchérit en disant que « le plan de chasse n'est plus l'outil adapté aujourd'hui, il faut passer à autre chose si ce que l'on souhaite c'est faire de la forêt ».

### Qui pratique la chasse ?

- Les forestiers salariés du groupement (environ 1 pour 2 000 ha) passent la moitié de leur temps à cette activité.

- Des collaborateurs cynégétiques qui ne paient pas de loyer, mais qui réalisent des travaux en échange : ils installent les miradors et les clôtures contre les dégâts de sanglier aux cultures.

- Des locataires de chasse qui paient un loyer et peuvent chasser au mirador sans avoir à faire des travaux (200-300 ha pour 2-3 chasseurs).

1) Variante de la battue où les traqueurs avancent sans bruit excessif. Les animaux sont dérangés mais ne sont pas pourchassés. Ils se présentent devant les fusils sans être en fuite, ce qui permet de bien les identifier.

En tout il y a environ un chasseur pour 200 ha.

### Organisation de la chasse

Pour la chasse à l'affût : un mirador pour 5 ha boisés. Pour les poussées : 200 à 300 ha sont parcourus par 20 à 30 chiens en 5-6 équipes qui rabattent le gibier vers des postes fixes. Au moins un passage/an sur chaque secteur.

**Les locataires doivent avoir du résultat, sinon leur contrat n'est pas renouvelé. Les chasseurs s'entraînent beaucoup et sont de bons tireurs.**

### Loyer de chasse

14,50 €/ha en forêt et 6,70 €/ha pour les surfaces agricoles, ce qui correspond à l'indemnisation des agriculteurs au titre des dédommagements. La location paie juste les dégâts des sangliers et l'organisation générale de la chasse (miradors, suivis...). Les coûts globaux s'annulent. Les forestiers n'ont pas de revenu de chasse, mais ils économisent de l'argent en ne protégeant pas. Grâce à cette méthode, l'économie réalisée a été estimée à 125 €/ha/an. **Chaque chevreuil prélevé fait économiser 900 €.**

## La gestion cynégétique en forêt communale de Hochpochten à Ulmen

Pour quasiment les mêmes raisons que pour la forêt précédente, le gestionnaire de cette forêt publique de 600 ha s'est orienté au début des années 90 vers la sylviculture Pro Sylva avec les objectifs suivants : diminuer la proportion d'épicéa peu stable aux tempêtes, favoriser le mélange d'essences dont le sapin pectiné auquel le gestionnaire confère un grand avenir en remplacement de l'épicéa, irrégulariser les peuplements pour augmenter leur stabilité, leur résilience et pour avoir une réserve de régénération en cas de nouvelle tempête, le tout sans avoir recours aux protections gibier. Là aussi, cette forêt est certifiée PEFC et FSC.

### Des prélèvements basés sur la réussite de la régénération de l'essence objectif

Pour renouveler les hêtraies au début des années 90, le doublement du plan de tir passant de 5 à 10 chevreuils/100 ha a été décidé. Malgré cela, les essences d'accompagnement comme l'érable, le frêne ou le merisier, sans parler du chêne, n'apparaissaient pas. Les gestionnaires ont donc poursuivi l'augmentation des tirs : 15 chevreuils/100 ha dans les années 2000. L'érable et le frêne sont apparus.



© Pierre Brosnier

Et ce n'est qu'en tirant **20 chevreuils/100 ha** depuis 10 ans que la régénération naturelle du chêne et les plantations de sapins sous abris, merisiers et érables sycomore dans les petites trouées ont été possibles. Il persiste toujours des difficultés dans les grandes surfaces de chablis où les plants sont très attractifs et la pression de chasse plus délicate à exercer. Dans certains peuplements de douglas de 45 ans, les gestionnaires ont décidé de planter sous couvert 25 placeaux/ha de 30 sapins en diversification de la régénération naturelle. Le maintien de cette essence appétente en sous-bois est dorénavant possible même si des indices de présence du gibier s'observent.

### Organisation de la chasse

Réaliser un plan de tir aussi élevé (20 chevreuils/100 ha) demande une organisation et une pression de chasse très élevées. Chasse à l'affût groupé et chasse en poussée sont complémentaires. Il n'y a pas de locataire, la chasse est pratiquée par les forestiers et leurs collaborateurs, ou par des particuliers à la journée. Pour motiver les chasseurs à tirer, ils n'ont plus de mirador attribué. Dorénavant, ils organisent des affûts groupés sur un week-end, deux fois en mai et deux fois en septembre. Au cours de ces quatre week-ends, 65 à 70 % du prélèvement annuel est réalisé. Le chasseur débourse 175 € par week-end pour 4 affûts, matin et soir pour chaque journée, déjeuners et dîners offerts. Lors des affûts, 70 à 80 % des miradors ou échelles (1 pour 5 ha) sont occupés. Ce n'est plus la recherche du trophée qui prime mais le tir. Ainsi les chasseurs hésitent moins à prélever. Quatre « collaborateurs cynégétiques » construisent les miradors et aident lors des affûts. En échange, ils peuvent chasser gratuitement sur le domaine entre les périodes d'affûts groupés. Les forestiers interviennent après les affûts groupés, mais avec des périodes de non chasse comme en juillet et août. En novembre,



© A. Apert

Ronds jaunes : ronce consommée, plant intact.



© A. Apert

Ronds jaunes : présence avérée, plant intact.

décembre et janvier deux poussées par mois sont organisées pour réaliser les derniers prélèvements (les animaux « intelligents » qui bougent peu et qui ont échappé aux journées de chasse à l'affût). Sur ce massif, il y a un plan de chasse avec des attributions, mais également un pot commun. Le gestionnaire réalise rapidement ses attributions pour aller se servir le premier dans le pot commun et ainsi avoir des prélèvements supplémentaires extrêmement élevés. Les forestiers font l'aveu d'une liberté cynégétique sur les tirs des chevillards et brocards depuis longtemps à partir du 1<sup>er</sup> mai. L'appui politique des « Verts » a facilité l'obtention du droit de tir des jeunes cerfs également à partir de cette date.

### Impacts économiques

En 2007, les forestiers ont estimé la valeur économique de la régénération venue seule : environ 200 ha, régénérés sans plantation artificielle ni protection sur les 600 ha de forêt. S'il avait fallu planter et protéger avec les coûts pratiqués en Rhénanie Palatinat, cela aurait coûté 1,3 million d'euros. 200 ha en 16 ans soit 135 €/ha/an économisés entre 1990 et 2007. Sur la même période, 1 039 chevreuils ont été prélevés, donc **un chevreuil tiré permet 1 260 € d'économie.**

En Rhénanie Palatinat, le coût des dégâts est estimé à 50 €/ha/an pour les chevreuils et 120 à 200 €/ha/an pour les cerfs. En parallèle, les loyers de chasse tournent autour de 50 €/ha/an pour un secteur en mélange de chevreuils et sangliers et 100 €/ha/an pour un bon secteur à cerf. **Les loyers ne couvrent donc pas les dégâts!**

Autre méthode de calcul d'estimation des coûts : s'ils avaient employé un chasseur professionnel pour « faire le travail » sur les 600 ha cela aurait coûté 720 000 € aux forestiers. C'est là encore moins cher que la protection de ces 200 ha. Et pour tous ces calculs, ils n'ont pas pris en compte la valeur écolo-

gique (structuration, stabilisation des peuplements...), ni la valeur de la biodiversité qui s'en trouve améliorée.

### Une concertation bénéfique

Ces deux exemples ne sont pas représentatifs de la gestion pratiquée sur l'ensemble des forêts allemandes qui peuvent être, comme les nôtres, soumises à de forts déséquilibres mais ils ont le mérite de montrer que des solutions existent pour régénérer la forêt sans protection tout en ayant de belles populations de cervidés. Ici, les soutiens politiques vont de pair avec une très forte volonté du gestionnaire de renouveler sa forêt sans surcoût de protection, quitte à prendre le risque d'imposer un nouveau mode de chasse pour tenir compte des changements fondamentaux. Les chasseurs trouvent leur compte dans un loyer faible et un tableau de réalisation très élevé et relativement stable puisqu'il s'accompagne d'une amélioration de la capacité d'accueil du milieu. En contre partie, la pression de chasse oblige à y passer beaucoup de temps et à être bien entraîné aux tirs. Les chasseurs sont des partenaires très importants pour la mise en œuvre de cette sylviculture basée sur l'observation et la remise en question permanente. ■

### Formation CNPF-IDF

Un stage au catalogue formation du CNPF, sera organisé en mars 2016 pour découvrir ces pratiques de chasse allemandes.

### Résumé

Confrontés au même déséquilibre forêt/gibier que du côté français, des forestiers allemands, soutenus par les pouvoirs politiques, ont mis en œuvre une pratique différente d'actions cynégétiques basée sur l'observation de la régénération de l'essence-objectif. Chasseurs et forestiers collaborent pour allier l'augmentation des prélèvements, le renouvellement des essences objectif sans protection, l'amélioration de la capacité d'accueil, la bonne santé des animaux, l'accroissement de la biodiversité du milieu et la réduction des locations de chasse.

**Mots-clés :** équilibre sylvo-cynégétique, traitement irrégulier, forêts allemandes.



# Les systèmes agroforestiers : diversité des pratiques, intérêts économiques et environnementaux



*Ce dossier présente un panorama non exhaustif des diverses formes d'agroforesterie pratiquées ou expérimentées en climat tempéré et méditerranéen. Il montre que les pratiques traditionnelles de gestion de l'arbre dans l'espace agricole sont en pleine réhabilitation, alors que des formes modernes d'agroforesterie mises au point par les chercheurs et par des agriculteurs innovants émergent aussi.*

*Tous ces systèmes agroforestiers ont pour objectif d'être au service de l'homme et de son environnement, à la condition de bien choisir, bien localiser et bien accompagner les arbres.*



© C. Baudinat

**Philippe Van Lerberghe est ingénieur forestier au CNPF-IDF à Toulouse. Ses missions visent à évaluer l'intérêt technico-économique des travaux (agro)forestiers de (re)boisement, à développer de nouvelles méthodes de végétalisation ligneuse et des outils innovants d'aménagement du milieu, à vulgariser les résultats acquis. Ses principaux domaines d'intervention sont les friches agricoles et forestières.**

## Sommaire

- 17 Les systèmes agroforestiers en France
- 27 Les trognes, arbres paysans
- 32 Les agroforesteries des paysans du monde
- 38 Agroforesteries des rives sud et nord de la méditerranée
- 44 Les arbres et la régulation biologique des ravageurs des cultures.
- 49 L'agroforesterie permet-elle de concilier production agricole et atténuation du changement climatique ?



# Les systèmes agroforestiers en France

## Entre tradition et modernité

par Philippe Van Lerberghe, ingénieur forestier au CNPF-IDF

*L'acceptation grandissante du concept de développement durable et la recherche d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement constituent des circonstances opportunes pour le déploiement de l'agroforesterie en France. Ce système original d'utilisation des terres agraires suscite un intérêt grandissant chez les agriculteurs et les forestiers. Pratiqué sous de multiples formes, son potentiel de contribution à l'économie agricole et à l'environnement demeure encore largement sous-exploité.*

### Bref état des lieux

En 2008, les surfaces agroforestières françaises étaient estimées à 170 000 ha et concerneraient 45 000 agriculteurs. Sur la période 2007-2013, 3 500 ha ont été plantés par divers opérateurs régionaux, membres des associations nationales (Afaf et Afac\*) de l'arbre champêtre. Aujourd'hui, l'agroforesterie est identifiée par le ministère de l'Agriculture comme une pratique culturelle agroécologique novatrice et comme une voie de diversification rentable pour l'agriculteur. Son potentiel de développement défini sur une base de critères pédologiques élevés (plus d'1 m de profondeur, réserve hydrique utile de 120 mm) est considérable : une surface de près de 38 % des sols cultivés et 31 % des prairies permanentes<sup>[1]</sup>. Pour réussir cet enjeu important d'aménagement du territoire, quelles sont les principales formes possibles d'agroforesterie susceptibles d'être mises en œuvre ?

### Types d'association

En France, l'agroforesterie embrasse un vaste éventail de pratiques, qui ont évolué et se sont diversifiées au cours du temps (encadré p. 25). Aujourd'hui, elle peut prendre des formes combinatoires multiples selon l'agencement des ligneux (isolés, alignés, en plein), le nombre de strates et leur type (arbre, arbuste, arbrisseau), les modes de gestion de l'arbre (libre, taillé, étêté...), les conditions stationnelles et les objectifs de l'agriculteur ou du propriétaire terrien.

L'association dans l'espace de l'arbre avec une production herbacée ou une culture peut se réaliser de trois façons, indépendantes les unes des autres ou beaucoup mieux, combinées au sein d'une même exploitation agricole. Lorsque l'agriculteur localise la production forestière en bordure des parcelles, il cherche d'abord à tirer profit de la production agricole. Il s'agit de toutes les **structures linéaires de végétaux ligneux** : les rideaux brise-vent récents et les bocages traditionnels, les haies spontanées issues de l'absence d'entretien des bordures de parcelles et les ripisylves. S'il souhaite favoriser aussi la production sylvicole ou fruitière, les arbres seront plantés de façon homogène dans la parcelle. Au sein des cultures annuelles, ils sont alignés afin de faciliter la circulation des engins agricoles ; sur prairies pâturées, ils peuvent être dispersés de façon non géométrique. Les prés-vergers, les systèmes de cultures annuelles intercalaires et les vergers à bois en prairie pâturée sont les formes de « **complantation\*\*** » traditionnelles et modernes les plus répandues.

Une densité d'arbres trop faible rend leur présence marginale par rapport à la production d'herbe ou des cultures alors qu'une densité trop élevée réduit la production fourragère et rend difficile, voire impossible, toute culture. Une exception à ce principe est faite en forêts pâturées. Forme particulière de sylvopastoralisme, le système agroforestier (SAF) de **forêts pâturées\*\*\*** consiste à créer des pâtures dans des peuplements forestiers éclaircis où les animaux se nourrissent, à certaines périodes de l'année, des ressources fourragères situées

\* Afaf, Association française d'agroforesterie ; Afac, Association française arbres champêtres et agroforesteries.

\*\* les arbres sont volontairement plantés au sein de la parcelle agricole.

\*\*\* Ce système traditionnel ne sera pas décrit dans le présent article.

## Bien définir le paradigme

Le terme « agroforesterie » est apparu à la fin des années 1970. Il existe de nombreuses définitions scientifiques avec des variations considérables entre les concepts complexes proposés, mais toutes soulignent le principe essentiel que la présence des arbres au sein et/ou en bordure des champs et des pâtures améliore le fonctionnement agroécologique et l'efficacité économique du système agricole arboré. Simplifions-les en désignant l'agroforesterie comme **« tous les systèmes de culture et de mise en valeur durables de l'espace rural qui associent délibérément, sur les mêmes parcelles, des ligneux, des cultures et/ou des animaux afin d'augmenter la production totale (agricole et forestière), diversifier les produits et les revenus, fournir des services environnementaux et sociaux utiles aux agriculteurs et aux populations rurales ».**

La création d'un système agroforestier n'est, en aucun cas, une déclinaison d'un projet de boisement forestier en plein. Plusieurs critères clés aident à différencier ce système particulier d'exploitation du sol :

**> des cultures multiples :** le SAF se distingue par l'intégration structurelle et fonctionnelle de la foresterie, l'agriculture et/ou l'élevage sur un même espace physique. Ces différentes composantes culturelles peuvent être annuelles ou pérennes, herbacées ou ligneuses, récoltées ou pâturées ;

**> une composante ligneuse :** plus complexe qu'un système agricole ou forestier monospécifique, le SAF inclut une ou plusieurs espèces ligneuses de dimensions variables ; des arbres, mais aussi, des arbustes et arbrisseaux ;

**> une association délibérée :** les combinaisons d'arbres, de cultures ou d'animaux sont conçues, aménagées et gérées d'une façon intentionnelle. Les ligneux ne se retrouvent pas de manière fortuite dans l'espace champêtre ; leur présence est liée à la volonté de l'agriculteur de les mettre ou de les y maintenir ;

### > des interactions biophysiques significatives :

l'arrangement spatial (juxtaposition des arbres avec les cultures) et/ou temporel (succession des arbres et des autres composantes dans le temps) des ligneux avec les cultures ou les animaux dans les parcelles n'est pas le fruit du hasard. Il vise à générer des influences bénéfiques entre les types de production (ex. protection des cultures ou des animaux contre les excès du froid, du vent ou du soleil) qui conduisent à accroître la production végétale totale comparativement à un système où les productions seraient séparées ;

**> une production diversifiée :** le SAF a vocation d'améliorer la rentabilité des exploitations agricoles par une augmentation de la productivité de chaque composante du système, mais aussi par une diversification des cultures et des produits récoltés de l'arbre (bois d'oeuvre, de service, bois énergie, feuillage fourrager, fruits, liège, miel ou même champignon comme la truffe) ;

**> un système multifonctionnel :** l'objectif est de produire des denrées alimentaires et des matières premières, sans nuire à l'intégrité de l'environnement (protection du milieu physique et biologique, gestion durable des ressources naturelles), tout en augmentant la valeur sociale (maintien du tissu rural et de l'emploi), économique (amélioration des revenus, répartition des récoltes) et culturelle (valorisation de l'image de l'agriculteur, gastronomie et paysages) des espaces ruraux.

La tentation est grande de présenter l'agroforesterie comme un système d'aménagement des terres toujours performant qui contribue à l'augmentation des productions, la protection de l'environnement et la stabilité écologique des paysages. Un choix inadéquat des espèces forestières ou fruitières, des mélanges et des stations (sols superficiels et à faible réserve utile, parcelles trop petites, etc.), des mauvaises pratiques de gestion, un manque de motivation ou de compétences des acteurs impliqués aboutiront à des échecs cuisants comme tout autre système d'aménagement arboré instable ou inadapté.

*Deux conceptions de l'agriculture s'opposent. Sur la parcelle agricole conventionnelle (en haut à droite de la photo), la mise à nu régulière du sol en pente augmente les risques d'érosion et les pertes de fertilité. La culture est dépendante des intrants chimiques. Sur la parcelle agroforestière (en bas à gauche), la couverture végétale du sol est permanente tout le long de l'année. L'arbre apporte des services (restauration des sols, stockage du carbone, préservation de la ressource en eau, stimulation de la biodiversité) et des ressources divers (fruits, bois énergie, bois litière... et à plus long terme, bois d'oeuvre). ▼*





sous les arbres (herbe, fruits, feuillage des arbustes ligneux). La mise en valeur des arbres est assurée par les éclaircies sylvicoles assurant une production de bois.

## Prés-vergers

Le pré-verger est une pâture complantée d'arbres fruitiers de haute tige. Ce système agroforestier se présente traditionnellement dans les exploitations d'élevage sous forme de petites plantations disséminées dans des prairies entourant les fermes et les villages. Sur ces surfaces, la production de lait et de viande, grâce au pâturage des espaces sous couvert, est souvent dominante. Les arbres servent à la production de fruits, surtout à destination familiale (fruits frais ou transformés : jus et boissons alcoolisées, confitures, sirops, huiles, fruits séchés), et dispensent de l'ombrage au bétail. À la différence des vergers commerciaux, la densité conseillée est comprise entre 60 et 100 arbres/ha et la productivité fruitière est faible, à raison de 10-15 tonnes par ha (25 à 100 tonnes/ha en vergers intensifs basses tiges ; 15-30 tonnes/ha en arboriculture biologique) selon la densité des arbres et leurs modes de gestion <sup>[2]</sup>.

La grande majorité des prés-vergers se trouve en Normandie (traditionnellement à base de pommiers et de poiriers, ils permettent la production de cidre et de calvados) et dans les deux départements du nord des Pays de la Loire (Mayenne et Sarthe). En 2008, près de la moitié de la surface nationale en prés-vergers (estimée à 140 000 ha) y sont localisés. Il

existe aussi des vergers de mirabelliers et de prunes (quetsche) en Lorraine et en Alsace, de cerisiers dans les Vosges, de pommiers et de poiriers dans les Pyrénées et les Alpes, de châtaigniers dans les Cévennes et en Corse et d'oliviers en Provence, etc.

*Pré-verger de pommiers, noyers et frênes pâturé par des vaches Blanc Bleu Belge (Anseremme).*

Ce patrimoine fruitier a été profondément altéré avec la modernisation de l'agriculture. Plusieurs facteurs expliquent son déclin : une récolte des fruits fastidieuse nécessitant une main-d'œuvre importante (fruits non commercialisables à un prix compétitif), les remembrements visant à agrandir la surface des



*Cette cavité de tronc d'un pommier résulte de la fracture d'une branche sous l'effet du vent ou le poids de la production. Sous l'action de divers champignons, elle se creuse et se remplit de terreau, débris de bois et feuilles mortes. Elle constitue un micro-habitat pour de nombreux animaux détritivores.*

parcelles et les réaménagements fonciers liés à la construction de voiries, lotissements et zones artisanales, le vieillissement des propriétaires ne pouvant plus assurer l'entretien et la récolte, la casse des arbres par manque de taille de rajeunissement (réduction de la longueur des branches pour que l'arbre puisse supporter la charge des fruits sans risque de rupture).

Aujourd'hui, la redécouverte et l'intérêt grandissant pour ces systèmes façonnés par l'homme sont liés à la prise de conscience de leur production totale élevée, de leur haute valeur biologique et paysagère.

La productivité agronomique globale des prés-vergers est supérieure de 6 à 15 % [2] à celle des mêmes productions conduites de manière dissociée (en séparant la prairie en conduite de prairie classique de la production de fruits en verger). Ils offrent aussi une large palette de micro-habitats (cavités, bois mort, écorce) qui contribuent à la biodiversité très utile pour l'agriculteur et la société (favorisée par le très faible niveau de fertilisation et l'absence de traitement chimique). Du début de leur croissance à leur décomposition complète, ils apportent nourriture, abri, gîte diurne, site d'accouplement, de ponte, de développement larvaire, d'hivernage à un nombre important d'espèces animales. À l'échelle du paysage, ces vergers peuvent jouer le rôle de corridor ou de biotope-relais assurant la communication entre des massifs forestiers parfois éloignés [3].

*Vergers à bois précieux (merisiers de 17 ans) sur prairie pâturée par des ovins. Essai INRA de comparaison de densités de plantation (St-Genès-Champanelle, Puy-de-Dôme).*



## Vergers à bois précieux en prairie pâturée

La plantation de feuillus précieux à larges espacements peut se faire sur des prairies pâturées par des ruminants (bovins, ovins et caprins) pour le lait ou la viande. Cette forme moderne de sylvopastoralisme modifie peu la conduite de l'herbe en raison du nombre limité d'arbres proche de la densité finale (inférieure à 100 arbres par hectare).

Le verger à bois pâturé constitue une forme d'extensification de la surface fourragère par la mise en place d'un couvert arboré discontinu sur la parcelle. En associant les productions (arbre, herbe et animal), l'agriculteur valorise un potentiel forestier sans compromettre la vocation agricole des terrains complantés. Il diversifie ses revenus dans le temps et dans l'espace en associant, sur une même parcelle, un revenu agricole régulier (production herbagère) et un revenu à long (ou moyen) terme par accumulation d'un capital arboré (production de bois).

Conjointement à la diversification des productions, l'arbre améliore la productivité animale en limitant le stress causé par les fortes chaleurs en été et les vents froids en hiver. Il permet une gestion plus souple du calendrier de pâturage : la protection offerte par les arbres atténue les gelées, limite l'évapotranspiration de l'herbe et les pertes en eau du sol sous le couvert ; elle favorise la croissance de l'herbe tôt au printemps (ou tard en automne) et en période de sécheresse estivale, la prairie tire profit de l'ombrage fourni par les houppiers bien développés. Sur terrains très ensoleillés ou exposés au Sud, les lignes d'arbres seront préférentiellement orientées Est - Ouest afin de préserver des bandes herbacées précieuses pour le bétail. La qualité de l'herbe s'en trouve améliorée (meilleure digestibilité pour les animaux) et l'arbre lui-même peut être une source de fourrage riche en azote et en protéines. Selon les éleveurs et les lieux, cette pratique permet aussi d'obtenir des bénéfices non marchands : elle favorise la biodiversité en améliorant les qualités écologiques de l'agriculture, assure l'entretien de terrains en voie d'abandon et limite ainsi l'enfrichement ; elle conserve les paysages ouverts et diversifiés, favorables au maintien des activités humaines (tourisme, agriculture).

Ce SAF original a été étudié en France par l'Inra et l'Irstea de 1989 à 1998 et a été testé en Auvergne, Languedoc-Roussillon, Pays

Basque, Limousin, Pas-de-Calais, dans des régions soumises alors à la déprise agricole<sup>[4]</sup>. La recherche a permis ainsi de jeter les premières bases expérimentales du schéma technique à mettre en œuvre.

