

LE FLAMBOYANT

BULLETIN DE LIAISON DES MEMBRES DU RESEAU INTERNATIONAL ARBRES TROPICAUX

NUMÉRO SPÉCIAL – SEPTEMBRE 2009



INSTITUT DE L'ÉNERGIE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA FRANCOPHONIE



NUMÉRO 84 – 3^e TRIMESTRE 2009 www.iepf.org/ressources/lef.php

Forêts, énergie, climat



Institut de l'énergie et de l'environnement
de la Francophonie
IEPF

ORGANISATION
INTERNATIONALE DE
la francophonie



Numéro 84, 3^e trimestre 2009

La revue *Liaison Énergie-Francophonie* est publiée trimestriellement par l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF).

L'IEPF est un organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie.

56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
 Québec G1K 4A1 Canada
 Téléphone: 1 (418) 692-5727
 Télécopie: 1 (418) 692-5644
 Courriel: iepf@iepf.org
 Site Internet: www.iepf.org

Directrice de la publication:
 Fatimata Dia Touré

Rédacteurs en chef invités:
 Jean Claude Bergonzini et Jean-Paul Lanly

Comité éditorial interne:
 Faouzia Abdoulhalik Ibrahim Dabo
 Sibi Bonfils Louis-Noël Jail
 Josée Cerone Tounao Kiri
 Rajae Chafil Jean-Pierre Ndoutoum

Comité éditorial Silva:
 Marie Françoise Barbier Jean Estève
 Jean Claude Bergonzini Jean Paul Lanly
 Francis Cailliez Marc Alfred Pellerin
 Clovis Derlyn Bernard Riéra

Comité scientifique:
 Samir Allal Louis-Noël Jail, IEPF
 Sibi Bonfils, IEPF Maryse Labriet, *Pour en savoir plus*
 Fatimata Dia Touré, IEPF Benoît Martimort-Asso
 Dominique Campana Jacques Percebois
 Yves Gagnon Mustapha Taoumi
 Christine Heuraux Claude Villeneuve
 Pascal Valentin Houénou Jean-Philippe Waaub
 Jean-Claude Jacques

Chronique:
 Jayanta Guha

Rubrique *Pour en savoir plus*:
 Maryse Labriet

Édition et réalisation graphique:
 Communications Science-Impact

Secrétariat, diffusion et abonnements:
 Jacinthe Potvin et Pauline Malenfant, IEPF

Photo de la couverture:
 Canopée de la forêt tropicale de Guyane. Couratari en fleurs.
 Bernard Riéra

Tirage:
 5300 exemplaires

Dépôt légal:
 Bibliothèque et Archives nationales du Québec
 Bibliothèque et Archives du Canada
 ISSN 0840-7827

Les textes et les opinions n'engagent que leurs auteurs. Les appellations, les limites, figurant sur les cartes de LEF n'impliquent de la part de l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie aucun jugement quant au statut juridique ou autre d'un territoire quelconque, ni la reconnaissance ou l'acceptation d'une limite particulière.

Prix de l'abonnement annuel (4 numéros):
 40 \$ CAD
 Poste-publications – Convention N° 40034719
 Imprimé au Canada

SOMMAIRE

forêts, énergie, climat

Mot de la Directrice de l'IEPF 4
 Fatimata DIA TOURÉ

Éditorial 5
 Jean Claude BERGONZINI, ancien Directeur du Cirad-forêt et ancien Président de Silva et du Riat, France, et Jean-Paul LANLY, ancien Directeur de la division des ressources forestières de la FAO (1984-1996)

LE BOIS EST LES AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les énergies renouvelables au menu! 8
 Claude ROY, Membre du Conseil général du Ministère français de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, et Jean Louis BAL, Directeur des énergies renouvelables, des réseaux et des marchés énergétiques de l'ADEME, France

Les énergies renouvelables en Europe 13
 Michel DESHAIES, Professeur de géographie, Université de Nancy, France

Le bois-énergie en France 20
 Laure VALADE, Chargée de mission bioénergies au Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, France

L'UTILISATION DU BOIS POUR L'ÉNERGIE

Une source d'énergie à travers les âges 24
 Jean Pierre LÉONARD, Ingénieur agronome et des eaux et forêts et Géographe, France

Le bois dans le monde et au Québec 30
 François TANGUAY, Directeur de Greenpeace et responsable de la campagne « Changements climatiques » au Québec, Québec-Canada

L'énergie forestière dans les pays méditerranéens 35
 Jean de MONTGOLFIER, Enseignant-chercheur à l'École nationale du génie de l'eau et de l'environnement (ENGEES), Université de Strasbourg, France

L'énergie forestière en Europe Occidentale 40
 Claude BARBIER, Directeur du Centre Régional de la Propriété Forestière de Champagne-Ardenne (CRPF), France, et Francis FLAHAUX, Coordonnateur du PBE&DR (Plan Bois Énergie et Développement Rural), Belgique

L'énergie forestière dans les pays du Bassin du Congo 45
 Georges Claver BOUNDZANGA, Coordonnateur technique du Centre National d'Inventaire et d'Aménagement des Ressources Forestières et Fauniques du Zaïre, et Joël LOUMETO, Responsable des enseignements d'écologie végétale, Faculté des sciences de Brazzaville, Congo

POUR NE RATER AUCUN NUMÉRO DE LEF!

Pour être avisé automatiquement par courriel de la parution de LEF, il suffit de remplir le formulaire d'abonnement à « Avis courriel » qui se trouve sur notre site Internet à l'adresse suivante :

www.iepf.org/abonnement-revues.php

Et vous pouvez consulter tous les numéros de LEF au format PDF en vous rendant à la page suivante :

www.iepf.org/ressources/lef.php

(Si vous préférez n'être abonné qu'à l'Avis courriel et ne plus recevoir la version imprimée de LEF, merci de nous le faire savoir à : iepf@iepf.org)



Sources mixtes
 Le bois est une ressource renouvelable
 à condition d'être géré durablement



Imprimé avec des encres végétales sur du papier dépourvu d'acide et de chlore et contenant 50% de matières recyclées dont 25% de matières post-consommation.

L'énergie forestière et l'artisanat au Burkina Faso	48
Boukary OUEDRAOGO, Enseignant à l'Université de Ouagadougou et à l'Université de Koudougou, Burkina Faso, et Yacouba SAVADOGO, Juriste de l'Environnement, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Burkina Faso	
LA FORÊT PRODUCTRICE D'ÉNERGIE	
La mobilisation du bois-énergie	54
Patrick OLLIVIER, Directeur de la société Revalorisation Bois Matière (RBM), France	
Énergie et gestion durable	58
Yves BASTIEN, ancien Professeur de sylviculture au centre de Nancy de l'ENGREF, France	
Utiliser la biomasse forestière en préservant les sols, les eaux et la biodiversité	63
Guy LANDMANN, Directeur adjoint du groupement d'intérêt public ECOFOR, France	
Les énergies renouvelables d'origine végétale	66
Christian SALES, Chargé de mission Biomasse Énergie au sein du Cirad, France	
LA FORÊT ET LA GESTION DU CARBONE	
Les forêts et les émissions de CO₂	72
Valentin BELLASSEN, Mission climat de la Caisse des dépôts et consignations, France	
Négociations de Poznań et paquet énergie-climat européen	78
Olivier BOUYER, Ingénieur agronome, Chargé de mission au Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, France	
Boisements et déboisements évités	82
Arthur RIEDACKER, Directeur de Recherche honoraire de l'INRA, Paris, France	
Le cas des zones arides et semi-arides	88
Ali AGOUMI, Professeur à l'École Hassania des travaux publics de Casablanca, Maroc, et Laila STOUR, Professeur à la Faculté des sciences et techniques de Mohammedia, Maroc	
RECHERCHE, DÉVELOPPEMENT ET GOUVERNANCE	
Recherche, développement et gouvernance	92
Yves BIROT, Chef de Département honoraire des Recherches Forestières de l'INRA, Paris, France	
La chronique de Jayanta GUHA	97
Pour en savoir plus, Maryse LABRIET avec la collaboration de Jean Claude BERGONZINI	99



Réalisé avec le soutien du groupement d'intérêt public Ecofor (France)

AgroParisTech, Cemagref, Cirad, Cnppf, Cnrs, Fcba, Ifn, Inra, Ird, Onf.

Maison commune à la recherche et à la gestion forestière pour susciter, organiser, animer, valoriser des actions collectives de R&D portant sur le fonctionnement et la gestion des forêts tempérées et tropicales.

Ecofor, 42 rue Scheffer, F-75116, Paris
 Tél: 01 53 70 21 70 Fax: 01 53 70 21 54
 Courriel: secretariat@gip-ecofor.org
 http://www.gip-ecofor.org

LE FLAMBOYANT

BULLETIN DE LIAISON DES MEMBRES DU RESEAU INTERNATIONAL ARBRES TROPICAUX

Numéro spécial – Septembre 2009



Silva, Arbres, Forêts et Sociétés est une association fondée en octobre 1986. Son objectif principal est d'être un outil de communication et d'information destiné à intensifier les actions en faveur des arbres et des forêts. Silva œuvre plus particulièrement dans le domaine de l'éducation et gère le réseau Riat.

Président :
Jacques Plan

Secrétaire technique :
Stéphane Person

Adresse :
Silva
Cirad TA 212/15
73, av. Jean François Breton
34 398 Montpellier Cedex 5
Tél. : +33 4 67 61 44 80
Fax. : + 33 4 67 61 44 25
Courriel : silva2@wanadoo.fr



Le Réseau International Arbres Tropicaux (Riat) a été créé en 1987. Il regroupe près de 6000 membres, dont 90% en Afrique, pour la promotion et la défense des arbres tropicaux. Ses objectifs sont de faciliter, de manière décloisonnée et non hiérarchisée, le dialogue entre les différents organismes de développement, de recherche, les administrations et les Ongs, d'informer et de jouer un rôle consultatif auprès des pouvoirs publics et autres. *Le Flamboyant* est le bulletin de liaison du Riat.

<http://www.silva-riat.fr/>

Le Flamboyant est publié par Silva et est distribué gratuitement en Afrique.

Directeur de publication :
Bernard Mallet

Rédacteur en chef :
Dominique Louppe

Mot de la Directrice

Parmi les impacts négatifs des changements climatiques figure l'aggravation des différents types de détériorations (inondations, sécheresse-désertification, érosion côtière, perte de biodiversité...) que subissent les écosystèmes utiles à la survie des hommes. Les forêts, écosystèmes

importants pour l'Humanité avec de multiples fonctions écologiques, économiques, sociales et culturelles, n'y ont pas échappé malgré l'existence de politiques de gestion et d'aménagement forestier.

Cependant depuis plus d'une quinzaine d'années, des négociations internationales sur les changements climatiques se déroulent, sans pour autant donner une place de choix aux forêts, par rapport au rôle d'équilibre écologique qu'elles jouent au niveau mondial pour la

Planète. Les références aux forêts dans la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et dans le Protocole de Kyoto pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre ont été considérées comme timides et il a fallu attendre le Plan d'action de Bali issu de la 13^e CDP de 2007 pour pallier cette insuffisance avec l'adoption du système de la Réduction des Émissions de gaz à effet de serre par la lutte contre la Déforestation et la Dégradation des forêts (REDD). Ce système REDD est ainsi inscrit parmi les actions essentielles, qui doivent déterminer les taux d'absorption et de stockage des gaz à effet de serre dans une optique de maîtrise de la stabilisation du climat.

Comme vous le savez, le débat est en cours dans les négociations, qui doivent éventuellement aboutir en décembre à Copenhague à un Régime

international sur Climat et Développement pour l'après-2012. Et, la spécificité du secteur des forêts inclut des exigences institutionnelles, techniques et financières appropriées et requises pour réussir la mise en application du système REDD. Des jalons sont posés avec les résultats des études entreprises dans les groupes de travail spéciaux mis en place et qui ont su démontrer avec pertinence les besoins d'inventaires des forêts, de connaissances du potentiel énergétique et des facteurs économiques et sociaux pouvant découler de la gestion et de l'aménagement intégrés des espaces forestiers et ruraux en général.

L'IEPF-OIE, fidèle à sa mission d'information et de formation des acteurs de développement à travers *Liaison Énergie-Francophonie*, en collaboration avec la revue *Le Flamboyant* du Réseau International Arbres Tropicaux animé au niveau international par l'association Silva, Arbres, Forêts et Sociétés, met à votre disposition ce numéro conjoint dont les articles évoquent et analysent les fonctions des forêts, leur apport énergétique dans les activités économiques et sociales et leur rôle dans le stockage de carbone. Des spécialistes et experts en la matière ont bien voulu contribuer à la production de ce numéro en fournissant des éléments d'informations pertinentes sur les questions relatives aux forêts, à l'énergie et au climat selon une démarche synergique, qui j'espère, vous seront utiles dans vos activités et fonctions respectives.

Permettez-moi de remercier, aux noms des autorités de la Francophonie et de toute l'équipe de l'IEPF, l'ensemble des auteurs pour leur disponibilité et leur intérêt marqué pour la collaboration avec *LEF*, spécialement Messieurs Jean Claude Bergonzini et Jean-Paul Lanly, rédacteurs en chef invités, pour avoir accepté la coordination de ce travail malgré un agenda chargé.

Bonne lecture! 🌱



Fatimata Dia Touré

Directrice de l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF).

Éditorial

À chaque époque de notre courte histoire, les mêmes difficultés se sont dressées comme autant de défis que nos sociétés ont eu à affronter. Toujours recommencées, toujours renouvelées : la maladie, la faim, les guerres, l'intolérance et l'ignorance. Aujourd'hui, ces périls se sont mêlés les uns aux autres dans un inextricable enchaînement de conséquences néfastes et, fait nouveau, nous nous heurtons, tous réunis et multipliés, aux limites d'une nature que nous avons imprudemment pillée. Face à des besoins croissants, les terres cultivables s'épuisent, l'atmosphère se gonfle de gaz indésirables, l'eau se fait rare tandis que, ce qui a fait la richesse des sociétés industrialisées, les ressources fossiles s'épuisent. De plus, amplifiant le malaise, notre génie technologique n'est plus porteur, pour nos contemporains, des mêmes espoirs de bienfaits qu'au siècle dernier. L'optimisme est mal porté, tous les prédicateurs vous le diront. Mais la peur, *a contrario*, n'est qu'un mode d'aliénation et une bien mauvaise conseillère. Comme il y a peu de chance qu'un miracle nous sauve – le mont Ararat n'est plus qu'une pierre de discorde et l'Everest une station particulière sur le boulevard des cimes – c'est donc sur le renouveau de nos politiques et de nos pratiques que nous devons parier. La porte est étroite et les solutions, fussent-elles durables, ne seront pas universelles et immuables. Pourtant, les possibilités de faire face ne sont pas inexistantes. Dans cet esprit, en réalisant ce numéro commun aux deux revues *Le Flamboyant* et *Liaison Énergie-Francophonie*, nous avons modestement cherché à montrer comment la forêt pouvait participer à la recherche de nouvelles stratégies.

La gestion forestière permet d'agir sur deux de nos préoccupations :

- réduire nos consommations d'énergie fossile en développant nos énergies renouvelables ;
- favoriser la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Il faut garder l'esprit de la forêt murmurent-ils.
Si nous le perdons, nous ne serons plus
que des bouts de bois.

Bourbon Busset, *L'esprit de la forêt*



Jean Claude BERGONZINI

Jean-Paul LANLY

Après une vingtaine d'années d'activité dans différents organismes d'enseignement supérieur et de recherche agronomique, Jean Claude BERGONZINI, Mathématicien, rejoint en 1981 le Centre technique forestier tropical comme responsable du laboratoire de biométrie. En 1992, il est nommé Directeur scientifique du Cirad-forêt. À partir de 1998, il se consacre à la modélisation des systèmes complexes au sein du groupe d'intérêt public Ecofor. Il est ex-président de l'association Silva et du réseau Riat.

Jean-Paul LANLY, Ingénieur polytechnicien des eaux et des forêts, est spécialiste d'inventaire forestier, notamment en zone tropicale. De 1978 à 1982, il a conçu et coordonné la première évaluation systématique des ressources forestières tropicales au niveau mondial, et dirigé ensuite la Division des ressources forestières de la FAO, avant de présider la section forêt, bois, nature du Conseil général du Ministère français de l'Agriculture (1998-2003).

Le contenu de ce numéro tente d'apporter des éléments de réponse à cette double préoccupation. La première partie qui comprend, en introduction, les articles de Claude Roy et Jean-Louis Bal, de Michel Deshaies et de Laure Valade a pour rôle de préciser la place du bois-énergie au regard des autres énergies renouvelables. Le premier, de façon générale :

jc.bergonzini@wanadoo.fr
Jean-paul.lanly@noos.fr

Les énergies renouvelables au menu !

et les deux autres de manière plus particulière :

Les énergies renouvelables en Europe,

Le bois-énergie en France.

Après un rappel historique, par Jean-Pierre Léonard, de la réponse des espaces boisés aux besoins en énergie des sociétés :

Une source d'énergie à travers les âges,

les contributions de François Tanguay, de Jean de Montgolfier, de Claude Barbier et Francis Flahaux, de Georges Claver Boundzanga et Joël Loumeto, et de Boukary Ouédraogo et Yacouba Savadogo, illustrent la diversité des situations dans les différentes régions du monde :

Le bois dans le monde et au Québec,

L'énergie forestière dans les pays méditerranéens,

L'énergie forestière en Europe Occidentale,

L'énergie forestière dans les pays du bassin du Congo,

L'énergie forestière et l'artisanat au Burkina Faso.

Les contributions de Patrick Ollivier, d'Yves Bastien, de Guy Landmann et de Christian Sales mettent en relief les obstacles qui encombrent les sentiers de l'énergie forestière et les efforts qu'il nous faudra consentir :

La mobilisation du bois-énergie,

Énergie et gestion durable,

Utiliser la biomasse forestière en préservant les sols, les eaux et la biodiversité,

Les énergies renouvelables d'origine végétale.

La seconde partie du numéro concerne la forêt et son rôle dans la gestion du carbone. Elle comprend un article sur les émissions d'origine forestière de Valentin Bellassen, et trois articles d'Olivier Bouyer, d'Arthur Riedacker, et d'Ali Agoumi et Laila Stour sur les mesures à prendre pour améliorer les contributions des forêts à une meilleure maîtrise du cycle général du carbone :

Les forêts et les émissions de CO₂,

Négociations de Poznań et paquet énergie-climat européen,

Boisement et déboisements évités,

Le cas des zones arides et semi-arides.

Enfin Yves Birot conclut en mettant en évidence les orientations prioritaires en matière de recherche, de développement et de gouvernance :

Recherche, développement et gouvernance.

La première difficulté de l'exercice auquel nous nous sommes livrés est liée à la diversité des situations. Parler de la forêt, alors que nous avons à traiter des forêts, c'est-à-dire d'écosystèmes aussi contrastés que ceux des zones boréales, tempérées ou tropicales et soumis à des contraintes socio-économiques aussi différentes que celles des pays du Nord et des pays du Sud, conduit souvent à plus de confusion que de clarté. Nous espérons que les études de cas permettront de relativiser des propos parfois très généraux.

La seconde difficulté est d'échapper à la simplification qu'implique l'étude de la seule problématique de l'énergie à propos d'écosystèmes multifonctionnels. Les forêts ne se réduisent pas, en effet, à des stocks de carbone et à leur ressource en énergie primaire. Elles jouent bien d'autres rôles, de manières variées et parfois ignorées. Cette multiplicité et cette complexité ne doivent pas nous conduire à l'inaction, mais à l'examen des effets induits par nos décisions. Le sujet étant trop vaste pour qu'il en soit fait une analyse exhaustive, les auteurs l'ont évoqué en rappelant et en précisant l'exigence d'une gestion forestière durable.

Une troisième difficulté dérive, elle aussi, de la polyvalence des espaces forestiers qui, pour beaucoup d'entre eux, sont soumis à des attentes différentes de la part d'usagers qui, sans être toujours en conflit, entendent conserver leur part de jouissance d'un bien qu'ils jugent, parfois à tort, commun. Dans ces conditions, les politiques et les décisions générales, quelles que soient leur rationalité et leur pertinence, ne réussissent que si leur finalité est partagée et tient compte des besoins des populations locales. Cela signifie que toute innovation en matière de gestion nécessitera, dans bien des cas, des phases transitoires. Peut-être pourrions-nous, dans quelques années, en dresser le bilan.

Quelques repères

Une difficulté pour suivre les quantifications des différents auteurs réside dans la multiplicité des systèmes de mesure auxquels ils ont recours. Le forestier parle en stères, le transporteur en tonnes, le scieur en m³, l'énergéticien en équivalent pétrole, en joules ou en kilowatts-heure, le climatologue en équivalent carbone, etc. Nous proposons ci-dessous quelques repères qui ne sont que des indications, car les équivalences sont souvent tributaires de l'hétérogénéité du matériel considéré (coefficient d'ensèlage, espèces, humidité, etc.):

- 1 tonne équivalent pétrole (tep) vaut 41,868 gigajoules (GJ) ou 10 gigacalories (Gcal) et correspond au pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole;
- 1 stère = 0,66 m³ d'équivalent bois rond = 0,59 tonne = 0,15 tep;
- 1 tonne = 1,7 stère = 0,25 tep;
- 100 kg de bois sec à l'air ont un pouvoir calorifique moyen de 21 mégajoules (MJ).

Pour les gaz à effet de serre, on mesure leurs effets par rapport à ceux du CO₂. On part du fait que 1 kg de CO₂ contient 0,2727 kg de carbone, et on compare le pouvoir de réchauffement global (PRG) de chaque gaz par rapport à celui du CO₂. On parle donc en équivalent carbone ou en équivalent CO₂.



Forêt de Bercé (Sarthe, France).
Photo: Jean Claude Borie

Les deux grandes conventions internationales entrées en vigueur à la suite du Sommet de la Terre de Rio, l'une sur la biodiversité et l'autre sur les changements climatiques, rappellent ces contraintes. Leur mise en œuvre permet de dresser des cadres pour l'application de politiques générales. La forêt n'est qu'un aspect particulier du travail entrepris. Ce n'est d'ailleurs pas toujours un sujet bien compris, mais on ne peut pas négliger les acquis de ces mobilisations pour l'avenir des espaces forestiers. Cependant, au moment d'agir concrètement et localement, il faut trouver les compétences capables de tenir compte de la complexité des situations. L'heure des forestiers, les acteurs techniques du terrain, est peut-être revenue.

Nous remercions tous ceux qui ont participé à ce travail, et plus particulièrement les auteurs qui ont fait montre tout à la fois de compétence, de concision et de ponctualité.

Les énergies renouvelables au menu !

Les défis planétaires à l'horizon de ce siècle tiennent pour l'essentiel à l'accroissement de la démographie mondiale et du développement économique. Ils concernent à la base la disponibilité des ressources en eau, en alimentation, en énergie, et le changement climatique, lesquels sont les facteurs limitants fondamentaux qui conditionnent notre avenir.



Claude ROY et Jean-Louis BAL

Le changement climatique est une synthèse de ces enjeux, et le « lanceur d'alerte » le plus directement mesurable sur les risques encourus. Il en est résulté, depuis le Sommet de Rio et l'Accord de Kyoto, une prise de conscience internationale et un début d'action pour une « société sans carbone », que le Sommet de Copenhague devrait confirmer et renforcer car l'urgence s'impose désormais à tous. Cette stratégie mondiale ne peut employer que trois voies, mais elle doit les employer toutes et simultanément :

- Réduire massivement nos consommations d'énergies et de matières premières ;
- Développer durablement et très fortement la production et l'utilisation d'énergies renouvelables (et de bioproduits) ;
- Favoriser la séquestration et le stockage de carbone atmosphérique, par voie biologique et géologique.

Il faut noter qu'une agriculture et une sylviculture efficaces permettent d'agir dans chacune de ces trois voies, ce qui confère à la « bioéconomie » une place singulière dans la stratégie du climat.

Cette stratégie est « sans regrets » car, outre qu'elle est incontournable, elle est la source d'une nouvelle croissance, d'innovations et d'emplois au niveau mondial. Dans cette stratégie, la place occupée par le développement des énergies renouvelables est majeure, mais ne peut absolument pas être dissociée de la recherche impérieuse d'une sobriété et d'une efficacité énergétique plus grandes.

Le bouquet énergétique renouvelable

On dénombre presque vingt familles d'énergies renouvelables selon leurs origines, leurs technologies et leurs débouchés. Elles ont toutes, pourtant, la particularité d'être directement ou indirectement d'origine solaire (comme les hydrocarbures fossiles d'ailleurs), gravitaire ou géothermale, et de pouvoir assurer une production énergétique décentralisée et accessible à la plupart des pays dans le monde.

Claude ROY est Ingénieur agronome. Membre du Conseil général du Ministère français de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche. Il a été Coordinateur interministériel pour la valorisation de la biomasse et ex-Directeur exécutif de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

Jean-Louis BAL est Ingénieur électricien. Il est Directeur des énergies renouvelables, des réseaux et des marchés énergétiques de l'Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). Il avait été auparavant un des co-fondateurs de la société belge IDE, puis Directeur commercial régional à la société NAPS France.

claude.roy01@agriculture.gouv.fr
jean-louis.bal@ademe.fr

Tableau 1 – Les enjeux du siècle. Tout s'accélère !

Population de la planète en milliards d'individus	1800: 1	1960: 3	2005: 6	2040: 9
Eau douce	3% des ressources en eau de la planète, très mal réparties			
Surfaces agricoles cultivées en ha/hab	1950: 0,5	1970: 0,4	1990: 0,3	2040: 0,1/0,2
Réserves énergétiques conventionnelles en années (au rythme actuel de consommation)	Pétrole: 40/50	Gaz: 60/70	Uranium: 80/100	Charbon: 200/300
Effet de serre	7 milliards de tonnes de carbone émises annuellement dont seulement 3 sont réabsorbées par l'écosphère			
Le Soleil	Durée de vie estimée à 4 milliards d'années			

En outre, elles ont toutes été utilisées, d'une manière ou d'une autre, au cours de l'histoire. Chacune a son histoire, des plus anciennes (biomasse, hydraulique, éolien) aux plus récentes (biocarburants, photovoltaïque, géothermie), et trouve sa place dans le développement de notre bouquet énergétique renouvelable, aux côtés des énergies conventionnelles et fossiles, pour longtemps encore majoritairement irremplaçables.

Les énergies renouvelables représentent dans le monde 18% de notre consommation énergétique finale, dont les trois quarts sont issus de la biomasse (principalement dans ses usages domestiques traditionnels). En réalité, 5% seulement de cette consommation énergétique relève d'énergies renouvelables « modernes » et optimisées. Pour l'Europe, l'objectif est de doubler la contribution des énergies renouvelables à notre consommation énergétique, d'ici à 2020, pour atteindre 20%.

Face à ce défi, les énergies issues de la biomasse, en particulier forestière, jouent d'ores et déjà le principal rôle et vont se voir plus que jamais mobilisées (en particulier pour le bois-énergie et les biocarburants). L'énergie hydraulique, déjà très importante en Europe, ne pourra plus guère s'y développer faute de nouveaux sites, mais elle présente encore un énorme potentiel au niveau mondial où l'on estime possible un décuplement des puissances installées à terme. L'éolien, le solaire et la géothermie présentent aussi des potentiels de croissance remarquables et surtout moins limités à terme que ceux de la biomasse, dont le développement révèle, dès à présent, de concurrences d'usage entre les bioénergies, les filières matériaux et l'alimentaire. Toutes ces filières, parce qu'elles ont été « mises en sommeil » pendant plus d'un siècle, offrent des perspectives prometteuses en termes d'innovation technologique, de rendement, de coût, de diffusion et d'externalités positives, à l'image de ce que montrèrent les filières du pétrole à l'aube du xx^e siècle.

Radiographie des énergies renouvelables

De fait, les énergies renouvelables ne sont pas concurrentes, mais bien complémentaires, tant leurs profils sont différents et peuvent s'adapter spécifiquement à tel ou tel marché cible. Il est intéressant de les analyser et de les comparer d'après leur niveau de maturité, leur poids actuel, leur potentiel, et leur compétitivité.

Le tableau 2 dessine une cartographie stratégique de la force de frappe du « renouvelable », de son évolution possible, parfois aussi de ses limites, de son adaptabilité et de ses attraits, et ce, dans un contexte que l'on doit imaginer devoir évoluer vers une société plus sobre, plus durable et plus responsable.

L'énergie hydraulique, à finalité électrique, permet à certains pays du monde comme la France, aux côtés du nucléaire, de bénéficier d'une fourniture électrique pratiquement sans carbone. Mais si les barrages, à une ou deux exceptions près, ne peuvent plus se développer en France par exemple, faute de sites, ils offrent des opportunités majeures à de nombreux pays parmi les plus peuplés de la planète. L'implantation de petites turbines a, elle aussi, un potentiel non négligeable dans de nombreux pays, mais reste contrainte, comme les grands barrages, par l'écologie des cours d'eau. On ne peut pas espérer de saut technologique dans une telle filière, déjà mature. Il est cependant nécessaire de souligner qu'à moyen terme (dans l'attente de l'hydrogène de masse), les barrages resteront, en pratique, les seuls moyens de « stockage massif d'électricité », et que l'énergie hydraulique, relativement bon marché, répond plus particulièrement à des appels de puissance électrique de pointe. Et l'on sait que c'est l'électricité de pointe, d'origine principalement thermique, qui est la plus émettrice de gaz à effet de serre.

Tableau 2 – Les énergies renouvelables dans le monde

Filières	Origine	Maturité	Poids actuel	Compétitivité	Potentiel supplémentaire	À noter!	Limites
Grande hydraulique (électricité)	Barrages	***	***	***	***	Potentiel NS en Europe	Sites, écologie
Petite hydraulique (électricité)	Rivières, biefs	***	*	**	***	Potentiel** en Europe	Écologie
Marémotrice (électricité)	Marées	**	NS	***	*		Sites
Hydrolienne/houlomotrice (électricité)	Vagues, courants	*	NS	*	**	Expérimental	Sites, technologie
Éolienne (électricité)	Vent	***	**	**	***		Sites, paysages
Solaire thermique (chaleur)	Soleil	***	*	**	***	Emploi important	Marché bâtiment
Solaire photovoltaïque (électricité)	Soleil	**	*	*	***	Stratégique	Néant
Géothermie (chaleur ou électricité)	Chaleur du sous-sol	**	*	**	***		Sites
Pompes à chaleur (chaleur)	Chaleur du sol/eau	***	*	***	***		Marché bâtiment
Biocarburants G 1 (carburants)	Cultures agricoles	***	**	**	**	Emploi coproduit	Terres agricoles
Biocarburants G 2 (carburants)	Lignocellulose Forêt/agricole	*	NS	*	***	Expérimental	Rendements, ressources
Biochaleur/domestique (chaleur)	Bois bûche	***	***	***	**	Emploi, circuits non marchands	Marché chaleur
Biochaleur collective (réseaux)	Plaquettes de bois/paille	***	**	**	**	Emploi	Marché bâtiment
Biochaleur Industrie (chaleur)	Plaquettes de bois/paille	***	***	***	***		Sites industriels
Cogénération Méthanisation (chaleur/électricité)	Déchets ou plaquettes de bois/paille	**	**	**	***		Sites industriels

Légende: *Faible **Moyen ***Important NS/Non significatif



Énergie en liberté. Saut de la Soma dans la Nbaka, Tanzanie.
Photo: Laurent Bergonzini

L'énergie marémotrice (exemple : La Rance, en France), à finalité électrique, ne peut pas compter sur un développement massif dans le monde, vu la spécificité des sites requis, tandis que les énergies marines (hydroliennes et houlomotrices), encore au stade expérimental, resteront marginales à court terme tout en disposant d'un vrai potentiel de développement ultérieur.