Les feuillus précieux (merisier, noyer, érable, frêne, cormier, alisier, pommier, poirier...) sont retenus pour leur production de bois de qualité et leur potentiel de croissance élevée et régulière. En plein champ, les arbres sont plus trapus qu'en forêt, ce qui leur confère une meilleure stabilité face au vent et aux intempéries. Leur croissance en diamètre plus rapide<sup>[5]</sup> fait espérer une récolte plus précoce, réduisant ainsi les risques phytosanitaires de dépréciation du bois qui augmentent avec l'âge des arbres. Sur bonne station, une bille de 1 m<sup>3</sup> peut être produite en 45-50 ans. S'il s'agit souvent de produire du bois d'œuvre de grande valeur commerciale tout en maintenant les pratiques d'élevage, les arbres peuvent aussi être étêtés régulièrement afin de satisfaire des besoins en bois de chauffage ou de service. Dans ce système où le ligneux, l'herbe et l'animal coexistent sur la même unité de surface, il y aura compétition entre l'arbre et la pâture



Les volailles sur parcours s'abritent sous des bosquets d'arbres pour se protéger du vent ou en cas de fort ensoleillement (Ricourt, Gers).

### Cas particulier des volailles sur parcours

L'arbre sous toutes ses formes (forêt claire, verger à bois, fruitier ou mixte, bosquet, haie et arbre isolé) est aussi utile à l'agriculteur qui souhaite faire sortir ses volailles des bâtiments d'élevage. Sa présence sur les parcours extérieurs a pour objectif prioritaire d'améliorer le confort animal, ce qui se retrouve en terme de productivité (croissance plus élevée, gain de poids vif) et sur le plan sanitaire. L'ensoleillement intense et les élévations de température en période estivale sont sources de fatigue et de mal-être.

L'arbre offre des zones de protection limitant le stress animal. Pendant les fortes chaleurs, les volailles profitent des zones d'ombre créées par les ligneux et les taux de mortalité sont réduits. Mieux protégées de la prédation des rapaces et du vent, les volailles quittent plus facilement des bâtiments d'élevage. Les arbres servent de guide dans leurs déplacements et les incitent à diversifier leur alimentation (graines, insectes et vers, plantes herbacées) tout en recyclant une partie des effluents.

## Les principaux services agroforestiers

Service rendu par les arbres en bordure ou au sein des parcelles agricoles	Type de service			Bénéficiaire	
	économique	environnemental	social et territorial	agriculteur	communauté rurale
Augmentation potentielle de la productivité globale des systèmes agricoles : optimisation des ressources du milieu	x			x	
Diversification des revenus : capacité à générer plusieurs produits agricoles et forestiers sur la même unité de gestion	x			x	
Limitation de l'érosion du sol par la pluie, le vent et les régimes thermiques contrastés		x		x	
Restauration de la fertilité et de l'activité biologique des sols : apport de matières organiques		x		x	
Création de microclimats favorables aux cultures, prairies et au bien-être animal		x		x	
Amélioration de la résilience des systèmes agricoles aux épisodes extrêmes de pluie, de sécheresse et de vent		x		x	
Limitation des flux de nitrates, pesticides et phosphore attachés aux particules érodées de sol : protection de la qualité des eaux de surface et souterraines		x			x
Augmentation de la biodiversité floristique et faunistique sauvage		x			x
Atténuation des effets nuisibles des ravageurs par les auxiliaires de culture abrités dans les structures arborées		x		x	
Reconstitution de la trame écologique : circulation de la faune et de la flore, brassage génétique des populations		x			x
Séquestration biologique du carbone atmosphérique et réduction des gaz à effet de serre					x
Diversification des paysages : amélioration du cadre de vie et augmentation de l'attractivité touristique			x		x
Remise en culture des terres marginales (parcelles en friches ou en pente)			x		x
Préservation des usages traditionnels : valorisation des connaissances locales			x		x

pour l'eau, les nutriments du sol et la lumière. Le choix d'une densité adéquate de plantation est un critère important car l'accroissement progressif de la branchaison des arbres va réduire la lumière disponible pour le tapis herbacé et donc sa production. Avec une densité finale de 50 à 80 arbres par ha, la production d'herbe va diminuer lentement au fil du temps, pour aboutir à une production faible, mais non nulle à la date de récolte des arbres. Le pâturage animal pourra être conservé sur la parcelle jusqu'à la récolte des arbres, en ajustant progressivement le chargement animal à l'affaiblissement de la strate herbacée [6].

### Cultures annuelles intercalaires avec arbres feuillus

Le système de cultures intercalaires (SCI) est un type moderne d'association herbe-arbre qui convient aux agriculteurs souhaitant diversifier leurs cultures et tirer parti de l'aspect productif (bois d'œuvre, de service, de chauffage) et écologique (création d'un microclimat favorable à la culture, régulation des flux d'eau, lutte contre l'érosion, prévention des pollutions d'origine agricole, stockage du carbone, re-

fuge et trame pour la biodiversité) de l'arbre. En cela, ce système intégré, dynamique et extensif, poursuit des objectifs similaires aux vergers à bois en prairie pâturée.

Des lignes d'arbres (feuillus nobles en mélange) sont implantés au sein même des terres assolées. L'espace intercalaire n'est pas entretenu de façon mécanique et/ou chimique (boisement forestier) ou par la dent des animaux (sylvopastoralisme), mais par l'installation de plantes de couverture, récoltées ou non : céréales (blé, orge, maïs...), oléo-protéagineux (colza, soja, féverole, lupin, vesce, pois, tournesol...), légumes ou vigne. Sur les territoires à valeur agricole élevée, le SCI a l'avantage de ne pas bloquer le foncier et de conserver le potentiel agricole des terres tout en générant des revenus complémentaires.

Les rangées d'arbres sont disposées en lignes parallèles suffisamment larges (28 à 40 m) pour limiter leur concurrence pour la lumière sur les cultures agricoles réalisées entre les lignes arborées et ne pas gêner le travail des machines. Cette distance doit être un multiple de la largeur de travail des machines les plus étroites pour éviter leur chevauchement et permettre le passage du matériel le plus large présent sur l'exploitation (en général, la rampe de pulvérisation).

*Dans un système de cultures annuelles intercalaires avec arbres feuillus, l'alignement des arbres est indispensable pour assurer la circulation aisée des engins agricoles (ici, une moissonneuse-batteuse) (Noilhan, Gers).*





Cette ripisylve borde un ruisseau et est contiguë à une bande enherbée de 5 m de largeur. Ces 2 systèmes contribuent à piéger les pollutions d'origine agricole (Endoufielle, Gers).

Les lignes sont préférentiellement orientées dans le sens Nord-Sud pour une répartition plus homogène (des deux côtés de chaque rangées d'arbres) de l'ombre projetée sur la parcelle [8].

Avec une densité finale de 30 à 50 arbres/ha (5 % de la surface occupée par les arbres), la perte de productivité agricole (diminution progressive du rendement des cultures) est la plus faible et la croissance des arbres, s'ils sont bien en station, est rapide. Les larges espacements ont pour effet d'accélérer l'accroissement radial des arbres [9]. Ils développent des cimes plus étendues, mais ils ne se concurrencent pas (intervalle moyen entre 2 arbres : 6 à 8 m) pendant une grande partie de leur vie tout en bénéficiant des soins apportés à la culture intercalaire. Si la pression de sélection par éclaircie est faible, voire nulle, comparativement aux plantations forestières, il est conseillé d'utiliser un matériel végétal génétiquement amélioré. Il est indispensable de soigner individuellement tous les arbres en les paillant, les protégeant contre les dégâts du gibier et par des tailles de formation et des élagages réguliers, afin de produire du bois d'oeuvre à haute valeur commerciale.

## Ripisylves ou bandes riveraines arborées

La ripisylve ou forêt riveraine est une formation végétale où dominent les essences ligneuses et située au bord d'un cours d'eau ou d'un milieu lacustre (lac, étang, mare, marécage, tourbière, prairie humide). À l'interface entre

## Pourquoi et comment favoriser la création d'une ripisylve?

La PAC\* impose la création d'une bande enherbée le long des cours d'eau traversant ou bordant une surface agricole. Contrairement à un sol labouré qui s'étend jusqu'à la berge, la bande enherbée contribue efficacement à la rétention et au piégeage des engrais, pesticides et insecticides. Elle agit comme un filtre naturel pour la qualité des eaux en limitant les transferts de ces produits vers la rivière. En revanche, son intérêt est plus limité comparé à celui d'une bande riveraine arborée : moins bonne rétention des sédiments ruisselés (résidus organiques) et des substances phytosanitaires en percolation, faible tenue mécanique de la berge (les graminées et les herbacées ont un enracinement dense, mais pas assez profond pour stabiliser une berge un peu haute), pas d'ombrage du cours d'eau.

La largeur minimale de la bande doit être de 5 m, la largeur maximale des bandes éligibles aux aides compensatrices est de 10 m. Dans le cas où le cours d'eau est bordé d'une ripisylve, celle-ci est comptée dans la largeur des bandes enherbées. Si certains départements prennent déjà en compte les boisements à condition qu'une bande au moins égale à 5 m soit maintenue en bandes enherbées dans la largeur maximale des 10 m, la mise en place d'une bande enherbée conforme aux exigences de la PAC, mais plantées d'espèces arborescentes et arbustives adaptées (avec un entretien sélectif jusqu'à ce que la strate herbacée soit contrôlée par la dominance des ligneux) constitue une solution agroforestière d'avenir à encourager dans le cadre des règlements départementaux pour la gestion des rivières.

\* Politique agricole commune



*Dans le bocage pyrénéen, les frênes communs étaient traditionnellement étêtés tous les 4 à 5 ans en août ou septembre. Les branches feuillées étaient rassemblées en fagots puis, stockées dans les granges ou laissées simplement dans les parcelles. Les feuilles sèches étaient données aux animaux en janvier ou février. Les grosses branches étaient utilisées comme bois de chauffage (Mont, Hautes-Pyrénées).*

les milieux terrestres et aquatiques, cette communauté forestière de rive forme une bande, un corridor biologique composé d'entités floristiques variées, à bois tendres (saules, peupliers noirs et blancs, aulnes...) ou à bois durs (chênes, frênes, érables, ormes...) et liées aux inondations plus ou moins fréquentes et/ou à la présence d'une nappe phréatique peu profonde. Sa largeur peut varier de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres <sup>[10]</sup>.

L'objectif de l'implantation d'une bande riveraine est l'amélioration de la qualité des cours d'eau. Elle limite les pollutions directes issues de l'agriculture en bloquant les dérives des pulvérisations chimiques grâce à son effet brise-vent, mais aussi diffuses en filtrant les particules de sol, les résidus de pesticides, les éléments fertilisants qui pourraient se retrouver dans l'eau sous l'effet de l'érosion hydrique. Sa végétation a un rôle capital d'ancrage et de stabilisation des berges par les racines, ainsi qu'un rôle d'absorption et de dissipation de l'énergie du flot hydraulique par les parties aériennes des plantes en contact avec le milieu liquide. L'ombrage apporté par les frondaisons limite le réchauffement des cours d'eau en été, permet de maintenir l'eau à un niveau d'oxygénation adéquat pour la faune aquatique (salmonidés) et limite le développement des herbiers aquatiques. Lieu d'une biodiversité majeure, la ripisylve offre un grand nombre d'habitats et de niches écologiques.

Sources de bois et de fourrage, la coupe à blanc de grands linéaires est à proscrire. Des coupes d'éclaircie permettent de diversifier les

espèces arborées, les strates et les classes d'âge. La présence d'arbres têtards implique un élagage régulier des branches. Source de bois de service et de chauffage, cette pratique évite l'épaississement des branches de la tête et réduit les risques d'éclatement du tronc de l'arbre.

## Haies brise-vent

Les haies sont sans doute le système agroforestier le plus développé et le plus classiquement intégré à l'espace rural français. Ces structures arborées linéaires se composent d'arbres et/ou d'arbustes de formes et d'âges variés, et gérés par l'homme. Elles se distinguent par leur structure (strates végétales, rangées implantées), leurs modes de conduite des arbres (ligneux de haut jet, cépées, têtards, arbres morts), les essences plantées ou favorisées (origine spontanée), leurs productions (bois d'oeuvre, de chauffage, piquets de clôture et poteaux, manches d'outils, copeaux pour litière animale, paillage ou amendement du sol, fourrage et fruits : pomme, merise, alise, noisette, châtaigne...), et leurs fonctions intéressantes pour l'agriculteur <sup>[11]</sup>.

Les haies servent à délimiter un espace agricole (champ ou pré) et constituent une clôture pour le bétail. En réduisant la vitesse du vent, elles créent un microclimat favorable pour la culture (augmentation des rendements de production agricole) et l'élevage (bien-être animal). Perpendiculaires au sens de la pente, elles modifient l'écoulement des eaux sur les versants en réduisant les ruissellements et leur



Le feuillage du frêne commun est un fourrage très appétent pour le mouton (Mont, Hautes-Pyrénées).

## Bref historique de l'agroforesterie traditionnelle française

Si les pratiques agroforestières démarrent quelque part avec la domestication de l'arbre et sont connues dès l'Antiquité, elles se multiplient et se diversifient surtout dans les campagnes françaises durant la période 1600-1850 avec l'embocagement et la complantation (les arbres au sein des champs) de l'espace agricole. Le fonctionnement des fermes est basé avant tout sur l'autonomie, l'autoconsommation, la diversification et la mixité des productions. Les arbres à bois sont utilisés pour la création et l'amélioration du maillage bocager et les fruitiers (châtaignier, olivier, pommier, poirier, figuier, cerisier, noyer, amandier, mûrier) sont plantés avec des cultures et la vigne (dans le Sud) ou sur prairies (grand Ouest).

Les plantations d'arbres sont considérées comme source de richesses et vont occuper des millions d'hectares sous la forme de petites mailles bocagères (moins d'un hectare), de prés-vergers, de hautains (l'arbre sert de tuteur accrochant la vigne en hauteur; les espaces entre les rangées d'arbres et de ceps de vigne sont aussi cultivés) et de cultures céréalières ou maraîchères associées aux fruitiers méditerranéens. Ces pratiques sont encore bien présentes lors de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle (1930-1950), notamment dans le bassin méditerranéen et dans les régions peu productives où la mécanisation motorisée et l'azote chimique sont peu ou pas encore utilisés<sup>[7]</sup>.

La transformation radicale de la campagne française a lieu après la Seconde Guerre mondiale et l'instauration du plan Marshall (1947-48). Certains systèmes agroforestiers traditionnels complexes tombent progressivement en désuétude

en raison de la perte des usages « paysans » de l'arbre ou de leur productivité marginale. D'autres sont remplacés par une arboriculture intensive et standardisée ou simplement détruits avec la modernisation et la spécialisation de l'agriculture visant à satisfaire la demande des consommateurs en quantité et en diversité.

La motorisation de l'agriculture très intense jusqu'à la fin des années 60 se heurte à l'exiguïté et la dispersion des parcelles agricoles. Pour pallier aux pertes de temps et à l'usure du matériel, la structure foncière de l'espace agricole est complètement redessinée afin de créer des grandes parcelles d'un seul tenant et des chemins d'exploitation moins étroits facilitant la circulation des machines. Les rivières sont réaménagées et des fossés sont creusés pour évacuer plus vite les eaux pluviales. Ce remembrement foncier a pour effet de refaçonner le paysage et contribue à la diminution progressive de la surface occupée par les arbres fruitiers et à bois, les haies champêtres, les structures bocagères, les ripisylves et les petits bosquets car ils gênent le passage des machines et font de l'ombre aux herbages et aux cultures.

Il faudra attendre la fin des années 1980 pour que les avantages de l'arbre des champs soient remis en avant et que la recherche française (Cemagref, Inra) jette les premières bases des combinaisons modernes d'arbres (à vocation bois d'œuvre) associés aux grandes cultures ou aux pâturages. Grâce notamment à l'action des associations et des instituts techniques impliqués dans la protection de l'arbre champêtre, l'arbre agroforestier redevient une ressource pour l'avenir, un patrimoine végétal aux multiples enjeux, un pilier du développement durable.

effet érosif (arrêt des particules érodées); elles jouent aussi un rôle dans la prévention des pollutions d'origine agricole en réduisant fortement les flux de nitrates.

Gisement de biodiversité, les haies abritent de nombreuses espèces animales et végétales qui ne peuvent survivent dans les parcelles agricoles. Elles offrent nourriture et sécurité pour la faune sauvage et sont des alliées incontournables d'une agriculture durable comme réservoir à insectes auxiliaires utiles à la lutte intégrée des ravageurs de culture. Voie de communication et corridors écologiques, ces linéaires protégés permettent à la faune et la flore d'investir l'espace délimité par les haies, puis de se déployer progressivement sur l'ensemble d'un territoire et garantir le brassage génétique indispensable à la survie des espèces. ■

#### Bibliographie

[1] Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J. P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., et autres, 2013. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ?*

[2] CRA du Centre, 2009. *IBIS (Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles) - Fiches Pratiques.*

[3] Coppée J.-L. et Noiret C., 2008. *Les vergers traditionnels et les alignements d'arbres têtards.* Région Wallonne.

[4] Rapey H., 1994. *Les vergers à bois précieux en prairie pâturée: Objectifs, principes et références.* Rev. For. Fr. Fasc. Thématique Agroforesterie En Zone Tempérée.

[5] Balandier P. et Dupraz C., 1998. *Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France.* Agrofor. Syst., vol. 43, n° 1-3, p. 151-167.

[6] Balandier P., Rapey H., Ruchaud F., et de Montard F.-X., 2002. *Agroforesterie en Europe de l'Ouest : pratiques et expérimentations sylvopastorales des montagnes de la zone tempérée.* Cah. Agric., vol. 11, n° 2, p. 103-113.

[7] Coulon F., Dupraz C., Liagre F., et Pointereau P., 2000. *Étude des pratiques agroforestières associant des arbres fruitiers de haute tige à des cultures ou des pâtures.*

[8] Dupraz C. et Liagre F., 2008. *Agroforesterie: des arbres et des cultures.* France Agricole Editions.

[9] Cabanettes A., Auclair D., et Imam W., 1999. *Diameter and height growth curves for widely-spaced trees in European agroforestry.* In *Agroforestry for Sustainable Land-Use Fundamental Research and Modelling with Emphasis on Temperate and Mediterranean Applications*, Springer, p. 169-181.

[10] Piégay H., Pautou G., et Ruffinoni C., 2003. *Les forêts riveraines des cours d'eau: écologie, fonctions et gestion.* Forêt privée française.

[11] Baudry J. et Jouin A., 2003. *De la haie aux bocages: organisation, dynamique et gestion.* Editions Quae.



Un arbre têtard peut produire entre 1 et 4 m<sup>3</sup> de bois de chauffage (Cerdagne, Pyrénées Orientales).

#### Résumé

La réintroduction raisonnée de l'arbre au sein de l'agro-écosystème agricole a pour effet de limiter l'érosion et améliorer la fertilité des sols, de réduire les pollutions des eaux par les nitrates et les pesticides, d'augmenter la biodiversité et d'améliorer la qualité des paysages. Cet article décrit les principales formes actuelles d'association agroforestière en France. Dans ces systèmes traditionnels ou modernes, l'arbre produit du bois et des fruits, diversifie les revenus des agriculteurs; il fournit d'importantes prestations écologiques et façonne les paysages.

**Mots-clés:** agroforesterie, pré-verger, haie, ripisylve, système agroforestier, système de culture intercalaire, pâturage boisé, verger à bois.

Toutes les photos :  
P. Van Lerberghe © CNPF-IDF



Trogne de frêne, 7 m de circonférence, bocage des Deux-Sèvres (75).

# Les trognes, arbres paysans

par Dominique Mansion, artiste, naturaliste, vice-président de la Maison botanique de Boursay\*

*En s'inspirant de la nature, durant des siècles, les paysans ont créé et taillé régulièrement des trognes ou têtards au gré de leurs besoins. Pourquoi et comment ces arbres ont-ils été façonnés ? Découvrez l'histoire de ces pratiques !*

## Qu'est-ce qu'une trogne ?

Trogne, têtard, tronche... il existe plus de 200 noms pour nommer cette pratique qui consiste à étêter un arbre champêtre quand il est jeune, puis à le retailler régulièrement à la même hauteur (ou aux mêmes hauteurs) pour récolter sa production (bois de chauffage, bois d'œuvre, feuillage...). Il existe une multitude de variantes entre le têtard simple chez lequel les rejets sont prélevés au niveau de la « tête » et l'émonde où ils le sont le long du tronc. Le terme « trogne » a l'avantage d'englober toutes ces formes. Pour faire court, on peut dire qu'une trogne est un taillis aérien porté par un ou plusieurs troncs ou par des charpentières.

## Une histoire ancienne

Les trognes témoignent d'un lien étroit et ancestral entre les hommes et les arbres. Découverte enfouie dans le lit de la Trent, rivière qui arrose Nottingham (Angleterre), l'une d'entre-elles a été estimée à 3400 ans au carbone 14. Dans le même contexte en Belgique, la Meuse

en a livré une, en forme d'émonde, avec une ancienneté de 1800 ans. Par la dendrochronologie<sup>1)</sup>, on savait déjà que les Mérovingiens pratiquaient cette gestion des arbres dont le XI<sup>e</sup> siècle nous offre des représentations dans la fameuse tapisserie de la reine Mathilde de Bayeux.

Ces témoignages anciens et nombre de sujets toujours bien vivants (trogne de chêne pédonculé du parc de Windsor âgée de 1300 ans, tilleul à petite feuilles et frêne élevé dans le bocage des Deux-Sèvres de près de 7 m de diamètre) montrent à quel point le savoir paysan a su très tôt tirer parti des étonnantes capacités de réitération<sup>2)</sup> des arbres sans abrégier leur longévité.

## Adaptation aux contraintes naturelles

Les multiples contraintes physiques et biologiques rencontrées au cours de l'évolution ont sans doute favorisé cette faculté remarquable à reconstituer de manière répétée tronc et houppier endommagés suite à un

\* Maison Botanique  
rue des Écoles  
41270 Boursay  
<http://www.maisonbotanique.com>

1) La dendrochronologie (du grec *dendros*, arbre et *chronos*, temps) est une méthode scientifique qui permet notamment de dater les arbres par l'étude de leurs cernes de croissance.

2) La réitération est la capacité de l'arbre à se reconstituer suite à un traumatisme ou au vieillissement, selon le même modèle architectural.



Mini saule têtard créé par un castor.



Forêt de têtards (hêtres), Pays basque.

3) L'étrégnage désigne ici la taille des rejets émis principalement depuis une ou plusieurs « têtes » en comparaison à l'émondage qui est celle des rejets principalement émis le long du tronc. Le terme émonder au sens de tailler. On peut aussi parler de recépage (effectué à hauteur et non au niveau du sol).

traumatisme : casse due aux bouleversements de terrain, aux rochers, aux crues, aux avalanches, aux glaces, aux tempêtes..., dommages causés par le feu, le froid, la dent des herbivores ou de rongeurs avides d'écorce et de feuillage... La présence de bourgeons adventifs et la capacité à former des bourrelets de recouvrement s'inscrivent en réponse à ces traumatismes naturels. Dès lors, l'étrégnage et l'émondage<sup>3)</sup> sont à envisager comme une pratique d'imitation de la nature et non comme un acte barbare vis-à-vis des arbres!

Mais pourquoi et comment s'est-elle généralisée à ce point en Europe et bien au-delà ?

## Origines et multiples situations

Il est possible qu'au Néolithique, en passant du statut de cueilleurs - chasseurs - pêcheurs à celui plus sédentaire d'agriculteurs - éleveurs, les hommes aient commencé à créer des trognes pour répondre à la régression du couvert forestier, à la pression du bétail et aux besoins d'une population croissante. Des fouilles de cette période montrent des vestiges de vanneries peut-être réalisées avec les rejets rectilignes d'osiers bouturés auprès des habitations et taillés assez haut pour repousser sans dommage.

Le boisement pâturé est certainement un autre contexte fort ancien de la présence de ces arbres. Une forêt intensivement soumise à la dent des herbivores sauvages et domestiques ne peut se régénérer de semis et de souche. Comment bénéficier de ses apports indispensables (bois énergie, bois d'œuvre, fruits, feuillage...) tout en pratiquant le pâturage ? Le taillis perché avec ses repousses hors d'atteinte de la dent du bétail sera une solution maintes fois mise en place en France et en Europe, avec des trognes aléatoirement créées sur des baliveaux d'essences variées. Les nombreux témoins de cette gestion, perdurent dans des secteurs peu accessibles et pentus.