L'énergie éolienne, à finalité électrique, est en plein développement et est appelée à une croissance considérable, accompagnée d'une baisse significative de son coût (encore relativement élevé). Le développement de champs *off shore*, qui offre un potentiel énorme, reste toutefois soumis à des contraintes techniques et de compétitivité. La large diffusion de champs d'éoliennes de forte puissance, devant prendre, à terme, une part significative du marché électrique, pourra peut-être conduire (du fait du caractère intermittent de leur fonctionnement) à leur couplage avec des unités d'hydrolyse de l'eau, de stockage d'hydrogène et de piles à combustibles

fixes, réalisant ainsi le pari de stocker massivement de l'électricité autrement que dans les barrages, et de pouvoir répondre aux consommations électriques de pointe.



Maquette sur les énergies renouvelables réalisée par des scolaires, Cuba.
Photo : Jean Estève

L'énergie solaire thermique est une technologie mature qui tend à se généraliser, donc à gagner en compétitivité. Elle est, dans le secteur résidentiel, parfaitement complémentaire des appareils de chauffage individuels au bois-énergie. Son développement est inéluctable et pourra même devenir obligatoire dans le résidentiel neuf, contribuant ainsi largement à concrétiser l'habitat à haute performance énergétique, voire à énergie positive.

L'énergie solaire photovoltaïque est encore très coûteuse, malgré une baisse régulière et rapide des prix, et peu développée, mais elle recèle un potentiel prometteur d'innovation en termes de matériaux et de rendement. Elle sera probablement une énergie stratégique mondiale pour la deuxième moitié de ce siècle. Elle produit de l'électricité intermittente et, à ce titre, devra comme l'éolien surmonter le problème de l'accès décentralisé au réseau dès lors que de grosses centrales photovoltaïques vont se multiplier. Elle participe, dans le secteur résidentiel, comme le solaire thermique, à l'objectif d'un habitat à énergie positive.

L'énergie géothermique est multiple et a un potentiel de croissance significatif :

- Forages à grande profondeur, encore expérimentaux et chers (roches chaudes fracturées/Soultz-Alsace), délivrant, comme les sites volcaniques (Bouillante/Guadeloupe, Indonésie, Kenya, Islande), de la vapeur à très haute température permettant la production d'électricité ;

- Forages sédimentaires à moyenne profondeur, compétitifs, délivrant un fluide chaud pour l'alimentation de réseaux de chaleur (Bassin Parisien et Aquitaine en France, Islande, etc.) ;
- Pompes à chaleur, sous condition d'un coefficient de performance élevé, permettant de prélever des calories dans un milieu chaud (le sol, l'eau) pour les restituer dans l'habitat, le commerce ou l'industrie. Ce type d'équipement est aujourd'hui banalisé et compétitif.

La biomasse. On doit ici parler « des biomasses » puisqu'on fait appel à six grands types de ressources (biodéchets, sous-produits cellulosiques, bois, cultures et plantations lignocellulosiques dédiées, cultures alimentaires et biomasse aquatique), pour alimenter sept grands types de marchés dont trois sont énergétiques (alimentation, amendements organiques, matériaux renouvelables, chimie du végétal, ainsi que biocarburants, biochaleur et bio-électricité). Certains de ces marchés sont en outre interdépendants (sous-produits de la filière bois valorisés en énergie, coproduits des filières biocarburant valorisés en alimentation animale et en chimie).

La ressource la plus importante est sans conteste le bois-énergie qui, au-delà de son usage domestique traditionnel mais fondamental, évolue très rapidement vers des usages collectifs et industriels de grosse puissance, y compris en cogénération. La limite à ce développement, qui n'a pas encore atteint sa pleine compétitivité, est à la fois celle de l'implantation de nouveaux réseaux de chaleur urbains ou tertiaires, et celle de nos capacités à mobiliser massivement des bioressources supplémentaires, notamment d'origine forestière, sans déstabiliser la forêt ni les filières du bois-matériau et de la fibre.

La ressource forestière disponible existe en suffisance dans la plupart des pays, et sera de ce fait massivement sollicitée (plaquettes forestières). Mais ses contraintes de mobilisation sont nombreuses et sa compétitivité non garantie face à des unités de grande puissance (par exemple : la fourniture annuelle d'une puissance bioélectrique de 1 MWe nécessite 14 000 tonnes de biomasse).

À terme, dans une décennie, le développement éventuel de filières de production de biocarburants (ou de chimie du végétal) de seconde génération, d'origine lignocellulosique, viendra accroître encore la sollicitation des bioressources forestières, mais aussi agricoles. On peut alors penser, sous réserve



Éolienne en plaine de Champagne, France.
Photo: Claude Barbier

de la compétitivité, non garantie, de ces filières, que des productions lignocellulosiques dédiées, contractualisées, verront massivement le jour en forêt comme sur des terres agricoles. Le débat sur la compétition entre alimentation et énergie est donc loin d'être clos!

En attendant, ce sont déjà des millions d'hectares de canne à sucre, maïs, soja, palmier à huile, colza, céréales et betteraves qui sont consacrés, dans le monde, aux biocarburants de première génération. Ils permettent d'incorporer, avec des performances énergétiques et « effet de serre » croissantes, de plus en plus de carburants renouvelables dans la consommation pétrolière des transports, tout en fournissant pour certains des coproduits de grande valeur pour l'alimentation animale et la chimie.

La biomasse constitue donc, à moyen terme, une ressource renouvelable majeure pour répondre aux enjeux climatiques mondiaux, et en particulier pour satisfaire, non sans difficultés, les objectifs du « paquet énergie-climat » européen. Mais ses limites sont bien connues et tiennent au conflit d'usage inévitable des terres et des forêts, face à une population et à des besoins alimentaires croissants.

En guise de conclusion

France, Europe, Monde! Toute la communauté internationale a saisi le caractère incontournable des filières du renouvelable. Elles constituent aujourd'hui, et plus encore demain, un véritable moteur d'investissements, de croissance et d'emplois, malgré l'écart de compétitivité qui subsiste encore, pour la plupart d'entre elles, avec les énergies conventionnelles. Mais ces handicaps, les États ont eu la sagesse et l'anticipation de les pallier grâce à de multiples instruments de soutien (fiscalité, tarifs d'achat, aides, marché du carbone, etc.).

Au sein de ce bouquet énergétique, les filières de la biomasse, notamment d'origine forestière, sont en plein épanouissement. À la fois massives et diversifiées, elles offrent en outre à l'agriculture et à la sylviculture de nouveaux débouchés, de la valeur ajoutée locale et beaucoup d'emplois.

Le contexte est donc durablement favorable à cette « croissance verte », mais il convient de ne pas oublier, d'une part, que *la priorité doit rester à la réduction de nos consommations énergétiques* et, d'autre part, que *les bioénergies doivent rester complémentaires et compatibles avec les productions alimentaires et les filières du bois-matériau et de la fibre.* 🌱

Les énergies renouvelables en Europe

La dépendance croissante de l'Europe pour son approvisionnement énergétique et les préoccupations environnementales, liées aux conséquences présumées du réchauffement climatique, constituent un cadre favorable au développement des énergies renouvelables. Plusieurs pays européens ont, dès la fin des années 1990, mis en place une politique volontariste visant à favoriser l'accroissement des nouvelles énergies. Cette politique est devenue progressivement un objectif de l'Union européenne qui a affirmé sa volonté de jouer un rôle international majeur dans la protection du climat.

L'annonce la plus spectaculaire est l'engagement de réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne (UE) d'au moins 20%. Pour atteindre cet objectif, l'UE doit accroître considérablement l'efficacité énergétique et élever la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale de 7% à 20% à l'horizon 2020.

Des énergies renouvelables très inégalement développées

S'il existe incontestablement des potentialités importantes, elles sont néanmoins très inégales selon les pays et en fonction des limites existantes (tableau 1). Aussi peut-on se demander si ces objectifs très ambitieux ont une chance d'être atteints.

Les énergies renouvelables représentent une part encore très modeste de la consommation énergétique primaire puisqu'en 2006, dans l'ensemble constitué par l'Union européenne à 27, la Norvège et la Suisse, elle n'était que de 7,6%. Il s'agissait pour les deux tiers de l'utilisation de la biomasse, avec une part largement prédominante du bois et des déchets de bois pour produire principalement de la chaleur et donc chauffer des locaux. La force hydraulique représente la deuxième source d'énergie renouvelable avec un peu plus d'un quart du total et arrive largement en tête pour la production d'électricité. La part des autres sources d'énergie renouvelable, qui ont connu une croissance particulièrement forte au cours des dix dernières années, reste faible avec seulement 5% pour l'éolien, 4% pour la géothermie et 1% pour le solaire.



Michel DESHAIES

Michel DESHAIES est Professeur de géographie à l'Université de Nancy, en France, où il dirige le Centre de Recherche sur les Paysages (CERPA). Ses travaux portent plus particulièrement sur les paysages miniers, ainsi que sur les questions énergétiques en Allemagne et en Europe centrale.

michel.deshaies@univ-nancy2.fr

Tableau 1 – Évolution de la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie des pays de l'Union européenne de 1995 à 2006

	Total énergies renouvelables en 1995 (1000 tep)	Part dans la consommation d'énergie primaire en 1995 (%)	Total énergies renouvelables en 2006 (1000 tep)	Part dans la consommation d'énergie primaire en 2006 (%)	Accroissement des énergies renouvelables (1995-2006) en %
Allemagne (D)	6516	1,9	21169	6	+225
Autriche (A)	5862	21,7	7019	20,6	+20
Belgique (Bel)	599	1,1	1335	2,2	+123
Danemark (Dn)	1534	7,6	2957	14,1	+93
Espagne (Esp)	5602	5,4	9442	6,6	+69
Finlande (Fin)	6133	21,1	8654	22,9	+41
France (Fra)	18615	7,7	17261	6,3	-7
Grèce (Gr)	1289	5,3	1793	5,7	+39
Irlande (Ir)	155	1,4	420	2,7	+171
Italie (It)	7540	4,7	12198	6,6	+62
Luxembourg (Lux)	47	1,4	79	1,7	+68
Norvège (N)	11575	48,9	11604	46,4	0
Pays-Bas (P-B)	1151	1,5	2389	3	+108
Portugal (P)	3281	16	4320	17	+32
Royaume-Uni (R-U)	1950	0,9	4048	1,8	+108
Suède (Sv)	13073	25,9	14813	29,1	+13
Suisse (Ch)	4053	16,4	4486	16,7	+11
UE15 + Norvège et Suisse	88975	6,2	123987	7,8	+39
Les 12 nouveaux entrants	11743	4,1	19524	6,9	+66
UE27 + Norvège, Suisse	100718	5,9	143511	7,6	+43

Note : Les nouveaux entrants : Chypre (**Chy**), Estonie (**Est**), Lettonie (**Le**), Lituanie (**Lt**), Hongrie (**H**), Pologne (**Pol**), République Tchèque (**Tch**), Slovaquie (**Slova**), Slovénie (**Slov**), Bulgarie (**Bulg**), Roumanie (**Ro**).

Source : Eurostat

Tableau 2 – Part des différentes sources d'énergie dans la production d'énergie renouvelable des 29 pays européens en 2006

Hydraulique	Bois/Déchets de bois	Déchets urbains	Autres biomasses	Éolien	Géothermie	Solaire
27 %	47 %	8 %	8 %	5 %	4 %	1 %

Source : Eurostat

L'importance de la biomasse et des déchets dans la production énergétique renouvelable est due principalement à la place qu'elle occupe dans un certain nombre de grands pays comme l'Allemagne, la France, l'Espagne, la Suède et la Finlande, riches en ressources forestières. La production d'énergie à partir du bois et des déchets urbains dans ces cinq pays représente à elle seule 35% du total des énergies renouvelables des 29 pays, soit plus que l'ensemble de la production hydroélectrique, éolienne et solaire de toute l'Europe.

La production hydroélectrique est elle-même très concentrée dans six pays exploitant les deux grands châteaux d'eau montagneux à fort potentiel que sont les Alpes et la chaîne des Scandes. C'est ainsi que la Norvège, la Suède, la France, l'Italie,

l'Autriche et la Suisse fournissent ensemble les trois quarts de l'hydroélectricité de l'Europe des 29. La production d'hydroélectricité a aussi une certaine importance dans quelques pays relativement montagneux d'Europe centrale ou méditerranéenne comme l'Espagne, le Portugal, l'Allemagne et la Roumanie.

L'énergie éolienne n'est exploitée de façon significative que dans un très petit nombre de pays, en l'occurrence l'Allemagne, l'Espagne et le Danemark, qui produisent les trois quarts du total. Au Danemark et en Allemagne, elle est même devenue la première source d'énergie renouvelable pour la production d'électricité alors qu'en Espagne, elle est presque équivalente à la production hydroélectrique minimale des années sèches.



Éoliennes en Basse Lusace, Allemagne.

Photo : Michel Deshaies

Enfin, si l'exploitation de l'énergie solaire s'est développée de manière spectaculaire en Allemagne, en Grèce et en Autriche, sa contribution dépasse à peine 1% du total des énergies renouvelables.

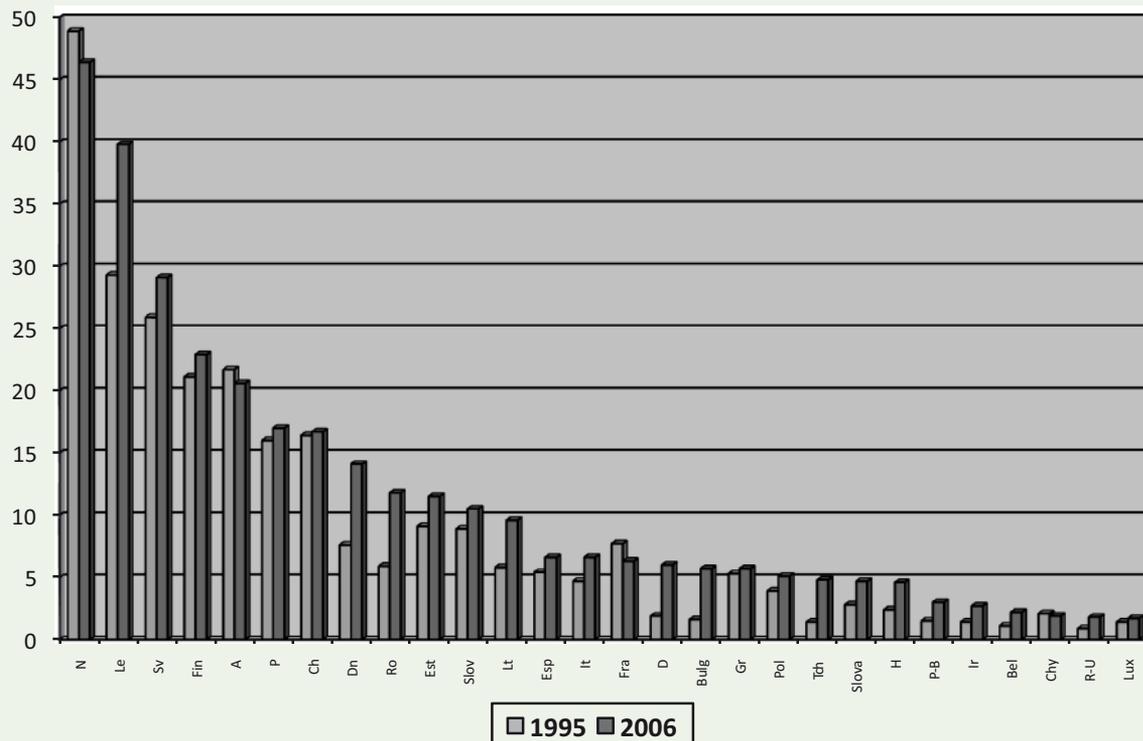
Au total, cependant, rares sont les pays où les énergies renouvelables fournissent plus de 15% de la consommation énergétique. Il s'agit uniquement de pays peu peuplés, exploitant un grand potentiel hydroélectrique ou une importante biomasse forestière. Les trois grands pays d'Europe du Nord (Norvège, Suède, Finlande), ainsi que la Lettonie atteignent ainsi des taux records allant de 23% (Finlande) à 46% (Norvège). Les deux pays alpins, la Suisse (17%) et l'Autriche (20%), ainsi que le Portugal (17%) affichent également une part importante d'énergies renouvelables. Enfin, grâce à une politique très volontariste d'exploitation de son potentiel éolien, le Danemark, presque dépourvu d'hydroélectricité et de forêts, a réussi récemment à se hisser parmi les pays ayant la plus forte proportion d'énergies renouvelables.

Dans les grands pays ayant beaucoup d'hydroélectricité et de ressources forestières comme l'Italie, l'Espagne, la France ou la Roumanie, les énergies renouvelables qui représentent un volume important, occupent cependant une place très limitée dans l'approvisionnement énergétique, de l'ordre de 6% pour les trois premiers et de 12% pour le dernier.

Les petits pays avec beaucoup de forêts (Lituanie, Estonie) ou d'hydroélectricité (Slovénie) ont aussi 10% d'énergies renouvelables. Comme pour le Danemark, on peut remarquer que l'Allemagne a réussi récemment à devenir, en volume, le premier producteur européen d'énergies renouvelables, principalement grâce à l'exploitation de la biomasse et, dans une moindre mesure, du potentiel éolien. Mais, par rapport à la consommation énergétique d'un pays de 82 millions d'habitants, la part des énergies renouvelables reste faible, atteignant tout juste 6%. Dans les autres pays relativement peu montagneux d'Europe centrale (Pologne, République tchèque, Hongrie), ou secs comme la Grèce, le faible potentiel hydroélectrique limite beaucoup les possibilités de développement des énergies renouvelables qui sont constituées principalement par l'exploitation de la biomasse forestière. Enfin, les plus faibles taux d'énergies renouvelables correspondent aux Îles britanniques et aux pays du Benelux, à la fois dépourvus de forêts et de potentiel hydroélectrique significatif.

Dans presque tous les pays (voir figure), l'évolution des dix dernières années a été marquée par la progression des énergies renouvelables. En effet, depuis le Protocole de Kyoto en 1997, l'Union européenne s'est engagée dans des objectifs de plus en plus ambitieux en matière de réduction des émissions de gaz

Évolution de la part (%) des énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale de 1995 à 2006



Source : Eurostat

à effet de serre et de développement des énergies renouvelables. C'est ainsi que le plan d'action décidé à l'échelle communautaire et mis en œuvre dans le cadre de la Directive européenne de septembre 2001 préconisait de faire passer la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité, de 14% en 1997 à 22% en 2010, ce qui revenait à doubler la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique primaire. Mais c'est un objectif beaucoup plus ambitieux qui a été adopté au Sommet européen de Bruxelles en mars 2007, puisqu'il s'agit en l'occurrence de porter cette part à 20% en 2020. Pourtant, si un certain nombre de pays européens se sont engagés dans des politiques très volontaristes, l'évolution observée au cours des dix dernières années laisse apparaître de sérieuses limites à la progression souhaitée.

Une progression et un potentiel relativement limités

Entre 1995 et 2006, l'essor des énergies renouvelables a été important en volume, puisque la production en tonnes équivalent pétrole (tep) a augmenté de

plus de 40%. Cependant, force est de constater que les progrès rapportés à la consommation énergétique totale sont pour le moins modestes puisque la part des énergies renouvelables pour les 29 pays n'est passée que de 5,9% à 7,6% (voir tableau 1). Cette progression limitée est principalement la conséquence de la poursuite de l'accroissement de la consommation énergétique totale de près de 10% entre 1995 et 2006. Ainsi, en volume, la production d'énergies renouvelables dans l'ensemble des 29 pays a certes augmenté de 43 millions de tep entre 1995 et 2006, mais parallèlement, la croissance de la consommation énergétique primaire a été de plus de 167 millions de tep. L'influence de cette évolution se mesure au fait que, si la consommation énergétique n'avait pas augmenté entre 1995 et 2006, la part des énergies renouvelables aurait atteint 12% en 2006. Il apparaît dès lors, qu'en l'absence de maîtrise de la croissance de la consommation énergétique, l'objectif de 20% d'énergies renouvelables ne pourra pas être atteint, à moins que d'ici dix ans on parvienne à faire de grands progrès dans l'efficacité énergétique et à stabiliser ou même à réduire la consommation.

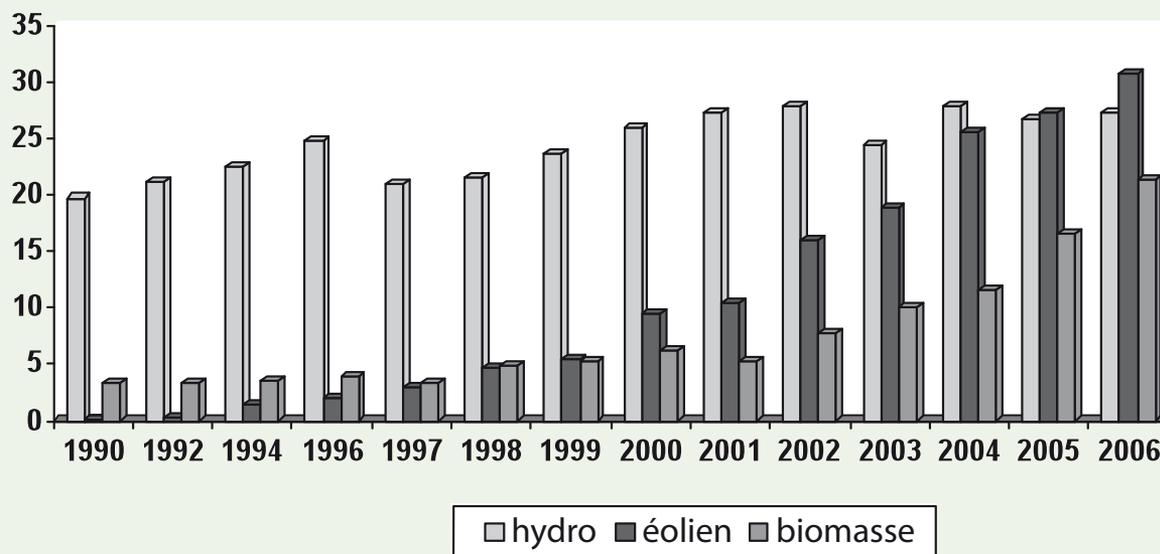
De plus, l'accroissement en volume de la production des énergies renouvelables entre 1995 et 2006 a été surtout porté par la forte progression dans quelques pays qui ont mis en place une politique volontariste sous la forme d'un important arsenal législatif destiné à aider fortement le développement des énergies renouvelables, comme l'Allemagne ou le Danemark. En Allemagne, par exemple, les mesures

incitatives sont pour l'essentiel réunies dans la loi sur les énergies renouvelables qui a été adoptée le 1^{er} avril 2000. Cette loi oblige par exemple les électriciens exploitants à racheter prioritairement l'électricité produite à partir des sources d'énergie renouvelables et surtout, elle assure une forte augmentation de la rémunération¹ du courant «écologique».

Le cas de l'Allemagne

En quelques années, l'Allemagne est devenue le champion du monde du développement des énergies renouvelables et en particulier des éoliennes, dont les grandes hélices sont désormais des éléments caractéristiques des paysages allemands. Avec 18685 éoliennes et 20622 MW de puissance installée à la fin de l'année 2006, l'Allemagne possède en effet le premier parc éolien au monde. Il faut souligner la rapidité avec laquelle ce parc éolien s'est développé puisqu'en seulement huit ans, de 1998 à 2006, sa puissance installée a été multipliée par 7. Avec une production de 30,7 TWh en 2006, soit 4,8 % de l'électricité produite en Allemagne, les éoliennes sont même devenues la première source de production d'électricité à partir d'énergie renouvelable puisqu'elles dépassent désormais l'hydroélectricité.

Évolution de la production d'électricité éolienne, hydraulique et à partir de la biomasse en Allemagne (en milliards de kWh, TWh)



Source : Eurostat

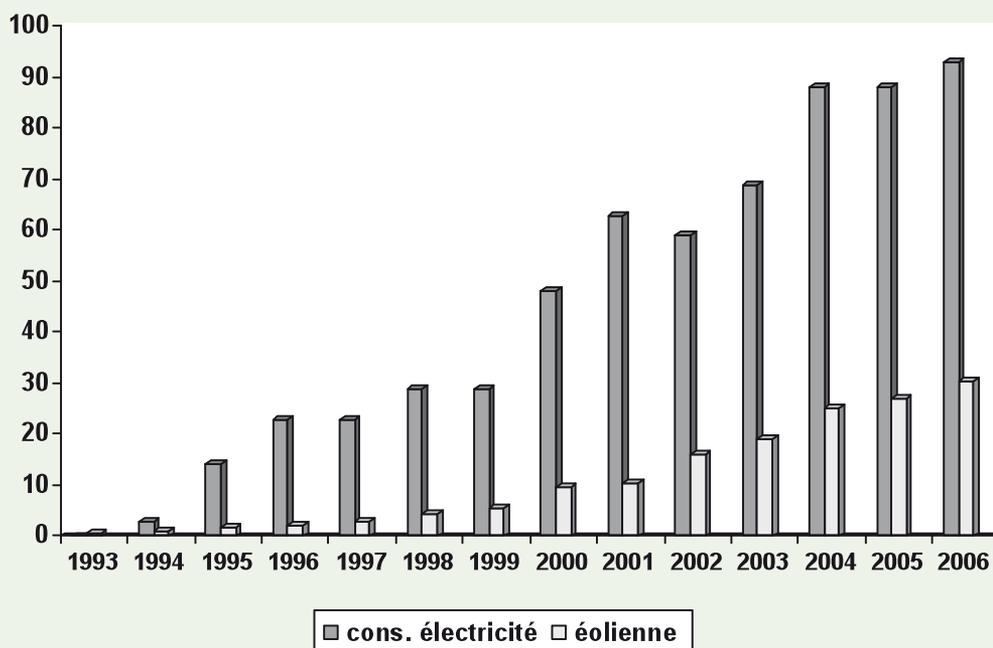
Plus discret que le développement de l'éolien, l'essor de l'utilisation de la biomasse* pour produire de l'électricité n'en est pas moins spectaculaire. Restée insignifiante jusqu'à la fin des années 1990, celle-ci a depuis lors quadruplé pour atteindre 21 TWh en 2006. Elle est en tout cas très supérieure à la production d'électricité à partir de l'énergie solaire captée par des cellules photovoltaïques qui s'élevait à tout juste 2 TWh en 2006. Au total, en 2006, les énergies renouvelables ont représenté 6 % de la consommation énergétique primaire et ont fourni environ 12 % de la production d'électricité du pays.

* Il s'agit de produire du biogaz à partir des déchets agricoles, forestiers, municipaux et industriels. Ce biogaz est ensuite brûlé pour générer de la vapeur et produire de l'électricité comme dans les centrales thermiques.

1. La rémunération du courant électrique issu des énergies renouvelables varie fortement de 6,19 à 9,1 centimes d'euro pour l'éolien jusqu'à 50 centimes d'euro pour les cellules photovoltaïques.

L'objectif que s'est assigné l'Allemagne est à long terme particulièrement ambitieux, puisqu'il s'agit de faire passer la part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie de 5 % en 2004 à 50 % à l'horizon 2050. Pour atteindre cet objectif, on compte beaucoup sur le développement de l'utilisation des énergies renouvelables pour la production d'électricité. Leur part, qui a atteint 12 % en 2006, a ainsi doublé depuis 1998 et devrait être d'au moins 20 % en 2020. Dans cette optique, on prévoit de continuer à développer très fortement l'énergie éolienne dont la part devrait être portée à 10 % de la production d'électricité en 2020 et à 25 % en 2025, grâce à un fort accroissement des capacités installées à la fois sur le continent et offshore puisqu'il est prévu de construire plusieurs parcs de gigantesques éoliennes à plus de 40 km au large des côtes de la mer du Nord.

Augmentation annuelle de la consommation d'électricité et évolution de la production éolienne depuis 1993, année du minimum de consommation depuis 1990 (en TWh)



Source : BMWT, Eurostat

Pourtant, les scénarios optimistes, qui prévoient une forte croissance de la part des énergies renouvelables, s'appuient principalement sur le prolongement de la diminution de la consommation consécutive à la réunification allemande. En effet, la restructuration économique de l'Est a mis un terme à la gabegie énergétique de l'économie dirigée. Mais il faut souligner qu'une fois supprimées les principales sources de gaspillage de l'énergie, l'évolution observée depuis le milieu des années 1990 a été marquée par une augmentation de la consommation. Si on prend l'exemple de la consommation d'électricité, on constate qu'après une baisse de 4 % entre 1990 et 1993, due à la désindustrialisation dans les nouveaux Länder, elle n'a pas cessé depuis lors d'augmenter, passant de 527 TWh en 1993 à 619 TWh en 2006, soit en moyenne une augmentation de 7 TWh par an. Depuis 2000, l'augmentation annuelle de la consommation s'est même accélérée dépassant 45 TWh, soit beaucoup plus que la production d'électricité éolienne en 2006 (30 TWh). Autrement dit, l'augmentation de la consommation a été en volume plus de trois fois supérieure à celle de l'énergie éolienne qui, à aucun moment, n'a pu couvrir l'accroissement de la demande. Même si le développement de la consommation se poursuit à un rythme beaucoup plus faible au cours des dix prochaines années, cela signifie que le développement du parc d'éoliennes ne pourrait même pas compenser l'augmentation de la consommation. Il paraît dès lors exclu que les énergies renouvelables puissent compenser, même partiellement, une forte réduction et à plus forte raison la suppression de l'énergie nucléaire à l'horizon 2020, pourtant prévue par la loi entrée en vigueur en 2002.

C'est ainsi que la seule croissance de la production allemande représente plus du tiers du volume de l'accroissement des énergies renouvelables en Europe (voir tableau 1). Si on y ajoute les productions de l'Italie, de l'Espagne et du Danemark, on arrive à 58% de la croissance totale en Europe. Mais des pays plus « inattendus », comme la République tchèque et la Bulgarie, se signalent aussi par des taux de progression parmi les plus élevés d'Europe et cela grâce à la montée en puissance de la centrale hydroélectrique du Danube en Bulgarie, alors que pour la République tchèque, c'est une conséquence de l'essor de l'utilisation de la biomasse forestière qui fournit cinq fois plus d'énergie qu'en 1995. À l'inverse, on peut remarquer que, dans la plupart des pays utilisant la plus forte proportion d'énergies renouvelables pour leur consommation (Norvège, Suède, Finlande, Autriche, Suisse, Portugal, France), la progression des énergies renouvelables a été faible, voire inexistante pour la France et la Norvège.

Compte tenu des évolutions inégales observées à l'intérieur de l'Europe, la capacité des énergies renouvelables à remplacer les énergies fossiles semble encore bien insuffisante, tout du moins à moyen terme.

Compte tenu des évolutions inégales observées à l'intérieur de l'Europe, la capacité des énergies renouvelables à remplacer les énergies fossiles semble encore bien insuffisante, tout du moins à moyen terme. Ces limites ne sont pas seulement le produit d'une insuffisante volonté de les développer puisqu'elles apparaissent aussi dans les pays qui, comme l'Allemagne ou l'Espagne, ont mis en place une politique très volontariste de développement des énergies renouvelables.

Conclusion

Au seuil du XXI^e siècle, le débat sur l'énergie et l'environnement dans l'Union européenne porte principalement sur l'accroissement de l'efficacité énergétique et sur la capacité des énergies renouvelables à assurer une part croissante de l'approvisionnement de l'Europe. L'essor important des nouvelles énergies renouvelables dans un petit nombre de pays s'inscrit dans la double perspective de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de substitution au nucléaire qui reste la première source de production d'électricité. C'est dans ce contexte que les premières années du XXI^e siècle ont été marquées par un essor impressionnant des éoliennes dans des pays comme le Danemark, l'Espagne et l'Allemagne, et de l'utilisation de la biomasse dans un plus grand nombre de pays parmi lesquels l'Allemagne figure aussi au premier rang.

Pourtant, malgré des politiques très volontaristes de subventionnement de ces nouvelles énergies renouvelables, il faut bien constater que leur part dans le bilan énergétique a relativement peu augmenté, notamment en raison de la forte croissance de la consommation. Les seules énergies renouvelables relativement importantes restent la biomasse forestière et l'hydroélectricité, du moins dans les pays suffisamment montagneux et forestiers.

Dans ces conditions, développer les énergies renouvelables à hauteur de 20% du bilan énergétique à l'horizon 2020 paraît d'ores et déjà un objectif démesurément ambitieux, qui ne pourra être atteint en l'absence d'une maîtrise de la croissance de la consommation. Si celle-ci figure bien dans les objectifs approuvés au Sommet de Bruxelles en mars 2007, puisqu'il a été convenu d'atteindre en 2020 une diminution de la consommation de 20% par rapport au niveau de 1990, l'évolution récente, marquée par une croissance importante, semble plutôt être en contradiction avec cet objectif. 🌱

Le bois-énergie en France

En expansion régulière depuis plus d'un siècle, la forêt française métropolitaine est la troisième plus grande forêt de l'Union européenne. Avec plus de quinze millions d'hectares, elle couvre plus du quart du territoire national; les grandes régions forestières se situent à l'ouest d'un axe sud-ouest/nord-est. La forêt française est aux trois quarts privée appartenant à une multitude de propriétaires, plus ou moins engagés dans la gestion de leur patrimoine.



Laure VALADE

Laure VALADE est Ingénieur du génie rural des eaux et des forêts. Elle est chargée de la mise en œuvre et du suivi des politiques et des outils en faveur des bioénergies au Bureau de la biomasse de la Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche en France.

Le bois : première énergie renouvelable

Traditionnellement, le bois a toujours été utilisé pour l'énergie. Avec le développement des énergies fossiles au cours des XIX^e et XX^e siècles, la valorisation énergétique de la forêt a laissé place à d'autres débouchés (papier, panneaux) à côté des usages matériaux plus classiques. Si, aujourd'hui, le bois d'œuvre et le bois industrie représentent la plus large part de la valorisation française de bois, la forêt apporte toujours une importante contribution aux énergies renouvelables, puisque près de 60 % des énergies renouvelables proviennent du bois.



Granulés et sciures de bois.
Photo : Claude Barbier

Le bois-énergie est utilisé principalement dans le secteur domestique où, avec une consommation de 7,4 Mtep en 2006, il représente 80 % des usages énergétiques bois (bois-bûche essentiellement). On le trouve ensuite, pour 18 %, dans le secteur

industriel, tout particulièrement dans les industries du secteur papetier et du bois, où les sous-produits de type sciures, écorces, résidus papetiers sont utilisés pour la production de chaleur et d'électricité. La politique énergétique actuelle vise désormais le développement de l'utilisation du bois dans les secteurs collectif et tertiaire (immeubles à usage d'habitation ou de bureaux et équipements collectifs tels que des hôpitaux, gymnases, écoles).

 laure.valade@agriculture.gouv.fr

Nouveaux enjeux

Enjeux énergétiques

Les nouveaux objectifs, retenus à la fois dans le cadre du paquet énergie-climat européen et par le Grenelle de l'environnement, visent à atteindre au moins 23 % d'énergies renouvelables dans le bilan énergétique global en 2020. Cet objectif d'augmenter de 20 Mtep supplémentaires la production d'énergies renouvelables qui était évaluée à 16 Mtep en 2006 va conduire à développer encore plus fortement le bois-énergie. Un tiers de cet objectif reposera sur la biomasse, dont le bois, pour de la chaleur et de l'électricité.

Pour atteindre l'objectif de 7,5 Mtep de chaleur et d'électricité renouvelables supplémentaires à partir de biomasse en 2020, on a fixé un objectif intermédiaire de 1,9 Mtep de chaleur et d'électricité supplémentaires produites à partir de biomasse d'ici à 2012. Avec deux outils majeurs pour atteindre cet objectif :

- le Fonds Chaleur, géré par l'ADEME, visant à soutenir la production de chaleur d'origine renouvelable. Ce fonds conduira à des besoins en biomasse totale de 1,1 Mtep/an d'ici à 2012 ;
- des appels d'offres nationaux soutenant les projets de cogénération (production d'électricité et de chaleur). Ils nécessiteront, à partir de 2012, la mobilisation d'environ 1,5 Mtep/an de biomasse supplémentaire.

Un troisième outil est le tarif de rachat de l'électricité produite à partir de bois, qui est en cours de révision en France.

Enjeux pour la forêt

Le Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, s'appuyant sur une étude du Cemagref, estime que la forêt pourrait fournir 4 Mtep, soit 20 % de l'effort attendu pour atteindre en 2020 les objectifs fixés. Cette contribution nécessitera un effort de mobilisation de bois sans précédent : 12 Mm³ supplémentaires de bois pour le seul bois-énergie, cela sans compter 9 Mm³ supplémentaires pour le bois d'œuvre avec ses sous-produits disponibles pour l'énergie. Au total, cela représenterait en 2020 un accroissement de 60 % de

la récolte forestière actuellement commercialisée. Il s'agit d'un véritable défi économique pour la filière forêt-bois lorsque l'on sait que le marché du bois est peu élastique et que l'offre n'y suit pas systématiquement la demande. De multiples raisons expliquent cela : propriétés morcelées, gestion insuffisante, voire inexistante, pour de très nombreuses propriétés forestières privées, revenus irréguliers de l'exploitation, manque de desserte des forêts, faiblesse des structures collectives, difficultés de l'exploitation...

La forêt française est ainsi gérée de longue date selon des principes de gestion durable intégrés dans la réglementation (code forestier) et développés en cohérence avec nos engagements internationaux.

Au-delà des aspects économiques, cette mobilisation présente également un fort enjeu environnemental à l'échelle de notre pays. Mais les évaluations de la ressource forestière réalisées ces dernières années montrent que la disponibilité physique de 21 Mm³ existe en tenant compte de scénarios de gestion durable.

La gestion durable des forêts

La forêt assure diverses fonctions et offre des produits et des services variés : production de bois matériau ou énergie, maintien de la biodiversité, contribution au cycle de l'eau, qualité des paysages, contribution à la réduction des gaz à effet de serre, espaces pour le tourisme et les loisirs nature, paysages... Pour ce qui est spécifiquement du bois, la forêt produit un peu plus de 100 Mm³ chaque année et la récolte annuelle atteint 60 Mm³, soit un taux de prélèvement d'environ 60 %. Ajoutons que la production et la récolte de bois alimentent tout une filière économique d'exploitation et de transformation de la matière première.

L'un des fondements de la politique forestière consiste à assurer les conditions d'une gestion durable des forêts, c'est-à-dire à maintenir le patrimoine boisé dans son intégrité et sa diversité et permettre que l'ensemble des fonctions économique, écologique et sociale puisse ainsi être assuré de manière pérenne et équilibrée. La forêt française est ainsi gérée de longue date selon des principes de gestion durable intégrés dans la réglementation (code forestier) et développés en cohérence avec nos engagements internationaux. De manière complémentaire, les acteurs de la filière développent une démarche de certification de la gestion durable des forêts.



Récolte de bois en forêt de Bercé, en France.
Photo: Jean Claude Borie

Dans ce contexte, les travaux du Grenelle de l'environnement et des Assises de la forêt, qui ont associé tous les acteurs concernés, ont permis de dégager un large consensus en faveur de la forêt: «produire plus tout en préservant mieux la biodiversité: une démarche territoriale concertée dans le respect de la gestion multifonctionnelle des forêts».

En ce qui concerne la mobilisation du bois, les principales mesures proposées visent à inciter les propriétaires à mener une gestion forestière dynamique, au travers de mesures fiscales ou d'incitations à une gestion groupée. À ce titre, le dispositif d'encouragement fiscal à l'investissement en forêt est renforcé dans la loi de finances 2009 sur son volet travaux et complété par un volet contrat. Ce dispositif incitera les propriétaires à mettre leur forêt en gestion effective et à apporter les produits des coupes aux entreprises utilisatrices. D'un point de vue général, tous les soutiens publics aux propriétaires devraient à terme être conditionnés à une gestion effective et durable des forêts.

L'encouragement à la production de bois d'œuvre est également un axe fort de la nouvelle politique. En effet, si l'usage énergétique est appelé à prendre de l'ampleur, le développement du bois d'œuvre

doit rester une priorité, car lui seul permet une valorisation optimale de l'ensemble de la chaîne d'exploitation et de transformation du bois avec des débouchés pour tous les usages, dont le bois-énergie. En effet, la production de bois d'œuvre fournit, lors de sa fabrication et en fin de vie, d'importantes quantités de bois-énergie.

La question de la bonne utilisation des ressources de la biomasse à des fins énergétiques est également ouverte au niveau européen. La Directive européenne sur le développement des énergies renouvelables prévoit un régime de viabilité environnementale d'abord pour les biocarburants, puis pour les autres usages énergétiques de la biomasse. La question du prélèvement de la matière primaire se pose. D'ores et déjà, les textes cherchent à protéger les espaces sensibles (notamment forêts primaires et espaces protégés) et à éviter la déforestation. Par ailleurs, différentes démarches de normalisation pour la durabilité de la production de biomasse à des fins énergétiques sont en cours d'étude aux niveaux européen et international. Dans ce nouveau contexte, les critères de gestion durable de la forêt sont appelés à évoluer pour mieux prendre en compte les nouveaux enjeux. 🌱

L'utilisation du bois pour l'énergie

Jean-Pierre Léonard dresse un tableau général de ce que l'on pourrait appeler des « formes » de forêt sur la base des relations qui lient les sociétés, à un moment donné de leur développement, à leurs espaces boisés. C'est le résultat d'une étude comparative de nombreuses situations qu'il a pu examiner au cours de ses voyages et dans son travail d'étude. S'il s'inscrit dans l'évolution des sociétés et si, ce faisant, il accompagne l'histoire, il n'a pas pour ambition d'en traduire toutes les péripéties.

L'histoire des forêts est aussi une histoire des luttes et des conflits entre des intérêts souvent contradictoires qui s'opposèrent et s'opposent encore avec violence. Éleveurs contre agriculteurs. Cueilleurs contre propriétaires. Promeneurs contre chasseurs. Brigands contre maréchaussées. Animistes contre religieux. Colonisateurs contre autochtones...

Ainsi, si des formes de forêt ont pu se dégager et dominer en fonction des niveaux de développement des sociétés et de leur densité de population, de nombreux faciès ont à chaque époque cohabité dans la concurrence et la complémentarité. Au Moyen Âge, en France par exemple, si les seigneurs se réservent d'importants territoires de chasse, le clergé aménage de vastes espaces tout en assurant sa domination sur les forces maléfiques, tandis que le monde rural et paysan va chercher dans les espaces boisés les compléments de ressource qui lui sont nécessaires. Autant d'usages qui dessinent autant de forêts et que les édits royaux tentent régulièrement, mais souvent de manière douloureuse, de réguler. Les sociétés évoluent et le combat pour la maîtrise de la forêt continue, prenant parfois des formes particulièrement violentes. La guerre du bois a bien eu lieu.

Aujourd'hui, partout dans le monde, on peut observer les luttes que se livrent des groupes aux attentes et aux intérêts contradictoires. Chacun agissant, consciemment ou non pour, *in fine*, dessiner des types forestiers contrastés. Ajoutons, pour compléter notre survol des facteurs de diversification, que nombreuses sont les guerres, étrangères à tout projet forestier, dont les impacts marquent pour longtemps les paysages sylvestres.

Le comportement de l'homme vis-à-vis de la forêt a toujours été paradoxal. Peut-être parce que ses lointains ancêtres en avaient été chassés, il s'en est tenu éloigné, tout en cherchant à jouir de ses bienfaits, il a voulu en ordonner la sauvagerie tout en craignant d'en déranger les mystères. Inconsciemment, il l'a voulue multiple afin qu'elle continue de nourrir notre imaginaire des rêves les plus enchantés et des peurs les plus intenses. Comme le feu.

Une source d'énergie à travers les âges

Un survol de la longue histoire du bois de feu conduit de prime abord à l'événement fondateur que fut pour les sociétés humaines la maîtrise du feu. Nos lointains prédécesseurs, ces furtifs acteurs des écosystèmes, ont alors acquis des moyens accrus pour rabattre leur gibier et protéger leurs lieux de vie. La cuisson des aliments en multipliait pour eux le profit. Les derniers aborigènes indépendants étaient hier encore les acteurs d'un usage systématique des feux de brousse qui a modelé de très longue date la consistance du manteau végétal australien.

Avec la révolution néolithique, les jardins taillés dans la forêt ne produisaient de récolte qu'autant que la cendre des feux qui avaient permis leur installation n'était pas encore lessivée. En savane boisée comme dans les garrigues, les feux annuels assuraient le renouvellement des pâturages. Sous des climats tempérés humides, les Amérindiens du Nord ou les ruraux de l'Europe du Moyen Âge utilisaient largement les feux de sous-bois pour maintenir une forêt claire, favorable au pacage des herbivores sauvages ou domestiques.

Par rapport à ces usages mal maîtrisés qui perdurent et auxquels s'ajoutent actuellement dans le monde tropical d'immenses incinérations agricoles, les récoltes de bois de feu relèvent le plus souvent d'une gestion singulièrement plus économe de la nature. Nous tenterons d'en tracer un tableau d'ensemble à partir des relations spécifiques liant des sociétés ayant atteint un stade identifié de leur développement avec leurs espaces boisés.

Il est utile de rappeler au préalable quelques propriétés des combustibles ligneux. Leur origine vivante leur donne une variabilité intrinsèque qui se révèle à plusieurs niveaux : nature de l'arbre, place du prélèvement, siccité, nature de la transformation déjà subie par la matière ligneuse. Toutes choses étant égales par ailleurs, leur pouvoir calorifique varie du simple au double en fonction de leur teneur en eau. Il en résulte une contrainte de ressuyage pour les bois forestiers, et la faveur donnée aux produits connexes de leur transformation mécanique. La carbonisation, procédé ancien et efficace, conduit à un produit sec, léger, facile à transporter, aux caractéristiques homogènes et permettant d'atteindre de hautes températures. Toute amélioration des propriétés calorifiques de la matière ligneuse ampute son rendement matière, sauf à profiter des effets d'une transformation liée à un autre usage principal.

Du fait de sa nature renouvelable, le bois est par excellence un combustible dont le bilan carbone est neutre. Cela est particulièrement vrai s'il est utilisé dans des



Jean-Pierre LÉONARD

Jean-Pierre LÉONARD est Ingénieur agronome et des eaux et forêts, Docteur en géographie. Il a formalisé sa longue expérience de gestionnaire public et privé en forêt tropicale et en forêt cultivée du Sud-Ouest de la France en décrivant une gamme de types de boisements générés, sur tous les continents, par la densité des sociétés humaines et leur richesse matérielle.

jean-p-leonard@wanadoo.fr

installations capables de brûler la totalité des gaz inflammables et de piéger les particules.

En s'appuyant sur le fait que les sociétés à des stades définis de leur densité de population et de leur produit intérieur brut par habitant (PIB/hab) font apparaître des types physiologiques d'espaces forestiers identifiables sur le terrain, nous examinerons le sort réservé, à chaque stade, au besoin en bois énergie domestique, artisanal ou industriel.

Nous voudrions, enfin, montrer que la prise en compte de ce déterminisme sociétal peut aider à mieux planifier les moyens d'une gestion durable des espaces forestiers incluant la satisfaction d'une partie des besoins énergétiques.

Les quatre grands types de forêt

Les sociétés humaines génèrent, spontanément ou de propos délibéré, à chaque étape de leur développement, des formes forestières. Celles-ci sont reconnaissables par des traits qui se surimposent à la mosaïque des caractères induits par les facteurs climatiques et édaphiques. Une stabilité ou l'explosion des performances des communautés humaines conduit à la durabilité de la physiologie de leurs forêts ou à l'apparition d'autres types d'espaces boisés.

Quatre grands modèles se succèdent au fil du temps¹:

1. la Forêt de Subsistance vouée à la satisfaction des besoins alimentaires des hommes et de leur bétail. Un exemple en est celle de l'Europe en 1300 avec un PIB/hab de 500 \$US (1990) et une densité moyenne de 18 habitants par kilomètre carré (hab/km²);
2. la Forêt Industrielle pour la fourniture en bois de feu de la proto-industrie ou de l'industrie. Cela correspond à la forêt française en 1820 avec un PIB/hab de 1200 \$US et une densité de 50 hab/km²;
3. la Futaie Régulée pour la production durable de bois d'œuvre. C'est celle de l'Allemagne en 1913 avec un PIB/hab de 4000 \$US et une densité de 180 hab/km²;
4. la Forêt-Friche, ou Forêt-Sanctuaire ne visant plus l'obtention de produits échangeables. C'est le cas au Japon en 1994 avec un PIB/hab de 20000 \$US et une densité de 320 hab/km².

1. Jean-Pierre Léonard, *Contribution à la Typologie des principaux systèmes forestiers*, Presses universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, 2002.

Jean-Pierre Léonard, *Forêt vivante ou désert boisé*, L'Harmattan, Paris, 2003.

Chacun de ces types de forêt est facilement reconnaissable.

Le PIB/hab, lui-même lié à la capacité individuelle de production de biens et à la productivité du travail, rend compte de l'aptitude de l'homme à agir sur les espaces boisés et, par ailleurs, fixe la nature des besoins qu'il projette sur eux. La liaison entre un niveau de caractéristiques de la société et la présence d'une des quatre formes forestières peut être établie par superposition de plans représentatifs de caractéristiques de ces deux mondes différents. Les plages relatives à chaque modèle forestier sont distinctes.

Produits ligneux et bois-énergie par type de forêt

La description des utilisations diverses, et en particulier énergétiques, des espaces boisés observées dans chacun des quatre types forestiers tient compte du fait que c'est l'émergence d'un nouvel usage qui provoque une nouvelle organisation de l'espace. Pour autant, les autres utilités de la forêt se maintiennent parfois longtemps. C'est le cas pour la fourniture de combustible ligneux qui a toujours été une des utilités les plus courantes, alors que son influence sur la physiologie n'a été que rarement déterminante.

Les ligneux et le bois de feu en Forêt de Subsistance

La Forêt de Subsistance, forme majeure d'espace boisé anthropisé

Durant l'essentiel de son existence et sur la plus large part de ses territoires, le besoin majeur projeté par l'humanité sur les forêts est celui de la nourriture. Alors même que toute l'énergie non musculaire et une large part de ses outils et de ses précaires abris provenaient de matières ligneuses, la forêt était avant tout l'espace nourricier où, à la chasse et à la cueillette, la révolution néolithique avait adjoint les quelques récoltes permises par la cendre de défrichements toujours renouvelés.

Ces forêts anciennes anthropisées se présentaient comme des formations claires. Ainsi, les boisements de la Nouvelle-Angleterre, loin de constituer des forêts cathédrales tempes de la seule nature qu'avait imaginées au XIX^e siècle Henry Thoreau, étaient l'objet d'une appropriation sourcilieuse par les Amérindiens. Ils les avaient modelés en forêts-parcs adaptées à leurs besoins alimentaires. Cette

agriculture itinérante, dont l'humanité a dépendu sur tous les continents, mobilisait une telle part de la force de travail que toute la surface mise en culture devait être consacrée à la production des aliments de base. Nos ancêtres européens du Moyen Âge ne disposaient que de très rares prairies, et c'est la forêt avec ses glands et ses feuilles qui constituait la base alimentaire pour les animaux de la ferme.

En Europe, la forêt nourricière est restée largement présente jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. La forêt de



Gravure extraite du livre *De l'exploitation des bois*, publié par Henri Louis Duhamel du Monceau en 1764.

Gâtine de Pierre Ronsard « dont l'ombrage incertain lentement se remue (aux pieds d'un berger) », en témoigne et mieux encore les brouillards de Rocroi. Cependant, le changement majeur était déjà intervenu bien avant, avec une première révolution frumentaire qui avait instauré une agriculture permanente fondée sur l'assolement triennal, et l'heureuse conjonction de l'agriculture et de l'élevage. Pour autant, le berger est resté dans nos pays l'ennemi désigné des forestiers avant que le rôle de destructeur des arbres ne soit endossé par les maîtres de forges.

C'est le malheur de beaucoup de pays tropicaux de n'avoir que très partiellement apprivoisé les principes d'une agriculture permanente adaptée au climat qui, avec la rizière et la fertilisation organique des terres de labour, ont permis des poussées démographiques précoces et durables en Extrême-Orient.

Le bois de feu en Forêt de Subsistance

En Forêt de Subsistance, le volume des prélèvements ligneux n'est pas considérable et compte moins que l'élevage du bétail. L'essentiel en est composé par le bois de feu, mais celui-ci est récolté de façon si discrète qu'il suscite peu l'attention, ce qui fut aussi longtemps le cas sous les tropiques. Il en allait ainsi pour la demande de charbon de bois de l'artisanat du métal ou du verre émanant d'ateliers transportables de faible capacité.

Les volumes globaux les plus consistants concernaient le bois mobilisé par les besoins domestiques quotidiens, quoique ceux-ci n'aient fait qu'une place restreinte au chauffage. Nos ancêtres, dans des pays à hiver rigoureux, se chauffaient peu. Ce trait était valable pour les populations de l'Extrême-Orient au siècle dernier, mais le temps où les hygiénistes français proscrivaient les braseros dans les galetas parisiens n'est pas tellement plus éloigné.

Le bois de cuisine lui-même ne représente, au stade de la Forêt de Subsistance, qu'une ponction légère et non valorisable sur les boisements. Si les seigneurs, jusqu'à la fin du Moyen Âge, nous paraissent si libéraux en permettant à leurs tenanciers de récolter largement bois morts ou arbres morts, c'est qu'ils n'en avaient alors aucun autre usage.

La tradition d'un bois de cuisine « bien de nature » inépuisable s'est perpétuée dans des pays qui peinent à sortir de la pénurie comme le prouvent les interminables corvées de bois de tant de villageois du Sahel.

Les ligneux et le bois de feu en Forêt Industrielle

La Forêt Industrielle, réponse à une demande concentrée de bois

La Forêt Industrielle est le premier espace organisé pour la production durable de bois. Elle a pris naissance aux Temps modernes quand la demande de métal a fait surgir, le long de ruisseaux, des hauts-fourneaux à feu continu dont les lourdes structures permanentes ont vite épuisé la capacité des espaces boisés pâturés, et donc lacunaires, des alentours.

La demande en charbon de meule dans un rayon de peu de kilomètres a donné une valeur au bois sur pied, ce qui a conduit les propriétaires à procéder à des « réformations » consistant à bannir le bétail et à contrôler à un bas niveau les ponctions de ligneux traditionnelles des villageois.

Parallèlement, la collecte par pieds d'arbres correspondant à un besoin ponctuel était remplacée par la coupe rase de toutes les tiges d'un lot d'un quadrillage implanté une fois pour toutes. Il y avait autant de lots que d'années de croissance des rejets de souche. La continuité du boisement était assurée sans aucun reboisement, au prix de quelques dégagements des recrûs. Cette formule de taillis en coupe réglée ne convenait qu'aux arbres susceptibles de rejeter et de supporter le découvert, et particulièrement au chêne pédonculé.

On a alors cessé de calculer les surfaces des massifs en nombre de têtes de bétail à accueillir, pour l'exprimer en quintaux de fer produits annuellement dans les hauts-fourneaux qu'ils ravitaillaient. Ainsi, pour la première fois, les produits ligneux devenaient le revenu principal de ces patrimoines.

Un autre caractère de ce modèle forestier réside dans le fait que sa consistance n'est plus constatée, mais voulue et planifiée à partir d'une estimation des possibilités du site et des essences. Il s'agit donc d'une forêt qui se veut durable, aussi durable que les hauts-fourneaux qu'elle ravitaille et qui sont prévus devoir fonctionner plus d'un siècle.

Les taillis réglés alimentant des hauts-fourneaux ont ressurgi au Brésil dans le Minas Gerais. Dans cet État riche en minerais mais dépourvu de charbon, les fronts de colonisation des savanes boisées, le cerrado, fournissaient une matière première gratuite à la préparation artisanale du charbon « végétal ». Ces immensités menaçant de disparaître, les pouvoirs publics et les plus prévoyants des métallurgistes ont voulu rendre leurs approvisionnements durables et ont eu recours à cet effet au modèle du taillis réglé qui est devenu maintenant leur source principale de combustible. Ils reprenaient la démarche des compagnies de chemin de fer et, plus récemment, des papetiers qui ont fait du Brésil un des producteurs les plus efficaces de bois d'eucalyptus.

Le bois de feu domestique en Forêt Industrielle

Au temps de l'Ancien Régime en France, les besoins domestiques de bois concernaient toujours essentiellement la cuisine. Les cheminées étaient rares en dehors des villes où elles étaient réservées aux couches aisées de la population. De plus, elles consommaient plus de ramée que de bois.

On constate que les taillis réglés mis en place alors pour la proto-industrie européenne et maintenant pour les besoins de la métallurgie du plateau brésilien ne sont guère sollicités par les ménages. C'est pourquoi la France a constitué une exception, au sein de l'Europe humide quand, au moment tardif de son abandon de la métallurgie au charbon de bois vers 1860, elle n'a pas éradiqué ses taillis. L'expansion de la consommation de bois de chauffage des villages et des petites villes, rassemblant alors le principal de la population, a assuré la relève et ralenti l'expansion des chaudières à charbon.

En zone méditerranéenne, le charbon de bois est largement utilisé pour la préparation des aliments, mais il provient peu souvent de taillis réglés. Au Brésil, la part de la production des taillis réglés qui a le même usage est faible : dans les zones rurales, c'est le bois collecté autour du village qui est employé, mais en ville les petites bouteilles de gaz sont le quotidien des quartiers pauvres.

La sylviculture classique à bois d'œuvre et le bois de feu

La demande de bois d'œuvre a changé d'ordre de grandeur avec la révolution industrielle qui a multiplié le besoin de charpentes pour les usines et les logements, de bois de marine, de bois de mine et de traverses. Elle a entraîné la conversion des taillis en futaies qui fut entreprise plus précocement en Allemagne qu'en France. Ce dernier pays prit alors un retard jamais complètement effacé dans l'adaptation de son espace boisé aux besoins de son économie.

La sylviculture classique en Futaie Réglée et la diffusion du modèle

La futaie gérée en coupes réglées a pour objectif la production durable, dans un périmètre défini, du meilleur volume possible de bois d'œuvre marchand. Elle ne couvre qu'une surface relativement modeste des forêts du monde, mais ce modèle sort de plus en plus du cadre européen de ses origines. Quoique souvent critiquée dans son principe, qui consiste à guider la nature pour satisfaire les besoins des hommes, elle reste, sous ses diverses modalités, le seul modèle de foresterie productive. Les plantations à croissance rapide de résineux en constituent une de ses formes majeures. Avec un PIB/hab croissant, les plantations brésiliennes d'eucalyptus les mieux venues sont orientées vers le bois d'œuvre par des cycles de production allongés et le sacrifice des rejets. Les plantations de pins tropicaux installés pour la trituration sont conduites de manière à fournir de plus en plus de bois d'œuvre, priorité qui a toujours prévalu en forêt cultivée dans l'Europe du Sud.

Le bois-énergie en Futaie Réglée

La foresterie classique souhaitait réduire la place du bois de feu en tant qu'objectif de la sylviculture au profit du bois d'œuvre. On ne doit pas en déduire qu'il existe une antinomie entre ces deux

productions. En effet, comme le veut l'adage «Le bois fabrique le bois», la gestion en futaie a eu pour résultat de conforter la production de matière ligneuse sur chaque hectare de forêt, ce qui avait déjà été le cas quand les taillis avaient succédé à une forêt pâturée à très faible charge en bois. Les futaies européennes sont donc en état de produire, en sus du précieux bois d'œuvre, une masse considérable de produits connexes. Certes, les usines de pâtes et panneaux ont été installées en fonction de l'existence de cette ressource, mais il reste des opportunités pour la filière bois-énergie, soit en raison de vides dans la répartition des usines, soit parce que les cimes, les souches et les sciures n'ont pas encore été prises en compte. Enfin, on doit rappeler que le procédé kraft de fabrication du papier comporte à grande échelle la valorisation énergétique des solutés de lignine.

La Forêt-Friche et le bois de feu

Dans les pays riches et peuplés, les espaces forestiers sont de plus en plus souvent requis pour satisfaire des besoins autres que la production de produits échangeables. Par ailleurs, certains pays ont des forêts si mal adaptées aux normes de production correspondant à leur standard de vie que les activités économiques s'y effacent. La productivité du travail est le grand maître en la matière. Un secteur économique ne peut subsister que si la richesse produite par homme correspond à la moyenne nationale des activités productives. Les pays tels que le Japon et la France, où une structure foncière dispersée et le relief accidenté freinent l'efficacité, voient les coupes se raréfier.

La volonté de trouver des substituts à des combustibles fossiles rares et dangereux fait espérer une remise en culture sylvicole de ces friches forestières couvrant une large part de l'espace boisé, bien qu'elles ne soient souvent qu'assez médiocrement chargées en bois. Le bois de bûche est déjà largement recruté sur ses bordures dans le cadre d'une économie de voisinage qui maintient très heureusement un peu de vie dans des espaces désertés. Mais ce n'est qu'un début.

Perspectives

Cette esquisse de l'histoire des besoins énergétiques projetés sur la forêt dessine quelques lignes de force qui pourraient se prolonger à l'avenir.

Les caractéristiques sociétales ont un rôle déterminant dans la physiologie des espaces boisés de telle sorte que les meilleurs programmes ne sont suivis d'effet que s'ils sont compatibles avec les capacités et les besoins de la société qui se met alors en place. Colbert n'a pas fait naître une forêt française riche en gros arbres, et les plantations fiscales de la dictature brésilienne ont été un fiasco total, sauf entre les mains d'industriels en quête d'approvisionnements nouveaux.

La contrainte de productivité à chaque étape de la filière pèse et pèsera sur le niveau des récoltes de bois, et en particulier de celles de bois-énergie. Cette exigence a éteint, en France, l'activité économique des fractions du territoire boisé dispersées en petits lots, d'un accès difficile et de faible capital sur pied. Cette contrainte peut être en partie levée dans le cas des circuits de proximité du bois de bûche façonné sans charges, mais que peut-il en être pour le ravitaillement de centrales thermiques?

Bien entendu, si l'on imagine que la récession économique que nous vivons va être profonde, la baisse du PIB/hab en Europe devrait entraîner une moindre exigence de productivité et le retour des bûcherons manuels dans les zones abandonnées depuis la Deuxième Guerre mondiale. Par contre, le rééquilibrage des économies, malgré le raffermissement du prix des combustibles fossiles qui l'accompagnerait, écarterait le spectre de telles activités de disette. La lutte contre l'effet de serre et le souci d'une autonomie énergétique allant au-delà du seul nucléaire dirigent l'attention vers les ligneux en raison de leur meilleur bilan thermique que celui des autres biomasses. Mais pour accéder au vaste gisement de combustibles ligneux que constitue la Forêt-Friche, il serait alors nécessaire d'en organiser la consistance spatiale en vue de la mécanisation. Le défi est considérable. On avait calculé, il y a dix ans, que des charbonnages russes qui venaient d'être fermés avaient une productivité du travail dix fois supérieure à celle du bûcheronnage du bois de feu français.