Cette disposition, composée d'arbres étêtés au gré de sujets naturellement en place, connaît sur d'immenses territoires une expression beaucoup plus rationnelle avec des plantations régulières. Dès le XVI<sup>e</sup> siècle, pour répondre aux besoins considérables de la sidérurgie, les ducs de Navarre sont à l'origine de milliers d'hectares de têtards de hêtre et de chêne pédonculé au Pays basque. Elevés en pépinières, les arbres sont ensuite plantés à intervalles constants, protégés du bétail, puis étêtés à cycles réguliers. À la fourniture de charbon de bois fabriqué sur place, s'ajoutent le pâturage, la récolte de la fougère, la production de glands..., et même le prélèvement de bois de marine sur les arbres formés dans ce sens. Des boisements assez similaires sont encore visibles en périphérie de Londres.

Dans le Marais poitevin, subsistent sur d'anciens îlots, des boisements tout à fait surprenants. Ces terres inaccessibles au bétail étaient valorisées par la création de mini-têtards de frêne d'une hauteur de 0,50 m à un 1,20 m, avec une densité pouvant atteindre 3000 pieds/ha. C'est en barque que le bois d'émonde était transporté pour être vendu. Lorsque l'on a mis à pâturer ces espaces, seules ont été conservées les trognes du pourtour, rehaussées pour mettre les repousses



*Emondes, chêne pédonculé, Ille-et-Vilaine (35).*

hors d'atteinte de l'appétit des bovins.

La disposition linéaire avec des essences, des formes et des densités très variables semble la plus répandue. Elle connaît son apogée dans les haies des bocages au XIX<sup>e</sup> siècle avec le pic de la population paysanne.

L'avantage premier de cette « forêt aérienne et linéaire » est d'optimiser sur une même surface élevage, cultures et productions de l'arbre, notamment celle de fagots. Le faible intervalle entre les têtards de certains bocages (Pays d'Auge, Anjou...) n'est possible qu'en raison de leur émondage régulier. Dans bien des haies se côtoient des silhouettes et des hauteurs très variables : émonde, têtard simple plus ou moins élevé, trogne à plusieurs têtes, forme en entonnoir... Quelle est la raison de cette hétérogénéité ?

On sait que le tronc appartenait au propriétaire du sol qui pouvait exiger des formes et des hauteurs particulières. On sait aussi que la taille s'adaptait aux arbres et à leur évolution et que le métayer cherchait à émonder le plus de bois possible. Les émondes et les trognes – émondes encore si caractéristiques du bassin de Rennes – étaient autrefois très répandues dans toutes les régions et toutes les situations. L'organisation la plus aboutie de ce linéaire est probablement son installation sur talus, bordé d'un fossé avec plessage<sup>4)</sup> des essences intercalaires : le talus et le plessage, maintenus en hauteur et en largeur, clôturent la parcelle ; le fossé évacue l'excès d'eau ; trognes, arbres fruitiers, arbres de hauts jets apportent leur production sans empiéter sur le champ. Mais la gestion de ce système élaboré et productif nécessite une main-d'œuvre conséquente.

Plus simple, même si elle est trop souvent délaissée, est la gestion des alignements encore bien présents au bord des rivières, des canaux, des fossés..., où saules, frênes, peupliers noirs sont les essences les plus utilisées. À partir XVI<sup>e</sup> siècle, pour répondre à la voracité quotidienne du ver à soie élevé dans les magnaneries et chez l'habitant, des millions de



*Haie plessée et nouvelles trognes de charme et de chêne.*

mûriers blancs sont implantés en alignements, en vergers et auprès des maisons jusqu'au cœur des villages. Suite au déclin de la sériciculture beaucoup de ces arbres continueront à être taillés pour nourrir le bétail.

Ces dispositions plus ou moins denses et linéaires ne sont pas propres à l'Europe. De l'Afghanistan à la République dominicaine, de la Birmanie au Costa Rica perdure cette gestion de l'arbre dont il faudrait étudier les origines, les essences et les usages.

## Apport pour la biodiversité

La méconnaissance des pratiques paysannes et des contre-exemples traumatisants font que la taille en têtard est souvent considérée comme une mutilation, alors qu'elle s'inscrit dans la durée de l'arbre. Ces cycles de taille favorisent la formation de cavités au niveau des rejets prélevés et au sommet de la trogne. Cela n'en diminue pas pour autant son espérance de vie même quand ces cavités touchent la totalité du tronc. Une étude tchèque<sup>5)</sup> de 2013 sur la diversité saproxylique<sup>6)</sup> montre que le saule blanc conduit en têtard développe des cavités trois fois plus rapidement qu'un sujet non taillé.

Or ces cavités variées et évolutives des trognes présentent un intérêt considérable pour la biodiversité. La capacité d'accueil pour le monde animal et végétal s'élargit avec la

4) Le plessage est un façonnage de la haie champêtre destiné à réaliser une clôture vivante à partir des arbres et arbustes de cette haie. Après avoir été profondément entaillés, les brins choisis sont pliés et maintenus entre des piquets plantés à intervalle régulier. Il existe de nombreux types de haies plessées.

5) Sebek P., Altman J., Platek M., Cizek L. (2013) *Is Active Management the Key to the Conservation of Saproxylic Biodiversity? Pollarding Promotes the Formation of Tree Hollows*. PLoS ONE 8(3): e60456. doi:10.1371/journal.pone.0060456

6) Les insectes saproxyliques participent au recyclage de la matière organique et sont absolument nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers. Ils sont reconnus pour être d'intéressants bio-indicateurs de « naturalité » des forêts. (CRPF Midi-Pyrénées, Laurent Larrieu, déc. 2005)



Cavités, « arches de Noé ».



Trognes de peuplier noir coupées pour le bois de loupe, Touraine.

répétition des tailles. La nature et la situation des cavités, le bois vivant associé à celui en décomposition, le grossissement de la tête, les multiples bourrelets de recouvrement sont autant de complications morphologiques propices à des cortèges d'espèces qui font de ces arbres de véritables écosystèmes.

Au nid d'une tourterelle édifié au sommet d'une jeune trogne peut succéder celui d'une cane colvert ou d'un faucon crécerelle, voire bien plus tard celui d'une cigogne blanche comme c'est le cas sur les têtards de Normandie. Dans les cavités forées par les pics ou simplement dues à la décomposition du bois mort se succèdent un grand nombre d'espèces remarquables depuis les chauves-souris, la genette, ou la salamandre en passant par le torcol, la chevêche d'Athéna, la huppe ou le pigeon colombin. Celles remplies de terreau recèlent des cortèges d'insectes exceptionnels tels que le pique-prune et d'autres coléoptères saproxyliques. Beaucoup d'oiseaux, de mammifères, d'insectes s'abritent du vent, de la pluie, du froid, de la neige au sein de ces arbres.

Lors des crues, ce sont des « arches de Noé » au cœur desquelles grimpent et se réfugient quantité d'animaux pour échapper à la noyade. Arbres, arbustes, plantes à fleurs, fougères s'invitent aussi dans les hauteurs à la faveur du terreau où ils germent et développent leurs racines. Champignons, mousses, lichens ne sont pas en reste dans ce vaste cortège. Ce potentiel d'accueil est d'autant plus grand avec le nombre des trognes, l'alternance des tailles, la variété des âges, des formes et des essences. On voit là toute l'importance de cette gestion dans des paysages de plus en plus aseptisés et banalisés.

### Des usages qui perdurent, évoluent ou disparaissent

Dans maintes régions si le fagot n'est plus d'actualité, on taille toujours les trognes pour

le bois de feu. Dans le nord, les rejets rectilignes des saules têtards servent de support pour sécher les haricots. Les trognes de peuplier noir, de chêne et de frêne sont convoitées comme bois précieux sans qu'on se soucie de leur renouvellement ni de leur valeur patrimoniale et biologique.

Désaffection pour le bois de chauffage, manque de temps et de main-d'œuvre, difficulté et risque de la taille en hauteur, mécanisation agricole et céréaliculture, désaffection pour l'élevage, réaménagements fonciers... ont fait payer un lourd tribut à ces arbres, qu'on a arasés par millions en même temps que les haies. Cette disparition toujours d'actualité est lourde de conséquences tant du point de vue des paysages, de la biodiversité que de l'agriculture.

### Un avenir pour les trognes

On commence à prendre conscience de la valeur de cette pratique ancestrale : pérennité, production renouvelable et de proximité, apport pour la biodiversité, fixation du carbone, signature du paysage... Ces atouts sont suffisamment forts pour que l'on recherche ou adapte des outils pour en faciliter la gestion et en élargir les usages.

Associées aux parcelles agricoles, les trognes par la réduction périodique de leur houppier voient leur concurrence maîtrisée et une croissance stimulée. Grâce au broyage, la production du houppier offre un plus large éventail sur la ferme même et à l'extérieur : BRF, composts, litière pour le bétail, complément fourrager, bois déchiqueté pour les chaudières, le paillage des plantations, matière pour plates formes de compostages...

Comme on l'a vu plus haut, ces arbres génèrent une biodiversité dont la pérennité est garantie avec le vieillissement du tronc et son ancrage dans le sol. La valorisation de certaines grumes est envisageable avec le renou-



Production de bois raméal fragmenté (BRF).



Jeune trogne de charme (20 ans) déjà taillée 3 fois.

vement de la ressource. Par leur plasticité, ces arbres peuvent s'adapter à une large palette de productions agricoles et évoluer dans le temps et l'espace.

## Comment faire la trogne ?

Plusieurs solutions sont possibles selon les essences et les situations. Dans des sols favorables, peupliers et saules se bouturent sans problème. Pour cela, on prépare des plançons (tronçons de rejets assez droits pour faciliter leur plantation et de longueur souhaitée) qu'on enfonce comme des piquets. La partie souterraine émet des racines, l'aérienne des rejets dont on conserve ceux du sommet.

Pour la plupart des autres essences, soit on intervient sur un baliveau déjà en place que l'on étête à la hauteur voulue et à un diamètre de 5/10 cm (ce diamètre peut varier selon les essences), soit on plante un jeune sujet et on attend qu'il soit assez vigoureux pour l'étêter. Une autre possibilité est de réaliser l'étêtage en pépinière et de planter des sujets plus gros. Le principe est d'éviter une intervention sur des arbres âgés, moins aptes à réagir à la taille et à émettre de nouveaux rejets. Cette capacité de réitération est variable selon les essences et les individus.

## Un large éventail d'essences

Les recherches dans les bocages et les paysages ruraux nous enseignent que presque toutes les essences feuillues peuvent être étêtées.

Voici une liste non exhaustive de celles rencontrées : chêne pédonculé, chêne sessile, chêne pubescent, charme, frêne élevé, frêne à petites feuilles, érable champêtre, érable sycomore, érable plane, tilleul à petites feuilles, tilleul à grandes feuilles, peuplier noir, peuplier tremble, peuplier blanc, peuplier grisard, peuplier d'Italie, saule blanc, saule fragile, saule



Trogne de micocoulier (Celtis australis).

marsault, saule cendré, aulne glutineux, châtaignier, hêtre, platane, mûrier blanc, orme champêtre, orme lisse, orme des montagnes, bouleau verruqueux, houx, poirier sauvage, aubépine monogyne, alisier torminal, cormier, noisetier, merisier, noyer commun, sureau noir, olivier, micocoulier, cornouiller mâle, chêne rouge d'Amérique, robinier faux-acacia... L'orme de Lutèce, hybride de l'Inra résistant à la graphiose, se comporte très bien en trogne. Ce choix d'essences permet d'envisager des usages extrêmement variés tant pour le bois, le feuillage, les fruits, les fleurs... ■

### Résumé

Indissociables de l'agroforesterie, les trognes, centrales à production ligneuse renouvelable et de proximité, fixatrices de carbone, sièges de biodiversité, offrent un vrai potentiel pour une agriculture durable et à échelle humaine.

**Mots-clés :** trogne, émonde, émondage, plessage, biodiversité.

Toutes les photos :  
© D. Mansion



Agroforesterie paysanne au Maroc : cultures, arbres isolés (arganier) et parcours.

# Les agroforesteries des paysans du monde

## Archaïsme ou nouvelle modernité agricole ?

IRD, UMR GRED,  
LMI MediTer  
C° Représentation  
IRD au Maroc  
20, rue Abou Derr,  
10 000 Rabat  
[genevieve.michon@ird.fr](mailto:genevieve.michon@ird.fr)

par Geneviève Michon, chercheur à l'Institut de recherche pour le développement\*

*Depuis longtemps, les agriculteurs du monde savent marier l'arbre, l'élevage et les cultures. Les combinaisons entre leurs "champs" et leurs "forêts" sont multiples. Quelles leçons tirer <sup>1)</sup> de ce véritable patrimoine agroforestier mondial ?*

1) Cet article est issu d'un ouvrage détaillé, dont les exemples cités, ainsi qu'une bibliographie utile sur les systèmes agroforestiers du monde : Michon G., 2015. *Agriculteurs à l'ombre des forêts du monde – Agroforesteries vernaculaires*. Éditions Actes Sud / IRD, 252 p.

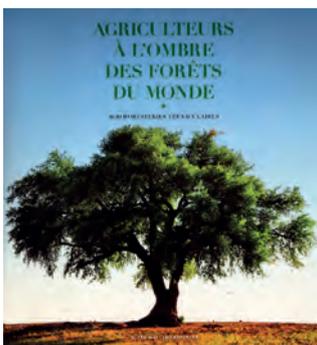
### Les agriculteurs du monde pratiqueraient-ils l'agroforesterie sans le savoir ?

Sans aucun doute. Il suffit d'observer les paysages agricoles, de l'Europe aux tropiques humides ou aux régions plus arides, pour voir à quel point l'arbre est omniprésent. Agroforêts d'Indonésie, jardins de case <sup>2)</sup> d'Océanie, parcs à Karité <sup>3)</sup> du Sahel, oasis sahariennes, arganeraie marocaine, *dehesas* <sup>4)</sup> espagnoles, maquis et garrigues méditerranéens, prés-bois alpins, bocages européens... Autant de variations sur le thème du mariage entre arbres, élevage et cultures.

Pour nous qui avons si efficacement éliminé les arbres de nos champs et qui considérons la forêt et l'agriculture comme deux choses

parfaitement distinctes et disjointes, ces systèmes nous étonnent ou nous interpellent. Ils revêtent en effet tous les attributs d'une agriculture archaïque : point d'alignements d'arbres au milieu des champs, ni de haies taillées au cordeau ; au contraire, une allure désordonnée, des champs « mal tenus », des animaux en divagation, un fouillis végétal apparemment non entretenu.

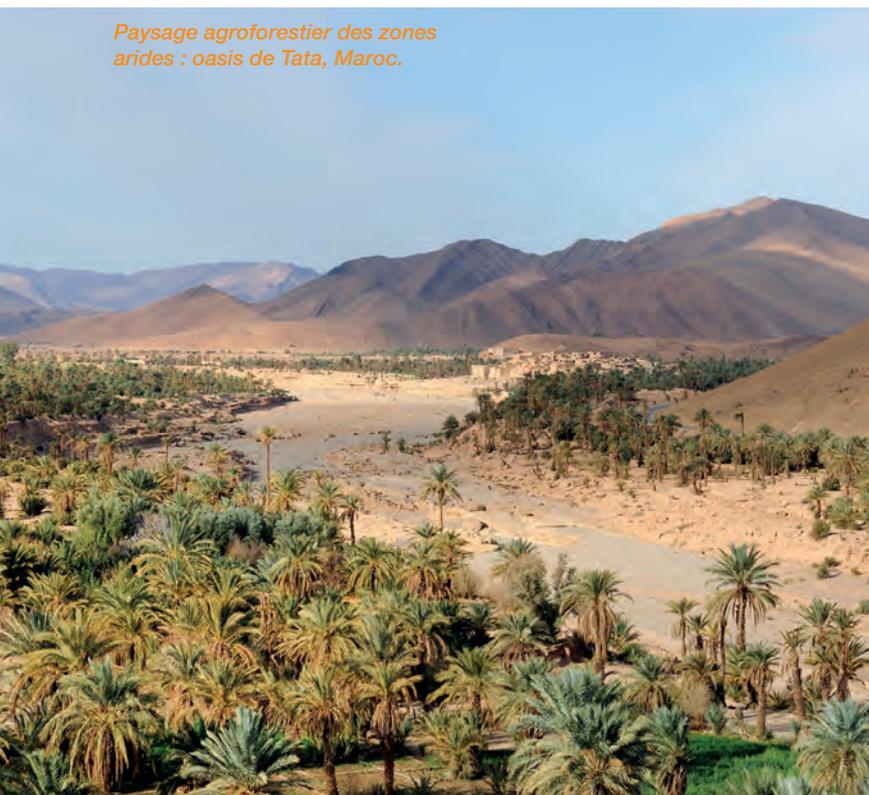
Mais détrompons-nous : nous avons beaucoup à apprendre de ce que l'on devrait considérer comme un patrimoine agroforestier mondial de valeur inestimable. Au-delà des contraintes liées au climat, ou des différences culturelles, ces systèmes présentent des traits communs qui peuvent nous éclairer sur la façon dont nous pourrions retrouver cette alliance fondamentale entre arbres et cultures.



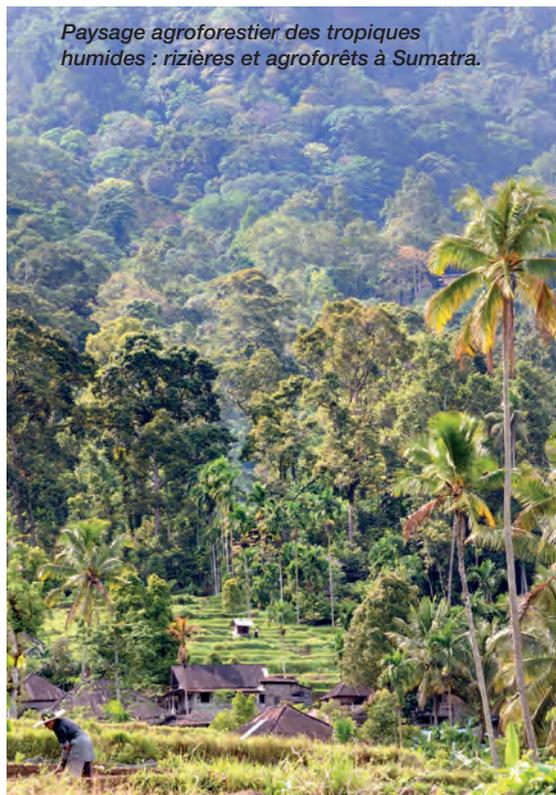
Paysage agroforestier en Europe : bocage dans le Morvan.



Paysage agroforestier des zones arides : oasis de Tata, Maroc.



Paysage agroforestier des tropiques humides : rizières et agroforêts à Sumatra.



2) Les jardins de case (en anglais : homegardens) : jardins potagers tropicaux près des habitations. Ils comportent des cultures légumières, mais aussi des arbres fruitiers de différentes tailles, des palmiers utiles, de grandes plantes semi-herbacées comme les bananiers et les papayers, des bambous, le tout en association dense.

3) Les « parcs » sont caractérisés par un couvert arboré très éclairci et un sous-bois herbacé. Ils résultent souvent d'un aménagement de savanes arborées comportant, pour la composante arborée, des coupes sélectives et des plantations d'enrichissement et, pour le sous-bois, des cultures vivrières (mil, sorgho) et une gestion des herbes et des buissons pour l'élevage. Le karité est l'une des espèces arborées les plus fréquentes dans les parcs d'Afrique de l'Ouest. C'est un arbre de la famille des Sapotaceae dont les fruits produisent le « beurre de karité », utilisé localement pour l'alimentation, la santé, les soins de la peau et des cheveux, mais aussi dans l'industrie agroalimentaire comme matière grasse végétale et dans l'industrie cosmétique pour ses vertus nourrissantes et réparatrices.

4) Les *dehesas* (mot castillan) sont l'équivalent, pour la Méditerranée, des parcs ouest africains : des forêts très éclaircies sous lesquelles on trouve des prairies ou des cultures. En Espagne, les *dehesas* couvrent plus de 5 millions d'hectares. Elles produisent du blé et de la viande de grande qualité, dont le fameux jambon « iberico ». L'arbre (chêne vert, chêne liège, frêne, châtaignier ou peuplier), le plus souvent savamment taillé en corbeille ou en parasol, fournit la production dominante : fourrage et fruits (glands, châtaignes) pour les porcs, les moutons ou les bovins. Le charbon de bois, bois de chauffage, poutres, liège. Au Portugal, ces formations agroforestières s'appellent « montados », en France, on les nomme des prés-bois.

## Les arbres paysans : une autre façon d'envisager la domestication

Notre agriculture comporte un certain nombre d'arbres domestiqués : les pommiers, les pêchers, les cerisiers, les oliviers. Ces arbres de nos vergers modernes n'ont plus grand-chose à voir avec leurs lointains cousins sauvages. Plus petits, plus fragiles aussi, ils existent sous la forme de nombreuses variétés, reproduites par greffe ou par bouture.

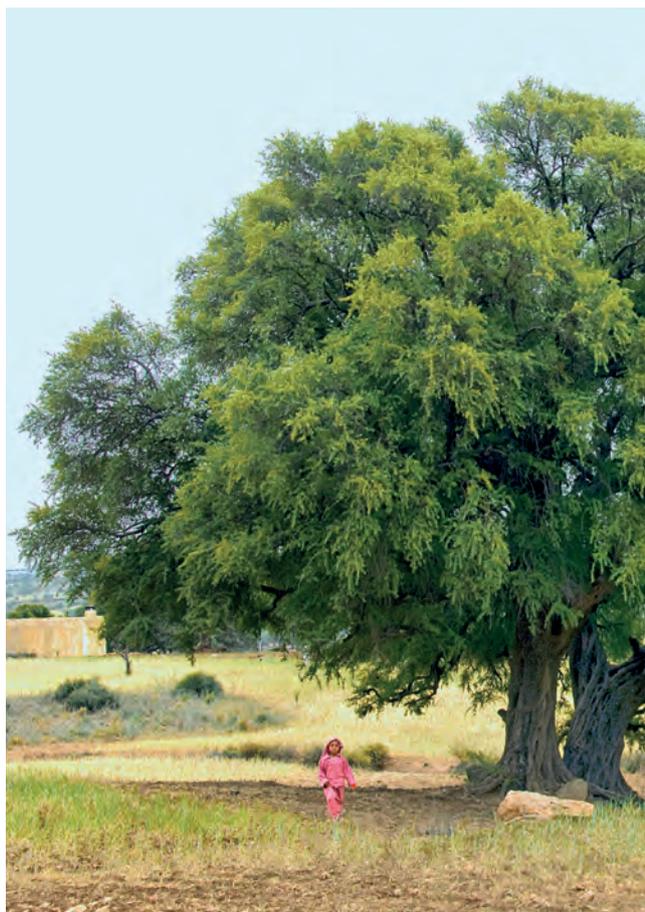
Ils sont soumis à des tailles radicales visant à augmenter la production des fruits. Ils subissent chaque année de nombreux traitements destinés à les protéger des « ravageurs ».

Les arbres intégrés dans les systèmes agroforestiers du monde ne leur ressemblent pas.

Le **châtaignier à fruits**, pivot d'un système agroforestier, qui a nourri des populations nombreuses sur des terres réputées impropres à la culture du blé, est un arbre fortement domestiqué. Il en existe des centaines de variétés, reproduites par greffe, comme les pommiers. Les arbres sont soumis à des tailles régulières destinées à améliorer la production de fruits et à contenir la vigueur des rejets. Mais la domestication n'a pas éliminé le caractère profondément forestier de cet arbre. Le châtaignier est un arbre de haute taille et d'une grande robustesse, qui peut survivre sans soin dans les châtaigneraies abandonnées par l'homme. Même si ses capacités productives s'affaiblissent, l'arbre résiste et peut, le cas échéant, après de sévères tailles de « réhabilitation », retrouver son potentiel productif.

Le **durian** produit des fruits étonnants consommés dans toute l'Asie du Sud-Est, dans la plupart des agroforêts indonésiennes. Il garde lui aussi la forme d'un arbre profondément forestier. Contrairement au châtaignier, il n'est ni taillé ni greffé. Cependant, à l'image de nos arbres fruitiers, on a réellement perdu de vue son ancêtre sauvage : le durian n'existe plus qu'à proximité des hommes qui, à force d'aller repérer les meilleures qualités en forêt pour les installer et les reproduire près des habitations, ont, lentement mais sûrement, domestiqué cet arbre. On pourrait dire la même chose du palmier-dattier planté dans les oasis, produit d'une interaction millénaire entre l'homme et un ancien palmier des confins sahariens, qui n'existe plus à l'état sauvage.

5) Voir l'article du dossier p. 27.