En zone tropicale, les plantations intensives semblent devoir poursuivre leur montée en puissance en fournissant l'essentiel des récoltes sur de vastes surfaces homogènes, aptes à délivrer en continu des produits calibrés. Les espaces peu anthropisés n'en seraient guère mieux protégés puisque leur destruction est pour l'essentiel le fait d'une agriculture et d'un élevage non durables, quand il n'est pas le fait de spéculations énergétiques discutables. 🌱

L'utilisation du bois pour l'énergie

Le bois de feu est essentiellement utilisé pour la cuisson des aliments et le chauffage des habitations individuelles. Les résidus de scierie et les produits transformés, comme les plaquettes, servent plus particulièrement à des chaufferies collectives et au fonctionnement de certaines unités industrielles. Les sources d'approvisionnement relevant pour beaucoup de l'autoconsommation et de marchés locaux restreints, les données relatives à leur consommation sont peu fiables. La FAO estimait (Situation des forêts dans le monde 2007) en 2005 la consommation totale de bois de feu à environ 1 766 millions de m³, soit en moyenne 0,28 m³ par personne, mais avec des disparités importantes entre régions et entre pays.

Consommation de bois de feu dans différentes régions du monde

	Afrique	Amérique du Nord	Amérique du Sud	Asie	Europe
Population	868	429	365	3 838	723
Consommation	546	85	192	546	115
Cons./habitant	0,63	0,20	0,53	0,20	0,16

Les données sont exprimées en millions d'habitants pour les populations, en millions de m³ pour la consommation globale, et en m³ pour la consommation individuelle.

L'Afrique et l'Amérique du Sud se caractérisent par une forte consommation de bois de feu, mais alors que la première région produit relativement peu de bois rond et de bois transformés, la seconde valorise plus ses ressources. L'Europe et l'Amérique du Nord affichent des caractéristiques de pays industrialisés : plus faible consommation de bois-énergie, exploitation forestière et transformation du bois plus intensives. Les données sur l'Asie sont plus délicates à interpréter en raison de l'incertitude des statistiques chinoises.

Enfin, si la demande individuelle en bois-énergie diminue dans de nombreux pays tropicaux en raison principalement de l'urbanisation, l'accroissement démographique ne permet pas d'enregistrer une régression de la demande totale. Au contraire, celle-ci s'accroît et la ressource est devenue si rare par endroits que les prélèvements se sont étendus aux espèces auparavant négligées. Ces situations, conjuguées avec une régression des surfaces forestières, génèrent de graves pénuries. Dans les articles qui suivent, on peut constater des préoccupations très dissemblables selon les régions : générales pour le Québécois (François Tanguay), centrées sur les changements climatiques pour le Méditerranéen (Jean de Montgolfier), ou sur la modernisation de la filière bois-énergie pour les Franco-Belges (Claude Barbier et Francis Flahaux). L'inquiétude est plus grande chez les auteurs africains (Georges Claver Boundzanga et Joël Loumeto pour le bassin du Congo, Boukary Ouédraogo et Yacouba Savadogo pour le Burkina Faso).

Le bois dans le monde et au Québec

La planète traverse une crise économique sans précédent et pratiquement aucun secteur de notre monde matériel n'est épargné. Il est intéressant de noter que cette période difficile arrive au même moment que le pic pétrolier, dont plusieurs experts parlent depuis une dizaine d'années. La place du pétrole dans nos vies va aller en diminuant et notre bilan énergétique personnel et collectif se diversifiera considérablement dans les courtes années à venir.



François TANGUAY

Le virage post-pétrolier

Le pic et après...

Nous savons tous que, depuis les constats du Groupe international d'experts sur le climat (GIEC), les échéances climatiques sont à nos portes et que nous devons dès maintenant entreprendre un virage majeur. Notre rapport à l'économie doit changer, ce qui implique que notre traitement du compte collectif du capital nature doit être sérieusement modifié.

La fin des réserves énergétiques fossiles accessibles, tant économiquement que physiquement, est à notre porte et il devient futile de savoir si nous avons 10, 30 ou 50 ans devant nous pour accepter et éventuellement vivre cet état de fait. Il faut passer aux actes.

La place des renouvelables

Dès les années 1950, un certain Buckminster Fuller, humaniste et inventeur de génie (on lui doit le fameux dôme géodésique, entre autres) nous incitait à aller vers les énergies renouvelables, seules sources d'énergies ayant un avenir durable. Ainsi, la question qui se pose maintenant est simple : quelle énergie durable sera plus juste pour un service énergétique donné ? Le choix doit en effet se baser sur une variété de services, certains en puissance, d'autres actuels, certains occasionnels et d'autres permanents. Pas une seule source d'énergie ne peut, avec une efficacité optimale, remplir tous les services énergétiques. Ainsi, au lieu de miser systématiquement sur les énergies fossiles, nous nous rapprochons de l'optimum énergétique propre à chaque source en diversifiant. L'électricité est-elle la meilleure source pour cuisiner ? Le pétrole ou le gaz naturel devraient-ils être la première source de chauffage de locaux ? Le moteur à explosion est-il absolument nécessaire pour optimiser la mobilité urbaine ?

François TANGUAY est Directeur de Greenpeace et a été responsable de la campagne « Changements climatiques » au Québec de 1992 à 1997. Il a été nommé juge administratif à la Régie de l'énergie en mai 1997, poste qu'il a occupé pendant 10 ans. Président du conseil d'administration de l'Agence québécoise de l'efficacité énergétique en 2007, il a quitté ce poste afin de prendre la direction de la Coalition Bois Québec en 2008. En 2009, il publie, aux Éditions du Trécarré, en collaboration avec Jocelyn Desjardins, *Manifestement vert*, un essai sur l'environnement et l'économie.



La croissance des énergies renouvelables s'effectue encore envers et contre l'omniprésence des énergies fossiles, et non parce que celles-ci sont la meilleure source pour un service donné! On oppose encore ce qui doit être complémentaire, ce qui est une bien mauvaise manière d'augmenter l'efficacité de notre économie, pourtant déjà assez mal en point. Nous dépensons des milliards pour sauver banques et constructeurs automobiles, combien sommes-nous prêts à *investir* pour augmenter la place des énergies renouvelables?

L'énergie la moins chère

L'obésité de l'Ouest

Le monde occidental, ou du moins capitaliste, souffre d'embonpoint énergétique parce qu'il souffre d'avidité consummatrice. Nous savons tous trop bien que la planète ne peut ni ne doit imaginer que ses plus de six milliards de colocataires pourront tous posséder deux voitures, un four à micro-ondes, une tondeuse à gazon et un écran plasma de plus d'un mètre carré! Pourtant, l'Ouest fait comme si cela se pouvait et ne comprend pas les conséquences de cette immense demande de biens, non durables pour la grande majorité, des communautés trop silencieuses pour être entendues. L'Ouest doit entreprendre une cure minceur en énergie et, surtout, miser de plus en plus sur des ressources nationales et non issues de jeux d'influences ou de jeux de guerre au bout de la planète. Et dans ces considérations énergétiques, il ne saurait être question uniquement de combustibles fossiles.

L'énergie des autres

L'exploitation de la forêt de l'Indonésie laisse derrière elle de nombreuses communautés sans lieu de vie, sans autre choix que de fuir jusqu'au prochain déplacement sauvage. Une fois abattue, cette même forêt passe par une transformation chinoise en produits finis (meubles, planchers...) avant d'être vendue dans des grandes surfaces aux employés non syndiqués, comme c'est trop souvent le cas, en Amérique notamment. Le produit de consommation final est sans doute moins cher que celui de l'artisan local, mais qui sert-il au juste? Le paysan déplacé? Le Chinois qui le produit à la chaîne? Le consommateur-ouvrier qui pourrait devenir le prochain chômeur parce qu'une autre usine asiatique va produire moins cher ce qu'il fabrique ici? Le patron de la grande surface? Rarement perçue comme l'énergie des autres, cette chaîne de transformation laisse derrière elle une signature éco-énergétique lourde dont les seuls vrais bénéficiaires sont les consommateurs de l'Occident.

Le grand drame pour le couvert forestier est sans contredit la perte de forêts tropicales au rythme de 13 millions d'hectares par année alors que le couvert de la forêt boréale demeure plus ou moins le même.

La signature carbone

Il faut ajouter à cette facture sociale et environnementale celle de la signature carbone. Les forêts de la Terre contiennent environ 283 GtC en réserve, et 85% sont de propriété publique. Les politiques nationales envers la forêt prennent ainsi une

La coupe illégale

Au Brésil, on estime à 80% la part de coupes sauvages dans la forêt amazonienne où plus de 200 arbres sont coupés chaque minute. Au Pérou, 90% du bois d'ébène, espèce précieuse parmi les précieuses, est coupé illégalement. Même chose pour la forêt boréale russe, dont on estime que seule la moitié est coupée selon les normes prescrites, et cela malgré la ligne officielle du gouvernement central et des responsables de la gestion des forêts.

Une autre statistique nous porte à réfléchir sur nos modèles de consommation. L'ONU estime que 73% à 83% des coupes forestières en Indonésie sont illégales et se font dans 31 des 41 parcs nationaux! Le principal acheteur de ce bois illégal est... la Chine qui, à son tour, exporte 70% de ses produits du bois transformés. Cela contraste significativement avec les statistiques officielles qui veulent que la forêt chinoise soit en croissance nette année après année! Les produits du bois transformés n'ont ainsi de chinois que le nom! Rien qu'en 2005, la Chine a exporté pour plus de 17 milliards de dollars de produits du bois!

Mais en fin de compte, que feront les populations indonésiennes quand leurs forêts seront devenues savanes ravagées? Qu'arrivera-t-il à cet écosystème si important? Et où iront les GES que la forêt n'absorbera plus alors que le GIEC fait une priorité de maintenir, voire d'augmenter le couvert forestier de la planète?

* Propos recueillis auprès de syndicalistes canadiens revenant de mission en Asie.

importance capitale. En effet, avec un surplus annuel de 3,2 MtC à absorber, il nous faut augmenter le bassin capteur, en particulier dans les zones tropicales. Quelques chiffres nous permettent de situer la nécessité de revoir la place de l'arbre et de la forêt dans le contexte énergétique global actuel. Chaque tonne de bois debout est le résultat d'absorption d'une tonne de CO₂, ce chiffre pouvant aller jusqu'à 1,83 t/m³ de bois, selon l'espèce et chaque fois qu'une tonne de CO₂ est séquestrée, 70% de ce volume est libéré en oxygène¹. La construction d'une maison à ossature de bois permet d'absorber 29 tonnes de CO₂, ce qui représente 5 années d'émissions d'une voiture moyenne². Ainsi, sans même consommer directement du carbone sous forme fossile, nous pouvons intervenir sur notre bilan carbone d'une façon positive.



Transport de bois à Tukuuyu, en Tanzanie.
Photo : Laurent Bergonzini

Lors de la prochaine ronde de discussions post-Kyoto, il y aura des discussions sur la place que l'on pourrait donner aux produits du bois dans le cadre de nos ententes internationales. Quelle place donner aux produits finis issus du bois, par exemple ? Il me semble important de chercher à donner une place quantifiable aux produits du bois. Dans la mesure où cette source de carbone emmagasinée peut être certifiée selon des standards reconnus quant à sa provenance, nous avons là un bassin potentiel de bonification des forêts que nous ne pouvons nous permettre d'ignorer.

La place de la biomasse

La nécessaire proximité

Vers quel avenir forestier nous dirigeons-nous ? Vers quel type d'utilisation des forêts devons-nous aller, selon la zone bioclimatique que nous habitons ? La réponse n'étant pas la même pour chaque pays, pour chaque type de forêt, il devient clair que les négociations en cours dans le cadre de la suite de Kyoto seront complexes et passablement frustrantes pour certains. L'idée même d'une entente sur la gestion des forêts et des produits du bois, ou du moins d'un protocole large dans le cadre des Nations Unies sur cet élément si crucial pour l'avenir, impose presque automatiquement une démarche longue et complexe.

Comment concilier les intérêts des petites exploitations forestières d'Amérique centrale et ceux des méga-exploitations du Brésil ? Ici, on vise une stabilité communautaire, là, on mise sur une exploitation intensive d'espèces à croissance rapide. Comment concilier les enjeux liés à la forêt boréale canadienne et ceux liés aux forêts de feuillus du Sud-Est des États-Unis ?

Planter du pétrole ?

Faut-il planter du pétrole ? Produire du pétrole vert avec de la biomasse, telle l'utilisation massive de la canne à sucre au Brésil ? Il est certain que dans une situation de vulnérabilité au pétrole importé, on peut difficilement blâmer le Brésil de chercher des solutions locales. On peut facilement concevoir la différence que cela peut représenter dans la balance commerciale d'un géant en pleine croissance comme le Brésil. Tous ceux concernés sont certainement au fait du coût social et environnemental que ce virage représente. Ce choix est sans doute aussi basé sur une crainte bien fondée des monopoles et des puissances économiques que sont les multinationales comme Exxon et Shell. Avec un baril à presque 150\$ l'année dernière, on peut concevoir le manque à gagner pour le projet social du président Lula !

Certains pays ont déjà démontré à quel point un virage biomasse *versus* pétrole peut avoir une incidence majeure sur l'équilibre économique national. La Haute-Autriche, qui a une politique

1. FP Innovation-Forintek, Wood and climate change, 2009.
2. *Idem*.

L'exemple de la Haute-Autriche

Cette petite région, l'un des neuf États fédérés de l'Autriche, d'une superficie d'à peine 12 000 kilomètres carrés et d'une population de 1,4 million se signale par son option énergies renouvelables, engagement qui date des années 1990. Son bilan énergétique est passé à 33 % de renouvelables en dix ans*. Sa balance commerciale continue de s'améliorer grâce, entre autres, au virage solaire thermique. L'option pro-biomasse prend une ampleur considérable : plus de 28 000 installations dans la région, 280 systèmes de chauffage urbain ou communautaire, dont notamment, 30 % des municipalités. Le chauffage au fioul est en constante diminution face à cette source de chauffe plus locale et moins polluante. Bref, l'ère de la dépendance au pétrole sera chose du passé avant longtemps et l'économie régionale ne s'en portera que mieux.

Ce choix pro-renouvelables a amené la création de 25 000 emplois en Autriche et des investissements annuels en région Haute-Autriche de plus de 200 millions d'euros par an. Mais tous ces chiffres ne doivent pas masquer le fait que ce virage énergétique ne s'est pas fait aux dépens des écosystèmes, des emplois locaux et a été appuyé par des investissements massifs en recherche et développement et des centaines de projets de recherche en innovation. Le virage fut surtout qualitatif : couper la dépendance envers le pétrole en mettant l'accent sur la baisse de la demande énergétique et sur une performance exemplaire des appareils et des locaux. L'énergie la moins chère étant toujours celle dont on ne crée pas le besoin ! Ce non-besoin est récurrent et de plus en plus valable avec les années qui passent**.

* Pour l'Autriche on est autour de 20 %. Voir l'article de Deshaies.

** Christiane Eggers, présentation PowerPoint, World Sustainable Energy Days, Wels, Autriche, mars 2008.

dynamique pro-renouvelables, avec en pointe un accroissement important de la biomasse dans son assiette énergétique, a déjà infléchi positivement sa balance commerciale de 2 milliards d'euros par année.

Le Québec et le virage bois

Dans sa stratégie de l'utilisation du bois dans la construction, le gouvernement du Québec souhaite inciter les Québécois à redécouvrir leur culture bois. En effet, pour un peuple qui habite un pays de forêts, la place du bois dans la construction, surtout commerciale et institutionnelle, n'est pas à la hauteur du potentiel. On estime à 80 % de ce qui se bâtit autrement, la part qui pourrait être convertie au bois dans ces deux secteurs. Les produits à valeur ajoutée, bois d'apparence par exemple, représentent un potentiel de réduction des GES de plus de 131 000 tonnes par an. L'objectif global de la stratégie gouvernementale est de réduire de 600 000 tonnes le bilan des émissions de GES pour 2014, ce qui correspond aux émissions de 50 000 Québécois!³

La Coalition Bois Québec a ainsi été mise en place afin d'assumer la promotion de cette vision. Organisme autonome et sans but lucratif, la Coalition regroupe des représentants de toutes les tranches de la société ou presque. Siègent au conseil

d'administration les deux plus importants syndicats du Québec, le président de l'Ordre des architectes, l'Ordre des ingénieurs forestiers, les deux associations d'élus municipaux et régionaux, les environnementalistes, le recteur de la Faculté de foresterie de l'Université Laval, les représentants de tous les secteurs du bois et des représentants du secteur privé.

Cette mosaïque de représentants donne une envergure à la Coalition et lui permet de parler au nom de centaine de milliers de citoyens, élus et professionnels de tous les secteurs de la société. La Coalition vise à changer la culture du Québec face au bois. À titre d'exemple, les élus municipaux et régionaux sont sollicités afin de faire adopter une motion type qui les engage à une réglementation pro-bois. Bien des Municipalités ne permettent que le revêtement plastique ou métallisé à l'extérieur. Les interdits sont plus nombreux qu'on pourrait le croire.

La Coalition, par ses contacts auprès des décideurs, cherche à augmenter le nombre d'édifices publics ou institutionnels en bois. Plusieurs projets sont déjà sur la table à dessin. Certains maires ont demandé l'appui de la Coalition afin de mettre en place une planification urbaine environnementalement responsable et pro-bois. La liste s'allonge sans cesse.

3. Stratégie d'utilisation du bois dans la construction au Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune Québec, mai 2008.



Pavillon en bois de la promenade Champlain à Québec.
Photo : François Tanguay

Conclusion

De toute évidence, nous faisons face à des échéances communes et planétaires sans précédent. Le consensus scientifique est solide et bien au-delà du constat des effets sur les changements climatiques ; nous en sommes aux mesures d'atténuation. Il reste donc à nous entendre sur un cadre général tout en laissant place aux réalités nationales, voire régionales. La complexité des enjeux ne doit surtout pas nous empêcher de progresser. Elle doit par contre nous amener à une flexibilité réaliste qui tient compte du

but ultime : le virage vert, économique et durable de la collectivité humaine. Sinon, nous en serons quittes pour bricoler dans les ruines et laisser à nos descendants un héritage qui leur donnera droit à un regard plus que critique sur notre incapacité à agir quand il était encore temps.

Pour ma part, je serai grand-père pour la première fois en 2009, je compte pouvoir laisser en héritage autre chose que mon passé et ses résidus matériels. Rebecca pourra ainsi parler en bien de son grand-père! ♻️

VIENT DE PARAÎTRE

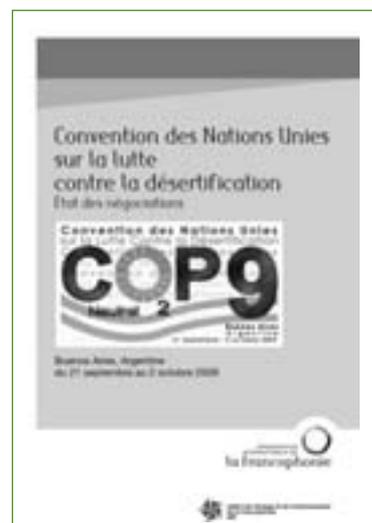
Collection Guide des négociations

Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification – ÉTAT DES NÉGOCIATIONS

Buenos Aires, Argentine – du 21 septembre au 2 octobre 2009

Ce complément au Guide des négociations de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CLD), édité en 2007 par l'IEPF, propose un sommaire des diverses sessions de la COP et du CRIC qui se sont tenues depuis. Il contient également un aperçu des principales questions à l'ordre du jour provisoire des différentes rencontres qui se tiendront à Buenos Aires (COP-9 CRIC-8, CST-9) du 21 septembre au 2 octobre 2009.

<http://www.iepf.org/ressources/ressources-pub-desc.php?id=318>



L'énergie forestière dans les pays méditerranéens

Comme dans bien d'autres régions de la planète, la forêt a été, pendant des millénaires, une source majeure d'énergie pour les sociétés qui se sont développées autour de la Méditerranée. Toutefois, le milieu naturel méditerranéen présente des spécificités importantes, qui ont des conséquences fortes sur la façon dont les espaces boisés, les arbres et les autres végétaux ont été utilisés dans le passé, le sont encore aujourd'hui, ou pourraient l'être pour répondre aux défis énergétiques et climatiques.

Les caractéristiques des espaces boisés méditerranéens

La première des spécificités des espaces boisés méditerranéens est bien sûr le climat. Il est caractérisé par une période de sécheresse estivale plus ou moins longue. On considère souvent que le climat est méditerranéen lorsqu'il présente au moins un « mois sec » (selon la définition du botaniste Gaussen, un mois sec est un mois où les précipitations moyennes mensuelles, en millimètres d'eau, sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle, en degrés Celsius). Le nombre de mois secs peut aller de un, en limite humide de la zone, à douze, au niveau du désert. D'où une vaste palette de situations possibles, d'autant plus vaste que la tranche de précipitations moyennes annuelles peut varier de plus de deux mètres d'eau, sur des versants montagneux bien arrosés, à moins de cent millimètres. Autre facteur climatique important : le froid hivernal. La présence de massifs montagneux élevés, dépassant deux mille, voire trois mille mètres à quelques dizaines de kilomètres de la côte est un facteur de différenciation important ; s'y ajoute l'existence de grandes vallées nord-sud pouvant amener des vents violents d'air très froid. Au total, donc, une grande variété de bioclimats, allant du per-aride au per-humide, avec des variantes d'extrêmement froide à chaude, mais toutes avec au moins un mois sec.

Une conséquence essentielle de cette très grande diversité des climats et des positions topographiques est la très grande diversité de la flore méditerranéenne. Cette région est considérée comme un des principaux « hot-spots » (zone d'intérêt majeur) de la biodiversité mondiale.

Une autre conséquence de ces conditions climatiques est la faiblesse moyenne de la production primaire de biomasse végétale. Pour bien produire, les plantes ont besoin de chaleur et d'eau. Or en Méditerranée, pour schématiser, quand il fait chaud, il n'y a pas d'eau (sécheresse estivale), et quand il y a de l'eau, il fait froid. Restent



Jean de MONTGOLFIER

Jean de MONTGOLFIER, Ingénieur polytechnicien et des eaux et forêts, est Enseignant-chercheur à l'École nationale du génie de l'eau et de l'environnement (ENGEE) de l'Université de Strasbourg. Il est membre des Bureaux de l'Association du Plan Bleu pour l'Environnement et le Développement en Méditerranée, centre d'activités régionales du Plan d'Action pour la Méditerranée et de l'Association Internationale Forêt Méditerranéenne.



jean@montgolfier.info

les demi-saisons : le printemps, d'autant plus précoce et bref qu'on va vers le sud, et, dans une plus faible mesure, l'automne, quand il est suffisamment doux et arrosé. En outre, la violence des précipitations fait qu'il y a souvent un fort ruissellement, et que seule une partie de l'eau tombée s'infiltré dans le sol et peut ainsi être utile à la végétation.

Sachant que l'ordre de grandeur de la quantité d'eau nécessaire pour fabriquer un kilo de matière sèche végétale est de cinq cents litres, on peut se risquer et tenter une estimation «à la louche». Considérons une zone où la pluviosité annuelle est en moyenne de 600 millimètres d'eau par an. Ce cas, situé à la limite entre climat semi-aride supérieur et climat subhumide est assez représentatif de conditions moyennes dans la région. Pour diverses raisons (ruissellement, température trop basse...) seuls 200 à 300 mm seront efficaces pour la croissance de la végétation. Ce qui représente 2000 à 3000 m³ à l'hectare, donc une possibilité de production végétale primaire brute de 4 à 6 tonnes de matière sèche. Mais, au moins la moitié de cette production correspond à des organes végétaux à cycle annuel : feuilles, fleurs, fruits, racines fines. Restent donc 2 à 3 tonnes de bois. Et encore, cela est un maximum potentiel, si le couvert forestier est complet et en bonne santé. Or, les forêts méditerranéennes sont souvent dégradées en matorrals, maquis, garrigues, landes boisées, avec une production réelle beaucoup plus faible.

En définitive, les espaces boisés méditerranéens sont donc très peu productifs, sauf exceptions. Parmi ces exceptions se trouvent les forêts poussant sur des montagnes bien arrosées, notamment en limite nord de la région (Espagne atlantique, sud du Massif Central français, massifs alpins, Apennins central, massifs balkaniques, région pontique) ou bien exposées aux vents humides (certains secteurs du Taurus, de l'Atlas...), ainsi que celles poussant «les pieds dans l'eau» dans des zones alluviales, mais aujourd'hui, elles sont rares, généralement défrichées et remplacées par une agriculture intensive.

Enfin, on ne saurait parler des espaces boisés méditerranéens sans évoquer les risques d'incendie auxquels ils sont soumis. Ces risques sont d'autant plus importants que la sécheresse est grave, les températures élevées et, surtout, les vents violents. Ils dépendent également de la composition de la végétation : celle-ci est d'autant plus combustible qu'elle est riche en végétaux ligneux bas ou

«broussailles»; d'où l'importance du débroussaillage pour limiter localement le risque. Avec les changements climatiques globaux qui s'annoncent, ces risques ne peuvent que s'accroître. Un incendie ne constitue pas la catastrophe absolue parfois décrite par une presse avide de sensationnel : après le feu, la végétation repousse spontanément, en général très semblable à celle qui avait brûlé, mais le sol peut être plus ou moins dégradé. Le feu est d'ailleurs un mode naturel de régénération de la forêt méditerranéenne. Disons, pour rester toujours dans les grandes approximations, qu'un feu par siècle, c'est normal dans la vie de certaines forêts méditerranéennes; qu'un feu tous les dix à vingt ans maintient la forêt à l'état de garrigue ou de maquis; que des feux encore plus fréquents entraînent souvent une vraie dégradation du couvert végétal et des sols. De toute manière, le feu vient limiter ou détruire une production forestière déjà faible.

Les utilisations des espaces boisés méditerranéens

Ces espaces ont été plus ou moins intensivement utilisés par toutes les civilisations qui se sont succédé autour de la Méditerranée, depuis la plus Haute Antiquité. À côté de tous ses autres usages, le bois a longtemps été la principale source d'énergie thermique : cuisson des aliments; chauffage domestique; chauffage des thermes, puis des hammams, publics ou privés; productions artisanales ou préindustrielles (fabrication des poteries, des céramiques, des verres, des briques, des tuiles, de la chaux, du plâtre, métallurgie du cuivre, du bronze, du fer, du plomb...). Selon la densité de la population et l'intensité de l'activité économique, les forêts ont été exploitées plus ou moins fortement, voire surexploitées. Déjà, Platon déplorait l'état des forêts de la Grèce antique au V^e siècle avant J.-C.

Souvent le bois n'était pas utilisé tel quel, mais était d'abord transformé, en forêt, en charbon de bois, avec un rendement énergétique plus ou moins bon selon le savoir-faire des charbonniers. Le charbon de bois présente le triple avantage d'être nettement plus léger à transporter, de permettre d'atteindre des températures bien plus élevées et d'avoir une action chimique réductrice indispensable à certaines opérations (métallurgie).

Aux débuts de l'ère industrielle, notamment dans la France du Sud, l'Espagne et l'Italie du Nord, les usages énergétiques du bois ont pris une ampleur

encore plus grande (verreries, tuileries, briqueteries, métallurgie...), et d'autres usages industriels sont apparus (bois de mine, traverses de chemin de fer, tan tiré des écorces pour traiter le cuir, distillation du bois pour préparer de nombreux composés chimiques...). À la même époque, le maximum de densité de la population rurale augmentait encore la mise en culture de terres marginales très sensibles à l'érosion et le pâturage excessif des espaces boisés. Tout cela a abouti à une surexploitation généralisée des ressources des espaces boisés, et à une forte dégradation du couvert végétal et des sols. Les nombreuses photographies, prises dans la seconde moitié du XIX^e siècle, en sont une preuve éloquente.

Par la suite, les carburants fossiles ont très largement pris le relais du bois comme sources d'énergie ; les matériaux de synthèse se sont substitués au bois dans beaucoup d'usages ; l'exode rural puis la déprise agricole ont amené l'abandon de la culture et du pâturage sur de très nombreuses terres marginales. Il en est résulté, d'abord en France, puis dans tous les autres pays du nord de la Méditerranée, une très forte baisse de la pression exercée sur les ressources des espaces boisés et, par conséquent, une vigoureuse « remontée biologique » et une importante progression aussi bien des surfaces forestières que des stocks de bois sur pied, et même de la production annuelle de biomasse végétale. Les forêts méditerranéennes ont ainsi apporté la preuve

de très bonnes qualités de résilience... mais dans les conditions climatiques d'avant les changements globaux actuels. On ignore à partir de quels seuils climatiques cette résilience peut diminuer, voire disparaître.

Dans les pays du sud de la Méditerranée, au contraire, la pression sur les espaces boisés, due à la fois à la surexploitation du bois de feu, à la mise en culture de terres marginales et au surpâturage, est plus récente, et aujourd'hui à son maximum. Elle est essentiellement due au très fort accroissement d'une population rurale très pauvre, liée à la première phase de la transition démographique qu'ont connue ces pays dans les décennies récentes. Mais aujourd'hui, cette transition démographique est en voie d'achèvement ; les indices de fertilité ont très fortement baissé (le nombre moyen d'enfants par femme est dans certains cas passé d'environ sept à deux en une trentaine d'années) ; la densité de population rurale est à peu près stabilisée, voire commence parfois à diminuer. On peut donc espérer que la situation aujourd'hui très grave du couvert végétal et des sols va pouvoir s'améliorer, à condition toutefois qu'un processus de développement rural durable vienne élever le niveau de vie de ces populations très pauvres... et que les conditions climatiques n'empirent pas au-delà des capacités de reconstitution des écosystèmes.

Chêne vert ou chêne blanc ?

Les botanistes de la première moitié du XX^e siècle décrivaient les plateaux calcaires du Bas-Languedoc et les chaînons provençaux calcaires comme le domaine par excellence du chêne vert. Ils considéraient qu'il était la base d'une association végétale, le *Quercetum Ilicis Galloprovinciale*, climacique, c'est-à-dire en équilibre avec les facteurs du milieu naturel, sol et climat. Or, dans la seconde moitié de ce même siècle, on a observé de manière fréquente, dans ces mêmes régions, l'implantation naturelle et le développement vigoureux du chêne pubescent, chêne à feuilles caduques, également appelé chêne blanc par les habitants.

L'interprétation usuelle de ce phénomène est que le chêne blanc avait été très largement éliminé par la surexploitation des taillis à très courte rotation (parfois 10 ou 12 ans) pour le charbon de bois et les écorces à tan. Le chêne vert, plus résistant que lui à ces mauvais traitements, avait seul survécu. L'arrêt presque complet des coupes de taillis dans les années 1950 permettait le « retour » généralisé du chêne blanc. Le scénario admis par la plupart des écologistes des années 1980 était donc celui d'une reconquête du paysage forestier par celui-ci, le chêne vert restant limité aux seules stations, trop sèches ou trop rocheuses, défavorables au pubescent.

Mais ce scénario est à son tour remis en question par les perspectives de changements climatiques globaux : le chêne vert, plus résistant à la sécheresse et à la chaleur, ne va-t-il pas être à nouveau favorisé ? Cette « régression » ne va-t-elle pas être accélérée si les coupes de taillis reprennent pour produire du bois-énergie ?