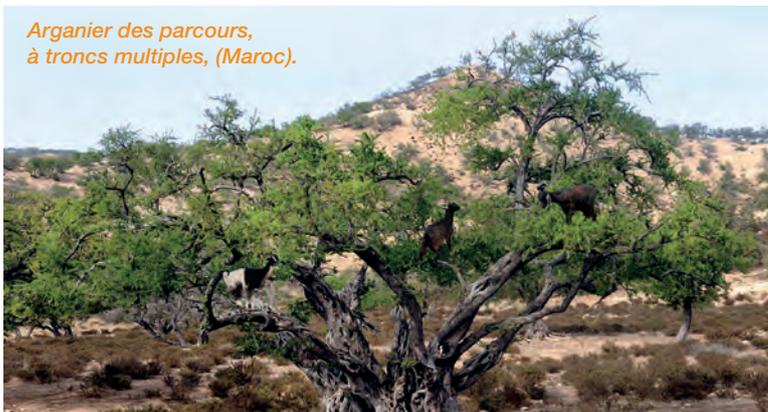
L'**arganier** des forêts du Sud-Ouest marocain fournit l'huile d'argan, mais aussi un feuillage fort apprécié des chèvres (qui ont cette particularité de grimper sur l'arbre pour se nourrir). Il est quant à lui rarement planté. Les efforts des hommes ont ici porté sur la diversification des formes de l'arbre en fonction de l'emplacement et de la production recherchée. Dans les champs, les arbres sont taillés de façon à produire un tronc haut et droit, ainsi qu'une couronne élevée inaccessible aux chèvres et étalée pour favoriser la production des fruits dont on tire l'huile. Dans les parcours, au contraire, les branches basses et les troncs inclinés sont encouragés, pour faciliter l'accès des chèvres à la couronne. Le long des chemins, les tiges sont courbées pour encourager des rejets verticaux qui sont tressés de façon à former une haie impénétrable.

Enfin, il faut mentionner les **trognes** <sup>5)</sup> : ces arbres forestiers (saules, chênes, frênes), que l'on retrouve intégrés dans la plupart des agricultures du monde, plantés et formés par des tailles régulières pour produire du bois, du fourrage ou des fruits. La technique de la trogne est délicate : les tailles doivent être suffisamment rapprochées pour maintenir la capacité des bourgeons à émettre des rejets et obtenir une production maximale de tiges,

Arganier des champs, à tronc haut, (Maroc).



Arganier des parcours, à troncs multiples, (Maroc).



Arganiers des haies, (Maroc).



Trogne de frêne dimorphe, Haut-Atlas marocain.



de feuilles et de rameaux, mais pas trop pour ne pas affaiblir l'arbre. Il semblerait que cette forme originale de domestication paysanne d'arbres forestiers stimule la vitalité des arbres au point que leur espérance de vie est plus grande que celle des arbres sauvages.

## La maîtrise des composantes de l'écosystème

Cette domestication atypique et multiforme se retrouve au niveau de l'écosystème.

La pratique agricole classique construit des écosystèmes fortement artificialisés : des espaces bien ordonnés, où les plantes n'occupent qu'une seule strate, homogène et spécialisée, et où le contrôle des processus productifs à travers l'utilisation d'intrants (engrais, herbicides et pesticides) est maximal. L'écosystème agricole ne fonctionne que grâce à la

présence de l'agriculteur. Rien de tel dans les systèmes agroforestiers du monde, où l'on se trouve en présence d'écosystèmes d'architecture complexe (que certains ont pu qualifier de chaotique) et qui semblent fonctionner « sans l'homme ».

L'exemple le plus élaboré est sans aucun doute celui des **agroforêts tropicales**. Au premier coup d'œil, on dirait de véritables « forêts » : une grande diversité de composantes apparemment non ordonnées, plusieurs strates végétales qui s'interpénètrent sans plan bien discernable. Et pourtant ces agroforêts sont entièrement construites. Cette construction combine des interventions massives (coupe de la forêt naturelle, plantations d'arbres sélectionnés) et des pratiques plus subtiles qui se coulent dans les dynamiques naturelles qu'elles accompagnent, voire qu'elles secondent (sélection parmi les germinations naturelles, colonisation des micro-trouées).

Il s'agit là d'un véritable pilotage écologique : l'homme se place à la charnière des phénomènes naturels induisant la construction ou la régénération de l'écosystème de façon à aiguiller l'évolution vers ses propres besoins. Cette domestication lente de l'écosystème est exemplaire pour qui connaît un peu le fonctionnement des forêts tropicales.

On retrouve ce même modèle de pilotage écologique dans un exemple plus proche de



*Pilotage écologique : introduction de plant de châtaignier dans le sous-bois de la châtaigneraie de Bucugnà, Corse.*



*Pilotage écologique : introduction de plants de rotins dans le sous-bois de l'agroforêt pour coloniser les petites trouées, Bornéo, Indonésie.*

*Pilotage écologique : la taille des chênes et le pacage des porcs maintiennent un équilibre fragile entre arbre et herbe, dehesa d'Extremadura, Espagne.*



chez nous : la sylviculture truffière, c'est-à-dire la production de truffes à partir de forêts aménagées. Il s'agit non pas de cultiver un champignon, comme le font avec plus ou moins de succès les planteurs de chênes inoculés, mais de gérer l'écosystème pour qu'il produise ce champignon, à travers des pratiques de « jardinage » minutieuses : ouverture sélective de la canopée, recépages, plantations, arrosages, aération du sol.

D'autres systèmes, comme l'oasis, qui cherche à maintenir une forêt de palmiers en plein désert, ou le bocage européen et la *dehesa* espagnole, qui ont réussi à rendre durable le mariage, écologiquement improbable dans les régions concernées, entre l'arbre et l'herbe, ont dû mobiliser des pratiques plus intrusives : gestion fine de l'eau et des cultures étagées pour l'oasis, taille savante des arbres et contrôle du pacage pour le bocage ou la *dehesa*.

## Quelles leçons retenir ?

Que ce soit au niveau de l'arbre ou de l'écosystème, la domestication ne suit pas le modèle classique. Elle est de ce fait le plus souvent « invisible » ou discréditée : les formes torturées d'arganiers ou des trognes sont souvent assimilées à de la « mutilation », et les écosystèmes agroforestiers à des systèmes « mal tenus ».

**Cette domestication paysanne de l'arbre et de l'écosystème repose pourtant sur des techniques précises et originales** (nous aurions pu parler de ces techniques appliquées au frêne dans le Haut-Atlas marocain, qui consistent à « construire » un arbre unique à partir de plusieurs germinations rapprochées, qui peu à peu se soudent entre elles et produisent un individu d'une vigueur accrue). **Ces techniques sont sous-tendues par des savoirs précis sur l'écologie des arbres ou le fonctionnement des écosystèmes.** Malheureusement, on accorde beaucoup moins d'importance aux savoirs dits « naturalistes » en agriculture qu'à ceux qui se rattachent à la maîtrise technique de la production...

Nous n'avons rien dit des pratiques sociales qui accompagnent cette domestication : définition des droits d'accès, diversification des usages, mais aussi socialisation des arbres et de leur production. La diversité culturelle des systèmes agroforestiers paysans est au moins aussi importante que la diversité biologique ou agraire de ces systèmes.

S'il ne faut retenir qu'une chose sur ce modèle que nous proposent les agriculteurs du monde, c'est sans doute la façon dont **la domestication permet de maintenir la fluidité entre sauvage et domestique.** Cette fluidité est essentielle à plus d'un titre : elle réduit les coûts de la production et assure la souplesse et la résilience de l'écosystème cultivé ; elle donne un rôle productif aux composantes sauvages de l'écosystème (les « mauvaises herbes », les insectes et les oiseaux « auxiliaires des cultures ») ou du paysage (nous aurions pu parler du rôle essentiel du maquis corse dans les productions apicole et fromagère de l'île).

Il faut aussi, pour compléter ce très bref (et très partiel) survol des agroforesteries du monde, mentionner la contribution de ces systèmes à l'économie mondiale. Car il ne s'agit pas, loin de là, de systèmes d'agriculture vivrière autarcique. Leurs produits circulent dans le monde

entier. Le problème est que personne ne le sait. On pourrait citer les épices (cannelle, girofle, poivre, muscade, cardamome), issues pour la plupart des agroforêts asiatiques; le caoutchouc naturel, produit en grande partie dans les agroforêts indonésiennes; le café, cultivé en Ethiopie ou en Inde sous couvert forestier; ou encore l'huile d'argan, de nombreux miels, des viandes d'une qualité incomparable.

## Quelques recommandations

> **Penser l'amélioration productive dans la logique de ces systèmes**: on s'est trop longtemps évertué à évaluer et à « moderniser » ces systèmes à partir de la logique productiviste qui a transformé l'agriculture mondiale. C'est une grave erreur qu'il est urgent de rectifier. Les espèces locales sont jugées peu performantes comparées aux variétés dites « améliorées ». Mais a-t-on déjà envisagé une amélioration génétique qui tienne compte des conditions écologiques des systèmes agroforestiers? Ou qui vise l'optimisation d'une production multiple plutôt que la maximisation d'une production unique? Les systèmes agroforestiers sont peu mécanisés et réputés non mécanisables. C'est sûr, si l'on n'invente que des machines agricoles de plus en plus grosses pour lesquelles les arbres sont des obstacles. Mais pourquoi ne pas penser une mécanisation, quand elle est nécessaire, qui tienne compte de la structure de ces systèmes hétérogènes?

> **Revoir l'encadrement technique et institutionnel**: la gestion des ressources naturelles est encore partagée entre 2 directions: production et conservation. La production elle-même est soit agricole, soit forestière. Chacun de ces domaines est géré à travers des institutions particulières et des politiques parfois contradictoires. Cette sectorisation constitue un handicap majeur pour la prise en compte des systèmes agroforestiers du monde, qui sont à la fois agricoles et forestiers, et, au-delà de leurs fonctions productives, jouent un rôle important dans la conservation de la biodiversité. Il est urgent de repenser les politiques forestières, agricoles ou de conservation non plus de façon ségréguée, mais en complémentarité.

> **Évaluer les bénéfices en intégrant à la production la diversité biologique, économique et sociale**: les systèmes agroforestiers sont plus que des systèmes de production. Ils incorporent des qualités environnementales, économiques et sociales. On leur reproche leur manque de productivité, le plus souvent en référence à des systèmes de monoculture

avec lesquels ils n'ont rien à voir. Tout change si l'on additionne les diverses productions les unes aux autres, si l'on tient compte du moyen et du long terme, et si l'on intègre le coût global de la gestion des risques ou les bénéfices environnementaux (diversité biologique et fonctionnelle, gestion de l'eau, stockage du carbone). Enfin, les agroforesteries du monde sont le reflet de cultures (alimentaires, techniques, religieuses, cognitives, etc.) multiples et variées dont la valeur matérielle et immatérielle, difficile à quantifier, reste néanmoins irremplaçable.

> **Restaurer une logique patrimoniale**: l'arbre ne s'accommode pas du court terme, ni de stratégies individualistes. La durabilité écologique, sociale et économique des systèmes agroforestiers dépend d'investissements renouvelés de génération en génération. La notion de patrimoine (ce que l'on hérite du passé et qui donne du sens au présent et à l'avenir) semble ici appropriée. Le patrimoine n'appartient pas à l'individu, qui n'en est que le gestionnaire et l'usufruitier. En hériter confère des droits, mais s'accompagne toujours d'obligations. Cette façon de penser la nature comme un patrimoine, qui nous fait aujourd'hui défaut, permettrait de contourner bien des excès inhérents à la gestion productiviste de l'agriculture.

> **Mieux valoriser les productions agroforestières**: si on reconnaît des qualités supérieures au café du Kilimandjaro ou à celui d'Yrga Cheffe, à la viande de chevreau de l'arganier, au miel de Corse ou aux charcuteries méditerranéennes, il s'agit surtout de goût et d'arôme: la promotion de ces produits ne dit rien sur les qualités environnementales et sociales des jardins Chagga, des forêts à café, de l'arganeraie, du maquis corse, des châtaigneraies ou de la dehesa espagnole dont ils sont issus. Il devient urgent de qualifier ces produits non seulement pour leurs qualités intrinsèques ou pour leur origine, mais aussi en faisant référence aux milieux dont ils sont issus et en objectivant les pratiques qui maintiennent ces milieux. ■

Toutes les photos :  
© Geneviève Michon

### Résumé

La plupart des agriculteurs du monde intègrent l'arbre et la forêt à la production agricole. La modernisation de l'agriculture a tendance à faire disparaître ces pratiques agroforestières anciennes locales. Cependant, la valeur productive des associations entre arbres, culture et élevage démontre des systèmes fortement intensifiés. Ces pratiques montrent une autre façon de concevoir non seulement nos façons de produire, mais aussi la domestication de la nature.

**Mots-clés**: agroforesterie vernaculaire, systèmes agroforestiers, domestication de l'arbre, agroforêt, arganeraie, dehesa, oasis, jardin de case.



*Agroforêts à oléastres et oliviers : des produits alimentaires pour les hommes et les animaux dont les olives de tables et l'huile d'olive, les céréales (blé, orge), les légumineuses (fève, pois-chiche) et celles destinées à l'alimentation du bétail (vesse et jesse) le foin de prairies de fauche et une gamme importante de légumes-feuilles sauvages très appréciés au printemps. Ain Dorij, Maroc, 2014.*

# Agroforesteries des rives sud et nord de la Méditerranée

## Le cas de l'olivier et de son *alter ego*, l'oléastre

par Yildiz Thomas, Directeur de Recherche, CNRS\*

\* Centre d'Ecologie  
Fonctionnelle et Evolutive,  
CNRS, UMR 5175, CEFE  
[yildiz.thomas@cefe.cnrs.fr](mailto:yildiz.thomas@cefe.cnrs.fr)

*Une approche interdisciplinaire alliant histoire, écologie et ethnobiologie apporte un nouvel éclairage sur l'agroforesterie en Méditerranée. Des dynamiques socio-écosystémiques sont à l'origine du développement de ces agroforêts. Le rôle de savoirs et savoir-faire techniques locaux a maintenu des liens dynamiques entre « sauvages » et cultivés.*



## Agroforesteries méditerranéennes : des liens historiques

Les systèmes agroforestiers méditerranéens sont liés à une longue histoire d'interactions entre hommes, forêts, agriculture et pastoralisme. La forêt thermophile méditerranéenne surnommée garrigue en France, matorral en Espagne et en Afrique du Nord ou maquis en Corse, est le produit d'une longue transformation par les hommes. Des pratiques d'écobuage, d'agriculture sur brûlis avec des rotations culturales et des jachères forestières, associées au pastoralisme ont contribué à ces transformations depuis 8 000 – 7 000 ans. Bien qu'on estime que les arbres n'aient été domestiqués que bien après les céréales, il est probable que les hommes aient, dès les

débuts de l'agriculture, conservé dans leurs champs ou sur leurs bordures les espèces arborées dont l'utilisation faisait sens pour se nourrir, pour l'ombre, comme abri, pour le bois de feu, etc.

L'olivier ou plutôt son parent sauvage l'oléastre en est un des exemples les plus probants, connu pour avoir été utilisé abondamment depuis au moins 19 000 ans (Kislev *et al.*, 1992<sup>[1]</sup>). Dès le néolithique dans l'Ouest méditerranéen, l'homme commence à défricher la garrigue pour développer la céréaliculture et l'on voit apparaître les premiers signes de culture des oliviers autour de 7 000 ans B. P.\* (Terral et Arnold-Simard 2006<sup>[2]</sup>). Des produits issus d'espèces arborées telles que la gomme de pistachier térébinthe, les amandes, les figues, les olives, les raisins, les grenades faisaient déjà l'objet d'un commerce trans-méditerranéen dès 3 312 B.P.\*. Des systèmes agroforestiers anciens tels que l'arganeraie marocaine, qui est réduite à une zone relique au Maroc aujourd'hui, représente actuellement quelques 800 000 hectares. L'arganeraie a été habitée par les hommes et a combiné céréaliculture et pastoralisme probablement depuis le néolithique. Les fouilles effectuées dans l'arganeraie remontent au X<sup>e</sup> siècle et révèlent une utilisation de l'argan, d'un moulin à huile, du bois pour les maisons qui sont quasiment identiques à l'actuel (Ruas *et al.*, 2011<sup>[3]</sup>).

Nombres d'essences ont ainsi fait l'objet de sélections au fil d'un long compagnonnage avec les sociétés méditerranéennes et sont une partie intégrante des espaces agraires. Les chênes en sont un exemple avec des types à glands doux, caractère récessif qui a forcément fait l'objet de sélections par les hommes. De façon générale, les arbres agroforestiers semblent plutôt former un continuum entre le sauvage et le domestiqué (Aumeeruddy-Thomas *et al.*, 2014<sup>[4]</sup>).

En Méditerranée où la domestication des céréales est largement reconnue comme le principal fait civilisateur, les arbres sont difficile à « caser » en matière agricole où les modèles céréaliers sont prépondérants, et tout aussi difficiles à appréhender par les forestiers, qui ne reconnaissent pas dans ces arbres tortueux, émondés, cultivés tout autant pour leurs fruits, leurs branches que pour les champignons qui vivent en symbiose avec eux, les arbres aux fûts dressés destinés à produire du bois.

Les arbres en Méditerranée, tels les chênes verts, les chênes liège sont des éléments structurants de millions d'hectares de systèmes agricoles tels les *Dehesa* qui repré-

\* B.P. : before present, avant le présent



Agroforêt à oleastres-oliviers et céréales au premier plan ; rangées de nouvelles plantations à base de micro-boutures au loin : deux paradigmes agroforestiers fondés sur des techniques diamétralement opposées.  
Sidi Reddouane, Maroc, 2011.



À l'ombre des oliviers greffés sur oléastres : travail du sol au pied des arbres pour favoriser l'infiltration de l'eau. Sidi Reddouane, Maroc, 2011.

Le greffage d'oléastres est une technique maîtrisée localement. Les oléastres choisis sont toujours d'un diamètre assez important (5 – 10 cm) et représentent un petit arbre déjà bien implanté qui procure de la vigueur au greffon et assure avec ce dernier la qualité et la quantité de la production.  
Sidi Reddouane, Maroc, 2011.



sentent de véritables savanes arborées d'origine anthropiques, à céréales et chênes en Espagne et au Portugal. Cette association d'arbres et de plantes herbacées constitue une forme d'utilisation optimum des ressources en eau et crée de surcroît des microclimats liés aux arbres, très favorables sur le plan environnemental (Joffre *et al.*, 1999<sup>[5]</sup>). Les genévriers thurifères, le caroubier, le frêne, le châtaignier sont autant d'autres espèces arborées très connues des paysans méditerranéens et qui pourtant ont fait l'objet de relativement peu d'attention quant à leur rôle en tant qu'espèces agroforestières. Enfin, les champignons, notamment la ou les truffes (*Tuber* spp.), champignons symbiotiques ectomychoriziens associés par un mutualisme obligatoire avec diverses espèces arborées dont des chênes, des noisetiers, des frênes ou des pins, constituent des exemples associant, hommes, arbres, champignons et pastoralisme.

Les nombreuses recherches effectuées à ce jour n'ont pas encore réussi à faire remonter une production qui a fortement chuté suite à l'abandon et la fermeture des milieux depuis la fin du XIX<sup>e</sup> (Aumeeruddy-Thomas *et al.*, 2012<sup>[6]</sup>). Le rôle des champignons ectomychoriziens tels que les bolets, les chanterelles et bien d'autres espèces pour certaines inconnues, *via* un mutualisme obligatoire avec des arbres, constitue la partie invisible de l'agroforesterie méditerranéenne qui méritera une plus grande attention à l'avenir, notamment dans le contexte du changement climatique.



Ancien oléastre des champs issu de graine, non greffé, conservé pour sa productivité, son ombre et la qualité de son huile très recherchée. Sidi Reddouane, Maroc, 2011.

## Oléastres et oliviers : la paire inséparable des socio-écosystèmes méditerranéens

Le greffage des forêts d'oléastres avec des cultivars d'oliviers est une des techniques les plus anciennes de la méditerranée. La greffe de l'olivier connue depuis Homère (Od. cité par Brun 1996<sup>[7]</sup>), fut pratiquée par les Grecs, mais elle a largement disparu de la rive nord de la méditerranée. Chandezon (2007)<sup>[8]</sup>, historien de l'olivier, montre que dès le VIII<sup>e</sup> siècle avant J.-C., les Grecs commencent à planter des oliviers en rang, très probablement à partir de boutures élevées en pépinières. Récemment, divers travaux en génétique sur des oliviers multiséculaires en Espagne et en Israël, reviennent sur l'idée que cette technique ait pu constituer une des plus anciennes techniques de domestication des oliviers.

Les travaux interdisciplinaires, menés au nord du Maroc depuis 2006, démontrent l'existence d'un agrosystème comportant des oliviers greffés sur d'anciennes forêts d'oléastres associés aux céréales et aux nombreuses légumineuses méditerranéennes (fèves, pois-chiche, vesse, jesse) ainsi qu'au pastoralisme. Les oléastres ont été préservés lors de la transformation du matorral au Maroc pour acquérir de nouvelles terres agricoles (Aumeeruddy-Thomas *et al.*, 2014<sup>[4]</sup>, et à paraître). Parmi ces peuplements d'oléastres « surgreffés » par des oliviers, persistent de très grands oléastres façonnés depuis plusieurs siècles par les populations qui utilisaient ces espaces alors qu'ils étaient encore des espaces forestiers (Aumeeruddy-Thomas *et al.*, à paraître).

Les oléastres sont très valorisés pour leur huile et font l'objet d'une classification binaire selon la forme des fruits et leur teneur en huile représentant ici des processus de domestication en cours. L'huile d'oléastre, qui est utilisée pour l'alimentation, a une très grande valeur médicinale, mais ne donne que des petites quantités ; elle est vendue plus cher que l'huile d'olive sur les marchés locaux. Le Rif et le Pré-Rif au Maroc sont des régions renommées pour la production d'huile d'oléastre à travers le Maroc.

Le greffage sur oléastre était utilisé au moins depuis l'époque romaine en Tunisie. Des inscriptions romaines ont été analysées par des historiens et montrent l'existence de la technique de greffage sur oléastres qui se différenciait alors des plantations à partir de plants provenant de pépinières. La particularité de la technique décrite est liée au fait que les Romains remettaient aux « autochtones » une part des terres forestières ainsi mises en valeur dès que les oliviers commençaient à fructifier alors que ces terres étaient situées sur des domaines privés des colons. Frank (1926) considère qu'il s'agissait d'un premier cas de transfert en propriété privée de terres par des Romains, sur la base d'une mise en valeur des arbres.

Le contexte actuel des modalités d'appropriation de la terre au nord du Maroc montre des conditions très semblables. En effet la transformation des forêts est un acte permettant d'accéder à la propriété privée dans le cadre des règles coutumières. En outre, actuellement, toute personne qui travaille une terre en métayage paye le propriétaire avec au moins

un tiers de la récolte. Cependant si cette même personne plante des arbres qui deviennent productifs, il est à même de demander une part de cette terre en propriété privée. De façon générale, les règles d'héritage dissocient la propriété de la terre de celle des arbres, une situation appliquée apparemment aussi en Corse sur les châtaigniers. Ces règles montrent le rôle central des arbres au niveau des territoires étudiés, en matière d'appropriation foncière et dans le cadre de relations sociales.

Étant donné l'origine des oléastres, leur hétérogénéité naturelle et leur implantation par des systèmes racinaires profonds, ils sont perçus par les agriculteurs locaux comme les arbres les mieux adaptés à l'hétérogénéité du milieu. Ils peuvent survivre en condition pluviale, c'est-à-dire sans irrigation, et représentent de facto, un peuplement très hétérogène étant le produit de multiplications sexuées. Les variétés en contrepartie sont moins diversifiées car elles sont issues de multiplications végétatives. Leur association aux oléastres leur permet d'acquérir une plus grande adaptabilité. Ils atteignent des productions très élevées et de très grande qualité selon des données obtenues auprès des paysans et des propriétaires de moulins. Ces derniers maîtrisent la provenance des olives et les taux de production (quantité d'huile par quintal d'olives acheté). La plupart des paysans du nord du Maroc considèrent que les plantations modernes sont en contrepartie vulnérables, car constituées de plantation monoclonale issue de boutures et donnent une huile de moins bonne qualité.

*Châtaigneraie cévenole : comme l'olivier, le châtaignier domestiqué est greffé sur un châtaignier de franc pied ou bouscasse (sauvage ou échappé de culture). Maintenir le châtaignier domestiqué nécessite de supprimer chaque année les rejets de souche. L'élevage sous châtaignier est une pratique qui favorise le nettoyage des sous-bois et qui procure des productions de viande de qualité. Saint Martin de Lansuscle, Cévennes, France, 2010.*



## Agroforêts à oléastres et oliviers face aux changements...

Les grandes agroforêts à oléastres du nord du Maroc représentent des systèmes contemporains de gestion paysanne qui pourraient constituer des modèles pour penser de nouveaux systèmes agroforestiers pour la sécurité alimentaire dans un contexte de changements globaux, y compris de changement climatique.

Les politiques agraires et forestières du Maroc menées dans le Pré-Rif depuis la période du Protectorat français, et depuis l'indépendance également dans le Rif (auparavant sous Protectorat espagnol), ont mis en place divers projets de modernisation oléicole. Ignorant totalement les pratiques locales, ces programmes tendent vers la diffusion de pratiques culturelles situées à l'opposé des agro-écosystèmes locaux. Les objectifs, tels le DRS (Défense et Restauration des Sols) depuis les années 1930 et le DERRO (Développement Économique Rural du Rif Occidental) dans les années 1970 avaient pour but de lutter contre l'érosion attribuée à la forte démographie des paysans du nord du Maroc, mais également de promouvoir la production d'huile d'olive. Ces projets se caractérisent par une transformation radicale des modes de production des plants d'oliviers, ces derniers étant progressivement produits dans des pépinières spécialisées à l'échelle nationale. Des milliers de boutures semi-ligneuses puis herbacées sont produites industriellement. Outre la miniaturisation progressive des parties bouturées, les variétés utilisées sont peu nombreuses. Les plantations industrielles sont en outre gérées désormais dans le cadre d'entreprises qui plantent et agrègent la production de plusieurs centaines d'hectares, une approche qui conditionne l'accès aux aides et soutiens à la plantation.

Ces plantations rompent l'équilibre agro-sylvopastoral car les animaux ne peuvent utiliser ces terres les premières années. L'élaboration de terrasses ne permettait plus les mêmes cultures intercalaires. Plus récemment, ces projets se sont intensifiés dans le cadre des politiques agraires actuelles et tendent à occuper les terres céréalières les plus riches, les objectifs de tels projets étant fondés sur des systèmes à fort rendement, nécessitant des intrants et de l'irrigation. Ceci aboutit à une perte de terre, un recul des zones à oliviers et oléastres. Bien que ces nouvelles plantations

puissent contribuer à une augmentation de production d'huile pour l'export, la question se pose de leurs interférences avec les productions alimentaires locales ainsi que de leur devenir dans le cadre du changement climatique.

## Discussion et conclusion

Les savoirs et savoir-faire des paysans en Méditerranée s'inscrivent dans une longue histoire de transformation des forêts ayant abouti à la construction tout à la fois ancienne et contemporaine d'agrosystèmes produisant une grande diversité de produits tels les agroforêts à oléastres et oliviers du Rif et du Pré-Rif du nord du Maroc. Les pratiques en cours illustrent le caractère continu de pratiques de domestication qui permettent de maintenir des processus évolutifs et la possible émergence de nouvelles variétés adaptées aux conditions environnementales changeantes.

D'autres exemples méditerranéens, tels que l'arganeraie, la châtaigneraie ou la trufficulture constituent des exemples très riches d'ensembles techniques qui montrent des approches sophistiquées et fortement intégrées aux contextes sociaux, culturels et écologiques locaux. Les arbres jouent un rôle majeur dans les pratiques sociales d'accès au foncier et dans l'histoire, la culture et l'économie des sociétés. Les projets de modernisation agricoles sont cependant peu concernés par les pratiques locales et promulguent des modèles agricoles fondés sur des objectifs de rentabilisation et de production pour des produits destinés essentiellement à l'exportation. Ces changements posent de nombreuses questions notamment concernant la sécurité alimentaire et la capacité de ces nouveaux systèmes à faire face aux changements climatiques et à des changements sociétaux en cours. ■

### Bibliographie

- 6) Aumeeruddy-Thomas Y., Therville C., Lemarchand C., Lauriac A., Richard F., 2012. *Resilience of sweet chestnut and truffle holm-oak rural forests in Languedoc-Roussillon, France: roles of social ecological legacies, domestication, and innovations*. Ecology and Society 17(2): 12. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04750-170212>.
- 4) Aumeeruddy-Thomas Y., Hmimsa M., Ater, Khadari B., 2014. *Beyond the divide between wild and domesticated: spatiality, domesticity and practices pertaining to fig (Ficus carica L.) and olive (Olea europaea L.) agroecosystems in Morocco*. In: Chevalier A., Marinova E., Peña-Chocarro L., (ed), *Crops and people: choices and diversity through time*. Earth EU, OXFAM, London, p 191-197.
- 7) Brun J.-P., 1986. *L'oléiculture antique en Provence*. Les huileries du département du Var. Éditions du CNRS Paris.
- 8) Chandezon C., 2007. *L'olivier dans le monde grec ancien. Quelques aspects des recherches récentes*. Dumond L. Durand S. (ed) *L'olivier dans l'Europe méditerranéenne de l'Antiquité à nos jours*. Terroir, Paysage et Économie. LIAME, Bulletin du Centre d'Histoire de l'art des époques modernes et contemporaine de l'Europe méditerranéenne et de ses périphéries. Presse Universitaire de la Méditerranée, Montpellier p 13-42.
- 5) Joffre R., Rambal S., Ratte J.-P., 1999. *The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic*. Agroforestry System 45 (1-3): 57-79.
- 1) Kislev M.E., Nadel D., Carmi I., 1992. *Epipalaeolithic (19,000 B. P.) cereal and fruit diet at Ohalo II*. Sea of Galilee, Israel Review of Palaeobotany and Palynology 73: 161-166.
- 3) Ruas M.-P., Tengberg M., Attahiri A. S. et al., 2011. *Archaeobotanical research at the medieval fortified site of AZgllz (Anti-Atlas, Morocco) with particular reference to the exploitation of the argan tree*. Vegetation history and archeobotany 20 (5): 419-433.
- 2) Terral J.-F., Arnold-Simard G., 1996. *Beginnings of Olive Cultivation in Eastern Spain in Relation to Holocene Bioclimatic Changes*. Quaternary Research 46, 176-185.

Toutes les photos : Y. Thomas © CEFE-CNRS

### Résumé

L'agroforesterie méditerranéenne a participé depuis les temps anciens à la sécurité alimentaire, à un ensemble d'usages symboliques et concrets et à la structuration d'agrosystèmes adaptés à l'hétérogénéité du milieu. Intimement associée à la céréaliculture, la production de légumineuses comestible et au pastoralisme, les agroforêts méditerranéennes témoignent des savoirs et savoir-faire des paysans, tels les agroforêts à oléastres et oliviers du Rif et du Pré-Rif du nord du Maroc. Ces agroforêts se fondent sur une histoire sociale liée à diverses formes d'appropriation du foncier. Des projets de modernisation agricole de plantations monoclonales, notamment d'oliviers, sont en forte expansion. Pourtant la grande diversité d'espèces et de variétés de l'agroforesterie méditerranéenne contribue à la sécurité alimentaire locale et est potentiellement mieux adaptée aux changements environnementaux.

**Mots-clés :** agroforêts, Méditerranée, oliviers, oléastres, socio-écosystèmes, sécurité alimentaire, Rif, Maroc.

### Remerciements

Nous remercions les projets qui ont permis de développer ces idées et ces travaux, dont en particulier les projets FigOlivDiv et Fruitmed de la Fondation Agropolis en collaboration avec Bouchaib Khadari, Inra, Supagro, CBNMED. Nous remercions également l'Inra Maroc, en particulier Abdelmajid Moukhli pour son soutien et son apport particulier à ces réflexions. Nous avons également bénéficié de fonds du GDR Mosaïque, 3353 du CNRS et du Projet International de Coopération Scientifique « La Montagne et ses Savoirs », associant l'IREMAM (MMSH, Aix en Provence), le CEFE CNRS, UMR 5175, l'Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan ainsi que l'Université de Fès. Nous sommes reconnaissants aux habitants du Rif et du Pré-Rif qui ont contribué à nos travaux sur les agroécosystèmes à oléastres et oliviers, en particulier les habitants de Bni Ahmed, Ouezzane, Ain Dorij et Ain Mediouna pour leur patience et leur hospitalité.

# Les arbres et la régulation biologique des ravageurs des cultures

Par Emilie Andrieu<sup>1)</sup>, Marc Deconchat<sup>1)</sup>, Jean-Pierre Sarthou<sup>2)</sup> et Aude Vialatte<sup>1)</sup>

1) UMR Dynafor (Dynamiques et écologie des paysages agriforestiers), Inra / INP-ENSAT.  
Auteur de correspondance : Emilie Andrieu  
[emilie.andrieu@toulouse.inra.fr](mailto:emilie.andrieu@toulouse.inra.fr)  
2) UMR Agir (Agroécologie, innovations et territoires), Inra.

*Les services rendus par les arbres au monde agricole sont mieux compris, et particulièrement leurs effets bénéfiques sur les auxiliaires des cultures et le contrôle des ravageurs. Par exemple, ils fournissent des habitats et des ressources nécessaires aux auxiliaires des cultures. Comment cela favorise-t-il un meilleur contrôle biologique des ravageurs dans les cultures ? Développer une gestion agroécologique des paysages ruraux, basée sur les interactions entre formations arborées et agriculture est l'objectif de ces recherches.*

## Quand les auxiliaires régulent la prolifération des ravageurs des cultures

De nombreux organismes peuvent s'attaquer aux cultures, en particulier les insectes (ex : larves de coléoptères, pucerons) et les gastéropodes (limaces et escargots). Outre les dommages directs causés au niveau des racines, des tiges, des feuilles, des grains ou des fruits, ces ravageurs des cultures peuvent aussi transmettre des pathogènes.

Par exemple, le virus de la jaunisse nanisante de l'orge est transmis par des pucerons. Dans de nombreuses parties du monde, le modèle agricole actuel est très largement dépendant des produits phytosanitaires, dont les pesticides : ils sont utilisés pour limiter les populations des ravageurs des cultures. Si la quantité de phytosanitaires est globalement en baisse depuis une quinzaine d'années, environ 9000 tonnes de pesticides étaient encore utilisées en 2012 en France (source SSP-UIPP). Or, **une part importante de la régulation des**



Figure 1 - Carabe doré  
(Orlane Salvadori © Inra)



Figure 2 - Larve de Syrph.  
(© entomart)



Figure 3 - Guêpe parasitoïde  
(Bernard Chaubet © Inra)

### Quelques ennemis naturels des ravageurs des cultures

Certaines espèces de carabes (Figure 1) sont carnivores (ici, *Carabus auratus*) et peuvent consommer pucerons et limaces.

Chez les espèces de Syrphes qui se nourrissent de pucerons, seules les larves sont prédatrices (Figure 2). Les adultes consomment le pollen des fleurs et participent à la pollinisation.

Les parasitoïdes sont des organismes qui, pendant une partie de leur existence, vivent exclusivement aux dépens d'un autre organisme, qu'ils ne tuent (ou parfois rendent stérile) généralement que lorsque leur propre développement est terminé. Cette forme de parasitisme se rencontre chez de nombreux insectes hyménoptères et diptères utilisés en lutte biologique, ici la guêpe *Aphidius colemani* pond dans un puceron (Figure 3) : en se développant à l'intérieur, les larves se nourrissent de leur proie.

**ravageurs est réalisée par leurs ennemis naturels**, c'est-à-dire par leurs prédateurs (Figures 1 et 2), parasitoïdes (Figure 3) ou parasites (organismes qui vivent au dépend de leur hôte) naturellement présents dans nos paysages agricoles et que l'on nomme aussi les **auxiliaires des cultures**. Les plus connus sont les coccinelles, les carabes et les syrphes. Des études scientifiques ont démontré qu'exclure les ennemis naturels des parcelles induisait une augmentation du nombre de ravageurs de 55 à 600 % selon les cas (Le Roux *et al.*, 2008). Ces ennemis naturels rendent donc bien un service écosystémique aux agriculteurs : le bio-contrôle des ravageurs est un bénéfice tiré du fonctionnement des écosystèmes.

Dans le contexte actuel de recherche d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement, qui passe entre autres par une limitation de l'utilisation des produits phytosanitaires néfastes non seulement pour l'environnement, mais aussi pour la santé humaine, s'aider le plus possible des ennemis naturels pour réguler les pullulations de ravageurs est une démarche logique.

Il faut donc identifier les différents facteurs qui peuvent influencer la qualité du service de bio-contrôle fourni par les auxiliaires : faut-il favoriser la biodiversité des auxiliaires, leur abondance ou leur efficacité ? Comment ?

Répondre à ces questions nécessite de mieux connaître les relations entre les auxiliaires et les ravageurs des cultures, mais aussi d'identifier les éléments paysagers qui favorisent la présence des auxiliaires, et leur organisation spatiale. C'est à ce niveau que la présence d'éléments boisés dans les paysages agricoles révèle leur importance dans la régulation des ravageurs.

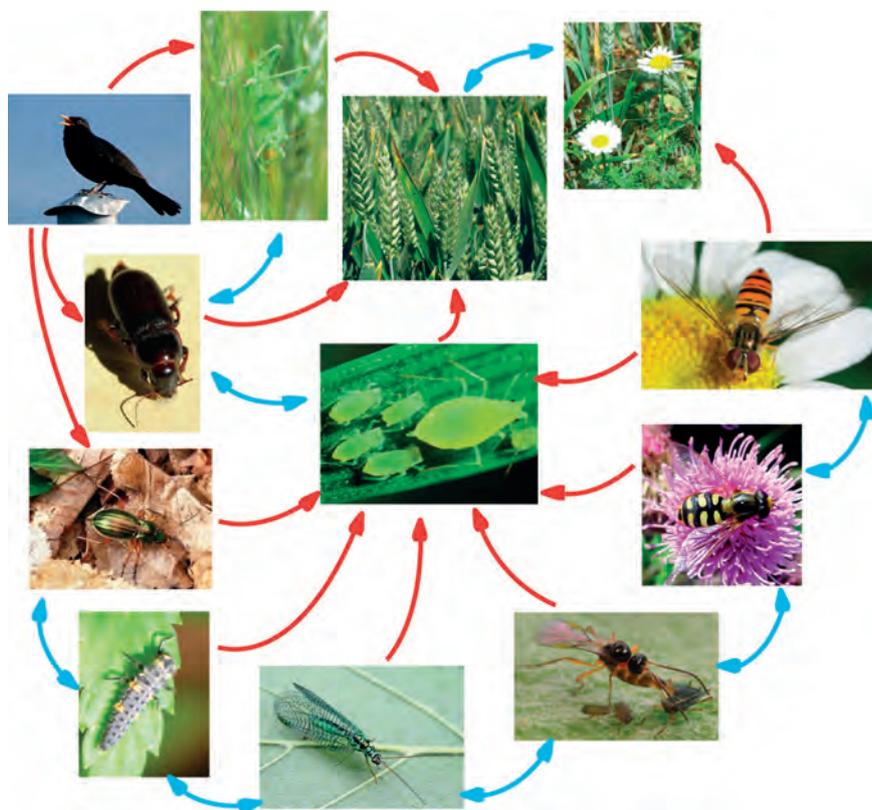
### Qui mange qui ? Les réseaux trophiques

L'image de la chaîne alimentaire, allant des plantes aux grands carnivores, a bien vécu ! Les systèmes écologiques sont bien plus complexes et on parle maintenant de réseau trophique, où chaque élément du système interagit avec plusieurs autres par des mécanismes de prédation (qui mange quoi) et de compétition (dans le cas où plusieurs organismes utilisent une même ressource alimentaire). Dans le cas du bio-contrôle des ravageurs par les ennemis naturels, le réseau est constitué des espèces cultivées (céréales, légumes), des plantes adventices (les « mauvaises herbes » dans les cultures), de la végétation naturelle (dans les milieux semi-naturels), des ravageurs des cultures qui consomment les plantes, et des ennemis naturels qui consomment les ravageurs (Figure 4).

**Figure 4 - Voici une partie du réseau trophique comportant les pucerons des céréales.**

Les relations de prédateurs sont représentées en rouge : par exemple les ravageurs qui se nourrissent des céréales, les auxiliaires qui se nourrissent des ravageurs et les prédateurs, comme les oiseaux, qui se nourrissent d'auxiliaires et de ravageurs. Les espèces utilisant la même ressource sont en compétition (flèches bleues) par exemple les auxiliaires entre eux et les ravageurs entre eux. Un réseau trophique riche comporte une grande diversité d'espèces et sera plus efficace et plus stable qu'un réseau trophique pauvre, comportant peu d'espèces, et qui sera facilement déstabilisé par diverses perturbations, par exemple climatiques.

Crédits photo : Malene Thyssen (<http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Malene>), entomart, Inra, Emilie Andrieu, Jean-Pierre Sarthou



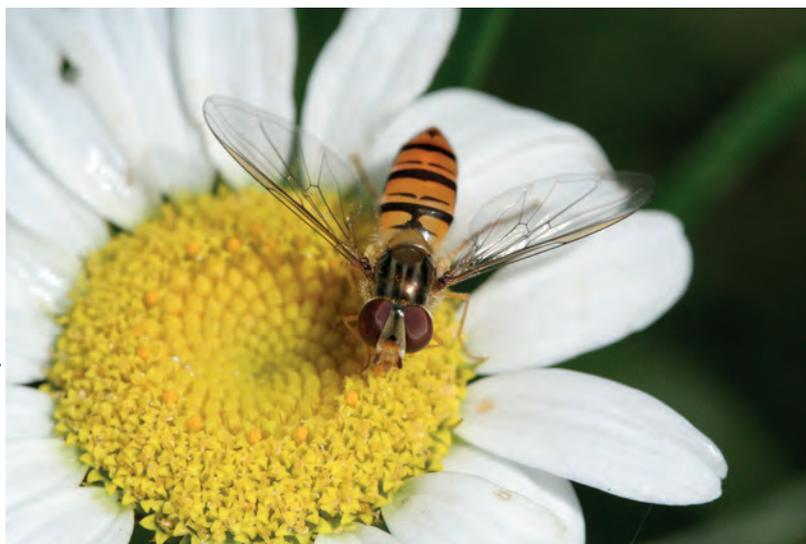


Figure 5 - Un Syrphe ceinturé (*Epsyrphus balteatus*) se nourrissant de pollen sur une plante adventice en bordure de champs.

### Alors comment favoriser l'abondance et la richesse des ennemis naturels ?

Pour réaliser la totalité de leur cycle de vie, **les ennemis naturels ont besoin de ressources alimentaires diversifiées, de sites de nidification, de sites d'hivernation et d'abris.** Pour un certain nombre d'ennemis naturels,

ces ressources ne se trouvent pas toutes dans les parcelles agricoles, d'autres habitats sont nécessaires, comme les milieux semi-naturels. Les milieux semi-naturels, par opposition aux zones urbaines et aux zones cultivées, sont des milieux qui sont faiblement exploités par les humains. Rentrant dans cette catégorie **les prairies permanentes, les friches, les forêts, mais aussi tous les petits éléments boisés dispersés dans les paysages tels les haies, les bosquets et autres arbres isolés.** Les ennemis naturels peuvent avoir besoin de ces milieux à plusieurs occasions. Leur structure et leur sol étant peu perturbés (ex : couvert végétal permanent, sol non labouré, litière forestière, écorces), ils peuvent être utilisés lors de la reproduction (matériaux ou cavités) ou lors de l'hivernation (abris). C'est le cas des lisières de bois qui accueillent des parasitoïdes, des carabes et des syrphes pour l'hiver. Mais toutes les lisières ne sont pas équivalentes : selon leur gestion et leurs caractéristiques (par exemple lisière abrupte ou étagée, présence de bois mort, diversité des essences, exposition au sud...), leur pouvoir d'accueil pour les insectes sera très variable.

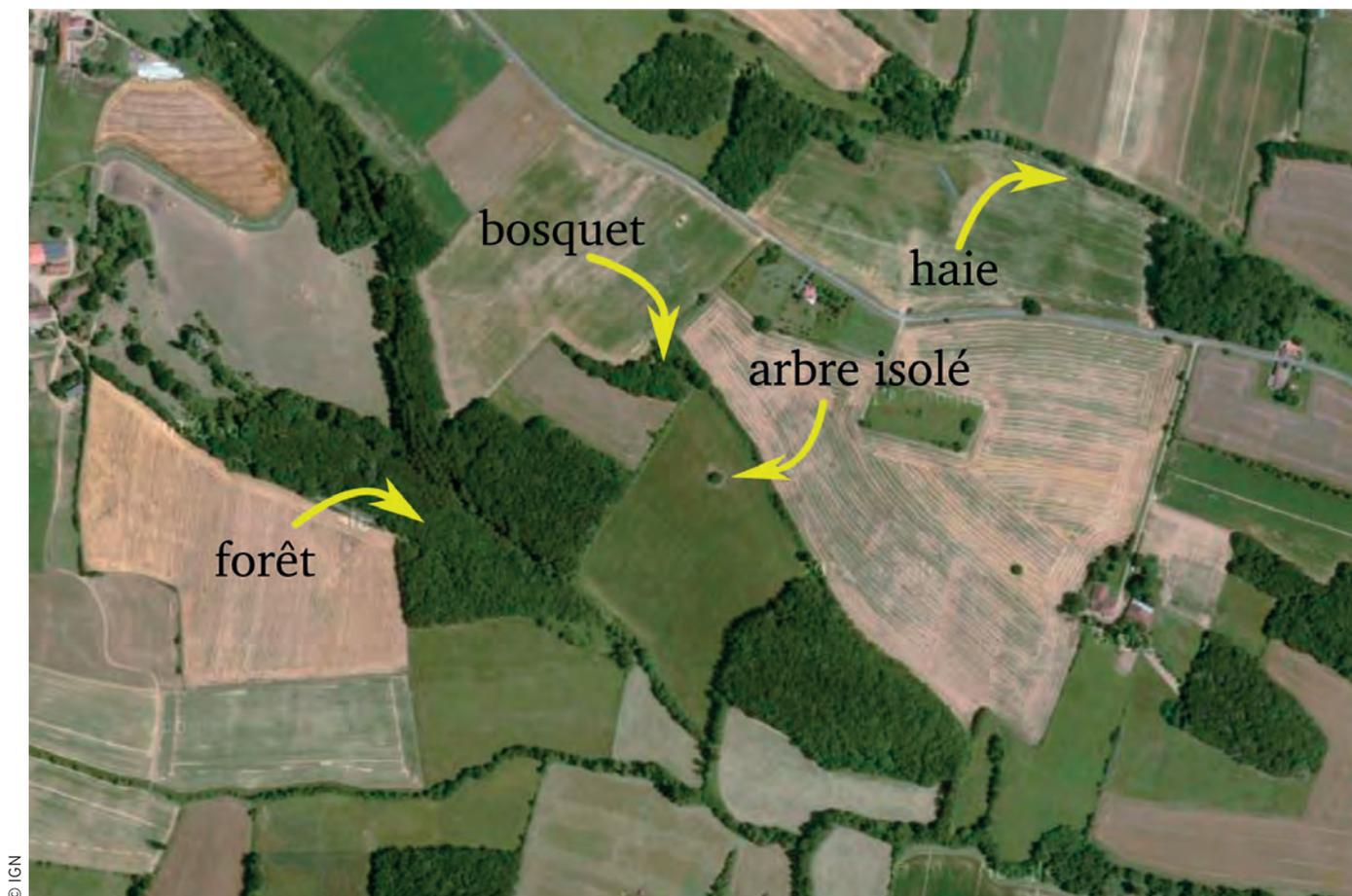
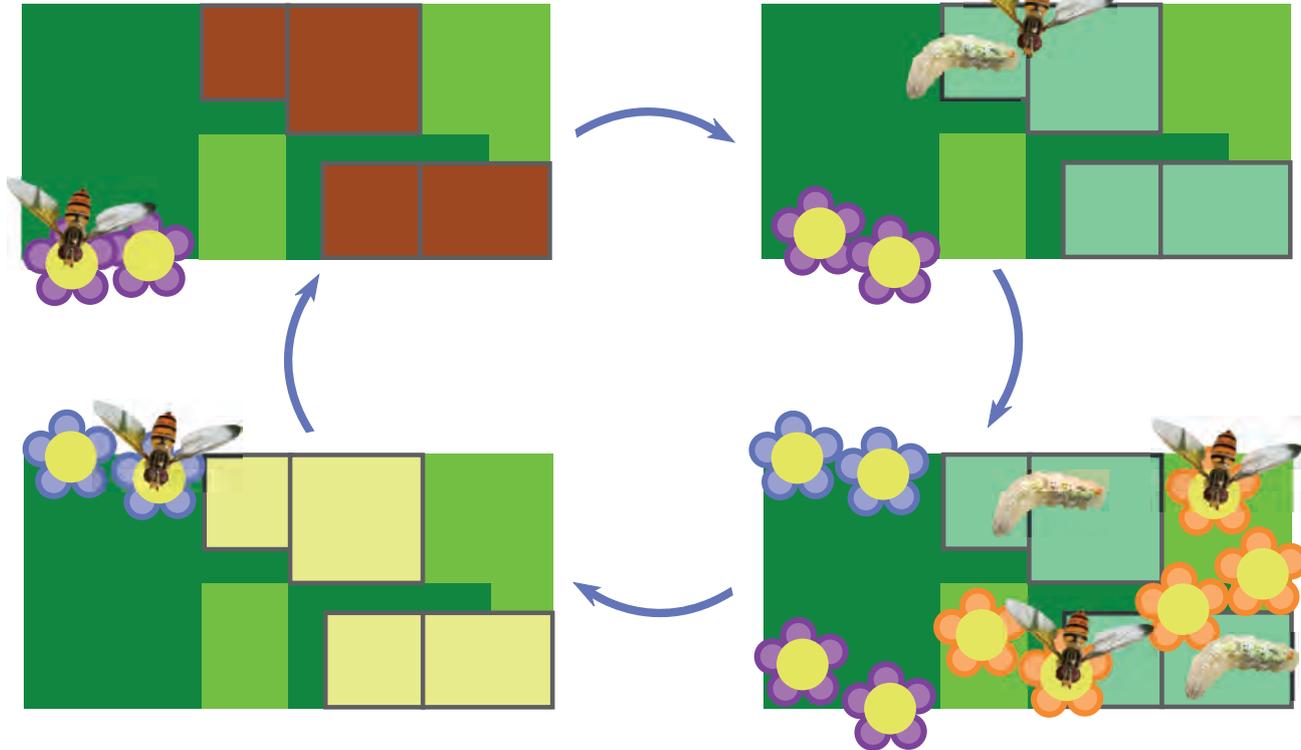


Figure 6 - *Vus du ciel, nos paysages ruraux ressemblent parfois à une mosaïque complexe, constituée de formations arborées, de prairies et de diverses cultures.*

## Synthèse sur la régulation exercée par les syrphes sur les pucerons, sur une année entière

**En hiver**, une partie des femelles hivernent dans les lisières des bois, profitant des fleurs tardives et précoces présentes dans les lisières au microclimat chaud, exposées au sud.