Et même si les changements climatiques sont trop importants, ou les exploitations trop intensives, ne risque-t-on pas de régresser jusqu'au chêne kermès, qui est extrêmement résistant, mais n'offre plus que le paysage d'une maigre garrigue très peu productive ?

Perspectives d'avenir

Face aux changements climatiques globaux, l'avenir des espaces boisés méditerranéens est incertain. On considère souvent que pour un degré d'augmentation des températures annuelles moyennes, l'aire de répartition d'une espèce végétale donnée se déplacerait de 150 à 200 kilomètres vers le nord, ou de 150 à 200 mètres vers le haut en altitude. Mais à l'effet température s'ajoute l'effet sécheresse estivale qui est la première caractéristique de la Méditerranée. Or, dans certaines régions, par exemple au Maroc, on constate déjà des baisses de précipitations atteignant



Pins Alep en zone semi-aride méditerranéenne, Sierra Espuna, en Espagne.
Photo : Jean de Montgolfier



Pins noirs utilisés pour la biomasse, Hautes-Alpes, en France.
Photo : Jean de Montgolfier

30% par rapport à la situation « d'avant »... Alors, les forêts méditerranéennes sont-elles en mesure d'apporter leur contribution à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, soit en stockant du carbone, soit en produisant du bois substituable aux énergies fossiles ou aux matériaux de synthèse ?

Leurs handicaps sont nombreux; handicaps naturels : faible productivité moyenne, sauf exceptions, exploitation difficile dans des terrains souvent rocheux ou pentus, grande hétérogénéité des peuplements et des bois ; handicaps socio-économiques : fréquent morcellement de la propriété, faible desserte routière, absence ou faiblesse d'entreprises professionnelles des filières bois. Les handicaps socio-économiques pourraient être combattus au moyen d'investissements parfois importants (regroupement des propriétaires, desserte routière, professionnalisation des filières)... Encore faudrait-il que les prix des bois méditerranéens deviennent compétitifs pour que ces investissements soient rentables. Or les handicaps naturels demeurent, et font que les forêts méditerranéennes sont nettement désavantagées par rapport à d'autres forêts du monde : quitte à investir en forêt, mieux vaut investir dans des forêts plus productives.

Il est vraisemblable que, du moins à moyen terme, dans les pays du nord du bassin, un renouveau des usages énergétiques du bois se produise, surtout à un niveau local, pour profiter des avantages offerts par la proximité de la ressource et des utilisateurs. C'est ainsi que de nombreux propriétaires ont remis en œuvre des coupes de bois sur leur propriété, pour leur usage personnel ou celui de personnes proches. De petites entreprises de fabrication de plaquettes ont également vu le jour, souvent avec le soutien financier des collectivités locales, qui subventionnent également des chaudières au bois. D'autres initiatives concernent l'utilisation énergétique des produits des chantiers de débroussaillage, menées dans un but de protection contre les incendies.

En revanche, il paraît assez peu probable que les espaces méditerranéens actuellement boisés servent de ressources à des filières industrielles importantes de biocarburants, même de seconde génération, ou de biomatériaux. De telles filières sont concevables, mais elles devraient s'approvisionner à partir de cultures dédiées, par exemple des taillis à courte révolution. Or, si ces cultures peuvent grandement bénéficier de la chaleur du Midi, elles devront être installées sur des terres facilement mécanisables et

La production de bois de feu en Méditerranée

Il est difficile de donner des chiffres précis sur la production de bois de feu, car il s'agit souvent d'une production pour l'autoconsommation, ou pour des échanges sur des marchés informels qui offre peu de prise aux appareils statistiques officiels, et se retrouve vraisemblablement sous-estimée. Les statistiques forestières de la FAO reprennent les données fournies par les pays. Les évolutions générales, mesurables depuis 1961, confirment un déclin plus ou moins rapide de la production au nord de la Méditerranée, avec parfois une reprise récente et un maintien de la pression au sud.

Au Portugal: 3 Mm³ en 1961, une diminution rapide à 800 000 m³ en 1970, 500 000 en 1980, et une légère remontée à 600 000 m³ actuellement.

En Espagne: 10 Mm³ en 1961 pour s'effondrer à 1,1 million en 1979, et remonter à près de 2 aujourd'hui.

En Italie: 6 Mm³ en 1961, un minimum vers 3 Mm³ au début des années 1970 et remontée actuelle entre 5 et 6 Mm³.

En Grèce: 2,7 Mm³ en 1961, une diminution régulière et progressive jusqu'à 800 000 m³ aujourd'hui.

La France est un cas particulier, car la région méditerranéenne ne participe que pour une part très modeste aux statistiques nationales de production forestière. En 1961, la production de bois de feu est de 12 Mm³, puis elle baisse, jusqu'en 1997, au niveau de 9,8 Mm³. En 1998, elle bondit à 28 Mm³, redescend légèrement, puis bondit à nouveau, en 2005, à 35 Mm³. Ce phénomène résulte à la fois du succès de la politique française de mobilisation de la biomasse forestière et de l'amélioration des enquêtes statistiques sur un point longtemps sous-estimé.

En Turquie: 7 Mm³ en 1961, une élévation rapide jusqu'à un maximum de 33 Mm³ au début des années 1970; puis diminution très rapide jusqu'à 10 Mm³ en 1990 et 5 Mm³ aujourd'hui. Le cas turc est particulièrement intéressant: la production de bois de feu y a évolué comme dans un pays du Sud jusque dans les années 1970, puis comme dans un pays du Nord.

L'Égypte, chose étonnante, possède la première production méditerranéenne de bois de feu. Elle est progressivement passée d'environ 10 Mm³ à 15 Mm³. Dans ce pays qui ne comporte pas de vraies forêts, il s'agit de bois d'origine agricole.

En Tunisie, progression assez régulière de 1,3 en 1961 à 2,1 Mm³ aujourd'hui.

En Algérie, progression très régulière de 3 Mm³ dans les années 1960 à 7,8 Mm³ aujourd'hui.

Au Maroc: 5 à 6 Mm³ entre 1961 et 1993, puis une brusque chute d'un facteur 10 en 1994, pour une production annuelle déclarée de l'ordre de 500 000 m³ depuis cette date. Ce qui est sans doute le résultat d'un changement majeur de définition statistique.

être irriguées. Mais l'eau et les terres mécanisables sont des ressources rares en Méditerranée, et y seront de plus en plus chères.

Au contraire, dans les pays du sud du bassin, le problème est souvent de réduire la consommation de bois de feu à un niveau compatible avec la conservation des sols et la lutte contre la désertification. La substitution de l'électricité, du gaz ou du pétrole au bois y a longtemps été encouragée et subventionnée, et l'est encore souvent. Le remplacement des foyers traditionnels par des poêles ou des fourneaux beaucoup plus économes en bois est aussi une voie très efficiente.

Enfin, il ne faut pas oublier que le puits de carbone constitué par le stockage de bois sur pied par les écosystèmes forestiers méditerranéens actuels est

de l'ordre de dix à quinze millions de tonnes de carbone par an. On peut penser qu'il fonctionne encore bien, mais qu'advient-il si la sécheresse et la température augmentent?

En conclusion, les forêts méditerranéennes sont capables d'apporter une contribution certaine, quoique relativement modeste, à la production d'énergie et à la lutte contre l'effet de serre. Toutefois, il faut rester très prudent dans leur exploitation, afin de ne pas cumuler pression anthropique et pression climatique, et de ne pas franchir des seuils d'irréversibilité dont on ignore le niveau réel face aux fortes augmentations d'aridité qui menacent particulièrement cette région. 🌱

L'énergie forestière en Europe occidentale

Le bois de feu est depuis toujours le combustible traditionnel des familles en milieu rural européen et cela partout où les forêts occupent une place significative. Le bois ainsi utilisé provient très majoritairement des forêts, publiques et privées, des haies et bosquets, ou d'origines agricoles diverses comme vergers et vignes. Il est le plus souvent façonné, directement par le consommateur, sous forme de bûches, technique ne requérant que très peu de moyens mécaniques. Il peut aussi être acquis auprès de propriétaires forestiers, d'agriculteurs ou de revendeurs, en général de manière informelle.

Vu de France

Dans la plupart des cas, les quantités concernées sont très difficiles à évaluer puisque ne faisant pas l'objet de factures, ni même de transactions écrites. Il est néanmoins possible, par recoupement de diverses enquêtes et de recensements auprès de la population, d'approcher d'assez près ces volumes. Globalement, en France, la quantité de bois de feu autoconsommé est de 20 Mm³, auxquels s'ajoutent les 3 Mm³ commercialisés, le tout représentant 40% de la récolte forestière totale. À ces quantités s'ajoutent du bois provenant de scieries (dosses, délignures et sciures), des déchets industriels banals (DIB) et du bois prélevé hors forêt, pour un total d'environ 33 Mm³, soit un équivalent énergétique de 9,4 Mtep.

Sur les dernières décennies, la tendance est à une diminution lente, mais sûre, de la part du bois consommé par les ménages, en raison principalement :

- du vieillissement de la population utilisant les bûches en foyers traditionnels ;
- de l'amélioration des performances des chaudières, poêles et équipements domestiques au bois ;
- du développement de l'isolation des maisons individuelles.

Mais cette évolution est largement compensée par la part du bois consommé dans le secteur industriel et collectif où les chaufferies automatiques utilisant de la plaquette forestière ou du broyat de DIB ne cessent de se développer.



Claude BARBIER et Francis FLAHAUX

Claude BARBIER est Directeur du Centre Régional de la Propriété Forestière de Champagne-Ardenne (CRPF), établissement public dédié au développement de la forêt privée. Il a travaillé sur les questions énergétiques au Sahel, puis au Togo, et enfin en France (Franche-Comté et Champagne).

Francis FLAHAUX est Ingénieur agronome et des eaux et forêts. Il est l'initiateur et le coordinateur du PBE&DR (Plan Bois Énergie et Développement Rural, Fondation rurale de Wallonie reconnue d'utilité publique) avec pour mandat du gouvernement wallon de faire émerger des projets bois-énergie dans les secteurs privés domestique, industriel et public.

Figure 1 – Évolution de la consommation primaire de bois en France

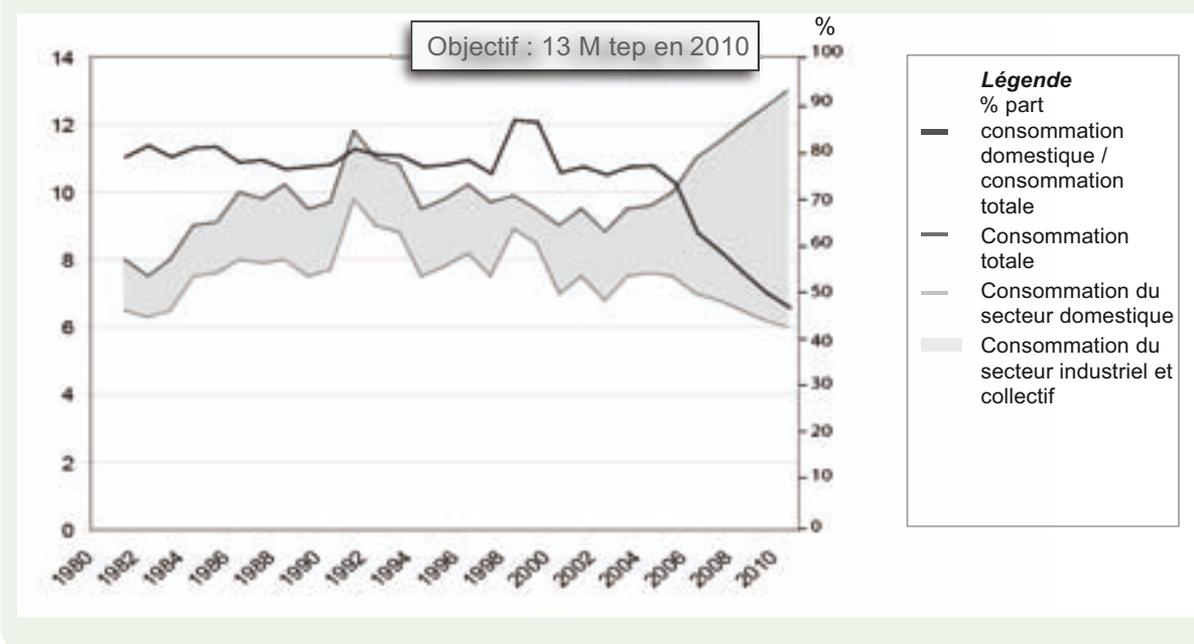
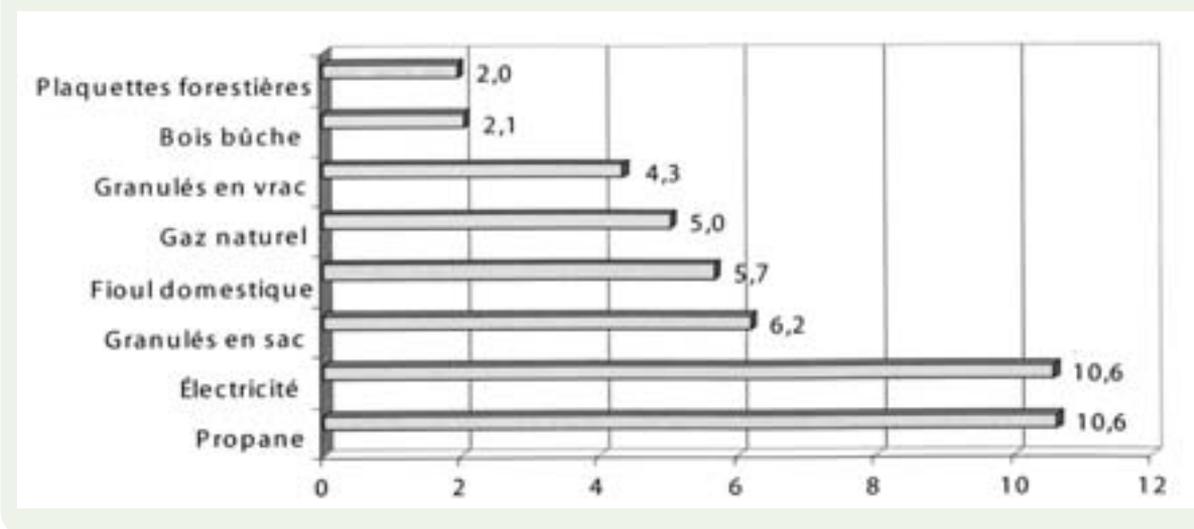


Figure 2 – Prix moyen des énergies dans l'habitat en centimes d'€/kWh TTC



En France, la sous-exploitation des forêts est notoire et différentes études montrent qu'entre 15 et 20 Mm³ supplémentaires pourraient être mobilisés pour servir au développement des usages énergétiques du bois.

Dans cette perspective, le bois représente une énergie de proximité, abondante, renouvelable et économique, qu'il convient de mieux valoriser, et

ce, d'autant plus que sa mobilisation est génératrice d'emplois, principalement en milieu rural. On estime ainsi que la mise en marché de 1 500 t de bois permet la création d'un poste de travail réparti sur l'ensemble de la filière. Mais l'argument essentiel pour le développement du bois-énergie reste toujours son faible coût, comparé à celui des énergies fossiles ou de l'électricité.



Broyeur en forêt.
Photo : Claude Barbier



Vis d'alimentation de la chaudière.
Photo : Claude Barbier



Chaudière à bois automatique.
Photo : Claude Barbier

Comment augmenter la part du bois dans la consommation nationale ?

Les bûches

Jusqu'alors, les bûches restent le mode le plus commun de préparation du bois à brûler. Pourtant, il est difficile d'imaginer, malgré les énormes progrès qui ont été faits dans la conception des matériels de combustion, que les quantités de bois ainsi utilisées pourront augmenter ou même se maintenir aux niveaux actuels. La principale raison tient bien sûr au fait que leur usage impose trop de manipulations et interdit quasiment toute automatisation.

Il n'est pas interdit de penser non plus qu'en matière de contrôle de la qualité de l'air, les foyers domestiques soient soumis assez rapidement à des normes sévères de fonctionnement. La combustion du bois en France est jugée responsable d'une bonne partie des émissions de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) et de particules fines, en raison du faible rendement énergétique des équipements actuels des ménages. Toutefois, l'amélioration des équipements permet de réduire cette pollution de manière notable.

Les granulés

Pour de faibles puissances, de l'ordre de 50 kW et moins, il ne fait plus aucun doute que le granulé de bois est le combustible le mieux adapté. Homogène, fluide, il permet une automatisation intégrale de son usage. Dense, il ne nécessite que très peu de place pour son stockage. Fabriqué avec du bois écorcé, il ne donne que très peu de cendres. Enfin, puisqu'il est sec, il brûle avec un rendement énergétique très élevé (85-90 %) sans émissions polluantes significatives.

Le granulé se fabrique actuellement avec de la sciure collectée en scieries. Mais les besoins augmentent très vite et l'on peut craindre que la sciure manque un jour prochain, ce qui pourrait être de nature à tempérer les enthousiasmes. Des matériels existent et tendent à se répandre pour produire des granulés sans utilisation de sciure. Il s'agit de broyer le bois préalablement écorcé et réduit en plaquettes afin d'obtenir des fibres pouvant alors passer dans une filière. À partir de là, les possibilités de production deviennent quasiment illimitées !

Vu de Belgique

Dans le secteur domestique et en milieu rural, le bois, malgré son passé glorieux, a longtemps gardé l'image d'un combustible rétrograde, fastidieux à mettre en œuvre et tellement moins moderne que le pétrole, le gaz ou l'électricité. Néanmoins, pour les ruraux, le bois-énergie est aussi associé au travail qu'il procure et à la gestion du patrimoine forestier ou bocager. Pour les entreprises et les centres urbains, le bois n'avait jamais été vraiment au centre de leurs préoccupations, sauf dans les entreprises du secteur du bois. Dans ces conditions, malgré les crises pétrolières, faire renaître le bois-énergie de ses cendres n'était pas gagné d'avance.

Pour preuve, certains pays qui avaient surfé sur la crise pétrolière de début 1970 pour relancer le bois-énergie se sont aussitôt arrêtés dès que le prix du baril est redescendu au niveau plancher. Bien sûr, les lobbies en tous genres ont aussi eu leur part de responsabilité dans les échecs de relance du bois-énergie, que ce soit du côté des énergéticiens classiques ou de la part des autres utilisateurs du bois peu enclins à voir arriver un concurrent ! Au contraire, un pays comme l'Autriche, qui a relancé le bois-énergie dans les mêmes années, a conçu son développement non pas uniquement comme une réponse à une crise énergétique, mais bien comme un remède à un problème majeur du milieu rural, plus particulièrement en moyenne montagne : le déclin des activités économiques, la déprise des zones rurales, la perte de revenu... La politique du bois-énergie ne s'y est jamais arrêtée depuis cette époque ! Son développement reposait sur une approche structurelle et non conjoncturelle.

Aujourd'hui, les causes de la réussite du bois-énergie sont à peu près partout les mêmes sous nos latitudes. Parmi celles-ci, notons le fait d'avoir majoritairement basé la politique et le développement de la filière bois-énergie sur une approche locale, favorable au développement endogène, intégré, durable et respectueux des autres usagers.

En effet, et encore davantage depuis que les demandes énergétiques explosent, la filière bois-énergie – sous forme de combustibles plus élaborés tels que les plaquettes et granulés de bois, avec ou sans réseau de chaleur – et son développement à tous les secteurs (privé, public et entreprise) doivent tenir compte d'un contexte régional (à l'échelle de l'Europe de l'Ouest) assez particulier par rapport à d'autres régions du monde :

- densité de population élevée à très élevée par rapport à d'autres continents ;
- usages des sols souvent très réglementés et fortement figés, voire cadencés ;
- poly activité bois assez importante – concurrence potentielle entre acteurs du secteur bois ;
- massifs forestiers et/ou espaces disponibles limités (taille, relief, frontières, limites géographiques ou administratives) ;
- consommation énergétique très importante ;
- charges sur l'environnement déjà très marquées.

Conscients de ces contraintes, de nombreux pays ou régions d'Europe ont d'ailleurs développé leur politique bois-énergie dans une perspective de développement local en encourageant des projets de taille limitée et propice au développement d'activités économiques transparentes, décentralisées, pérennes et non délocalisables. C'est notamment le cas en Autriche, en Suisse, en France aujourd'hui et en Belgique (Wallonie).

D'ailleurs, la géographie de nos régions, souvent limitées en taille, et la structure de nos massifs forestiers : de petites parcelles forestières, des forêts morcelées aux multiples propriétaires, la variété des sols et des essences, sont autant de bonnes raisons de privilégier une approche bois-énergie au niveau local. Ce sont aussi ces circonstances de terrain qui permettent à la filière bois-énergie d'être aussi attractive pour des opérateurs techniques de tailles et de capacités de travail si différentes ; tout avantage pour une diversification professionnelle et pour une répartition équitable, sur le terrain et entre les opérateurs, des plus-values créées par l'activité bois-énergie.

Enfin, rappelons que le « mixte énergétique » est nécessaire, inéluctable même, car aucune nouvelle filière énergétique ne sera suffisante à elle seule pour répondre aux besoins croissants, et aucune ne peut se permettre d'avoir des impacts trop marqués sur l'environnement – sols, biodiversité, paysages, ressources – et sur les autres acteurs économiques.

Dans ces conditions, le bois-énergie peut apporter des réponses à la fois techniques, économiques et sociales qui sont performantes et durables, conformes aux objectifs sociétaux ou réglementaires que nos sociétés occidentales exigent ou espèrent.

Les plaquettes

Pourtant, dès lors que l'on s'intéresse à de fortes consommations pour des puissances installées importantes, pouvant aller jusqu'à des dizaines de mégawatts, le granulé devient trop cher et la plaquette forestière prend la relève. Bien que d'une fabrication et d'une utilisation connues et largement éprouvées, les plaquettes forestières peinent encore à trouver leur place dans le paysage énergétique français. Il semble pourtant que leur développement soit inéluctable. En effet, la production de plaquettes forestières permet de simplifier sensiblement les schémas d'exploitation tout en rationalisant au maximum le circuit de fabrication et de distribution.

Tout peut être mécanisé, de l'abattage des tiges à la livraison des plaquettes. Taillis et houppiers peuvent être abattus et débardés sans qu'un opérateur descende de son engin, en utilisant des têtes-abatteuses, des grappins-scies... Les bois sont gerbés sur parterre de coupe en bordure de chemin carrossable, mélangés sans considération d'essence ni de diamètre et, bien sûr, sans souci de longueur puisqu'ils sont destinés à être broyés. Le broyage s'effectue en forêt, grâce à un engin mobile de forte puissance (4 à 500 cv). Les plaquettes sont projetées directement dans un camion de grosse capacité (25 t) qui les livrera directement à la chaufferie, ou les déposera sur une aire de stockage intermédiaire en vue d'un séchage complémentaire, d'un criblage ou d'un mélange avec d'autres produits. Les plaquettes seront de taille plus ou moins grosse selon les puissances des chaufferies à satisfaire, l'adaptation de l'engin s'effectuant simplement par remplacement des couteaux et des grilles.

Mais cette filière utilisant des matériels de grand prix (un broyeur peut coûter 500 000 euros HT) justifie une organisation rigoureuse permettant une durée de fonctionnement journalier maximum pour un impact minimum des charges d'amortissement. Pour fonctionner sans interruption pendant 6 à 8 heures

par jour, il est fondamental de disposer de volumes de bois importants, concentrés au maximum dans l'espace. Il est aussi important de disposer d'une flotte de camions suffisante, évitant tout arrêt de fonctionnement du broyeur. Et, pour la bonne organisation du tout, il faut disposer des moyens informatiques adaptés avec SIG, radioguidage...

D'autre part, il y a dans ce scénario quelques préalables indispensables à assurer, comme l'existence d'une voirie forestière conséquente, permettant la pénétration des camions routiers en forêt jusqu'à proximité des tas de bois, avec des places de retournement et de croisement, et des liaisons correctes avec la voirie publique. Cela suppose pour la France, en particulier, mais aussi pour d'autres pays, d'importants investissements publics dans la création et l'amélioration de la desserte forestière et de regroupement de la petite forêt privée.

Pour transformer des quantités importantes de bois en plaquettes selon ce schéma, encore faut-il des chantiers de grande taille pour permettre l'intervention d'engins performants, soit par mutualisation de la ressource (mise en commun du bois de diverses origines de propriété), soit par restructuration

foncière ou constitution de groupements forestiers ou d'associations syndicales de gestion... En aval, il faut aussi susciter la demande par la multiplication des grosses unités de chaufferies collectives, en particulier celles desservant des réseaux de chaleur.

Il y a à ce niveau de lourds engagements politiques à assumer par les élus et de forts lobbies à combattre. Les forestiers sont en effet confrontés aux grands distributeurs institutionnels d'énergies fossiles qui savent user d'arguments décisifs dans le choix des collectivités, l'un d'entre eux étant le peu de crédibilité à accorder à l'actuelle filière bois-énergie!

On voit combien la résolution de la crise énergétique et la lutte contre l'effet de serre imposent, en matière forestière en Europe de l'Ouest, des choix stratégiques ambitieux, à la fois politiques et professionnels. 🌱

La résolution de la crise énergétique et la lutte contre l'effet de serre imposent, en matière forestière en Europe de l'Ouest, des choix stratégiques ambitieux, à la fois politiques et professionnels.

L'énergie forestière dans les pays du bassin du Congo

Les pays du bassin du Congo¹ se caractérisent, entre autres, par leur diversité climatique, la densité de leur réseau hydrographique, leur importante façade maritime située sur les côtes atlantiques, leur population traditionnellement rurale, mais soumise à une forte tendance à l'urbanisation et l'importance de leur couvert forestier. Sur ces deux derniers points, les pays du bassin du Congo affichent une situation quelque peu contradictoire : celle d'abriter l'une des forêts les plus riches de la planète, mais où vivent des populations parmi les plus pauvres.

Les populations du bassin du Congo sont culturellement et économiquement attachées à la forêt. Elles y ont longtemps trouvé une réponse à l'essentiel de leurs besoins et, aujourd'hui encore, le bois demeure la principale source d'énergie des ménages aussi bien en milieu rural (plus de 98 %) qu'en milieu urbain (plus de 80 %). Tout simplement parce que les autres sources d'énergie de substitution ne sont pas économiquement accessibles.

Pour ces six pays, les statistiques nationales des superficies forestières et des populations sont résumées dans le tableau suivant :

Statistiques en matière de superficies, de populations et de consommation

Pays	Superficie du pays en milliers d'hectares	Superficie forestière en milliers d'hectares	Population totale en milliers d'habitants	Consommation en milliers de m ³ de bois de feu
Cameroun	46 540	21 245	16 400	9 407
Congo	34 150	22 471	3 885	1 219
Gabon	25 767	21 775	1 374	1 070
Guinée Équatoriale	2 805	1 632	506	447
RCA	62 298	22 755	3 947	2 000
RDC	226 705	133 610	54 775	69 777
Total	398 265	223 488	80 887	

Source : Situation des forêts du monde 2007, FAO.

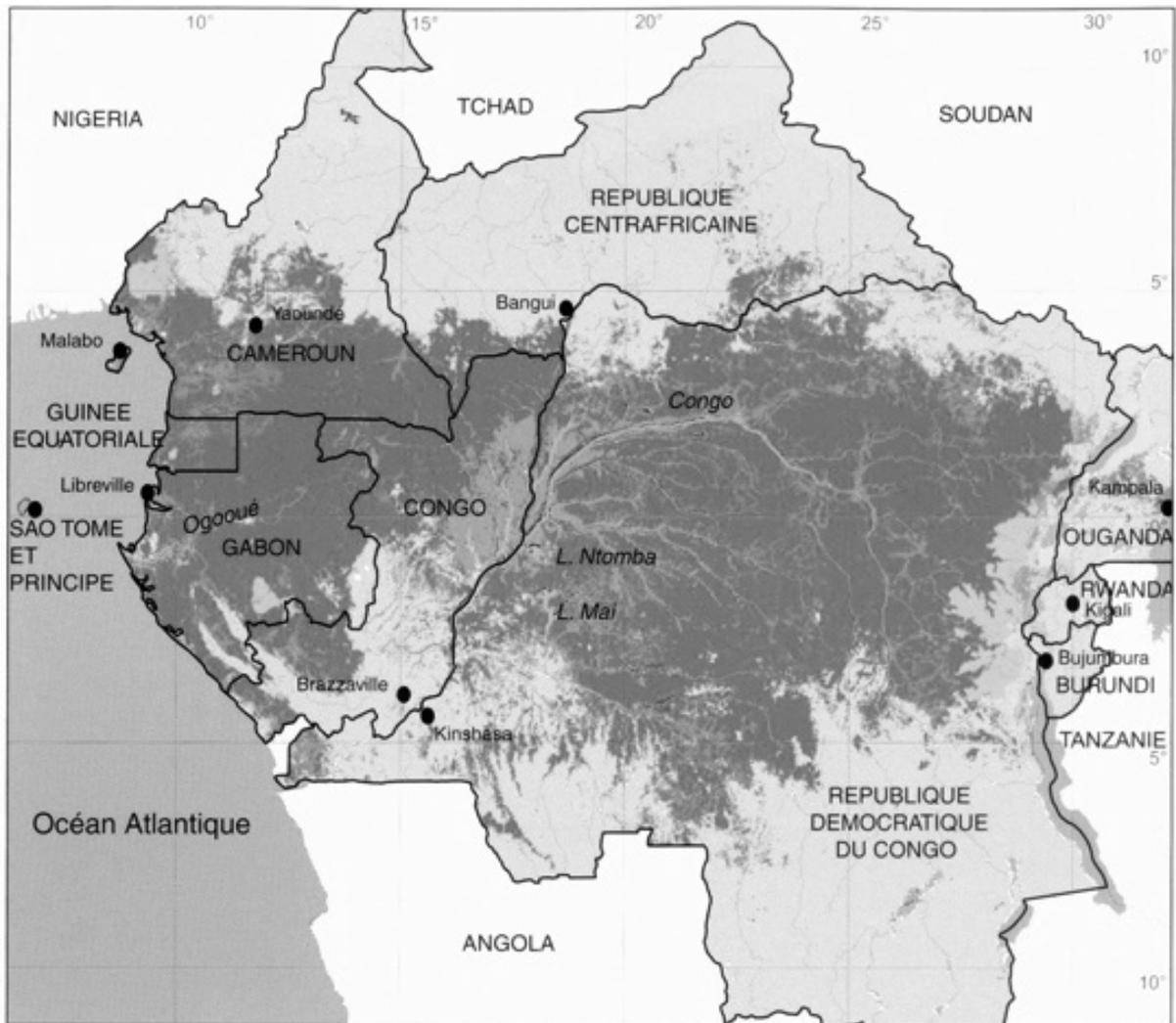


Georges Claver BOUNDZANGA et Joël LOUMETO

Georges Claver BOUNDZANGA, Ingénieur des eaux et forêts, est Coordonnateur technique du Centre National d'Inventaire et d'Aménagement des Ressources Forestières et Fauniques du Zaïre depuis 2004. Il est aussi Coordonnateur national adjoint du Réseau International Arbres Tropicaux (RIAT), et Aménagiste de l'Association technique internationale des bois tropicaux (ATIBT).

Joël LOUMETO, Docteur en écologie végétale, est Responsable des enseignements d'écologie végétale de la Faculté des sciences de Brazzaville, Coordonnateur du Groupe de recherche en écologie forestière et environnement (GREFE), Président du Forum national de la Conférence des Écosystèmes Forestiers Denses et Humides d'Afrique Centrale (CEFDHAC) du Congo, et Coordonnateur national du Réseau International Arbres Tropicaux (RIAT).

1. Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Équatoriale, République centrafricaine (RCA) et République démocratique du Congo (RDC).



Carte du bassin forestier du Congo.
J.-P.Vandeweghe. Forêts d'Afrique centrale

Le bois consommé est exploité dans les forêts naturelles et, pour beaucoup, dans les forêts dégradées par la pratique de l'agriculture sur brûlis. Les résidus d'exploitation (rebutis d'exploitation du bois d'œuvre, des plantations forestières et des unités de transformation des bois) ne sont que très peu recyclés pour l'énergie. Cette utilisation massive des ressources ligneuses pour la filière bois-énergie participe à la dégradation ou à la destruction des forêts, notamment au niveau des petits massifs forestiers, des galeries forestières et des forêts périurbaines.

Le charbon de bois et le bois de feu sont essentiellement utilisés dans les centres urbains où leur usage augmente d'année en année, et cela malgré le développement ponctuel, dans certaines grandes agglomérations, de l'utilisation du gaz butane

à usage domestique. Pour ces raisons, le bois-énergie, qui représente une part essentielle de la production ligneuse totale des pays du bassin du Congo, a permis le développement d'une importante filière regroupant sur l'ensemble de sa chaîne de nombreux acteurs : propriétaires fonciers, producteurs, transporteurs, commerçants et consommateurs. Cette filière connaît au fil des ans une forte affluence des sans-emplois en attente de débouchés plus rémunérateurs. Elle est ainsi devenue une des plus « redistributrices » de revenus, y compris en zones rurales.

Les dégâts écologiques importants sont désormais bien visibles dans les zones déficitaires en bois et dans celles qui sont densément peuplées (zones périurbaines).



Grumier au Gabon.
Photo : Bernard Riera

Pourtant, en matière d'énergie forestière, ces pays disposent encore de nombreux atouts, en particulier :

- de vastes espaces de savanes, qui se prêtent bien aux plantations d'arbres ;
- d'importants sous-produits et déchets de bois très peu valorisés, susceptibles de couvrir une part non négligeable des besoins des consommateurs.

Tandis que la population, notamment celle vivant en dessous du seuil de pauvreté (370 \$US par habitant et par an) continue d'augmenter, les différentes démarches stratégiques de réduction de la pauvreté² convergent pour proposer des politiques offrant une meilleure participation des différentes parties à la gestion des ressources forestières. Mais en tout état de cause, le bois-énergie reste le parent pauvre de la planification nationale.

Des actions convergentes devraient se développer pour des solutions durables basées sur :

- l'amélioration de l'offre en produits bois-énergie, grâce à une meilleure utilisation et au développement des ressources disponibles ;
- l'orientation de la demande vers des moyens moins coûteux en énergie et vers des solutions de substitution ;
- la promotion d'une gestion participative des ressources forestières.

Il faudrait aussi favoriser des schémas directeurs d'approvisionnement qui prennent en compte la dynamique transfrontalière, laquelle se développe déjà en Afrique centrale. Les Gouvernements des pays du bassin du Congo membres de la Commission des Forêts d'Afrique centrale (COMIFAC) ont du reste décidé de gérer durablement et d'une manière concertée leurs forêts, qui constituent, avec celles de l'Amazonie et de l'Asie du Sud-Est, les principaux ensembles boisés denses tropicaux et humides de la planète. 🌱

2. DSRP, Document de stratégie de réduction de la pauvreté, et CSLP, Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté (juillet 2006).

L'énergie forestière et l'artisanat au Burkina Faso

Pays sahélien, le Burkina Faso reste classé parmi les pays les moins avancés du monde. Son économie repose principalement sur l'agriculture qui occupe 84 % de la population. L'indice de pauvreté qui était de 45,3 % en 1998 est passé à 46,4 % en 2003, le seuil de pauvreté étant fixé à 82 672 FCFA (126 €) par adulte et par an.



**Boukary OUÉDRAOGO
et Yacouba SAVADOGO**

La consommation de bois-énergie en milieu urbain est très souvent imputée aux ménages. Cependant, une analyse de la littérature existante fait ressortir que la demande artisanale constitue aussi une composante très importante de la demande globale de bois.

Au Burkina Faso, il existe différentes catégories d'artisans travaillant dans divers domaines, tels que la production de la bière de sorgho rouge (dolo), la production d'objets d'arts en bronze, d'ustensiles de cuisine en aluminium, la bijouterie et la restauration. Du fait de l'importance de leur demande en bois-énergie, leur activité a un impact négatif sur la conservation des ressources forestières et constitue un facteur d'enclenchement de la désertification et de son accélération.

L'importance de la demande artisanale en bois-énergie à Ouagadougou

La consommation de bois-énergie par l'artisanat de Ouagadougou prend aujourd'hui des proportions inédites pour de multiples raisons, notamment :

- Ouagadougou est devenue la capitale de l'artisanat africain grâce au Salon International de l'Artisanat de Ouagadougou (SIAO) avec pour corollaire la promotion de l'artisanat burkinabé, faisant de Ouagadougou la capitale du bronze ;
- Depuis la dévaluation du FCFA, la hausse des prix des produits d'importation a entraîné un accroissement de la demande des produits locaux (bière traditionnelle de sorgho rouge, ustensiles de cuisines en aluminium, etc.) ;
- La croissance démographique de la ville au cours des deux dernières décennies, avec un taux annuel de l'ordre de 6,2%, induit une augmentation de la demande alimentaire entraînant une prolifération des restaurateurs.

Boukary OUÉDRAOGO, Docteur ès-sciences économiques, enseigne l'économie politique et l'économie de l'environnement à l'Université de Ouagadougou et à l'Université de Koudougou (Burkina Faso). Il est Chercheur au Laboratoire d'économie de l'environnement et de socio-économétrie du Centre de documentation et de recherche économique et sociale et Chercheur affilié au groupe de recherche en économie théorique et appliquée de l'Université de Bordeaux IV.

Yacouba SAVADOGO est Juriste de l'Environnement au ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie du Burkina Faso. Il est aussi Coordonnateur du Réseau de l'Afrique Francophone des Juristes de l'Environnement (RAFJE) et membre de la Commission droit de l'environnement de l'Union Mondiale pour la Nature (UICN).

boukary.ouedraogo2003
@univ-ouaga.bf
ysavadogo@gmail.com



Grilleur de viande au Burkina Faso.
Photo: Yacouba Savadogo

Tableau 1 – Demande artisanale du bois-énergie de Ouagadougou en 2000, en milliers de tonnes et en valeur FCFA*

Catégories d'artisans	En milliers de tonnes	En millions de FCFA)
Fondeurs de bronze	7,3	86
Fondeurs d'aluminium	13,6	135
Dolotières	48,3	980
Restaurateurs	43,7	996
Grilleurs de viandes	60,1	1352
Total	173,0	3549

* Les données de cet article sont extraites de 1) Ouédraogo : « Éléments économiques pour la gestion de l'offre et de la demande du bois-énergie dans la région de Ouagadougou », Thèse Doctorat Unique (2002) et 2) Ouédraogo : « La demande artisanale du bois-énergie comme facteur de production dans la ville de Ouagadougou », Consultation-UR/RPTES (2000).

En 2000, les cinq catégories d'artisans, cités dans le tableau 1, ont donc consommé un volume de bois-énergie de 173 000 tonnes, d'une valeur de 3,55 milliards de FCFA. Toutefois, cette demande est sous-évaluée car toutes les catégories d'artisans n'ont pas pu être prises en compte (potiers, bijoutiers, etc.).

Le gaspillage des ressources naturelles: le cas des dolotières

Une approche statistique (tableau 2) nous a permis de mettre en évidence l'importance du gaspillage des ressources par certains artisans.

L'analyse de la dispersion des facteurs « bois-énergie » et « eau » utilisés par les dolotières indique un manque de rationalité dans l'utilisation de ces deux ressources et montre que, d'une dolotière à l'autre, ces deux facteurs varient beaucoup, ce qui laisse soupçonner une surconsommation de ces ressources par certaines d'entre elles.

On pourrait penser que cette variabilité est justifiée par les différences de taille des unités de production. Mais cette hypothèse ne tient pas, car dans le cas d'une utilisation efficace du bois de feu par toutes les dolotières, il devrait exister, au moins partiellement, une certaine proportionnalité entre quantités produites de dolo et celles de bois et d'eau utilisées. Ce n'est pas le cas.

Par contre, le gaspillage de bois de feu peut s'expliquer par les circuits d'approvisionnement empruntés par ces dolotières et les techniques de combustion beaucoup plus efficaces dans les unes que dans les autres :

1. Les grossistes transporteurs de bois de feu ont des abonnés qu'ils approvisionnent régulièrement, et ceux-ci bénéficient d'une réduction de prix importante. Cet état de fait, qui réduit significativement le prix du bois de feu, peut inciter au gaspillage ;
2. Les grossistes charretiers, qui font souvent de longues distances pour vendre leur chargement de bois, se retrouvent parfois en surnombre sur le marché et, sous la pression des clients, sont contraints de livrer leur marchandise à bas prix. Encore une fois, les possibilités de gaspillage sont permises ;
3. Certaines dolotières de petite taille, situées au centre de la ville, peuvent être contraintes de s'approvisionner au détail avec des coûts plus élevés. Ici, par contre, il s'agit d'une incitation à l'économie de la ressource ;
4. Enfin, certaines dolotières, exerçant leur activité depuis plus d'une quinzaine d'années, ont développé des modes de production plus rationnels en raison d'une meilleure maîtrise du processus de la production. Certaines utilisent des foyers de combustion aux rendements plus



Dolotières au Burkina Faso.
Photo:Yacouba Savadogo

Tableau 2 – Quelques indicateurs relatifs à la fabrication du dolo

Désignation des indicateurs		Valeurs
Moyenne des quantités produites de dolo par préparation		829 litres
Moyenne des quantités utilisées de bois-énergie par préparation		458 kg
Moyenne des quantités utilisées d'eau par préparation		1767 litres
Indicateurs	Productivité physique du bois-énergie en litre de dolo par kg de bois	Productivité physique de l'eau en litre de dolo par litre d'eau
Moyenne	1,9	0,5
Écart type	1,3	0,3
Minimum	0,3	0,1
Maximum	6,0	1,4

performants comme les foyers améliorés en banco ou en ciment.

D'autre part, on peut montrer, de la même manière, que l'eau est utilisée beaucoup plus efficacement chez les uns que chez les autres. Ces différences pourraient s'expliquer par les raisons suivantes :

- Les dolotières dans les zones périphériques ne disposent pas d'infrastructures hydrauliques de proximité et le coût de la barrique (200 litres d'eau) y est très élevé, les contraignant à utiliser l'eau de manière plus rationnelle ;
- Certaines dolotières disposent de barriques roulantes et se font approvisionner en eau aux bornes-fontaines par les membres de la famille, donc à un faible coût. Elles peuvent continuer à gaspiller ;
- D'autres disposent d'un raccordement d'adduction d'eau à domicile et bénéficient du coût faible accordé aux ménages ordinaires par l'Office national de l'eau. Elles sont moins soucieuses de modérer leur consommation ;

- Enfin, dans les zones non loties, on va souvent puiser l'eau des puits. Certes le coût est nul, mais l'effort que cela nécessite incite à la modération.

On peut ainsi expliquer l'existence de grandes disparités dans l'utilisation du bois de feu et de l'eau par les producteurs de bière de mil rouge.

L'impact de la demande de l'artisanat sur les ressources forestières

Selon l'inventaire forestier de la zone d'approvisionnement de Ouagadougou, réalisé en 1990 par la FAO en collaboration avec l'Institut Géographique du Burkina, nous avons pu évaluer l'impact de la demande en bois-énergie de l'artisanat de la capitale sur le patrimoine forestier, plus particulièrement sur la zone de ravitaillement de la ville (14 provinces dont la province de Kadiogo qui abrite la capitale). En faisant les ajustements nécessaires pour ramener toutes les données à l'an 2000, on a pu estimer l'impact de la demande artisanale de Ouagadougou sur les forêts de sa région d'approvisionnement.

Tableau 3 – Impact de la demande de Ouagadougou sur le patrimoine forestier (2000)

Désignation	Quantité en milliers de stères
Bois exploitable durablement dans la province de Kadiogo	68
Bois exploitable durablement dans les 14 provinces approvisionnant Ouagadougou	1627
Demande artisanale totale en bois-énergie	692
Bilan par rapport aux disponibilités forestières de la province de Kadiogo	-624
Bilan par rapport aux disponibilités forestières des 14 provinces	935

Sources : Réalisé à partir des données de Ouédraogo (2000; 2002) et FAO/PNUD/BKF (1990)

En 2000, le volume de bois sur pied exploitable durablement dans la province de Kadiogo ne représentait que 10% de la consommation des artisans en bois-énergie pour la même année, évaluée à environ 692 000 stères. Si on considère seulement les disponibilités forestières ligneuses de cette province, le bilan y est déficitaire de plus de 600 000 stères. Si on considère la zone d'approvisionnement de

Ouagadougou dans son ensemble (14 provinces), ce bilan est excédentaire. La demande en bois de chauffe de l'artisanat représentait alors 43% du volume de bois exploitable durablement dans les 14 provinces de la zone de ravitaillement de Ouagadougou. En faisant l'hypothèse que le volume sur pied moyen par hectare est d'environ 46 stères, la consommation des artisans de Ouagadougou en bois-énergie équivaut à défricher, chaque année, une superficie de près de 15 000 hectares de forêts.

La contribution de l'artisanat à l'économie

L'artisanat de Ouagadougou totalisait, en 2000, environ 19 000 emplois dont près de 13 000 employés. C'est un secteur productif et à haute intensité de main-d'œuvre. Le montant des salaires versés est de l'ordre de 2,64 milliards de FCFA. Ces salaires permettent d'accroître la demande globale des ménages et de stimuler ainsi la production nationale. Au titre de la consommation des autres intrants, ces artisans distribuent d'importants revenus d'un montant de près 15,3 milliards de FCFA à leurs fournisseurs d'eau, de bois-énergie, de sorgho rouge, d'aluminium, de bronze, de riz...

Ainsi, les artisans contribuent de façon non négligeable au PIB national et sont des acteurs d'un secteur à haute valeur ajoutée. Enfin, on retiendra que les artisans, dans leur ensemble, produisent une grande diversité de biens et services bon marché, adaptés aux besoins des populations. Leur production permet d'utiliser les matières locales et de réduire les importations de certains produits dont le coût n'est pas toujours accessible à une grande partie de la population qui a de faibles revenus.

Contribution des ressources naturelles à la réalisation de l'artisanat

Une analyse des productivités moyennes des ressources naturelles utilisées par les artisans dans leur processus de production permet d'évaluer leur contribution à la réalisation des chiffres d'affaires. Le tableau 4 résume la contribution du bois-énergie utilisé à la formation du chiffre d'affaires de différentes catégories d'artisans. C'est pour les dolotières que l'on observe la plus faible rentabilité !

Tableau 4 – Productivité moyenne du kg de bois-énergie des différentes catégories d'artisans de la capitale

Types d'artisans	Apport en FCFA du kg de bois-énergie au chiffre d'affaires
Fondeurs de bronze	393
Fondeurs d'aluminium	495
Dolotières	160
Grilleurs de viande	745
Restaurateurs	482

Source: Ouédraogo (2000, 2002)

Si le bois-énergie reste essentiel dans l'activité de ces artisans, il n'en demeure pas moins que son exploitation excessive compromet fortement la durabilité des ressources ligneuses, qui ne peuvent se renouveler du fait d'une surexploitation. La dégradation rapide de la ressource et la désertification en sont les conséquences directes. Cependant, ces artisans sont facilement identifiables et, grâce à l'application de politiques adaptées, l'utilisation de la ressource pourrait être mieux contrôlée.

Conclusion

Malgré toutes les contributions positives de l'artisanat à la réduction de la pauvreté, la demande globale annuelle du bois-énergie des artisans de Ouagadougou a occasionné d'importantes coupes de forêts. La surexploitation des ressources ligneuses a des effets pervers sur notre environnement tels que pertes de biodiversité, pertes d'habitats de la faune sauvage, diminution de la fertilité des sols et augmentation de l'érosion hydrique. Les problèmes majeurs de mise en œuvre de politiques de rationalisation de la consommation de ces ressources tiennent:

- à la grande diversité de leur utilisation par les artisans: le bois d'œuvre pour la menuiserie, le bois de sculpture, le bois-énergie, le bois de forge, la fabrication d'instruments de musique, etc.;
- et, d'une manière générale, à la sous-estimation du prix de la ressource naturelle.

Aussi, l'hétérogénéité des utilisations de la ressource forestière ligneuse ne peut être traitée avec succès que si les politiques tiennent compte de la spécificité de chaque utilisation et de chaque catégorie d'utilisateurs de la ressource.

L'artisanat utilisateur du bois-énergie comme facteur de production représente 59% de la demande

L'artisanat utilisateur du bois-énergie comme facteur de production représente 59% de la demande globale de Ouagadougou et concerne un effectif d'environ 10 000 opérateurs qui peuvent être ciblés prioritairement pour des politiques appropriées de gestion de la demande du bois-énergie.

globale de Ouagadougou et concerne un effectif d'environ 10 000 opérateurs qui peuvent être ciblés prioritairement pour des politiques appropriées de gestion de la demande du bois-énergie. L'aide à la mise en place d'équipements adaptés pourrait se révéler efficace. Les redevances perçues sur les artisans pourraient être utilisées pour subventionner l'acquisition de matériel plus performant et la formation des artisans. Cela pourrait être mis

en œuvre par une agence spécialisée qui gèrerait un fonds constitué par les redevances et le redistribuerait en fonction de l'élaboration de projets réalisant de réelles économies de bois-énergie. Les dolotières devraient constituer une catégorie pilote d'artisans pour l'expérimentation d'une telle opération. Une autre possibilité serait d'instituer des normes de production pour l'utilisation des ressources naturelles. La production réalisée selon ces normes serait étiquetée et une loi interdirait la commercialisation des produits de la même catégorie non étiquetés. ✚

La forêt productrice d'énergie

Toutes les énergies, qu'elles soient renouvelables ou fossiles, ont les mêmes exigences liées à la répartition et à l'importance de la ressource, à nos capacités à la mobiliser, à la distribuer et à en faciliter l'usage au regard du besoin de l'utilisateur final. Le bois-énergie n'échappe pas à cette problématique de filière. Comment mettre l'énergie primaire, abondante mais inégalement répartie, à la disposition d'utilisateurs finaux, souvent éloignés de la ressource et exprimant des demandes non homogènes ? En dehors des coûts, deux éléments requièrent des réponses adaptées, celui de la distribution, exploré dans l'article de Patrick Ollivier, celui de la transformation, abordé par Christian Sales.

De la réponse à ces problèmes dépendra la place qu'occupera l'énergie à base de bois dans la gamme des énergies que nous serons conduits à utiliser et la nature des besoins qu'elle pourra satisfaire. C'est une question importante sur les plans technique, économique et politique.

Cette question se présente de différentes manières selon l'état de développement des sociétés concernées et leurs contraintes géo-climatiques. On pourrait dans un contexte d'urgence et de manière simplifiée avancer des lignes stratégiques plus adaptées aux contraintes et aux possibilités de chacun. Dans les pays en développement, non producteurs de pétrole, des zones sèches tropicales ou non, les priorités immédiates sont d'accroître une ressource en bois qui se raréfie de plus en plus et de lutter contre le gaspillage. Dans les zones tropicales humides, il est nécessaire de mieux gérer une ressource encore abondante et de s'adapter à une demande qui évolue en raison d'une urbanisation croissante. Dans les pays développés ou émergents, il est surtout essentiel d'organiser la distribution d'une biomasse à haute valeur technologique ajoutée et d'en élargir l'usage.

Les énergies renouvelables s'imposent aussi une autre contrainte : celle justement d'être renouvelables. Pour l'énergie à base de bois s'ajoute la nécessité de trouver une place dans la gestion multifonctionnelle de la forêt. Certes, la complémentarité entre les différentes formes d'utilisation de la forêt est souvent rappelée par les promoteurs de cette énergie, mais les difficultés pour maintenir une gestion durable de l'espace forestier ne sont pas pour autant aplanies. Ce sujet est traité, non sans nuances et différences, dans les articles d'Yves Bastien et de Guy Landmann.

Jean Claude Bergonzini et Jean-Paul Lanly

La mobilisation du bois-énergie

En France, le volume de bois-énergie consommé par les chaufferies-bois « commerciales », c'est-à-dire ce qui n'est pas autoconsommé par les industries du bois pour leurs propres besoins, est estimé à 1 Mt/an. Ce tonnage est donc modeste par rapport aux autres quantités consommées annuellement : environ 32 Mt de bois d'industrie et bois d'œuvre, et 20 Mt de bois de chauffage.

Dans ce tonnage de bois-énergie, les plaquettes forestières ne représentent qu'une faible part : environ 150 000 tonnes par an. L'essentiel des volumes consommés provient de chutes diverses issues du sciage et de la transformation du bois.

La raison de la faible utilisation de plaquettes forestières est leur prix : un approvisionnement en produits connexes et/ou de recyclage coûte aujourd'hui environ 15-16 €/MWh entrant, alors que les plaquettes forestières coûtent au mieux environ 20-21 €/MWh. Pour cette raison, ce sont surtout les petites et les très petites chaufferies qui en consomment, car techniquement elles ont absolument besoin d'une granulométrie très fine et d'un produit généralement bien sec. Pour ces dernières, le prix peut monter jusqu'à 26 €/MWh.

L'essentiel des approvisionnements en bois-énergie provient donc d'un autre réseau, celui des approvisionneurs professionnels, qui opèrent comme des ensembliers en mobilisant et préparant des combustibles bois à partir de matières collectées principalement auprès :

- de scieries (majoritairement) et autres industries de transformation du bois ;
- de centres de recyclage, qui trient les bois parmi leur collecte de déchets et en extraient la fraction apte à la combustion en chaudière. Cette ressource est de développement récent, mais prend de plus en plus d'importance, car ce sont des produits secs qui viennent opportunément se mélanger avec des produits humides, et ainsi améliorer le pouvoir calorifique. Notons aussi les plates-formes de compostage, dont les refus peuvent constituer un combustible.

Deux produits ne vont pratiquement pas aux chaudières :

- les sciures, car elles sont bien mieux valorisées par les granulés et les panneaux ;
- les plaquettes dites « papetières ».



Patrick OLLIVIER

Patrick OLLIVIER est Ingénieur de l'École centrale de Lyon et de l'Institut européen d'administration des affaires (INSEAD). Il dirige depuis 2000 la société Revalorisation Bois Matière (RBM), l'une des premières sociétés françaises de bois-énergie. Auparavant, il était Directeur de la compagnie Forestières La Rochette (approvisionnement en bois, scierie, imprégnation, et gestion de propriétés forestières), qui a été la première entreprise française d'exploitation forestière certifiée ISO 14000.



Les produits : les bois autres que les plaquettes forestières

Les produits qui composent cette gamme ont comme caractéristiques :

- d'être des sous-produits générés en petits lots unitaires (quelques tonnes ou dizaines de tonnes par jour) par de très nombreux points de production primaires (scieries, etc.), eux-mêmes marqués par une assez grande dispersion géographique ;
- d'être hétérogènes, aussi bien en dimensions qu'en humidité ;
- de ne pas ou peu être des produits à « valeur technique », et donc d'avoir comme prix essentiellement une « valeur transactionnelle » ; les seuls coûts techniques seront les coûts d'acheminement et de transformation ;
- d'être une « réserve » qui tend à s'amoinrir, puisque sa production est limitée par les volumes de bois sciés et/ou transformés. Au fur et à mesure que ces produits sont mobilisés par de nouvelles chaufferies, ils cessent évidemment d'être disponibles. Par ailleurs, les industries génératrices de ces sous-produits se mettent à les consommer de plus en plus elles-mêmes, au fur et à mesure qu'elles s'équipent en séchoirs. Force est de constater que, dans certaines régions, il devient très difficile de servir de nouveaux besoins à partir de cette gamme de produits

En amont, l'art de l'approvisionneur consistera à :

- Constituer un panel de fournisseurs « primaires », dont les produits constitueront les entrants de l'approvisionnement ;

- Gérer des sources matières venant de nombreux points de production, avec des volumes et des cadencements très hétérogènes ;
- Enlever régulièrement la matière, afin de ne pas engorger les producteurs ;
- S'assurer prévisionnellement des qualités et quantités ;
- Identifier de nouvelles ressources.

Et, à l'aval, l'art de l'approvisionneur consistera à :

- Tenir compte des besoins techniques propres à chaque chaudière ;
- Composer des combustibles réguliers, à partir de produits à caractéristiques très diverses, ce qui exige le passage par des plates-formes intermédiaires de préparation/stockage ;
- Apporter aux producteurs la sécurité de plusieurs destinations clientes ;
- Réguler les flux avec un cadencement rigoureux, car le risque d'arrêt par manque de combustible est interdit ;
- Assurer le stockage pour le client car, en général, ce dernier a peu de place pour stocker du combustible sur le site chaufferie ;
- Veiller sur la qualité, donc conseiller et assister les fournisseurs ;
- Chercher avec chaque chaufferie le mix-produits qui optimisera son fonctionnement.

Le travail d'approvisionnement est donc un métier complexe, nouveau qui, de plus en plus, est assuré par des structures semi-industrielles, qui associent souvent plusieurs « familles » de producteurs de sous-produits sous la coordination d'un spécialiste du bois-énergie. Elles sont appelées à faire des investissements en plates-formes de préparation-stockage.



Stockage de bois-énergie
Photo : Patrick Ollivier

Les produits : les plaquettes forestières

Le contexte est complètement différent du précédent, avec comme grands traits :

- Une ressource encore considérable, d'abord en raison du solde non exploité de l'accroissement annuel des forêts, mais aussi par tout le « capital forestier » déjà constitué. Le seul frein à sa disponibilité restera le coût que représentent les opérations d'exploitation et de préparation en forêt ;
- Un produit qui est « prêt à l'emploi » et ne nécessite donc pas de passage par une plate-forme intermédiaire, sauf *in situ* pour du stockage ;
- Mais un produit dont le coût en France est très au-dessus des approvisionnements réalisés à partir de sous-produits, donc une ressource encore peu utilisée mais qui « sortira » dans le futur en très gros volumes, en raison :
 - de l'obligation de « taux minimum de plaquettes forestières » qu'impose l'État pour octroyer des subventions ou du tarif de rachat électrique ;
 - de la montée à terme du prix des énergies fossiles, qui rendra les plaquettes forestières véritablement attractives ;
 - de la réduction des coûts de production qui ne manquera pas de se produire lorsque la récolte de plaquettes forestières aura pris une dimension plus industrielle. À titre indicatif, les opérateurs des pays d'Europe du Nord arrivent à vendre de la plaquette forestière pour environ 16 €/MWh sur des coupes en terrains plats, alors que dans le même contexte le prix français est de l'ordre de 20 €/MWh.
- Des itinéraires techniques de récolte maintenant bien mis au point dans les différents pays d'Europe qui utilisent depuis plus longtemps que la France sur la plaquette forestière : Scandinavie et Autriche.

L'utopie du transport proche

La plupart des études concernant des projets de chaufferies exigent un transport de courte distance, ce qui en soi est un souhait compréhensible. Toutefois, les chaufferies-bois étant souvent en milieu urbain et les forêts ne poussant pas dans les centres-villes, un tel souhait est irréaliste dans de nombreux cas, au moins en ce qui concerne la plaquette forestière.

De même, si l'approvisionnement est constitué par un mélange de sous-produits qui devront passer préalablement par une plate-forme pour être préparés, se posera alors la question de la rentabilité de la plate-forme : une courte distance de livraison veut dire qu'il y a une plate-forme proche de chaque chaufferie, or une plate-forme correctement équipée nécessite un volume annuel d'au moins 20 000 tonnes pour s'équilibrer financièrement. S'il faut servir des volumes nettement inférieurs, la seule solution sera de le faire à partir d'une plate-forme « centrale » qui regroupera la fourniture pour plusieurs chaufferies afin d'être rentable, mais qui évidemment sera vraisemblablement éloignée de chacune.

L'exigence du transport proche restera donc sans doute plus une utopie qu'une pratique généralisée.

La concurrence entre les différents types de consommation

Depuis que le bois-énergie est apparu comme un produit dont la consommation irait en croissant, les industries déjà consommatrices de bois (principalement la pâte à papier et les panneaux) se sont inquiétées de la concurrence que pourrait représenter à terme le bois-énergie sur leurs propres approvisionnements. Elles ont alors mené, et en particulier en France, de fortes campagnes contre le bois-énergie, en le dénonçant comme une menace envers leur propre pérennité. Si on ne peut nier que toute consommation est concurrente d'une autre, ce discours est excessif, voire caricatural. En effet, si l'on analyse par gamme de produits :

- Les écorces ne sont pas consommées, sauf en relativement faibles volumes par l'horticulture. On ne peut donc parler de concurrence sur cette gamme ;
- Les sciures sont recherchées par les panneaux pour leurs opérations de surfacage et leur réorientation vers les chaufferies pourraient constituer un risque. Cependant, l'évolution des techniques fait que les chaufferies ont tendance à rejeter la sciure qui leur pose des problèmes tant dans les transferts que dans la combustion.

Avec un prix des énergies fossiles relativement mesuré, les plaquettes papetières sont peu attractives pour les chaufferies. En effet, le prix que payent les papetiers et le fait que l'humidité soit de l'ordre de 50%, font que ces produits sont plus chers au MWh que les plaquettes forestières dès que le transport



Chaîne de broyage-calibrage.
Photo : Patrick Ollivier

dépasse les 10-12 €/T. Si cependant la scierie se trouve géographiquement près d'une chaufferie, un moindre coût de transport pourra effectivement rendre ces plaquettes économiquement captables par la chaufferie. Mais leur taux d'humidité en fait des produits techniquement peu recherchés par les chaufferies.

Le risque de voir des bois ronds d'industrie de petits diamètres aller directement à l'énergie plutôt que d'être transformés en rondins papetiers n'est pas inexistant, et peut donc à terme peser sur les volumes allant à la pâte à papier. *A contrario*, de nombreux spécialistes estiment que le fait de ne pas avoir à transformer ces petits diamètres en rondins – opération coûteuse pour l'exploitant – pourrait bonifier le prix de la part de bois conservés pour la pâte, et donc contribuer à mettre en marché des volumes plus élevés.

Le cours élevé des bois d'œuvre en fait évidemment des produits intouchables pour l'énergie. En revanche, l'énergie peut apporter une très bonne complémentarité en valorisant les houppiers, et donc en « finançant » l'exploitation de bois d'œuvre.

La complémentarité « cachée » des divers bois-énergie

Finalement, et de manière peut-être inattendue, les divers produits et les usages de ces produits peuvent s'avérer **plus complémentaires que concurrents** !

Ainsi, et sans que la liste des exemples soit complète :

- La plaquette forestière, si elle est un sous-produit de l'exploitation de bois d'œuvre et/ou de bois d'industrie, apporte un revenu complémentaire à l'exploitation des bois marchands traditionnels, et peut donc faciliter l'accès à des boisements qui auraient été à la limite de l'intérêt économique ;
- Le broyat de palettes ou d'emballages, bien trié, constitue une bonne valorisation pour une ressource qui souvent n'était pas utilisée faute de débouchés, et qui partait donc en décharge ;
- Deux produits comme l'écorce et le broyat de palettes sont quasi indispensables l'un à l'autre : la première est trop humide, le second trop sec, mais leur mélange bien géré donne un combustible à humidité idéale ;
- La sciure, maintenant peu souhaitée par les chaufferies, retrouve le chemin des autres utilisations industrielles ;
- Les produits chers comme la plaquette forestière où issus de taillis à courte et très courte révolution trouvent leur entrée sur les marchés lorsqu'ils sont approvisionnés en complément de produits moins « nobles », mais économiquement plus accessibles tout en restant éco-respectueux.