**Au début du printemps**, elles pondent dans les parcelles proches des bois, permettant une régulation précoce des pucerons au moment où leur régulation est la plus efficace.



**En été**, les ressources florales sont plus rares, les syrphes adultes se concentrent dans les zones où il reste des fleurs, comme les lisières nord, plus fraîches.

**Plus tard dans le printemps**, les ressources florales sont disponibles dans les milieux semi-naturels et dans certaines cultures : les adultes se dispersent dans tout le paysage, les pontes ne sont plus faites spécifiquement près des bois.

*La mosaïque paysagère est symbolisée par des rectangles correspondant aux éléments boisés (bois et haies) en vert foncé, aux prairies en vert clair et aux parcelles cultivées avec des bordures grises, dont la couleur change selon la saison en fonction de leur état : brun après le labour, vert durant la phase de croissance et jaune à maturité. Les fleurs symbolisent les ressources florales.*

*Selon plusieurs études réalisées (Sarhou et al., 2005, Alignier et al., 2014).*

Par ailleurs, ces milieux semi-naturels fournissent des ressources alimentaires qui peuvent être complémentaires de celles existant dans les parcelles agricoles, et qui sont nécessaires à la survie des auxiliaires. Par exemple, les larves de certaines espèces de syrphes sont de précieux auxiliaires qui consomment les pucerons dans les parcelles. Par contre, les adultes – qui sont des mouches rayées de jaune et noir – se nourrissent de pollen (Figure 5) : elles le trouvent par exemple dans les zones fleuries des éléments semi-naturels.

La structure des paysages (Figure 6), c'est-à-dire l'agencement des différents éléments qui le composent, va donc influencer la présence des auxiliaires. Ainsi, la présence d'une formation arborée riche en fleurs à proximité d'une parcelle agricole, en rapprochant les ressources nécessaires aux larves (pucerons) et aux adultes (pollen), sera une situation plus favorable à un bon contrôle biologique que si les deux zones sont très éloignées l'une de l'autre.

Enfin, quand on s'intéresse à ces différents rôles des éléments semi-naturels vis-à-vis des ennemis naturels, il faut intégrer une dimension temporelle : en effet, il ne faut pas uniquement se focaliser sur le moment où le bio-contrôle s'exerce visiblement dans les cultures (souvent au printemps), car les auxiliaires vivent à l'année dans nos paysages. Un été caniculaire et l'année suivante les populations d'ennemis naturels sont au plus bas.

Outre ce type d'événements climatiques exceptionnels, il faut prendre conscience que le paysage change au cours des saisons : les parcelles de blé sont moissonnées, le sol labouré, les prairies retournées ou encore les haies taillées. Les auxiliaires doivent donc trouver les ressources saisonnières disponibles et vont se déplacer activement dans le paysage. Les éléments semi-naturels forment alors un réseau d'habitats qui représentent de véritables couloirs utilisés par les insectes au cours de leurs vols. Ainsi, **les haies et lisières de bois favorisent la répartition des ennemis naturels dans tout le paysage**, notamment au cours du printemps pour rejoindre les cultures.

## Quels paysages pour une meilleure régulation des ravageurs ?

Les points clef pour favoriser l'abondance et la diversité des auxiliaires, et donc pour fournir un service de qualité et stable dans les parcelles agricoles, sont de disposer de milieux semi-naturels diversifiés, pouvant fournir des abris et des ressources alimentaires complémentaires et supplémentaires tout au long de l'année, et situés à proximité des parcelles cultivées.

Au-delà de leur intérêt direct, la présence d'arbres va souvent de pair avec des paysages plus complexes et hétérogènes et des pratiques plus agroécologiques qui sont elles aussi favorables à un meilleur contrôle biologique des ravageurs, comme la diversité des variétés cultivées lors de cultures associées (mélange de céréales et de légumineuses par exemple), un moindre travail du sol, etc. Ceci est d'importance, car il semblerait que certains auxiliaires soient aussi capables de réaliser leur cycle de vie entièrement dans les parcelles agricoles, tout au moins si les pratiques qui y sont réalisées le leur permettent. ■

### Bibliographie

Alignier *et al.*, 2014. The effect of semi-natural habitats on aphids and their natural enemies across spatial and temporal scales. *Biological Control* 77 : 76-82

Le Roux *et al.*, 2008. *Agriculture et biodiversité - Valoriser les synergies*. Expertise scientifique collective INRA, Editions Quæ, 178 pp.

Sarthou *et al.*, 2005. Landscape parameters explain the distribution and abundance of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *European Journal of Entomology*, 102 (3), 539-545.

SSP-UIPP 2012 : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/2439/0/quantites-pesticides-vendues-france.html>

### Résumé

Les arbres des paysages ruraux apportent de nombreux services, dont celui de contrôler les populations de ravageurs des cultures en favorisant leurs ennemis naturels. En leur fournissant des habitats et des ressources qui leur sont nécessaires tout au long de l'année, les milieux semi-naturels arborés (haies, arbres isolés, bosquets et bois) participent à la gestion agroécologique des paysages ruraux.

**Mots-clés :** paysages agroforestiers, régulation biologique, auxiliaires, ravageurs des cultures, agroécologie.



**Ouverture d'une Spécialisation d'Initiative Locale**  
**Technicien Conseil en Agroforesterie**

**Le CFPPA de l'Aube ouvre le 2 novembre 2015**  
**une nouvelle formation unique en France spécialement dédiée à l'agroforesterie.**



Projet soutenu par le Conseil Régional de Champagne Ardenne, mis en place dans le cadre du programme européen Léonardo Partenaires AgroFE.

**Public :** titulaires d'un BTSA ou d'un diplôme de niveau équivalent ou supérieur.  
**Objectif :** former des techniciens capables de diagnostiquer, de concevoir et de gérer un projet agroforestier à l'échelle d'une parcelle ou d'un territoire et de communiquer sur l'agroforesterie.  
**Organisation :** 16 semaines en centre s'articulant autour d'une mise en situation (projet tuteuré) et 16 semaines en entreprise (projet de développement agroforestier, mise en place d'une activité de conseil...).

**Pour accueillir un stagiaire, contactez le 03 25 43 75 73 ou [silagroforesterie@gmail.com](mailto:silagroforesterie@gmail.com)** [www.epldelaube.fr](http://www.epldelaube.fr)

# L'agroforesterie permet-elle de concilier production agricole et atténuation du changement climatique ?

par Tiphaine Chevallier<sup>1)</sup>, Rémi Cardinael<sup>1),2)</sup>, Camille Béral<sup>3)</sup>, Claire Chenu<sup>2)</sup> et Martial Bernoux<sup>1)</sup>

Les débats internationaux commencent à aborder la question spécifique du carbone (C) des sols, comme ayant un rôle majeur dans la fertilité des sols et dans le cycle global du carbone terrestre. Les agrosystèmes contribuant au stockage de carbone dans les biomasses et dans les matières organiques du sol permettent d'atténuer les effets du changement climatique. Les systèmes agroforestiers, associant arbres et cultures annuelles, sont-ils une solution efficace et durable pour assurer la sécurité alimentaire et lutter contre le changement climatique ?

1) UMR Eco&Sols, IRD, Place Viala, Campus SupAgro, Montpellier

2) AgroParisTech, UMR Ecosy, Bâtiment EGER, Campus AgroParisTech Grignon, 78850 Thiverval Grignon.

3) Agrooof, 9 plan de Brie 30140 Anduze.

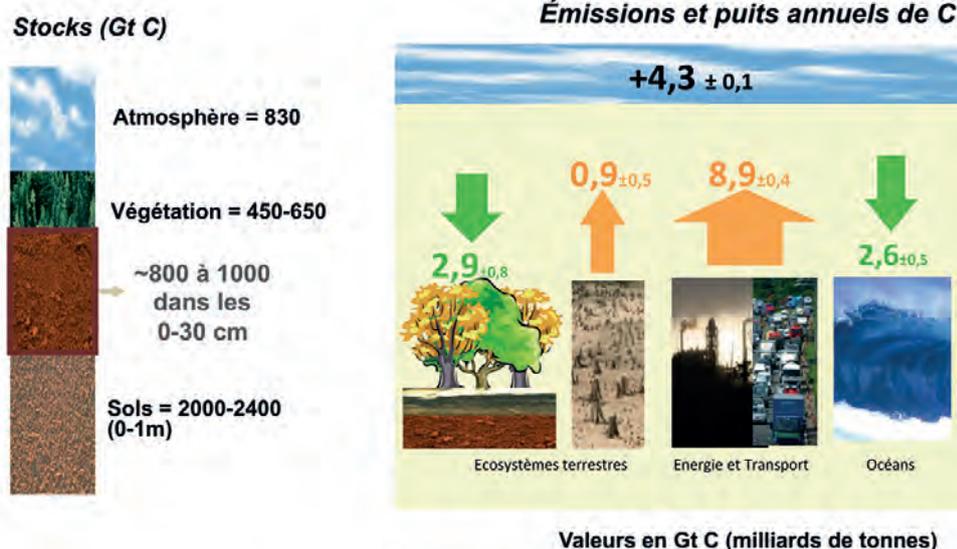
## Le stockage de carbone dans les sols agricoles, une question d'actualité

Le secteur de l'agriculture et la forêt participent à 24 % des émissions globales de gaz à effets de serre (dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>, méthane, CH<sub>4</sub> et protoxyde d'azote, N<sub>2</sub>O) dans l'atmosphère selon le dernier rapport du GIEC [1]. En France [2], l'agriculture contribue pour près d'un cinquième des émissions de gaz à effet

de serre (GES). Le secteur agriculture-forêt représente ainsi un réel potentiel de diminution des émissions, mais aussi de séquestration de C dans les sols et dans la biomasse.

Dans le cycle du carbone terrestre, le carbone des sols, qui est sous forme de matières organiques (Encadré p. 50), représente le plus grand réservoir de C en interaction avec l'atmosphère (Figure 1). Les sols à la fois émettent du CO<sub>2</sub> via la respiration des racines et des microorganismes du sol, et piègent du

**Figure 1-** Stocks et flux annuels globaux de carbone entre les écosystèmes et l'atmosphère. Les valeurs sont en Giga tonnes, soit en milliards de tonne de carbone (Giec, 2013).



Le Quéré et al., 2014. Global carbon budget 2014. Earth Syst. Sci. Data Discuss. <http://dx.doi.org/10.5194/essdd-7-521-2014>

CO<sub>2</sub> via la photosynthèse des plantes. Les plantes puisent le CO<sub>2</sub> atmosphérique puis se décomposent lentement dans les sols pour former le stock de C des sols.

Le bilan de ces échanges est positif. Il est de l'ordre de 2,9 milliards de tonnes de C stocké annuellement dans les écosystèmes terrestres<sup>[1]</sup> (Figure 1). L'ensemble des sols de la planète contient ainsi environ 2 400 milliards de tonnes de C organique, dont 800 à 1 000 milliards de tonnes se situent dans les 30 premiers centimètres du sol.

Une faible augmentation de ces stocks de C des sols, + 4 ‰ à +5 ‰ pour les stocks de surface, permettrait d'annuler l'augmentation annuelle de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère de + 4,3 milliards de tonnes. Pour un stock moyen de 50 tonnes de C à l'hectare sur 1 mètre de profondeur (GIS Sol<sup>[6]</sup>), cette augmentation correspondrait à un taux de stockage de C annuel de 200 à 250 kgC/ha/an. L'agroforesterie est-elle une pratique agricole permettant une telle augmentation annuelle des stocks organiques des sols ?

### Utiliser la bonne terminologie

Les termes de « matière organique du sol » et de « carbone organique du sol », voire même de carbone du sol sont souvent confondus et employés l'un pour l'autre. Le carbone organique du sol représente environ 50 % de la matière organique. Pour les sujets touchant au cycle global du carbone, c'est-à-dire avec des quantités par unité de surface, comme ici des kilogrammes de C par hectare (kgC/ha), on parle plutôt de carbone organique des sols, COS. Attention aussi à la comparaison de valeurs données en tonne d'équivalent CO<sub>2</sub> et en tonne de C (1 tCO<sub>2</sub> = 12/44 soit 0,27 tC). Pour les sujets s'intéressant à la qualité des sols ou à sa fertilité, on parle plutôt de matière organique des sols (MOS), exprimée en teneur ou en concentration (par exemple milligramme de matière organique par gramme de sol).

## Estimation du stockage de carbone annuel dans les sols d'un système agroforestier

### Comparer les stocks de carbone dans des parcelles agricoles avec et sans arbre

La comparaison des stocks de carbone des sols de parcelles agricoles contiguës, parcelles agroforestières dont une partie a été plantée avec des arbres et parcelles témoins sans arbres, permet d'estimer l'éventuel stockage additionnel de C des sols par les systèmes agroforestiers. Les deux types de parcelles sont cultivées et gérées exactement de la même façon, seule la présence d'arbres différencie les parcelles agroforestières des parcelles témoins. L'existence de tel couple de parcelles sur un même sol et ayant une même histoire est relativement rare. De plus, comme le stockage de C dans les sols est lent, la plantation d'arbres ne doit pas être trop récente afin de pouvoir mesurer des différences de stock de carbone significatives entre les deux types de parcelle. Face à cette difficulté, les données quantitatives de la littérature scientifique sont peu nombreuses et variables. Pour la FAO<sup>[3]</sup>, en milieu tropical on note des valeurs de 95 à 196 kgC/ha/an, pour l'Inra<sup>[2]</sup>, en France on note des valeurs de 100 à 1 350 kgC/ha/an.

Face à ces valeurs éparées, des travaux de recherche financés par l'Ademe (programme Reactif) ont récemment cherché à quantifier précisément le bilan complet des entrées et sorties de C dans ces agrosystèmes pour estimer le stockage de carbone additionnel des systèmes agroforestiers (Encadré p. 51). Près de Montpellier, à Prades-le-Lez sur le domaine de Restinclières, un couple de parcelles expérimentales en agroforesterie (blé dur/noyer,

Figure 2 - Parcelle en agroforesterie à Prades-le-Lez (Hérault). Lignes de noyers intraparcélaires dans une culture de blé dur. À gauche en novembre 2013, à droite, juin 2014. Notez la présence de végétation spontanée sur la ligne d'arbres même en hiver.





Pâturage et agroforesterie (Theix, Puy de Dôme).

110 arbres/ha) et témoin (blé dur) est installé depuis 18 ans (Figure 2). L'ensemble des entrées de carbone dans le sol et la comparaison des stocks de carbone entre ces deux types de parcelles permet d'estimer un taux de stockage annuel additionnel par le système agroforestier.

#### **Dans l'Hérault, une estimation précise du stockage annuel de carbone d'un système agroforestier**

Les entrées de carbone dans le sol sont supérieures en agroforesterie de 863 kgC/ha/an, soit une augmentation des entrées annuelles de C de 32 % par rapport à la parcelle cultivée. Ces entrées sont constituées des feuilles

mortes, du renouvellement de la végétation spontanée qui pousse sur la ligne d'arbres, et des racines fines des arbres. Cette différence est donc due à la fois à la présence d'arbres mais aussi de la végétation spontanée de la ligne de plantation (Figure 2). Des prélèvements de sol jusqu'à 2 m de profondeur sur la ligne d'arbre, dans l'inter-rang et dans la parcelle cultivée ont montré que ces entrées additionnelles et régulières de carbone conduisaient à un taux de stockage de carbone dans le sol de  $248 \pm 31$  kgC/ha/an sur 30 cm de profondeur et de  $350 \pm 41$  kgC/ha/an sur 1 mètre de profondeur en 18 ans, soit une augmentation de 12 % du stock de carbone

### Mécanismes du stockage de carbone dans les sols

Les stocks de carbone des sols résultent du bilan entre les entrées organiques (résidus de culture, racines, litières des arbres) et les sorties par minéralisation des matières organiques du sol. Pour augmenter les stocks de carbone des sols, il faut donc augmenter les entrées de carbone dans les sols et/ou en diminuer les sorties <sup>[4]</sup>.

Augmenter les entrées de carbone, c'est-à-dire la production végétale et son retour au sol (litières, racines, résidus de culture) ou les apports de produits organiques tels que fumier ou compost, est relativement facile à visualiser et à estimer.

Diminuer les sorties de carbone, c'est-à-dire la minéralisation des matières organiques des sols est plus difficile à réaliser et à mesurer. Une solution souvent préconisée est d'éviter le travail du sol et d'éviter de laisser le sol nu. Le travail du sol, en cassant les agrégats du sol et en éliminant une partie de la faune du sol responsable de l'enfouissement et de l'incorporation des résidus de culture au sol, augmente la minéralisation des matières organiques. Le travail du sol limite ainsi le stockage de carbone dans les sols, voire accentue la diminution des teneurs en matière organique des sols cultivés. Si ce mécanisme existe bien, il est dépendant des conditions climatiques et du type de sol. On estime le stockage de carbone par l'adoption du non-labour ou semis direct à 150 kgC/ha/an en moyenne avec une gamme de variation très large (0 à 300 kgC/ha/an) <sup>[5]</sup>. La diminution des réserves organiques des sols cultivés observée en France et dans le monde est surtout expliquée par une absence d'apport organique au sol entre deux cultures, soit sous forme de résidus de culture en quantité suffisante, d'amendements organiques ou de cultures intercalaires.

Le stockage de carbone dans les sols cultivés est donc possible sur de grandes surfaces. Cependant celui-ci reste limité dans le temps lorsque les sols ont atteint un nouvel état d'équilibre après quelques décennies et il est réversible si son mode d'usage change pour une pratique non respectueuse du maintien des réserves organiques du sol.

du sol sur 30 cm en 18 ans (5 % sur 1 m de profondeur). Si le C contenu dans la biomasse aérienne des arbres est ajouté à celui du sol, le taux de stockage total du système agroforestier est de 1 110 kgC/ha/an. La ligne d'arbres qui ne représente que 16 % de la surface de la parcelle représente environ 50 % de ce stockage. Un réseau de parcelles agroforestières a été constitué par Agroroof, un bureau d'études spécialisé en Agroforesterie. Ce réseau de parcelles chez des agriculteurs comprend aussi des couples de parcelles agricoles sans arbre et avec lignes d'arbres intraparcellaires. La culture, souvent des céréales, est gérée exactement de la même façon entre les 2 parcelles, les itinéraires techniques sont identiques. Ces conditions sont indispensables à la quantification spécifique de l'apport des arbres au stockage de C par le système agroforestier. Les résultats sur les 5 premiers sites étudiés présentent des taux de stockage additionnels de l'ordre de 100 à 450 kgC/ha/an dans les 20 premiers centimètres du sol. Dans les systèmes agroforestiers récents, le stockage de carbone est mesuré principalement sur les 10 premiers centimètres de profondeur du sol et sur la ligne d'arbres. Le stockage est du même ordre de grandeur que celui mesuré pour des bandes enherbées, pour de l'enherbement des vignobles et vergers (Figure 3).

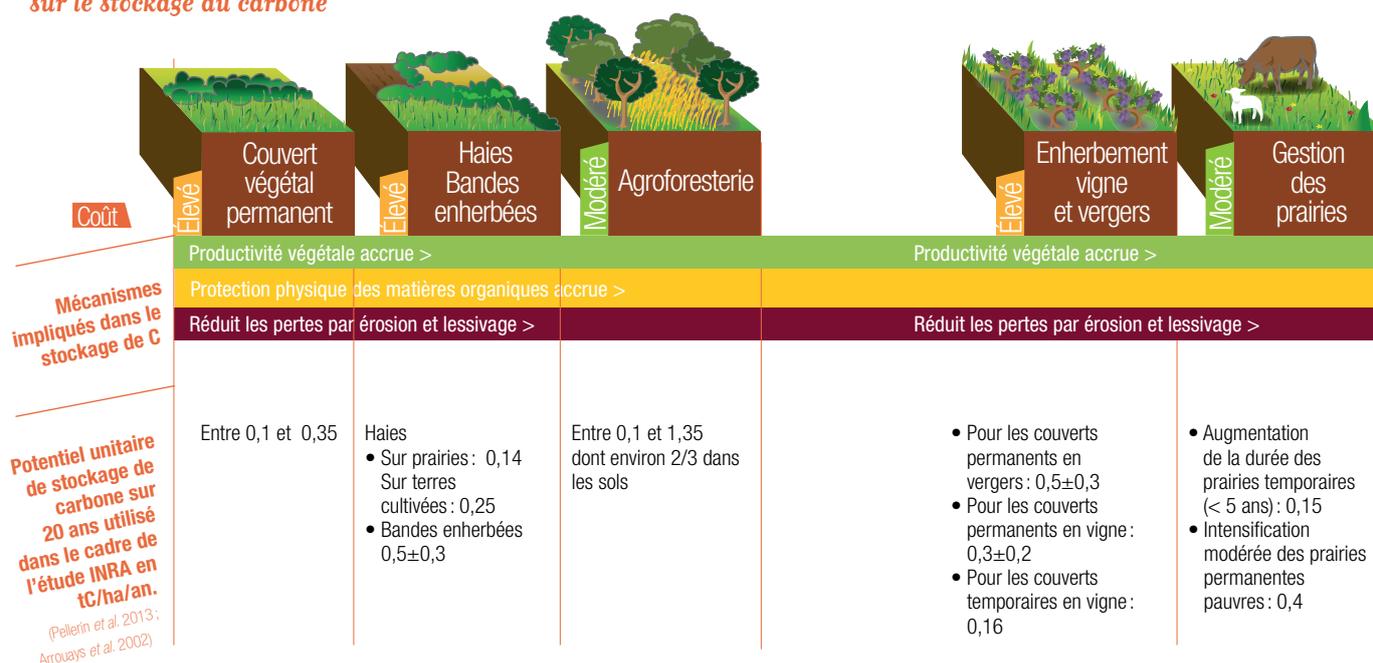
Pour faire un bilan complet des gaz à effet de serre des parcelles agricoles, nous ne pouvons pas nous restreindre aux émissions de CO<sub>2</sub>. Le secteur de l'agriculture et la forêt participent aussi aux émissions de méthane et de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) dans l'atmosphère. Sans entrer dans les détails de toutes ces émissions de gaz, l'utilisation de fertilisants minéraux azotés est responsable en grande partie des émissions de N<sub>2</sub>O. La présence d'arbres dans les parcelles agroforestières, diminue les surfaces agricoles fertilisées et donc les émissions de N<sub>2</sub>O à l'hectare de surfaces agricoles.

### Peut-on généraliser ces taux de stockage de C à l'échelle du territoire national ?

Plusieurs études évaluent et comparent les différentes pratiques agricoles dites séquestrantes en carbone dans les sols. Les taux de stockage de carbone à l'hectare en agroforesterie sont relativement élevés par rapport à ceux d'autres pratiques agricoles (Figure 3). En revanche, l'agroforesterie représente un important investissement matériel et humain pour la mise en place et l'entretien des arbres, et n'est souvent rentable économiquement qu'à long terme. L'adoption sur de grandes surfaces agricoles ne semble pas réaliste à court terme. Une étude récente de l'Inra<sup>[2]</sup> a

Figure 3 - Différents stockage de carbone dans les sols agricoles selon leur mode de gestion.

#### Estimation de l'impact des pratiques agricoles sur le stockage du carbone



estimé qu'environ 10 % des surfaces agricoles possiblement concernées pourrait être effectivement convertie en agroforesterie d'ici 2030. Sous cette hypothèse, et avec un taux moyen de stockage de C d'une tonne de C par hectare et par an, l'agroforesterie pourrait réduire les émissions nationales de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère de l'ordre de 2 millions de tonnes de C. Cela représente 8 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées au secteur agricole ou 6 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées au transport routier.

Les mécanismes de stockage de carbone dans les sols sont simples, mais la comptabilité carbone est compliquée à mettre en œuvre. Le choix des sites représentatifs étudiés, les mesures de terrain et les analyses de sol sont coûteux en main-d'œuvre, en temps et en argent. La quantification des stocks de C des sols et leurs évolutions dans le temps sont des sujets de recherche actuels, aussi bien pour mettre au point des moyens de mesure innovants que pour construire des calculateurs « Bilan de C » des stocks organiques suite aux modifications des usages des sols selon les milieux : Ex-Act mis au point et utilisé par la FAO ([www.fao.org/tc/exact/accueil-ex-act/fr/](http://www.fao.org/tc/exact/accueil-ex-act/fr/)) ou Climagri mis au point et utilisé par l'Ademe ([www.ademe.fr/climagri](http://www.ademe.fr/climagri)).



© R. Cardinael

Prélèvement de sol au cylindre pour mesurer la densité apparente de sols et ainsi calculer des stocks de carbone.

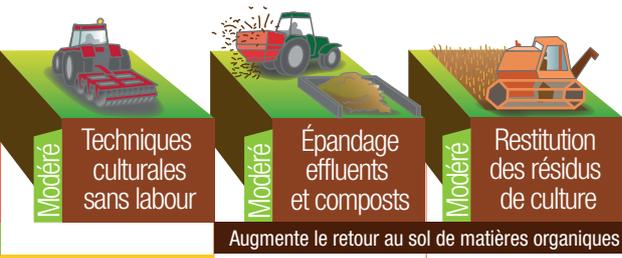


© R. Cardinael

Prélèvement de carottes de sol jusqu'à 2 mètres de profondeur grâce à une carotteuse motorisée.

**Remarques :**

- Une tonne de carbone stocké équivaut à environ 3,66 t de CO<sub>2</sub> captées.
- La surface agricole française représente 28,2 Mha.



**Minéralisation plus faible si le rapport C/N est élevé**

- Passage en semis direct, 0,15
- Passage en labour quinquennal : 0,10
- Travail du sol superficiel : pas de stockage de C additionnel

Entre 10 et 50 % du carbone apporté selon le type d'apport.

0,15 pour 7 tonnes de paille

France métropolitaine

## Stockage de carbone et production agricole dans les systèmes agroforestiers

Si stocker du carbone est une priorité, l'ensemble des sols agricoles ne peut pas être convertis en forêt ou en prairie permanente, deux écosystèmes particulièrement performants en termes de stockage de carbone. L'agroforesterie intraparcellaire est un bon compromis entre limitation des émissions de gaz à effet de serre et production agricole puisque près de 80-85 % de la surface reste en céréales.

Au-delà d'être bénéfique au climat, stocker du carbone dans les sols agricoles améliore aussi leurs taux de matières organiques et donc leur fertilité. Les matières organiques du sol sont des éléments clés de la structure et de la cohésion du sol. Elles jouent un rôle important

contre la dégradation physique des sols, et donc contre les phénomènes de battance et d'érosion. Elles favorisent aussi la rétention et la biodisponibilité de l'eau et des nutriments pour les plantes et stimulent les activités biologiques du sol. Stocker du carbone dans les sols est donc à la fois bon pour l'environnement et la fertilité des sols. Des études scientifiques [3] montrent ainsi un lien positif entre pratiques agricoles séquestrantes de carbone dans les sols et rendement agricole sur le long terme dans les systèmes à bas intrants, c'est-à-dire peu fertilisés.

De grandes variations existent cependant entre les différents milieux. Cette augmentation de rendement observée en milieu tropical où les niveaux d'intrants sont faibles est plus discutable en milieu tempéré où l'agriculture a recours à des fertilisants. Une baisse de rendement de la culture en céréales en milieu tempéré est parfois observée après la plantation des arbres, essentiellement due à la diminution de la surface consacrée à la culture tout simplement. L'impact de la présence des arbres dans les parcelles de céréales dépend cependant de plusieurs facteurs, par exemple de la densité et l'orientation des arbres pour l'ensoleillement et de l'enracinement plus ou moins compétitif pour l'approvisionnement en eau de la culture. L'ombrage des arbres peut aussi protéger les céréales de l'échaudage thermique et être une forme d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques. Le manque de données ne permet pas encore de conclure et d'avoir une vision sur le long terme de l'évolution des rendements en présence des arbres.

## Conclusion

Les systèmes agroforestiers permettent de concilier à la fois production alimentaire et atténuation du changement climatique par un stockage de C important dans la biomasse ligneuse des arbres et dans les matières organiques du sol. Ce type d'agrosystème fait partie de l'ensemble des pratiques agricoles que l'on qualifie parfois de « climato-intelligente » ou en anglais de « *Climate Smart Agriculture* ». Une agriculture capable de s'adapter aux changements climatiques, capable d'atténuer les changements climatiques et bien sûr toujours capable de production alimentaire. ■

> Ademe, 2014. Carbone organique des sols. L'énergie de l'agro-écologie, une solution pour le climat. Téléchargeable [http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/7886\\_sol-carbone-2p-bd.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/7886_sol-carbone-2p-bd.pdf)

> Bernoux M. et Chevallier T., 2013. Le carbone dans les sols des zones sèches. Une multifonctionnalité indispensable. Dossier thématiques du CSFD (Comité Scientifique Français de la Désertification). N°10.

Téléchargeable <http://www.csf-desertification.org/dossier/item/dossier-carbone-sols-zones-seches>

## Bibliographie

[1] GIEC, 2013. Climate change 2013 - The physical science basis.

Téléchargeable [https://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_french.shtml](https://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml)

[2] Pellerin S. et al., 2013. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques*. INRA, Paris.

[3] Branca G., Mc Carthy N., Lipper L., Jolejole MC., 2011. *Climate Smart Agriculture: A synthesis of empirical evidence of food security and mitigation benefits from improved cropland management*. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

[4] Calvet R., Chenu C., Houot S., 2011. *Les matières organiques des sols: Rôles agronomiques et environnementaux*. Paris, FRA : Éditions France Agricole, 347 p.

[5] Chenu C., Klumpp K., Bispo A., Angers D., Colnenne C., Metay A., 2014. *Stocker du carbone dans les sols agricoles : évaluation de leviers d'action pour la France*. *Innovations Agronomiques* 37 (2014), 23-37. Téléchargeable <http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volumes-publies-en-2014/Volume-37-Juillet-2014>

[6] Rapport sur l'état des sols de France publié par le GIS Sol, des cartes sur les taux de carbone dans les sols en France sont téléchargeables sur : <http://www.gissol.fr/thematiques/matieres-organiques-des-sols-42>

## Résumé

Les systèmes agroforestiers, associant arbres et cultures annuelles, permettent, tout en conservant leur fonction de production alimentaire, de stocker du carbone dans la biomasse ligneuse des arbres et aussi dans les matières organiques du sol, de l'ordre d'une tonne de carbone par hectare et par an. Ce système culturel stocke du carbone atmosphérique de façon efficace et durable, il contribue ainsi à atténuer l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique.

**Mots-clés :** agroforesterie, sol, carbone, matières organiques, climat.

## En 2015, les sessions de formation "gestionnaires" de Pro Silva France ont fait le plein.

Pour 2016, le programme n'est pas moins riche, avec neuf sessions d'ores et déjà programmées partout en France.

► Tous les programmes sont disponibles sur le site internet de Pro Silva France, onglet « Agenda », rubrique « Autres manifestations »

[http://www.prosilva.fr/brochures/brochure\\_Carte\\_formation\\_PSF\\_2016\\_Interactive.pdf](http://www.prosilva.fr/brochures/brochure_Carte_formation_PSF_2016_Interactive.pdf)

Rappel : les formations peuvent être prises en charge dans le cadre de la formation professionnelle.

Renseignez-vous auprès du CEFA de Montélimar ou de Pro Silva France, auprès de Nicolas LUIGI, PRO SILVA FRANCE - Domaine St Pierre -

981 Route de Volx - 04100 Manosque - Port. : 06 71 90 16 00

[nicolas.luigi@prosilva.fr](mailto:nicolas.luigi@prosilva.fr)

# COP21 : et la forêt ?

Par Simon Martel, CNPF-IDF et INRA



La Conférence des Nations unies sur les changements climatiques de 2015, nommée COP 21 de Paris, décidera de l'avenir de la lutte mondiale contre le réchauffement climatique. Quelle est la place de la forêt dans ces négociations ? Quelle est l'avenir du puits de carbone en Europe et en France ? Quelles solutions concrètes sont apportées par les forestiers français ?

En cette fin 2015, les projecteurs du monde entier sont braqués sur Paris où la France préside la 21<sup>e</sup> Conférence des Parties (COP 21) à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Les chefs d'états et leurs négociateurs pourraient parvenir à un accord historique universel et contraignant qui débiterait en 2020. L'objectif est qu'un maximum de pays s'engage volontairement à des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour contenir le réchauffement planétaire à 2 °C.

## La forêt fait partie de la solution

Pour répondre au défi climatique, ce sont la réduction des consommations énergétiques et le recours aux énergies renouvelables qui seront les principales solutions à mettre en place.

Mais comme l'a rappelé l'ONU<sup>1)</sup> dans la déclaration de New York sur les forêts en septembre 2014, le problème climatique ne pourra être réglé sans tenir compte de la forêt. Selon les dernières estimations, la déforestation

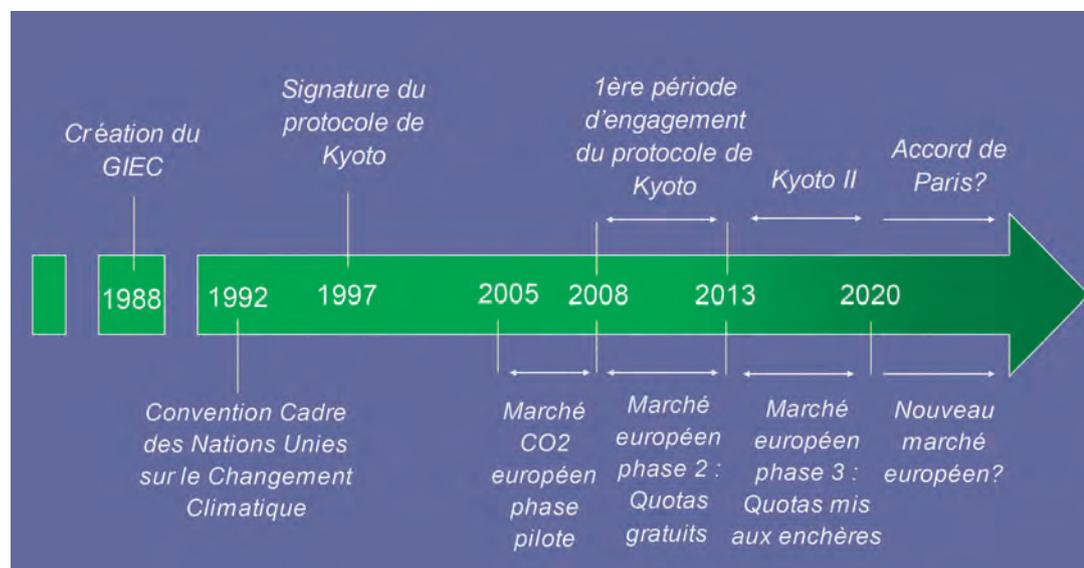
est toujours responsable d'environ 10 % des émissions de GES d'origine anthropique. De nombreux États se sont engagés à y mettre fin d'ici 2030, notamment au travers du programme de Réduction des Émissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD +).

Mais au-delà de cet enjeu lié au changement d'usage des sols dans les pays du Sud, les forêts européennes gérées durablement participent à la régulation du climat de différentes manières.

## Le puits de carbone forestier

On définit un puits de carbone comme un système qui prélève plus de CO<sub>2</sub> atmosphérique qu'il n'en relargue. Si ce flux net s'inverse, le système devient une source de carbone. À l'échelle mondiale, les écosystèmes forestiers constituent le deuxième puits de carbone après les océans et permettent de contenir en partie l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique causé par l'Homme. En France, le puits forestier s'élève à 59 Mt CO<sub>2</sub>/an, soit environ 12 % des émissions nationales. Cet effet de puits

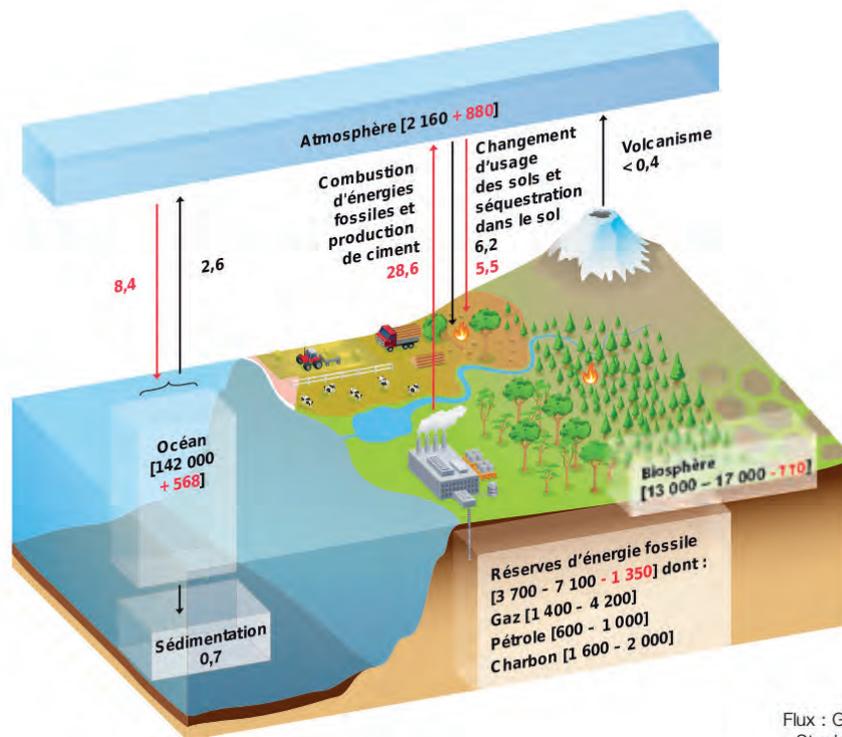
1) Organisation des Nations Unies.



Les dates clés des négociations climatiques. © Simon Martel et Olivier Gleizes

*Le cycle du carbone à l'échelle planétaire (en rouge, variation de flux depuis l'époque préindustrielle).*

© CDC Climat d'après GIEC, 2014



est dû à l'extension en surface et à l'augmentation du capital sur pied de nos forêts. Cette capitalisation s'explique par l'écart entre flux de carbone entrants (photosynthèse) et sortants (respirations, prélèvements, incendies, mortalité). D'une part, la production des forêts a fortement augmentée durant la 2<sup>e</sup> moitié du XX<sup>e</sup> siècle, encouragée par les investissements soutenus par le Fonds forestier national et les changements globaux : augmentation de la température, du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique et des dépôts azotés. D'autre part, les prélèvements à l'échelle nationale n'ont pas suivi cette augmentation de production et ne la contrebalancent donc pas.

### Le puits de carbone national en question

Toutefois, « l'effet puits » n'est, par nature, pas durable : le « réservoir » forestier n'est pas extensible à l'infini ! Un infléchissement de la tendance entre 2005 et 2010 a ainsi déjà été observé dans certaines régions d'Europe. Des risques (tempêtes, incendies, sécheresses, attaques parasitaires...) pèsent sur le réservoir de carbone forestier, et ce d'autant plus avec les évolutions du climat annoncées et déjà ressenties. De fortes incertitudes existent donc sur l'amplitude future du puits de carbone forestier.

Il est donc important de préparer l'avenir adaptant la gestion sylvicole aux nouvelles conditions climatiques pour éviter que les forêts ne deviennent d'importantes sources : il n'y aura pas d'atténuation sans adaptation des forêts !

Sur le terrain, cela passe par une bonne adéquation des essences aux stations, par une prise en compte du climat futur lors des renouvellements, par un mélange d'essences qui augmente la résilience des peuplements, etc. (voir les outils du RMT Aforce <sup>2)</sup>). Par ailleurs, certaines inquiétudes concernent l'augmentation des prélèvements en forêt qui pourraient faire diminuer le puits et donc pénaliser la France dans ses engagements internationaux pour le secteur forestier. Un paradoxe, quand on sait que l'augmentation des prélèvements est en partie liée à une autre politique climatique : l'accélération de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques.

Les résultats d'une étude, menée par l'IGN et le Citepa, montrent qu'une intensification de la récolte d'ici 2030 diminuerait le puits, sans pour autant le remettre en cause. Cela pénaliserait donc l'inventaire carbone français pour le secteur forestier, mais bénéficierait indirectement à l'inventaire sur d'autres secteurs grâce aux effets positifs de la substitution.

### La substitution pour une atténuation durable

La production par les forestiers de bois « énergie » qui vient se substituer aux énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon...) est également un important levier d'atténuation du changement climatique. L'utilisation du bois en construction à la place d'autres matériaux plus énergivores (aluminium, acier, béton, PVC) est même un levier d'atténuation plus conséquent. Le recyclage de ce bois en fin de vie et la valorisation des sous-produits de la transformation

2) [www.reseau-aforce.fr](http://www.reseau-aforce.fr)



L'utilisation de bois dans la construction diminue notre empreinte climatique.

permet d'ailleurs aussi une substitution « énergie » qui vient s'ajouter.

Le levier de substitution agit sur des émissions qui sont évitées, son effet est donc permanent et cumulatif. Suivant les sources, on l'estime compris entre 27 et 70 MtCO<sub>2</sub>éq./an pour la France. Pour atteindre l'objectif du facteur 4 (réduire les émissions de GES d'un facteur 4 d'ici 2050) fixé par l'Europe, il faudra donc compter avec la montée en puissance du bois-matériau et son utilisation en cascade (priorité aux usages matériaux et recyclage en fin de vie). La contribution du secteur forêt-bois doit donc être considérée de manière globale (Séquestration en forêt, Stockage dans les produits bois et Substitution) et sur le long terme au sein des politiques climatiques nationales et internationales.

### Des solutions qui émanent du terrain

La France a tenu à mettre en avant, lors de la COP21, les initiatives de la société civile qui participent à la solution climatique grâce à un « agenda positif ». En mettant en place des projets carbone de terrain, les forestiers privés participent à cet effort global. Par exemple, un accord pluriannuel a récemment vu le jour entre le GIP Massif Central, le CNPF et le Groupe La Poste, afin de soutenir des projets « forêt-climat » locaux. Une évaluation du bénéfice d'atténuation potentiel a permis d'identifier des itinéraires techniques « carbone + » qui optimisent la fonction de production de bois d'œuvre et par là même le bilan carbone. Des boisements, reboisements, enrichissements, conversions de taillis en futaie ont ainsi été proposés en fonction des contextes locaux. Le financement privé sert alors à prendre en charge les surcoûts engendrés par les travaux mis en œuvre dans le cadre de documents de

gestion durable. Ces exemples de paiements pour service environnemental s'appuient sur des regroupements de propriétaires initiés par une animation territoriale.

Ces réalisations concrètes optimisent l'atténuation du changement climatique, mais tiennent également compte des effets bénéfiques sur d'autres services rendus par la forêt comme la biodiversité, l'économie en circuit court, le maintien d'un cadre paysager, etc. Une des « vitrines » des forestiers privés concernant leur engagement climatique. ■

## En savoir<sup>+</sup>

- Club Carbone Forêt Bois : [http://www.i4ce.org/go\\_project/sous-programme-foret-et-attenuation-du-changement-climatique/](http://www.i4ce.org/go_project/sous-programme-foret-et-attenuation-du-changement-climatique/)
- GIP Massif Central : <http://www.gip-massif-central.org/2015/06/28/carbone-et-foret-quels-projets/>
- + d'infos sur [www.foretpriveefrancaise.com/carbone/](http://www.foretpriveefrancaise.com/carbone/) avec des explications sur l'évaluation de l'empreinte carbone d'un territoire et sur les projets carbone de compensation, et pour tous, un petit lexique "Parlez-vous carbone ?"

### Forêt et carbone : comprendre, agir, valoriser

À l'occasion de la COP21 et grâce au soutien de France Bois Forêt, le CNPF et Fransylva éditent un livre sur la forêt et le carbone. À destination des professionnels et des propriétaires forestiers désireux de mieux connaître ce sujet, il donne les clés pour concrétiser un projet d'atténuation du changement climatique sous forme de partenariat.

Disponible à l'Institut pour le développement forestier  
Renseignements : [idf-librairie@cnpf.fr](mailto:idf-librairie@cnpf.fr) - Tél. : 01 47 20 68 39

# Sensibilité, tolérance et résistance des peupliers au puceron lanigère

par Aurélien Sallé<sup>1)</sup>, Catherine Maison<sup>2)</sup>, Olivier Baubet<sup>3)</sup>

*De nombreuses peupleraies sont infectées par un insecte, le puceron lanigère. Les recherches permettent de mieux comprendre les causes des mortalités observées de certains cultivars plus sensibles que d'autres.*

## Le puceron lanigère du peuplier: quelques éléments de biologie

Le puceron lanigère du peuplier, *Phloeomyzus passerinii* (Signoret), est un insecte dont la répartition géographique est très large puisqu'il est naturellement présent en Europe, Asie, Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Il a aussi été introduit accidentellement en Amérique du Nord et en Amérique du Sud (Pointeau, 2011). Jusqu'à récemment cet insecte ne causait des dommages sérieux qu'au niveau du pourtour méditerranéen. Les premières pullulations remontent aux années 30 en Italie, aux années 40 en Espagne et aux années 80 en Iran. En France, bien que l'insecte y ait été décrit et

observé dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les premiers signalements de pullulations ne remontent qu'au milieu des années 90, dans le Sud-Ouest. Depuis les pullulations et leurs dommages associés se sont largement étendus vers le nord du pays (Pointeau, 2011). Cette recrudescence de dégâts semble liée aux effets conjoints du réchauffement climatique et de la modification des pratiques culturales, notamment la plantation sur de grandes surfaces de cultivars sensibles (Pointeau, 2011). Ce puceron ne se développe que sur le tronc et les branches de peuplier. Pendant toute l'année, des femelles de forme ovale, de 1 à 2 mm de long et de couleur gris-vert, peuvent être observées dans les crevasses de l'écorce de peupliers (figure 1a). Elles sont générale-

1) Université d'Orléans, Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures UPRES EA 1207, BP 6759, 45067, Orléans ; [aurelien.salle@univ-orleans.fr](mailto:aurelien.salle@univ-orleans.fr)

2) DRAAF Pays de la Loire, SRAFT, 5 rue Françoise Giroud, CS 67516, 44275 Nantes cedex 02 ; [catherine.maison@agriculture.gouv.fr](mailto:catherine.maison@agriculture.gouv.fr)

3) DRAAF Auvergne, SRAL, DSF, Site de Marmilhat, BP 45, 63370 Lempdes ; [olivier.baubet@agriculture.gouv.fr](mailto:olivier.baubet@agriculture.gouv.fr)

**a** : femelles parthénogénétiques adultes et nymphes produisant une cire laineuse blanche ;

**b** : adulte ailé et sexué ;

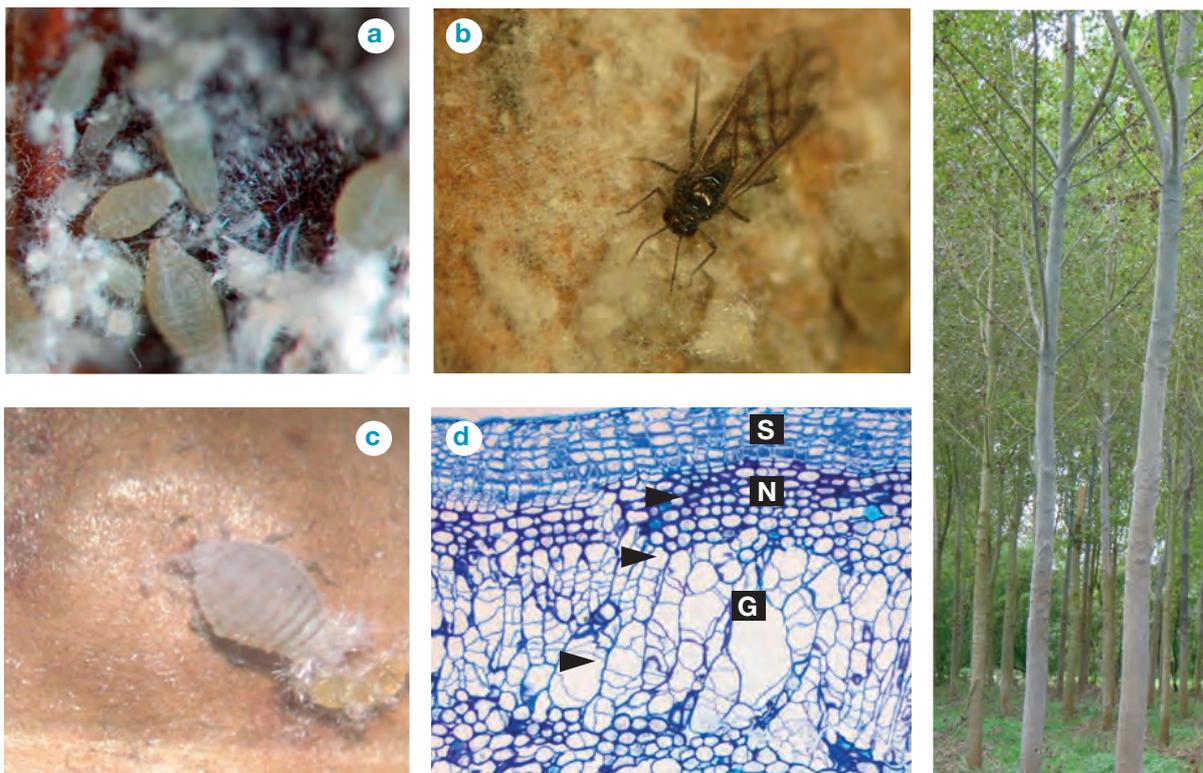
**c** : femelle sur une bouture, le gonflement de l'écorce indique le développement de la galle ;

**d** : coupe histologique d'une galle : les flèches indiquent la zone de piqûre du puceron, de haut en bas on observe le suber (partie morte de l'écorce (S)), les tissus vivants normaux (N) et les tissus modifiés de la galle (G) avec des cellules qui se multiplient et deviennent géantes (échelle : 0,1 mm) ;

**e** : peupleraie subissant une pullulation, l'arbre au premier plan est indemne, ceux en arrière-plan apparaissent grisâtres à cause de la laine produite par les pucerons et de la fumagine se développant sur le miellat ;

**f** : arbre présentant des symptômes au printemps, après une attaque l'année précédente : seule une partie du houppier a débourré.