Sans verser dans l'angélisme, on peut donc raisonnablement constater que la « guerre du feu » n'a pas et n'aura pas lieu, et que très vraisemblablement de nouvelles synergies se dessineront dans le futur. 🌱

Énergie et gestion durable

Avant l'avènement des énergies fossiles, le bois, seule source d'énergie abondante et renouvelable, a longtemps fait l'objet d'une vive pression de la part des populations. Les forêts ont été pendant longtemps appelées à satisfaire les besoins en bois de chauffage des sociétés. Avant la révolution industrielle du début du XIX^e siècle, les forêts feuillues traitées en taillis et en taillis-sous-futaie ont été surexploitées pour faire face aux besoins croissants de l'industrie. Le bois était alors transformé en charbon de bois, directement en forêt, pour être transporté plus facilement. Les verreries et les forges, grosses consommatrices de bois, étaient souvent situées à proximité des grands massifs feuillus. Parallèlement, l'expansion démographique des populations s'est traduite par une forte augmentation de la demande de bois de chauffage. Face à cette pression, la surface forestière s'est réduite comme une peau de chagrin partout en Europe¹.

Depuis cette date phare, deux événements majeurs ont été à l'origine de la reconstitution des forêts européennes. D'abord la mise en place d'une politique forestière visant à protéger et à reconstituer la forêt – à cet égard, l'Allemagne et la France ont joué un rôle moteur – en s'appuyant sur deux volets: la réglementation pour protéger, l'enseignement pour développer les connaissances techniques. Mais l'élément majeur qui a permis le renouveau de la forêt a été sans conteste l'utilisation des énergies fossiles, le charbon d'abord, utilisé par l'industrie à partir de 1850, puis le pétrole. La pression énergétique sur le bois a progressivement baissé et a permis à la forêt de reconquérir largement les espaces perdus. Parallèlement, les traitements sylvicoles producteurs de bois de chauffage, le taillis et le taillis-sous-futaie ont été progressivement abandonnés pour leur substituer le régime de la futaie, plus orienté vers la production de gros bois afin de répondre aux nouveaux besoins de l'économie.

La forêt française et la production de bois-énergie

La France est le premier producteur européen de bois-énergie. Celui-ci provient de plusieurs sources:

1. En France, le manteau forestier ne couvrait plus que 6 à 7 Mha avant la promulgation du Code forestier en 1827. Il est aujourd'hui supérieur à 15 Mha.



Yves BASTIEN

Yves BASTIEN est Ingénieur de l'École des eaux et forêts des Barres (France) et Ingénieur en chef honoraire des ponts, des eaux et des forêts. Il a été Professeur de sylviculture au centre de Nancy de l'École nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF) de 1992 à sa retraite en 2007. Auparavant, il avait occupé plusieurs postes de responsabilité en matière de gestion des forêts publiques françaises.



- **le bois**, sous forme de bûches, granulés et plaquettes forestières ;
- **les sous-produits du bois** qui recouvrent l'ensemble des déchets produits par l'exploitation forestière (rémanents, purges), par les scieries (sciures, plaquettes...), par les industries de transformation (menuiseries, fabricants de meubles, parquets) et par les fabricants de panneaux, ainsi que les emballages tels que les palettes.

La récolte annuelle représente 9,3 Mtep (32,6 Mm³). Le bois combustible est essentiellement consommé par le secteur domestique pour environ 7,3 Mtep (25 Mm³). Le secteur domestique a toujours été un gros consommateur de bois de chauffage en bûches dans le monde rural, compte tenu de la proximité de la forêt et des habitudes des populations d'exploiter cette ressource locale à peu de frais. L'affouage² très ancré dans les usages anciens, et qui a persisté dans bon nombre de petites communes, vient de connaître un rebond spectaculaire à la suite des derniers chocs pétroliers.

Globalement, la part estimée de bois-énergie et d'industrie est évaluée à 44 % de la production biologique totale, soit 45,4 Mm³, chiffre nettement supérieur à la récolte actuelle qui est de l'ordre de 32,6 Mm³. Une des questions d'actualité est de savoir si, face à ce gisement important, il est possible d'augmenter durablement la récolte de bois-énergie pour répondre aux nouveaux défis.

Les traitements traditionnels : taillis, taillis-sous-futaie et futaie

Le bois-énergie est généralement considéré comme un sous-produit de la production des forêts orientées plutôt vers la production de bois d'œuvre, plus rémunérateur. Les taillis et taillis-sous-futaie, davantage producteurs de petits bois que la futaie, sont adaptés à la production de bois de chauffage et permettent de mobiliser une ressource importante dans les zones rurales où la pression sur le bois de chauffage traditionnel en bûches est importante. La futaie, qui par nature a pour objectif de produire du bois de plus gros diamètre (bois d'œuvre), produit également lors des éclaircies sélectives successives une part importante de petits bois dans la phase de croissance des peuplements. À cette part de produits accessoires s'ajoutent, lors de l'exploitation,

les houppiers des bois d'œuvre. Pour un cycle de production, on admet que le taillis produit 100 % de sa production de bois-énergie ou de trituration, le taillis-sous-futaie 80 %, la futaie 50 %.

Les taillis et les taillis-sous-futaie couvrent en France une surface de l'ordre de 6 Mha. Bien que les peuplements forestiers correspondants soient orientés vers la conversion en futaie, ils constituent encore une source principale de production de bois-énergie et de trituration. Pour la futaie feuillue, on remarque, malgré son objectif principal de production de bois d'œuvre, qu'elle produit également une part importante de bois non aptes au bois d'œuvre. La futaie résineuse qui produit une part beaucoup plus importante de bois d'œuvre est peu concernée, sauf au niveau des premières éclaircies.

Si les traitements sylvicoles classiques offrent un potentiel important, la totalité de ce gisement n'est pas mobilisable, car il faut tenir compte des diverses contraintes qui peuvent peser sur les exploitations. L'IFN (2007) indique que les forêts de production, qui sont soumises à de faibles contraintes environnementales et sociales et qui bénéficient de conditions d'exploitation faciles, ne couvrent que 54 % de la surface forestière nationale. Alors, pour être compétitif avec les autres sources d'énergie, le bois utilisé sous forme de plaquettes forestières doit pouvoir être mobilisé au moindre coût par une mécanisation rationnelle qui ne peut s'adapter partout compte tenu des diverses contraintes. Ces contraintes – environnementales liées aux impératifs de protection, naturelles (milieu, relief, accès), techniques (peuplement), sociales (morcellement de la propriété, psychologie du propriétaire), financières (cours des bois) – sont déterminantes.

Le bois, utilisé sous forme de bûches, relève encore d'une exploitation traditionnelle et ne subit pas les mêmes contraintes dans la mesure où ce produit, lorsqu'il n'est pas autoconsommé, est commercialisé sur des circuits de distribution courts à des prix bien supérieurs au prix d'achat du bois sur pied destiné à la plaquette forestière. Ce qui le rend très attractif pour les propriétaires forestiers dont l'attitude est plutôt frileuse vis-à-vis des débouchés en plaquettes moins rémunérateurs.

Les rémanents d'exploitation et fonds de coupe peuvent-ils être mobilisés ? Oui, dans certains cas, si les contraintes économiques le permettent, mais sur le plan écologique la récolte répétée de bois de petites dimensions, riches en éléments minéraux, peut conduire à un appauvrissement progressif du sol.

2. Droit ancien donné aux habitants d'une commune de bénéficier du bois de chauffage de la forêt communale.

La forte tension enregistrée sur les prix des bois de chauffage risque de réduire l'offre de bois destinée à la trituration et de mettre en difficulté l'approvisionnement des industries. La totalité de la production des sous-produits ne saurait donc être mobilisée pour les seuls besoins en bois-énergie. Par ailleurs, il y a une forte compétition entre les produits de la filière bois-énergie, le bois de chauffage en bûches étant actuellement, pour le propriétaire forestier, mieux valorisé que les plaquettes. Ces derniers produits, pénalisés par un coût de récolte et de broyage élevé dans les peuplements forestiers traditionnels, ne peuvent être produits rationnellement qu'à partir de deux sources : les sous-produits de la forêt de valeur quasi nulle, non valorisables autrement, et une ligniculture pour produire rapidement de la biomasse énergétique, ce sont les taillis à courte et à très courte révolution.

Les taillis à courte révolution

Dans le but de produire rapidement de grandes quantités de biomasse destinée à l'industrie papetière et au bois-énergie, des essais de taillis à courte révolution (T.C.R.) ont été mis en place dans les années 1970. Aujourd'hui, relayées par des taillis à très courte rotation (T.t.C.R.), ces cultures proches de la culture agricole industrielle couvrent une surface de près de 5 000 ha concentrés sur d'anciennes terres agricoles. La surface réservée à la production de bois-énergie est en expansion rapide pour répondre à une demande croissante en

énergies renouvelables facilement mobilisables. Ces taillis, qui ont vocation à apporter une contribution significative à la production d'énergie verte dans un contexte où les sous-produits de la forêt sont plus difficilement mobilisables, posent un certain nombre de questions quant à leur durabilité.

Les taillis à courte rotation doivent plutôt être réservés aux terres agricoles les moins riches pour respecter la hiérarchie d'utilisation des terres. Les conditions auxquelles elles doivent satisfaire pour que leur implantation sur des terres agricoles soit acceptable du point de vue de la gestion durable, sont essentiellement les suivantes :

- Limiter le coût énergétique lié à la production ligneuse ;
- Limiter les effets négatifs de tassement du sol en favorisant les exploitations hivernales sur sol gelé ;
- Réduire le travail du sol et l'utilisation des herbicides ;



Taillis-sous-futaie de chênes.
Photo : Yves Bastien



Taillis à très courte rotation.
Photo : Yves Bastien

Tableau 1 – Itinéraire sylvicole comparatif des taillis à courte rotation

	Rotation	Diamètre d'exploitation	Hauteur	Essence	Produit	Filière	Production*
TCR	7 à 10 ans	15 cm	15 à 18 m	Peuplier	Billons ou plaquettes	Trituration ou bois-énergie	6 à 10
TtCr	2 à 4 ans	6 cm	4 à 5 m	Saules	Plaquettes	Bois-énergie	10 à 15

Travail du sol, labour, fertilisation, constitution du capital ligneux par plantation de boutures de variétés clonales sélectionnées pour leur croissance rapide.

Contrôle mécanisé associant abattage et broyage en plaquettes. Transport des plaquettes sur aire de stockage par porteur couplé à l'abatteuse-broyeuse.

Globalement, culture proche de l'agriculture industrielle avec beaucoup d'intrants.

Rentabilité liée à l'évolution des prix de la plaquette face à la concurrence des autres sources d'énergie.

* La production est en tonnes de matière sèche (TMS) par hectare et par an. 1 TMS = 3 m³ de bois rond à 50 % d'humidité.

Tableau 2 – Impact des traitements sylvicoles producteurs de bois-énergie sur la gestion durable

Traitement	Caractéristiques	Impacts
Taillis simple	Essences généralement locales. Révolution 15 à 30 ans selon essences Gros réservoir de bois de chauffage et de trituration. Mécanisation possible. Taillis généralement vieillissés à la suite de l'abandon des recépages réguliers. En perte de vitesse sauf pour le châtaignier.	Exportation d'éléments minéraux inversement proportionnelle à la durée de la révolution. Perte de vigueur des souches. Possibilité de renouvellement naturel de l'ensouchement par drageonnement et recépage rez-terre des brins de taillis permettant l'affranchissement des nouveaux rejets de la souche mère. Coupe rase périodique.
Taillis-sous-futaie	Essences généralement locales. Révolution 25 à 30 ans selon essences. Présence de gros bois ne pouvant faire l'objet d'une récolte mécanisée. Taillis généralement vieillissés et en régression, futaie enrichie → préparation à la conversion. En perte de vitesse sauf en forêt privée (production de bois de chauffage, chasse) et en forêt publique (affouage).	Exportation d'éléments minéraux, toutefois moindre que le taillis. Perte de vigueur des souches pour le taillis (même remarque que pour le taillis simple). Équilibre futaie- taillis difficile à maintenir en l'absence de travaux.
Futaie	Révolutions > 60 ans sauf peuplier et pin maritime Mécanisation des premières éclaircies, difficultés pour les feuillus du fait de la conformation du houppier.	Peu d'impacts si essences adaptées aux stations.
Taillis à courte rotation	Ligniculture. Installation du taillis initial par plantation de boutures de peupliers ou de saules (variétés clonales sélectionnées). Contrôle de la végétation adventice par voie chimique ou mécanique. Récolte mécanisée à très courte périodicité.	Doit faire l'objet d'une autorisation de défrichement dans le cas d'installation sur terrain forestier. Nécessite beaucoup d'intrants. Risque de dégradation des sols par les porteurs lourds chargés de plaquettes (compactage, tassement), notamment sur sols limoneux. Impact positif sur les espaces agricoles : – rôle épurateur (engrais, pollution), protection (brise-vent), élément structurant et de diversification de l'activité agricole. Épuisement des souches au bout d'une trentaine d'années → renouvellement ou changement de culture.

- Assurer la multifonctionnalité du territoire en impliquant la constitution de petites unités ou d'implantation en bandes avec rotation des récoltes ;
- Répondre à une demande d'approvisionnement local (autoconsommation, projet de chaufferies collectives communales) ;
- Éviter la confusion entre taillis à courte rotation et forêt : les spécificités de la ligniculture étant non transposables en forêt.

Conclusion

La forêt doit, à partir de ses sous-produits, continuer à alimenter durablement la filière bois-énergie. La récolte de ces sous-produits s'inscrit dans une démarche globale de valorisation de la production forestière et de gestion durable. Cela implique que les différents partenaires de la filière bois puissent satisfaire leurs besoins par rapport à un marché non perturbé par une tension sur les prix dopés par un coût croissant des sources d'énergie. Au final, la sylviculture devrait y gagner en trouvant des débouchés lui permettant d'intensifier les éclaircies de petits bois pour produire des bois d'œuvre de qualité recherchés par l'économie. Cette ressource de bois-énergie constitue un potentiel forestier important, mais dont le coût de mobilisation reste élevé. Les marges de progrès passent nécessairement par une amélioration de la desserte forestière et un regroupement des petites parcelles privées. Des actions de communication en direction de la forêt privée, premier gisement de bois-énergie en France, devront être développées pour sensibiliser les propriétaires à mobiliser davantage cette ressource dans le cadre d'une gestion durable.

Les taillis à courte rotation, qui ont pour vocation de produire rapidement une grande quantité de biomasse énergétique, constituent une alternative face à une demande croissante de bois-énergie à laquelle la forêt ne sera pas en mesure de répondre malgré les efforts d'intensification de la sylviculture. Leur développement peut être envisagé sur les terrains agricoles pauvres pour ne pas concurrencer la production agricole alimentaire. Le caractère durable de cette ligniculture est cependant controversé compte tenu de la non-pérennité des souches et de son impact défavorable sur les sols forestiers. Cependant, outre le fait que les techniques peuvent encore progresser pour tenir compte des contraintes environnementales – en



Tour d'étude des flux en forêt d'eucalyptus au Brésil.

réduisant notamment les intrants et les risques de dégradation des sols – les taillis à courte rotation, de par leur rôle utile de protection (pollutions sonores, visuelles, chimiques, brise-vent, eau, épuration de boues, lutte contre l'effet de serre), présentent une certaine multifonctionnalité. Leur développement est à intégrer dans une politique d'aménagement du territoire concertée pour qu'ils s'inscrivent dans un cadre de gestion durable sans générer de compétition avec l'agriculture à des fins alimentaires pour l'utilisation des terres.

Pour éviter les transports coûteux sur de longues distances d'une matière première encombrante, il convient de rapprocher des lieux de consommation les sites de récolte et de production. L'autoconsommation avec la pratique de l'affouage ou la récolte en forêt privée répond bien à cet impératif de circuit court pour le bois de chauffage en bûches. Pour les plaquettes forestières, le choix des plates-formes de stockage devra être largement conditionné par les projets d'installation de chaudière à bois pour allier à une nécessaire compétitivité une meilleure protection de notre environnement. 🌱

Utiliser la biomasse forestière en préservant les sols, les eaux et la biodiversité

Cette contribution souhaite apporter quelques éléments de réflexion en abordant brièvement la question de la préservation des sols, des eaux et de la biodiversité en milieu forestier dans l'hypothèse d'une progression importante de l'utilisation de bois pour la production d'énergie. Progression qui pourrait d'ailleurs concerner une demande plus globale, car on estime qu'un renchérissement de l'énergie favorisera d'autres usages du bois, comme celui du bois d'œuvre.



Guy LANDMANN

Guy LANDMANN, Ingénieur agronome et du génie rural, des eaux et des forêts, a coordonné le programme français de recherche sur la pollution atmosphérique et le dépérissement des forêts puis dirigé le Département de la santé des forêts au Ministère de l'Agriculture. Il est actuellement Directeur adjoint du groupement d'intérêt public ECOFOR où il anime diverses expertises scientifiques et techniques.

La préservation des sols

La gestion de la **fertilité** des sols forestiers est étudiée depuis plus d'un siècle, mais fait l'objet d'applications limitées en dehors des forêts intensivement cultivées. La recherche a été stimulée par des problématiques environnementales depuis trois décennies : effet acidifiant supposé des résineux dans les zones dominées par les feuillus, risques liés à l'exportation des éléments minéraux par les taillis à courte révolution (études engagées après la crise pétrolière de 1973 puis délaissées), menace des dépôts atmosphériques acides au cours des années 1980-1990. La perspective récente d'une utilisation accrue de bois remet cette question à l'ordre du jour.

Les connaissances actuelles peuvent se résumer ainsi :

- La disponibilité en nutriments des sols limite le niveau de prélèvements de biomasse en raison de la localisation fréquente des forêts sur des sols pauvres ou appauvris par les usages anciens et la pollution atmosphérique.
- Dans une forêt gérée de façon extensive, la marge d'intensification sans restitution d'éléments minéraux est faible dans les sols acides. On ne sait pas exactement ce qui se passerait si les prélèvements venaient à faire baisser fortement leurs réserves nutritionnelles. Toutefois, on constate que la baisse de croissance est rapide et forte dans le cas d'une ligniculture sur un sol tropical à faibles réserves, et *a priori* nettement moins prononcée en zone tempérée.
- Une production intensive de type taillis à (très) courte révolution sans restitution minérale est illusoire et ne pourra de toutes façons s'envisager que sur des sols de bonne qualité. Il faut donc prendre en compte d'emblée la concurrence potentielle avec la production de denrées alimentaires.
- Dans les sols acides, le calcium et le magnésium sont les éléments en cause, mais une exportation importante de biomasse peut entraîner des problèmes sur l'azote et le phosphore.



guy.landmann@ecofor.org

Enfin, rappelons que la pratique d'un apport « correctif » d'éléments nutritifs, même s'il est considéré comme dénué d'inconvénients majeurs par une majorité de scientifiques, se heurte souvent à des obstacles économiques (son coût n'est pas négligeable), culturels et éthiques (l'intervention humaine dans un milieu « naturel » est mal perçue).

Le deuxième risque pour les sols associé à une utilisation accrue de biomasse forestière est celui du **tassement** des sols. Identifiée depuis longtemps, cette question a récemment bénéficié d'un regain d'intérêt en lien avec la généralisation effective, ou jugée inéluctable à terme, des récoltes avec des engins lourds. Des préconisations pratiques sur la façon de diminuer les risques (selon le type de sol, son humidité) sont disponibles. Pour autant, la maîtrise de ce problème n'est pas acquise, surtout dans un contexte d'accroissement des coupes avec des acteurs multiples au niveau de l'exploitation forestière et de ses liens avec l'aval.

Mentionnons toutefois que les risques d'**érosion** en forêt peuvent être considérés comme faibles. Seule une combinaison de pentes importantes, de fortes précipitations, de sols instables, et finalement d'absence provisoire de couverture végétale peut déclencher de graves érosions comme il a pu s'en produire par exemple dans le Sud des Alpes au XIX^e siècle. Un aspect moins connu et peut-être sous-estimé est l'érosion en site de moyenne montagne causée par la desserte routière et les passages d'engins dans des coupes qui se font, pour des raisons topographiques, dans le sens de la pente. Les répercussions de l'érosion sur les écosystèmes aquatiques sont un sujet qui mériterait d'être étudié (en référence à ce qui est fait en Amérique du Nord).

La préservation des eaux

De façon générale, la forêt alimente cours d'eau et nappes souterraines en eau de grande qualité. Les modifications négatives que peut entraîner la forêt dans certaines conditions (acidification des eaux dans les sites exposés aux dépôts acides, pertes de nitrates liées à des coupes fortes) restent généralement mineures par rapport à celles qui sont provoquées par l'agriculture intensive. La raison en est simplement que la forêt reçoit en général très peu d'intrants. Par contre, la forêt réduit – dans une proportion mal connue – l'écoulement annuel, au moins à l'échelle où peuvent intervenir des aménagements humains. Ainsi, la présence d'une

végétation forestière peut apparaître comme ayant une influence négative sur les ressources en eau dans les régions où ces dernières sont limitées. Ces aspects mériteraient des efforts de recherche accrues dans la perspective de certains scénarios d'aménagement du territoire (implantation massive de cultures dédiées à la production de biomasse) et de changements climatiques marqués.

La préservation et la valorisation de la biodiversité

La question du maintien de la biodiversité en lien avec une utilisation accrue de biomasse forestière a été peu étudiée. Les enjeux les plus importants dans ce domaine portent sur la partie de la biodiversité qui :

- i) ne peut survivre hors forêt,
- ii) est sensible aux interventions sylvicoles,
- iii) dépend directement du « bon fonctionnement » de la forêt,
- iv) est menacée d'extinction.

La connaissance de l'état de la biodiversité forestière est malheureusement parcellaire. C'est ainsi que l'identification des espèces menacées reste pour l'essentiel limitée aux vertébrés et aux végétaux supérieurs, et que les données sur l'évolution des populations connues à l'échelle d'un pays sont peu nombreuses. Pour les taxons les mieux renseignés, les experts ont ainsi tendance à conclure que la biodiversité forestière est globalement aussi menacée que le reste de la biodiversité. Pour le gestionnaire forestier, la connaissance du caractère « fonctionnel » de cette diversité, serait un outil fort utile, mais les résultats bien établis sont peu nombreux. La réflexion sur la vulnérabilité de la biodiversité forestière a conduit à identifier des compartiments et des caractéristiques tels que le volume de bois mort, la densité des vieux peuplements et des gros et vieux arbres, la fragmentation des habitats, ou encore l'altération des conditions de sol. On peut en déduire les évolutions sylvicoles qui risquent de se traduire par des effets négatifs plus ou moins importants :

- l'exploitation systématique des rémanents, d'arbres entiers ou encore de souches ;
- l'abaissement des durées de révolution et l'augmentation du rythme et/ou de l'intensité des éclaircies ;

- les modifications liées à l'aménagement et à l'exploitation des forêts : réseaux de pistes, utilisation d'engins lourds ;
- les modifications liées au fait qu'une proportion accrue de surface forestière est exploitée : moins de forêts vieilles et de vieux ou gros arbres, de forêts abandonnées, banalisation et fragmentation des habitats clés, fragmentation, éventuellement révision à la baisse de la politique de protection des milieux (réserves biologiques), dérangement de la faune.

Pour atténuer les aspects négatifs de cette présentation, on peut avancer que ces effets sont incertains ou mal documentés, que ces changements n'interviendraient que progressivement, que des mesures d'accompagnement et de correction sont souvent disponibles, ou encore que l'augmentation des cultures dédiées pourrait alléger la pression sur les forêts en place, et notamment sur les forêts dites « anciennes » dans lesquelles la perte potentielle de diversité est la plus forte. On peut aussi plaider qu'une économie adaptée devrait permettre de concilier biomasse et biodiversité en forêt.

Mais à l'inverse, on devine qu'il ne sera pas simple de faire en sorte que les avantages de la biodiversité soient reconnus à leur juste valeur, pour eux-mêmes et pour les aptitudes de la forêt qu'elle renforce, comme la résistance et la résilience aux aléas. Il ne sera pas aisé non plus d'organiser l'économie et les territoires pour que l'ensemble des valeurs et le long terme soient pris en compte. D'autant que la taille atteinte aujourd'hui par le secteur énergétique peut conduire à des pressions fortes et

à des récoltes importantes et mal maîtrisées dans des endroits sensibles, avec leur cortège de conséquences néfastes sur la biodiversité et sur les grands équilibres physico-chimiques et le paysage.

Conclusions

La façon de mieux valoriser la ressource en bois, et simultanément de préserver la biodiversité et ses multiples avantages induits, doit être envisagée de manière large. Au-delà des cultures ligneuses dédiées (encore peu répandues, notamment parce qu'elles sont encore insuffisamment rentables), c'est bien l'ensemble des forêts, dans la diversité de leur composition et des modes de gestion qui doit être considéré. Sur les plans économique et écologique, l'utilisation dite « en cascade » de la matière ligneuse (bois d'œuvre, panneaux, etc., dont les déchets sont valorisés et recyclés) est bien plus intéressante que la production directe de matériau pour l'énergie. La contrepartie est qu'il faut arriver à appréhender, à comprendre et finalement à mieux maîtriser une diversité de modes de production et impliquer une plus grande diversité d'acteurs à différentes échelles.

La question d'un choix entre cultures dédiées et forêt en place, plus ou moins intensivement gérée, est de fait assez théorique, et la réalisation des objectifs à court terme d'augmentation des récoltes de bois pour la production d'énergie renouvelable passera en premier lieu par une meilleure mobilisation de ressources forestières existantes.

La participation accrue des acteurs, y compris l'intégration des experts, aux différentes étapes du processus et l'évolution vers une gestion adaptative fondée sur « l'apprentissage, capable d'intégrer dans ses décisions les connaissances acquises aux diverses échelles par le bon sens, l'expérience, le suivi, ou l'expérimentation scientifique » seront indispensables à la réussite de l'objectif « produire plus tout en préservant mieux ».

En bref, les débats sur ces questions seront inévitablement difficiles en raison de leur complexité et de l'importance des enjeux. Saurons-nous réunir les fondements théoriques, l'efficacité pratique, l'innovation et le bon fonctionnement démocratique nécessaires pour avancer de manière cohérente face à ce défi? 🌱



Jaguar en forêt guyanaise.
Photo : Cécile Richard-Hansen/ONCFS

Les énergies renouvelables d'origine végétale

On distingue actuellement trois voies majeures de production d'énergie à partir des végétaux. La première et la plus ancienne, pratiquée depuis la nuit des temps, depuis que l'Homme a maîtrisé le feu, et qui utilise surtout le bois. Il peut être brûlé directement à l'air libre ou dans des installations plus ou moins sophistiquées pour la cuisson des aliments ou la production de chaleur. Pour la cuisson, il est souvent transformé en charbon de bois, ce qui permet un conditionnement qui facilite son transport. Aujourd'hui, près d'un milliard de tonnes de matière sèche bois est utilisé dans le monde à des fins énergétiques, soit autant que pour la production de matériaux et de pâte à papier.

En Europe, le bois-énergie, qui ne représentait plus qu'une activité marginale il y a encore vingt ans, offre à nouveau un marché considérable. Cette voie de production énergétique aurait pu être baptisée première génération mais, considérée comme dévolue aux simples usages domestiques, surtout dans les pays du Sud, l'industrie des pays développés l'a quasiment ignorée pendant plus d'un siècle, sauf à certaines périodes conflictuelles de leur histoire. Ce ne fut pas forcément un mal puisque le transfert de la demande vers les énergies fossiles a permis de réduire considérablement la pression sur les forêts. Cet itinéraire technologique pourrait être de fait baptisé génération zéro, bien qu'il connaisse un important regain d'intérêt et des progrès techniques incessants : fractionnement et conditionnement du bois, gestion des rejets et des déchets, performance des foyers et des chaudières individuelles et collectives.

La voie dite de première génération

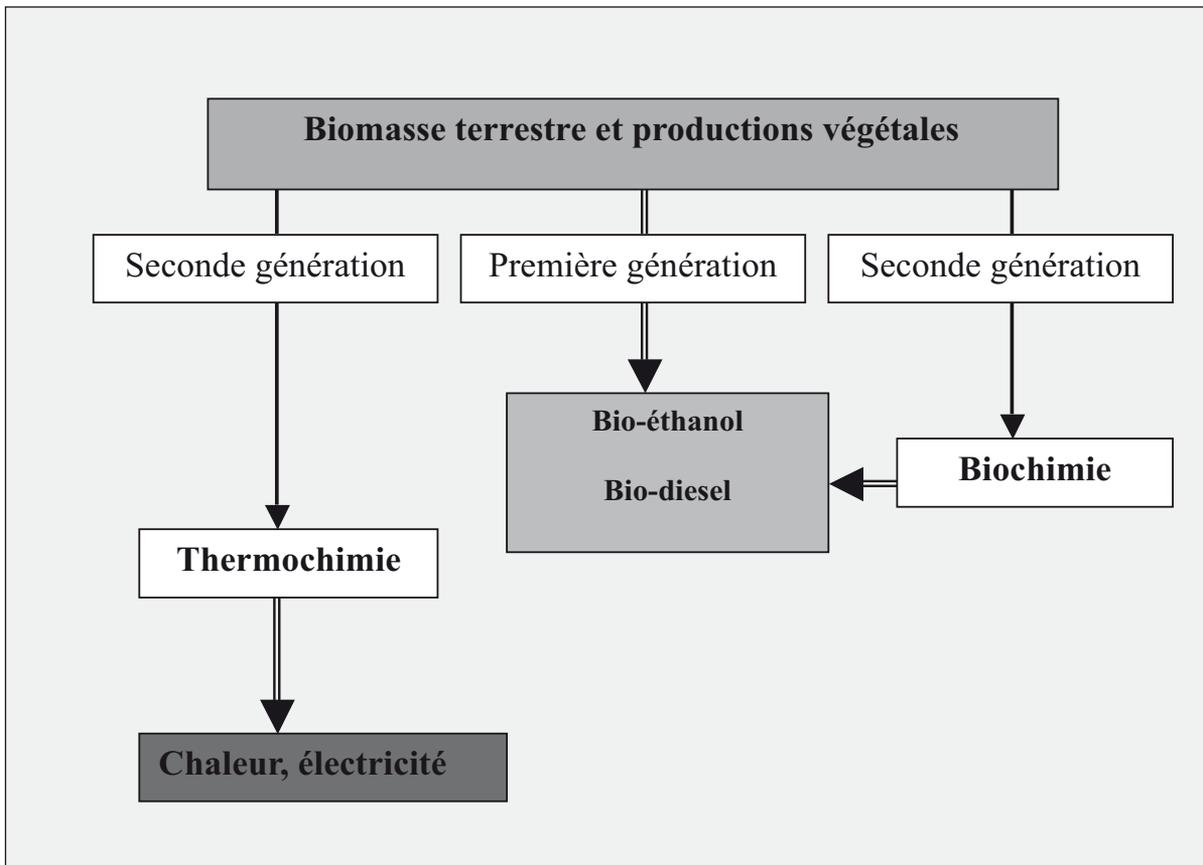
Des stratégies d'indépendance énergétique et de diversification de l'agriculture ont entraîné le développement d'itinéraires agro-industriels dits de première génération. Les crises pétrolières, les questions environnementales induites par les émissions de gaz à effet de serre et des stratégies de relance de l'agriculture ont généralisé l'intérêt porté à ces filières. Elles visent essentiellement le transport, même si les carburants produits pourraient être destinés à d'autres segments de marché comme la production de chaleur ou d'énergie mécanique à poste fixe. Les deux produits principaux en résultant sont, selon le type de culture, un alcool dénommé éthanol et des huiles. Le premier est un substitut ou un complément de l'essence, les seconds, un substitut ou un complément du gasoil.