Figure 1 - Le puceron lanigère et ses dommages.



Crédit photos : Clara Millet (a), Sophie Pointeau (b), Vincent Lesieur (c), France Dardeau (d), Aurélien Sallé (e et f), Université d'Orléans.



ment recouvertes par une quantité abondante de cire blanche d'aspect laineux. Ces femelles produisent des larves de manière parthénogénétique<sup>4</sup>). En Italie, en conditions naturelles, 10 à 12 générations par an ont été observées (Pointeau, 2011). En automne des formes ailées, noires et sexuées peuvent apparaître (figure 1b). Après accouplement, ces formes

sexuées pondent des œufs qui peuvent passer l'hiver. Cette reproduction sexuée permet au puceron lanigère de présenter une certaine diversité génétique en France et même au sein des parcelles de peuplier (Lieutier *et al.*, 2014).

**Ce puceron a la particularité de ne pas se nourrir de sève.** Il pique dans la partie superficielle de l'écorce, ce qui génère la formation d'un tissu de réaction, une galle, qui n'est généralement pas visible extérieurement sur les peupliers infestés (figures 1c et d). Cette galle est une manipulation des tissus de l'arbre par le puceron, favorisant sa nutrition et son développement. Ces effets induits découlent du fait que la galle accumule des nutriments et possède ainsi une meilleure valeur nutritive que les tissus normaux de l'écorce (Dardeau, 2014).

4) La parthénogénèse est un mode de reproduction asexuée, équivalent à du clonage.



Les dommages causés par l'insecte surviennent suite à des pullulations, les troncs sont alors recouverts de colonies de pucerons. Peu connu en conditions naturelles, cet insecte est probablement favorisé par les conditions de production qui utilisent des individus sensibles. Généralement, les pullulations touchent des peuplements matures, lorsque la circonférence des troncs excède 90 cm. Durant une pullulation, les troncs prennent une teinte gris-blanchâtre à cause de la production abondante de cire blanche. Dans un second temps, on constate le développement de

fumagine, une moisissure noire, sur le miellat produit par les colonies de puceron (*figure 1e*). Le printemps qui suit une pullulation, plusieurs symptômes peuvent être visibles dans les peupleraies attaquées : des nécroses de l'écorce accompagnées parfois de suintements noirs et une absence de débourrement sur une partie voire l'ensemble du houppier (*figure 1f*). Des craquellements superficiels d'écorce, appelés peaux de lézard apparaissent au cours des semaines qui suivent le débourrement. Les attaques sont généralement à l'origine de retards de croissance, voire de mortalités massives affectant jusqu'à 70 % des parcelles infestées (Pointeau, 2011).

Les pullulations demeurent imprévisibles. Certains facteurs environnementaux, liés à la station, seraient susceptibles de moduler ou aggraver les dommages. Par exemple, les dégâts semblent plus importants dans les stations fertiles. Des travaux réalisés en serre indiquent qu'un stress hydrique modéré pourrait réduire la résistance des arbres aux pucerons et favoriser leur développement (Dardeau, 2014). En revanche, ces travaux ne montrent pas d'effet direct de la fertilité du sol sur le développement des pucerons. Néanmoins, la fertilité du sol pourrait avoir des effets indirects sur les réserves en amidon de l'arbre et moduler sa tolérance au puceron.

Les dégâts causés par le puceron au peuplier ont longtemps été attribués à l'injection par l'insecte d'une salive toxique. Il est plus vraisemblable que ces dégâts soient dus à la formation de galles sur toute la surface du tronc lors de pullulations. Les galles accumulant des composés azotés et carbonés, cela nécessite probablement une importante mobilisation des ressources de l'arbre. Ce détournement des ressources pourrait ensuite affecter la croissance et la survie des arbres. Des travaux récents confirment qu'en effet, les arbres infestés possèdent moins de réserves en amidon que les arbres sains d'une même parcelle.

**Ces travaux suggèrent aussi que l'état du houppier au printemps peut être relié à l'état des réserves en amidon à l'automne.**

## Une sensibilité variable des peupliers au ravageur

**Plusieurs espèces et hybrides de peuplier sont susceptibles d'être colonisés par le puceron lanigère : le peuplier noir, le peuplier deltoïde, le peuplier tremble, le *Populus suaveolens*, *P. ciliata*, *P. maximowiczii*, et les hybrides**

**euraméricains.** Il a aussi été mentionné sur peuplier blanc mais cela ne s'est pas vérifié au cours de tests de sensibilité réalisés en Italie et en Iran. Afin d'estimer la sensibilité des cultivars de peuplier au puceron lanigère, plusieurs tests ont été développés en Italie, en Iran et en France (Pointeau *et al.*, 2011).

Le test utilisé en France est adapté du test développé en Italie. Il est réalisé en laboratoire, en conditions de température, humidité et lumière contrôlées, avec des boutures enracinées de quelques semaines et une lignée de puceron d'origine connue. Ce test estime pour une lignée de pucerons ses capacités à se développer sur des boutures d'un cultivar donné, et les compare à celles observées sur des cultivars de référence sensibles ou résistants. Pour cela, environ cinq larves de pucerons sont déposées sur 15 boutures d'un cultivar. Une semaine plus tard, le nombre de larves restantes est compté. Cela permet d'estimer un premier paramètre : **la capacité d'installation** du puceron sur le cultivar. S'il reste des larves sur la bouture, leur développement est suivi jusqu'au stade adulte. À ce moment, en dénombrant les larves produites, on estime la fécondité des femelles sur le cultivar. Cela permet d'estimer un deuxième paramètre : **la capacité de multiplication** du puceron. Avec ce test, il est possible de distinguer trois types de situations. Sur certains cultivars les pucerons ne peuvent pas s'installer ou alors en très faible quantité et par conséquent ne peuvent pas se multiplier. Sur d'autres cultivars, les pucerons peuvent s'installer, mais leur capacité de multiplication est limitée par des mécanismes de résistance entravant la formation de la galle. Enfin, on observe des cultivars sur lesquels les pucerons peuvent s'installer et se multiplier en abondance, ces cultivars sont considérés comme sensibles. Dans les faits, la situation n'est pas toujours aussi tranchée entre ces trois situations et entre cultivars, on peut observer des gradients de taux d'installation et de multiplication. Pour simplifier la situation, les taux d'installation et de multiplication sont comparés avec des cultivars de référence. Ainsi si le taux d'installation est équivalent à celui de Koster, et par conséquent très faible, alors on considère que le cultivar affecte bien la capacité de l'insecte à s'installer. Si le taux de multiplication est équivalent à celui d'I-214, c'est-à-dire élevé, alors on considère qu'il y a un risque important de sensibilité. Les performances des pucerons au cours de ces tests en laboratoire ont été comparées à celles observées, avec une même lignée de

**Tableau 1** - Synthèse des résultats du test de sensibilité et des observations du DSF.

- En vert, les cultivars sur lesquels le puceron ne se développe pas.
- En bleu, ceux sur lesquels il s'installe mais se développe mal et pouvant tolérer une infestation par le puceron.
- En orange, les cultivars à risque sur lesquels les pucerons peuvent s'installer et bien se développer.
- En gris, les cultivars apparemment résistants dans le test mais de sensibilité confirmée en conditions naturelles, ou sur lesquels l'installation ou la multiplication peuvent être fluctuants en conditions de laboratoire (voir texte).

Cultivar	Test en laboratoire		Observations DSF	
	Taux d'installation	Taux de multiplication	Présence de pucerons	Mortalités suite à des pullulations
A4A	+ / -	-		
Albelo	+	-		
Alcinde	-			
Blanc du Poitou	+	-	+	
Brenta	-			
Delgas	+ / -	-		
Dellinois	-			
Delrive	-			
Delvignac	-			
Dorskamp	-	-	+	+
Dvina	-			
Flevo	+	+	+	
I-214	+	+	+	+
I-45/51	+	-	+	
Koster	-			
Lambro	+ / -	-		
Lena	-			
Mella	+ / -	-		
Oglio	-			
Polargo	+	-	+	
Raspalje	-			
Soligo	+	-		
Taro	-			
Unal	-			
Vesten	+	+		

puceron et des cultivars identiques, sur des plants en pot et des arbres en peupleraie. Les résultats ont montré une bonne concordance, quel que soit le matériel végétal utilisé pour le test (bouture, plant ou arbre), ainsi qu'avec les observations de terrain du DSF (Pointeau *et al.*, 2011). Cela valide l'intérêt du test réalisé en laboratoire et confirme la transposabilité des résultats concernant les performances des insectes aux conditions naturelles.

## Sensibilité au puceron lanigère des cultivars

Le test a été réalisé au Laboratoire de biologie des ligneux et des grandes cultures de l'Université d'Orléans, sur boutures, avec une souche de pucerons collectée dans la région Pays de la Loire en 2013 et selon le protocole

décrit ci-dessus. Les cultivars de référence étaient Koster (taux d'installation nul à faible), I-45/51 (taux de multiplication faible la plupart du temps, occasionnellement proche d'I-214) et I-214 (référence sensible).

Le tableau 1 fournit le récapitulatif des résultats obtenus au cours des tests réalisés. **De nombreux cultivars n'ont pas permis l'installation du puceron lanigère : Alcinde, Brenta, Dellinois, Delrive, Delvignac, Dorskamp, Dvina, Lena, Oglio, Raspalje, Taro et Unal.** Pour Alcinde, Brenta et Raspalje cela corrobore les résultats de tests déjà publiés en France, si ce n'est que des taux d'installation un peu plus élevés ont pu être observés pour Raspalje en conditions de laboratoire (Pointeau *et al.*, 2011).

Ces résultats sont aussi cohérents avec les travaux réalisés en Italie pour Brenta, Dvina, Lena, Oglio, Taro. En revanche, pour Dorskamp la situation est plus compliquée puisque selon les tests réalisés ou les régions d'observation, ce génotype a pu être considéré comme très sensible (Pointeau *et al.*, 2011) ou résistant (Sallé, non publié). Des mortalités massives ont d'ailleurs été observées dans les peuplements de Dorskamp de la région Pays de la Loire. Il est possible que des facteurs environnementaux non connus pour le moment conditionnent davantage le niveau de résistance de ce génotype que les facteurs génétiques.

Les génotypes A4A, Albelo, Blanc du Poitou, Delgas, Lambro, Mella, Polargo et Soligo ont permis l'installation du puceron, même si pour A4A, Delgas, Lambro et Mella l'installation est moins bonne que sur les cultivars de référence I-45/51 et I-214. Toutefois, sur ces cultivars, les pucerons ont montré un taux de multiplication réduit. Pour Polargo, Soligo et A4A,

cela confirme des observations précédentes (Pointeau *et al.*, 2011 ; Sallé, non publié). Pour Mella, les travaux italiens indiquaient que ce génotype était sensible au laboratoire, mais plutôt résistant en conditions naturelles. Les observations de terrain du DSF confirment la présence de puceron lanigère sur certains de ces cultivars : Flevo, Blanc du Poitou et Polargo. Au final, sur la gamme testée, deux génotypes peuvent être considérés comme sensibles par rapport à la population de pucerons utilisée : Flevo et Vesten. Il est à noter cependant qu'aucun signalement de dommages importants n'a eu lieu, pour l'instant, sur ces deux cultivars.

### Limites des tests de sensibilité et stratégie de déploiement des cultivars sur le terrain

Par rapport à ce test, plusieurs points sont importants à préciser. Ce test permet principalement d'identifier des cultivars potentiellement sensibles à l'insecte, compte tenu des capacités de l'insecte à s'installer et se développer dessus. Le test de sensibilité ne fournit cependant pas d'information quant à la tolérance du cultivar par rapport au puceron lanigère, c'est-à-dire sa capacité à supporter une pullulation de puceron sans que cela affecte sa croissance et sa survie. Certains arbres peuvent en effet être colonisés par le puceron, parfois de manière importante, sans pour autant présenter au printemps suivant des symptômes importants. Cet aspect n'est pas pris en compte par le test et ne peut être estimé qu'au travers d'observations en conditions naturelles dans des peuplements infestés.

Le test permet d'indiquer des cultivars potentiellement sensibles, mais ne permet pas d'identifier des cultivars résistants. Le test n'est en effet réalisé qu'avec une lignée de puceron. Si un cultivar s'avère sensible avec cette lignée il y aura de forts risques qu'il le soit en conditions naturelles. Si un cultivar s'avère résistant avec cette lignée, il ne le sera pas forcément avec d'autres lignées. Idéalement le test devrait être réalisé avec plusieurs lignées de pucerons, représentatives de la diversité génétique du puceron en France, mais les lourdeurs techniques rendent cela impossible actuellement. Les études réalisées avec quelques lignées différentes de pucerons n'ont pas mis en évidence de différences d'agressivité flagrantes entre lignées, mais compte



tenu de la diversité génétique de l'insecte, cela n'écarte pas complètement la possibilité qu'il y ait en France des pucerons lanigères plus agressifs que d'autres.

L'existence de cette diversité génétique chez l'insecte pose aussi la question de son adaptabilité et de ses capacités de contournement de résistance par rapport aux cultivars résistants qui sont plantés en France. Aucun élément actuellement ne permet d'affirmer que les résistances observées seront pérennes et se maintiendront à l'avenir. De nombreux insectes prédateurs du puceron lanigère sont connus néanmoins, ils ne semblent pas capables de réguler efficacement ses pullulations.

**La meilleure garantie d'une gestion durable face à ce ravageur, basée sur l'emploi de cultivars sans sensibilité connue, est la plantation à l'échelle du paysage d'une certaine diversité en cultivars.** Il est en particulier important de ne pas planter uniquement des cultivars empêchant l'installation du puceron mais aussi ceux qui tout en permettant son installation freinent sa multiplication. Ces derniers cultivars ne sont surtout pas à déconsidérer, car les observations en peupleraies confirment en général le fait que même si le puceron s'installe, les dommages sont inexistantes à modérés. Planter des cultivars affectant différemment le puceron limitera les risques de contournement de résistance par celui-ci. ■

#### Remerciements

Les travaux réalisés pour l'étude de la biologie et de l'écologie du puceron lanigère ainsi que pour la mise au point et la réalisation des tests de sensibilité l'ont été grâce au soutien financier du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt obtenu au travers de la DRAAF des Pays de la Loire et du DSF. Le conseil général du Loiret a soutenu financièrement ces travaux. Le DSF a fourni aussi des appuis techniques et des informations de terrain.

#### Bibliographie

Dardeau F., 2014. *Modulation de la manipulation du peuplier par le puceron lanigère*, *Phloeomyzus passerinii* (Sign.), via la résistance de l'hôte et de l'environnement. Thèse, Université d'Orléans.

Lieutier F., Pointeau S., Dardeau F., Bankhead-Dronnet S., Baude M., Sallé A., Vala J.-C., 2014. *Le puceron lanigère du peuplier : les avancées de la recherche*. Rev. For. Fr. 66, 25-40.

Pointeau S., 2011. *Interactions peuplier - puceron lanigère (Phloeomyzus passerinii Sign.) et processus à l'origine de l'émergence et de l'expansion des pullulations*. Thèse, Université d'Orléans. 263 p.

Pointeau S., Sallé A., Lesieur V., Bankhead-Dronnet S., Bonnaffoux M., Lieutier F., 2011. *Estimating the effect of poplar resistance on the performance of the woolly poplar aphid, Phloeomyzus passerinii, in various experimental conditions*. Can. J. For. Res. 41, 1233-1241.



**Pépinières Bauchery**  
DEPUIS 1904

Spécialiste des jeunes plants forestiers et d'ornement

5 000 000 de plants produits sur 130 hectares

Producteurs depuis 1904

Vente en ligne sur  
**www.bauchery.fr**

Consultez notre nouveau site! Plus de produits, plus de conseils...

Protections contre le gibier

Livraison dans toute la France

Place de l'église - 41220 CROUY SUR COSSON

Tél: 02 54 87 51 02 Fax: 02 54 87 02 22 Mail: info@bauchery.fr

#### Résumé

Le puceron lanigère du peuplier est un ravageur important des peupleraies françaises. Lors de pullulations, cet insecte peut entraîner des mortalités massives, probablement en épuisant les réserves des arbres. Des niveaux variables de sensibilité au puceron sont observés sur les différents cultivars de peuplier plantés en France. Un test de sensibilité distingue les cultivars, sur lesquels le puceron ne parvient pas à s'installer, des cultivars sur lesquels il peut s'installer tout en ayant des difficultés à se multiplier et des cultivars sensibles sur lesquels il peut s'installer et proliférer. Les résultats du test suggèrent que le puceron ne peut pas s'installer sur les cultivars Alcinde, Brenta, Dellinois, Delrive, Delvignac, Dorskamp, Dvina, Lena, Oglio, Raspalje, Taro et Unal. Ces résultats contredisent cependant les observations de terrain pour Dorskamp. L'insecte peut s'installer, mais difficilement proliférer sur A4A, Albelo, Blanc du Poitou, Delgas, Lambro, Mella, Polargo et Soligo. Enfin Vesten et Flevo peuvent être considérés comme sensibles avec ce test.

**Mots-clés:** *Phloeomyzus passerinii*, puceron lanigère, peupleraies, cultivars, sensibilité.

### L'aventure douglas

À l'occasion des 20 ans de l'association France Douglas, découvrez l'excellent film « L'aventure Douglas » qui retrace l'histoire de l'essence du douglas. Par ses capacités d'adaptation, ses performances mécaniques et sa durabilité naturelle, le douglas représente une promesse de développement économique pour l'ensemble de la filière forêt-bois française. Le film sur le site : <http://franceboisforet.com/laventure-douglas/>

### L'interprofession France bois forêt : Situation et perspectives après dix ans d'existence

Seule interprofession reconnue du secteur forêt-bois, l'association France Bois Forêt existe depuis dix ans. Le ministère de la Forêt a demandé au CGAAER de dresser un état des lieux de l'association et de formuler des propositions d'amélioration. Cette mission analyse à la fois sur la gouvernance interne de France Bois Forêt et sur l'organisation interprofessionnelle du secteur forêt-bois dans son ensemble, et émet des recommandations. Malpel G.-P., Roman-Amat B., 2015. MAAF/CGAAER, Rapport n° 14116. <http://agriculture.gouv.fr/linterprofession-france-bois-foret-situation-et-perspectives-apres-dix-ans-dexistence>

### La gestion de la fertilité des sols est-elle à un tournant ?

Les Actes des Ateliers ReGeFor 2013 consacrés au thème « La fertilité des sols forestiers est-elle à un tournant ? » sont publiés dans le numéro thématique n°4 – 2014 de la *Revue Forestière Française*, parution avril 2015. La RFF et l'Afés soulignent que ces Actes représentent une des contributions françaises sur les sols, dans le cadre de l'Année Internationale des Sols 2015, sous l'égide de la FAO et des Nations Unies. Actes téléchargeables en accès libre sur le site : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/56251>

### Un nouveau portail d'information sur les sols de France : [www.gissol.fr](http://www.gissol.fr)

Les sols, milieux vivants, constituent une ressource naturelle non renouvelable qu'il est nécessaire de préserver et de gérer durablement. Ils sont aussi au cœur d'enjeux planétaires comme la sécurité alimentaire, la biodiversité ou le changement climatique. En cette Année internationale des sols et celle de l'organisation de la COP 21 à Paris, le GIS Sol1 lance son nouveau portail d'information : [www.gissol.fr](http://www.gissol.fr), et donne ainsi aux publics intéressés l'accès direct à des données de qualité :

- un accès par grande thématique pour mieux connaître les sols et les enjeux associés,
- une entrée par programme d'inventaire et de surveillance des sols,
- un accès direct aux données (données ponctuelles, cartes, référentiels régionaux ...) et à des outils de visualisation.

Les documents et les outils mis en ligne sont utiles aux professionnels, aux chercheurs, aux enseignants comme au public averti. Ce portail est aussi consultable à partir de tablettes et de smartphones.



### Une vue aérienne personnalisée de votre forêt

L'IGN propose un poster à la carte de votre forêt à partir de photos aériennes en haute résolution, avec le fond IGN et le parcellaire cadastrale en semi-transparence, à plusieurs échelles.

49,90 € le poster de 96 x 110 cm à commander sur le site : <http://espaceloisirs.ign.fr/boutique/carte-a-la-carte-randonnee-decouverte.html>

### La filière forêt-bois

Près de 250 rapports d'expertise sur la forêt et le bois ont été produits depuis 1984. Un score qui appelle à s'interroger sur leur finalité. Une mission du CGAAER a été chargée d'élaborer une synthèse de ces rapports afin d'éclairer la décision publique sur l'avenir de la filière française de la forêt et du bois, avec le recul de trois décennies de réflexion. Demolis C., Dereix C. *et al.*, 2015. MAAF/CGAAER Rapport n° 14060 : La filière forêt-bois.

### La forêt vue d'un autre œil !

L'Agence des espaces verts de la Région Île-de-France lance une application mobile « Pan, Parcours Appli' Nature ». Entièrement gratuite et disponible dès aujourd'hui sur [Google Play](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pan.parcours) et [Appstore](https://apps.apple.com/fr/app/pan-parcours-appli-nature/id1445201505), l'application « Pan, Parcours Appli' Nature » est un véritable guide numérique personnalisé. Elle permet aux utilisateurs de se repérer mais surtout de découvrir les richesses naturelles et historiques d'une trentaine de massifs forestiers de la Région Île-de-France.

Pour plus d'informations, consultez le dossier : <http://www.aev-iledefrance.fr/component/phocadownload/category/?download=1445:2015-05-dp-l-aev-lance-l-appli-mobile-pan>

### Global Forest Watch : un suivi mondial de la couverture forestière

Global Forest Watch (GFW) est un projet de suivi des dynamiques de déforestation au niveau mondial, lancé en 1997 par le *World Resources Institute* (WRI). De nouvelles technologies et l'amélioration de la mise en réseau des partenaires permet une surveillance systématisée de l'ensemble de la couverture arborée du globe depuis 2011. L'organisation du *Global Forest Watch* repose sur le travail commun de différentes organisations : les images satellitaires de la NASA, le stockage en ligne de ces données (*Cloud*) par Google et l'analyse de données par des chercheurs de l'université du Maryland. Cet outil de surveillance est disponible en ligne gratuitement et offre une évolution du couvert forestier avec différentes résolutions spatiales (de 30 m, 500 m et au-delà). La déforestation reste sur 10 ans en légère augmentation, les 5 pays ayant perdu le plus grand couvert forestier sur la période 2011-2013 sont la Russie, le Canada, le Brésil, les Etats Unis, et l'Indonésie. La présence dans ce top 5 de pays développés interroge sur l'efficacité des outils visant à limiter les déforestations, tel que le mécanisme REDD (*Reducing emissions from deforestation and forest*).

Site internet du *Global Forest Watch* :

<http://www.globalforestwatch.org/map/>