Christian SALES

Christian SALES est Ingénieur de l'Institut national des sciences appliquées de Lyon et docteur en sciences du bois. Il est Chargé de mission Biomasse Énergie au sein du Centre français de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), après avoir été pendant dix ans Responsable du programme bois de ce même institut. De 1987 à 1996, il avait été Directeur scientifique du Centre technique du bois et de l'ameublement (CTBA).





L'éthanol est obtenu par fermentation du sucre issu de plantes sucrières telles que la canne à sucre, le sorgho ou la betterave, ou par hydrolyse/fermentation de l'amidon contenu dans les plantes amylacées telles que le blé, le maïs, le manioc, la pomme de terre... Il n'est jamais totalement pur et sa distillation extrême représenterait un coût trop élevé pour un carburant. Une faible quantité d'eau dans l'éthanol est donc tolérée, ce qui induit d'ailleurs des contraintes pour l'utilisation en moteur et son mélange avec l'essence.

Les huiles sont extraites par pressage des graines de plantes oléagineuses telles que le palmier, le cocotier, le soja, le colza, le tournesol... Toutes les plantes à huile alimentaires peuvent être candidates ainsi que les plantes non alimentaires comme le jatropha, le ricin... Elles ne sont pas toutes équivalentes du point de vue énergétique en raison de leur composition en acides gras qui peut varier fortement d'une espèce à l'autre et donner des huiles plus ou moins faciles à utiliser dans des moteurs. À condition de subir l'adaptation nécessaire, les moteurs thermiques à essence peuvent fonctionner directement à l'éthanol ou en double carburant (moteurs flexibles au Brésil, notamment) et les

moteurs diesel en HVP (huile végétale pure). Afin d'éviter cette segmentation du parc véhicules, des opérations de transformation chimique permettent de produire des carburants adaptés aux moteurs actuels. Pour l'éthanol, il s'agit d'une réaction en présence de butène qui va produire un Éthyl Tertio Buthyl Ether (ETBE). Pour les huiles, il s'agit d'une réaction de transestérification en présence de méthanol qui conduira à un Ester Méthylique d'Huile Végétale (EMHV).

Efficacité énergétique et impact environnemental

Le volet environnemental des filières de production des carburants de première génération a très souvent été utilisé comme un argument négatif des opposants au développement de ces filières. Ces questions sont controversées car les méthodologies utilisées sont diverses et donnent parfois des résultats très dispersés, voire contradictoires.

Dans l'attente de méthodes de référence en Analyse de Cycle de Vie (ACV) fournissant des bases méthodologiques indiscutables, l'approche environnementale de ces filières s'est souvent limitée à des



Récolte de régimes de palmiers à huile en Malaisie.
Photo: Christian Sales

études d'efficacité énergétique (EE). Bien que ne représentant qu'une partie de la problématique environnementale puisque n'intégrant pas les concepts de nuisance et de risque, la détermination de cette efficacité reste une opération complexe qui n'échappe pas aux critiques. Selon les études, les coefficients d'EE rencontrés dans la littérature sont très variables et parfois contradictoires. Selon l'objectif de l'étude (ce que l'on veut *a priori* démontrer), la prise en compte ou l'oubli, volontaire ou non, d'un paramètre peut très bien faire basculer le coefficient d'un diagnostic positif à un négatif et réciproquement.

Généralement, les études concernant l'efficacité énergétique portent sur la chaîne de production-transformation depuis la mise en culture au champ jusqu'à la production du carburant mis à disposition sortie du site de conditionnement ou de transformation. Deux facteurs jouent un rôle primordial. Le premier concerne la plante elle-même (espèce et mode de culture), le second concerne l'allocation énergétique entre produit principal (le carburant) et coproduits (tourteaux dans le cas de certaines plantes à huile mais aussi prise en compte du

potentiel énergétique de certains « déchets » comme la bagasse dans le cas de la canne). Ainsi, les résultats annoncés varient selon les études d'environ 30 à 50% selon la manière d'intégrer ces différents facteurs.

Globalement, l'EE la moins favorable semble obtenue avec les plantes amylacées (EE comprise entre 1,0 et 1,5). Un coefficient de 1,5 signifie, par exemple, qu'un litre d'équivalent énergétique éthanol est nécessaire à la production de 1,5 litre de produit final. Pour les plantes à sucre, les ratios peuvent prendre des valeurs beaucoup plus extrêmes, selon qu'il s'agit de plantes sans coproduit énergétiquement valorisable (betterave de 1,3 à 2,0) ou de plantes à fort potentiel énergétique des coproduits de transformation (canne à sucre avec valorisation énergétique de la bagasse : EE comprise entre 4 et 6). Pour les plantes à huile à tourteaux valorisables, le ratio se situe généralement entre 3 et 4 quand le produit final considéré est l'huile pure et se dégrade nécessairement lorsqu'il y a transformation en EMHV (entre 2 et 3).

La voie dite de seconde génération

Elle a pour but de valoriser au mieux la ressource en tirant parti de certains composants de la plante entière y compris la matière ligno-cellulosique qui constitue les structures porteuses telles que la tige, le tronc, les ramifications, voire le feuillage.

On distingue la voie thermo-chimique et la voie biochimique. La première trouve son origine dans la génération zéro précédemment évoquée, la seconde dans la voie éthanol de première génération.

La **thermochimie** consiste à brûler la biomasse, matière riche en carbone, composée en majeure partie de lignine et de cellulose, pour produire de la chaleur qui peut être transformée en force motrice ou électrique. La combustion contrôlée, notamment des apports gazeux en oxygène, devient la pyrolyse. La pyrolyse produit des solides (charbon riche en carbone, mais aussi des cendres), des gaz inflammables (hydrogène de la biomasse combiné ou non au carbone, carbone combiné à l'oxygène...) et des liquides (goudrons, appelés communément pyrolygènes). La manière de conduire le procédé de pyrolyse (apports en oxygène, pression de gaz, vitesse de montée en température de la biomasse avec apport extérieur de chaleur...) permet de favoriser l'apparition d'un des trois composants sans pour autant éliminer les deux autres.

La pyrolyse lente en milieu très pauvre en oxygène peut se dérouler sur plusieurs jours de manière artisanale ou industrielle. Elle produit essentiellement du charbon de bois (80% de carbone) avec des rendements massiques de l'ordre de 15 à 25%¹. À l'opposé, la pyrolyse rapide ou *flash* qui nécessite de porter la particule de bois à 600/650 °C en une seconde, produit après condensation de la phase gazeuse 80% de liquide, le reste divisé entre poussières solides et gaz combustible. 100 kg de bois sec à l'air produisent en moyenne 80 kg d'huile de pyrolyse dont la composition chimique n'a rien à voir avec les huiles produites par les filières de première génération. Ces huiles, dont la teneur est trop riche en oxygène, ne sont pas directement utilisables comme carburant et doivent subir pour cela un traitement chimique ultérieur.

Entre ces deux extrêmes, la pyrolyse en milieu oxydant, généralement en présence de vapeur d'eau, va conduire au procédé de gazéification. Le carbone réagit avec l'eau pour donner un gaz à base d'hydrogène et de mono-oxyde de carbone selon la réaction théorique :



La réaction peut également donner naissance à d'autres gaz tels que le méthane ou le dioxyde de carbone, à des résidus solides résultant de réactions incomplètes et à des liquides de type pyroligneux. Les installations de petites et moyennes capacités fonctionnent généralement en lit fixe étagé, celles de forte capacité en lit fluidisé. La première partie de la réaction consiste en une pyrolyse produisant le carbone mis ensuite en jeu dans la réaction de gazéification, d'où la notion de lit étagé dans lequel les différentes zones sont l'objet de réactions thermochimiques différentes et complexes. L'une des problématiques majeures de la gazéification de biomasse concerne la qualité des gaz produits en raison de la présence dans ces gaz de composés divers, notamment des pyroligneux se trouvant à l'état gazeux aux températures de traitement et ainsi mélangés au gaz de synthèse idéal, composé uniquement d'hydrogène et de mono-oxyde de carbone. Afin de réduire cet inconvénient et de maîtriser un peu mieux le procédé, l'installation peut être physiquement divisée en deux zones, une première destinée à extraire et à craquer les

pyroligneux, une seconde destinée à gazéifier le carbone solide. D'autres voies d'épuration des gaz utilisant parfois des réactions de catalyse sont également explorées ainsi que l'introduction de catalyseurs de type sels métalliques dans la biomasse avant traitement thermique.

Le gaz ainsi produit peut être directement utilisé comme combustible gazeux (brûleurs, moteurs thermiques...) ou transformé en liquide par le procédé de synthèse catalytique appelé Fischer-Tropsch. Dans ce cas, le liquide produit est un carburant de type diesel.

La voie dite **biochimique** consiste à transformer en éthanol la cellulose de la matière. Le procédé se déroule en deux étapes qui peuvent être disjointes ou menées simultanément. La biomasse subit une fragmentation puis une hydrolyse enzymatique destinée à transformer la cellulose en un composé fermentable. Le produit ainsi obtenu subit alors une fermentation destinée à produire l'éthanol selon le même principe que pour les plantes à sucre. Les recherches actuelles portent sur les techniques biologiques de déstructuration (bactéries, champignons...), éventuellement chimiques, de la matière afin de rendre les chaînes de cellulose plus accessibles par élimination de la lignine présente dans la biomasse.

Ces itinéraires, dits de seconde génération, font l'objet d'un engouement certain. Le potentiel de biomasse à l'échelle planétaire semble énorme et la possibilité de valoriser la plante entière s'inscrit dans une démarche d'éradication du gaspillage de la matière première. D'un point de vue éthique, la biomasse ligno-cellulosique n'est pas comestible et le risque de conflit d'usage entre différentes destinations possibles des produits est exclu. Cela suppose bien sûr d'utiliser la biomasse déjà existante ou de s'interdire toute nouvelle création de biomasse sur des terres agricoles à vocation alimentaire.

Les ressources en biomasse

La biomasse peut être divisée en trois grandes catégories :

- forestière issue de formations naturelles ou non cultivées, ou de plantations à plus ou moins courtes rotations. Les déchets de scierie ne représentent qu'un faible potentiel dans les pays industrialisés car ils sont déjà fortement valorisés alors qu'ils offriraient un potentiel beaucoup plus important au Sud surtout en l'absence d'industrie

1. 100 kg de bois sec à l'air d'un pouvoir calorifique moyen selon les espèces de 21 MJ/kg ou 5000 kcal/kg vont donner 15 à 25 kg de charbon de bois d'un pouvoir calorifique moyen de 26 MJ/kg, soit environ 6000 kcal/kg.

L'exploration des voies dites de troisième génération

Les macro-algues font actuellement l'objet d'une récolte limitée principalement à destination du secteur de la cosmétique. Leur contenu en eau est très important et la production d'énergie à partir de ce type de biomasse s'oriente plutôt vers la voie de la méthanisation par digestion anaérobie.

Les micro-algues font, par contre, l'objet de recherches intensives depuis quelques années, car elles semblent offrir un rendement très élevé en production de biomasse. Toutefois, les recherches restent à un stade exploratoire et les applications se limitent pour l'instant à quelques dispositifs expérimentaux dans un contexte en forte évolution. Elles présentent une très large diversité et on recense à ce jour plus d'un millier d'espèces différentes. Les micro-algues sont rangées selon trois groupes principaux: rouges, vertes et brunes. Elles sont étudiées pour leur très forte productivité qui varie selon les espèces et le dispositif expérimental entre 10 et 50 g/m²/jour, ce qui, converti dans les unités usuelles d'évaluation de production de biomasse terrestre, donnerait une estimation comprise entre 35 et 175 t/ha/an !

L'intérêt principal des micro-algues réside dans la production d'huiles à finalité énergétique avec des rendements particulièrement élevés. Les données disponibles révèlent une très forte variabilité de potentiel avec des productions en huile comprises selon les expérimentations entre 20 000 et 100 000 l/ha/an. On retrouve le facteur cinq correspondant à la production de biomasse. La variabilité des données n'est pas seulement due à l'hétérogénéité des dispositifs expérimentaux (type d'algue, échelle d'expérimentation, réacteur ou milieu naturel...) mais aussi au taux de lipides retenu pour calculer la production potentielle d'huile à partir des données de production de biomasse. L'hypothèse prudente de 50 % de lipides conduit au taux inférieur de la fourchette. Elle conduit néanmoins à une production d'huile trois à quatre fois supérieure à celle des meilleurs rendements obtenus avec le palmier.

Les expérimentations en site réel de production sont trop peu avancées pour qu'il soit possible à ce jour de prendre position quant à l'avenir énergétique de cette biomasse.

locale de trituration. Dans certaines situations, ces derniers font parfois l'objet d'une valorisation énergétique importante (auto-production énergétique sur site, électrification décentralisée, charbon de bois ou même bois de feu) ;

- agricole spécifiquement cultivée pour produire de la biomasse (triticale, switchgrass, miscanthus...) ou issue des déchets et sous-produits de plantes le plus souvent à vocation alimentaire ;
- aquatique sous forme de macro ou micro-algues. Ces filières sont dites de troisième génération.

Actuellement, 3 000 Mm³ de bois sont prélevés annuellement à l'échelle de la planète. La moitié est destinée à la production d'énergie, essentiellement sous forme de bois de feu utilisé brut ou transformé en charbon.

Les plantations forestières peuvent être considérées comme une première étape vers la culture de biomasse à vocation énergétique. Il s'agit plus d'une ressource plantée et sommairement entretenue que d'une ressource réellement cultivée avec de nombreuses interventions humaines. Elles font appel à peu d'intrants. Les apports en fertilisants sont généralement limités à la mise en terre des plants, et les apports en eau sont essentiellement d'origine pluviale. Les rotations d'exploitation se situent à une

échelle de temps plus importante qu'une culture traditionnelle, de l'ordre de 3 à 5 ans pour les taillis à très courte rotation jusqu'à 10 à 15 ans, voire plus, avec éventuellement des éclaircies intermédiaires.

Des options concernant des plantes annuelles sont explorées depuis quelques années. Elles font appel à des espèces connues, déjà cultivées par le passé ou en cours de domestication comme triticale, switchgrass, miscanthus. Des variétés de canne à faible teneur en sucre et à forte production de biomasse qui avaient été abandonnées en cultures traditionnelles font à nouveau l'objet de recherches en sélection/amélioration. Les essais de cultures de plantes dédiées sont beaucoup plus récents que les travaux sur les espèces forestières, et les recherches dans ce domaine devraient permettre d'augmenter significativement des rendements qui se situent encore à des niveaux inférieurs à ceux des plantations forestières. Les rendements des plantes de type triticale, switchgrass et miscanthus semblent se situer entre 2 et 4 t/ha/an, avec une exception pour la canne à sucre qui produit une forte quantité de biomasse de l'ordre de 6 t/ha/an en moyenne. À l'opposé, les résidus de cultures annuelles, telles que les céréales, offrent généralement moins de 1 t/ha/an de biomasse sous forme de paille. 🌱

La forêt et la gestion du carbone

Au carbonifère, il y a 300 millions d'années, favorisée par un climat chaud et humide et portée par les facilités d'installation des premières plantes à fleurs, la végétation forestière s'est installée et étendue. Insensiblement, l'activité photosynthétique, associée au stockage du carbone dans les marécages, a contribué à l'oxygénation de l'atmosphère, laquelle a permis par la suite le développement de la vie animale. Depuis cette période, la composition en carbone de l'atmosphère, de la biosphère, de la lithosphère et de l'hydrosphère, qui sont les quatre grands compartiments stockant et échangeant du carbone, s'est modifiée lentement, entraînant des évolutions importantes, mais elles aussi très lentes, des formes de vie sur la Terre.

Aujourd'hui, les stocks de carbone dans l'atmosphère augmentent de plus de 3 milliards de tonnes (gigatonnes ou Gt) par an, soit un accroissement de l'ordre de 0,04 % du stock. C'est peu, mais cumulé, c'est beaucoup. Cet accroissement est pour l'essentiel le résultat des interventions humaines. D'abord, par l'usage qu'il fait des combustibles fossiles, ensuite, par les modifications de l'environnement qu'il génère, dont la déforestation et la dégradation des forêts tropicales. On trouvera dans les articles de Valentin Bellassen et d'Arthur Riedacker l'analyse des causes associées à cet accroissement des émissions forestières.

Pour faire face à cette situation, il faut limiter la déforestation, gérer de manière durable les forêts exploitées et augmenter les superficies forestières. Mais si les remèdes peuvent paraître simples, leur mise en œuvre est des plus complexes. D'abord, parce que ces propositions se heurtent à des intérêts et à des stratégies contradictoires. Ensuite, parce que tenir une telle comptabilité de l'état de la forêt est techniquement difficile et extrêmement coûteux. Enfin, parce que les possibilités de contraindre un État souverain à prendre des engagements qu'il juge contraire aux intérêts de son pays sont faibles.

Cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas de solution. Les articles d'Olivier Bouyer et d'Arthur Riedacker ouvrent quelques pistes, particulièrement en ce qui concerne les politiques agricoles et la gestion des territoires forestiers.

L'article d'Ali Agoumi et de Laila Stour montre combien les pays situés à l'écart des grandes zones forestières, comme ceux de l'Afrique du Nord et du Proche-Orient, peuvent se sentir frustrés par l'évolution des débats en cours. Ce qui nous amène, une fois de plus, à regretter l'absence d'une Convention sur les forêts.

Jean Claude Bergonzini et Jean-Paul Lanly

Les forêts et les émissions de CO₂

Chaque année, les forêts matures et les forêts en pleine croissance stockent un quart des émissions anthropiques dans leurs bois et dans leurs sols. Cette contribution essentielle à la limitation du changement climatique a été identifiée dans le Protocole de Kyoto (PK); il est déjà possible d'obtenir des crédits carbone en plantant des forêts. Toutefois, le Protocole n'aborde pas le sujet de la déforestation, notamment dans les zones tropicales, laquelle est responsable d'environ un cinquième des émissions humaines sur le plan mondial. Il n'aborde pas non plus le problème de la dégradation des forêts, c'est-à-dire la diminution de la capacité de stockage de carbone de terres qui restent néanmoins des forêts, ce qui se produit généralement lorsque de vieilles forêts sont exploitées de manière sélective pour récolter leurs essences les plus rares. Cette équation a motivé l'approbation par les Nations Unies de la Réduction des Émissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD) comme moyen d'atténuation du changement climatique, lors de la conférence internationale de Bali, en décembre 2007. Cette approbation a généré une nouvelle vague de recherches et de négociations, dont le but explicite est de conclure un accord sur un mécanisme détaillé d'ici à la fin de 2009.



Valentin BELLASSEN

Valentin BELLASSEN est Diplômé de l'École normale supérieure et doctorant en sciences de l'environnement. Il a participé ces dernières années aux négociations de la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques. Il travaille sur les projets de réductions d'émissions et de compensation carbone au sein de la Mission climat de la Caisse des dépôts et consignations, chargée de l'analyse et de la recherche sur les outils économiques d'action en matière de changements climatiques.

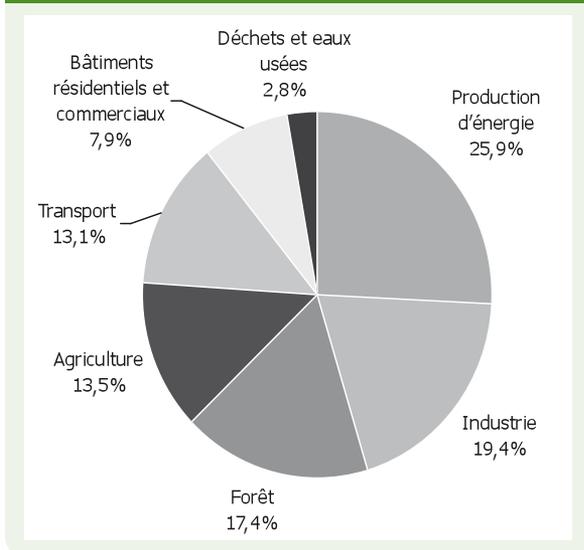
Le secteur forestier, troisième plus gros émetteur de CO₂

L'essentiel des émissions brutes de gaz à effet de serre du secteur forestier est dû à la déforestation, notamment tropicale. Les meilleures estimations du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour ces émissions sont de l'ordre de 8,7 GtCO₂e/an en 2004. Ce chiffre comprend : 5,8 GtCO₂e/an en raison de la déforestation *stricto sensu* et 1,9 GtCO₂e/an imputable à l'assèchement de zones humides (forêts tourbeuses et autres zones marécageuses). Ces émissions brutes représentaient 17% des émissions mondiales de gaz à effet de serre en 2004, ce qui fait du secteur forestier le troisième plus grand émetteur après l'approvisionnement énergétique et l'industrie. Plus que le secteur des transports ! Autre chiffre du GIEC largement repris : la part de la déforestation *stricto sensu* dans le cadre des émissions mondiales de CO₂ est comprise entre 5 et 25%. L'incertitude liée à ce chiffre est pour une grande partie attribuable aux données utilisées pour calculer les taux de déforestation.



Valentin.Bellassen
@caissedesdepots.fr

Figure 1 – Émissions mondiales de gaz à effet de serre par secteur en 2004 (total : 50 GtCO₂e)



Ces chiffres ne tiennent pas compte des émissions de carbone dues à la dégradation forestière. Pour l'ensemble de l'Amazonie brésilienne, celles-ci s'élèvent à 25 % des émissions imputables à la déforestation *stricto sensu*. Ce ratio pourrait s'avérer supérieur en Afrique et en Asie du Sud-Est, où l'exploitation sélective et la collecte de bois de chauffage sont réputées constituer une part plus importante de la pression anthropique.

Lors de la conversion d'une forêt pour un autre usage du sol, le gros du bois est en général brûlé sur place. Estimer les émissions de CO₂ liées à la déforestation nécessite donc de se poser deux questions : où ont lieu les déboisements, et combien de carbone y avait-il dans les forêts déboisées ?



Après une tempête dans les Landes, en France, en 2009.
Photo : Sébastien Drouineau



Feu de savane en Guyane.
Photo : Bernard Riera

Un hectare de forêt, combien de carbone cela représente-t-il ?

Attribuer une quantité de carbone à chaque hectare de forêt est une tâche difficile. Le résultat dépend de trois paramètres : l'éventail des compartiments pris en compte, les conditions locales (sol, climat, espèces) et le type de gestion (forêt primaire, exploitation sélective, courtes rotations...).

L'éventail des compartiments pris en compte

Comme pour l'inventaire des gaz à effet de serre produits par les entreprises industrielles, le contenu en carbone des forêts dépend des compartiments considérés pour l'inventaire. Le GIEC considère comme une bonne pratique que les inventaires nationaux fournissent une estimation basée sur l'ensemble des cinq compartiments suivants : la biomasse aérienne, la biomasse racinaire, la litière, le bois mort et le carbone des sols (figure 2). Néanmoins, les projets de valorisation du carbone forestier limitent en règle générale leurs revendications au compartiment « Biomasse aérienne », le plus facile à mesurer et le plus affecté par l'activité humaine.

Les conditions locales

En règle générale, plus les forêts sont humides, chaudes et riches en nutriments, plus le bois stocke de carbone. Les deux premiers facteurs expliquent pourquoi les forêts tropicales humides présentent en moyenne un stock de biomasse aérienne important (figure 3).

Figure 2 – Contenu en carbone des différents compartiments d'une forêt tropicale primaire

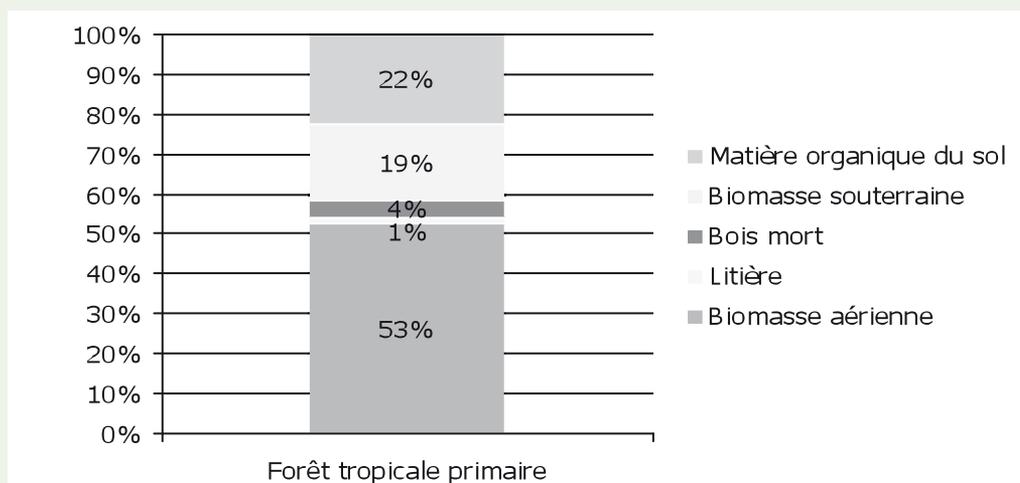
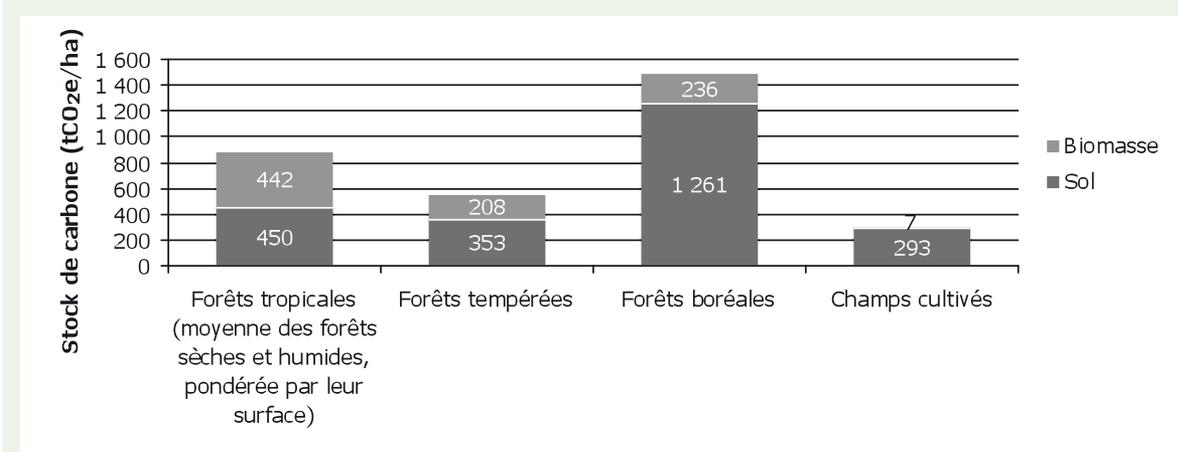


Figure 3 – Contenu en carbone des forêts



Note: Ces moyennes mondiales des différents écosystèmes illustrent l'influence du climat et de la gestion sur le contenu en carbone des forêts. En raison d'un climat chaud et humide, les forêts tropicales stockent plus de carbone dans leur biomasse que les forêts tempérées et boréales. Cet effet est probablement amplifié par les pratiques appliquées en matière de gestion: si la plupart des forêts tempérées sont depuis longtemps des forêts gérées, de nombreuses forêts tropicales sont encore inexploitées.

Les pratiques en matière de gestion

Les pratiques de gestion forestière ont une incidence importante sur les stocks de carbone: la gestion sur le long terme permet aux forêts européennes gérées de rester, en moyenne, relativement jeunes. Les stocks de carbone de ces jeunes forêts sont en dessous de leur valeur d'équilibre, ce qui en fait des « puits », dans la mesure où elles absorbent le CO₂ atmosphérique pour alimenter leur croissance. Au contraire, les forêts tropicales primaires disposent de stocks plus importants, mais elles ont atteint leur stade d'équilibre. En théorie, par leur respiration et leur décomposition, elles émettent autant de carbone qu'elles en absorbent. Dans la pratique, toutefois,

on estime que leurs stocks de carbone augmentent légèrement en raison d'effets anthropiques tels que les dépôts d'azote et la fertilisation au CO₂.

Par conséquent, appliquer des pratiques de gestion différentes peut avoir une incidence sur les stocks de carbone. Comparée aux pratiques de gestion plus conventionnelles, l'exploitation à faible impact, par exemple, est une technique qui réduit les « dommages collatéraux » subis par les arbres voisins lors de l'abattage des arbres sélectionnés; par rapport à une exploitation conventionnelle, cette technique est susceptible de réduire de 15 à 20% les émissions de CO₂ associées aux opérations forestières.

Si l'on devait établir la valeur en carbone d'un hectare de forêt en ne considérant que la biomasse aérienne, l'ordre de grandeur s'établirait dès lors à 300 tCO₂e. Pour les forêts tropicales humides, les chiffres du GIEC tournent autour de 600 tCO₂e.

La déforestation au niveau régional

On admet que le déboisement en forêt humide constitue l'essentiel des émissions issues de la déforestation. En effet, si, dans les années 1990, les autres forêts, plus sèches, comptaient pour au moins un tiers de la surface déboisée annuellement en zone tropicale, elles ne représentaient que 15% des émissions en raison de leur moindre contenu en carbone. Même en Afrique, où les forêts sèches représentaient deux tiers des zones déboisées, elles

ne comptaient que pour un tiers de la quantité totale des émissions imputables à la déforestation. Le déboisement des forêts sèches n'en est pas pour autant un phénomène négligeable, en raison de ses conséquences environnementales et socio-économiques. Ajoutons que les tendances les plus récentes observées au niveau des forêts tropicales humides révèlent de profondes différences régionales.

Amérique tropicale : des forêts plus vastes mais une déforestation accrue

L'Amérique tropicale abrite la plupart des forêts humides, avec une superficie estimée à 669 Mha. Elle perd également plus de forêts que les autres régions : entre 2000 et 2005, l'Amérique tropicale a totalisé environ 60% de l'ensemble des pertes brutes de forêts humides dans le monde.

La déforestation au Brésil

L'Amazonie brésilienne comprend encore 330 millions d'hectares de forêts, forêts humides et forêts de « *cerrado* » plus sèches, avec des stocks de carbone estimés à 315±35 milliards de tonnes d'équivalent CO₂. Près de 61,6 millions d'hectares, soit environ 20% de la région, ont été déboisés depuis les années 1970. Dans les années 1990, le taux moyen de déforestation s'élevait à 1,7 million d'hectares par an, soit 732 millions de tCO₂e en termes d'émissions. Si l'on s'en tient aux projections d'une déforestation sans efforts de réductions, l'expansion de la frontière agricole provoquerait la disparition de 40% des forêts qui existent encore d'ici à 2050 et l'émission de 115±30 GtCO₂e dans l'atmosphère.

Les facteurs provoquant la déforestation sont relativement bien connus, avec 70% de l'ensemble des activités de déforestation attribués aux pâturages à faible rendement. L'occupation illégale des terres publiques et le déboisement illégal en l'absence de capacités de gouvernance suffisantes pour faire appliquer la loi de manière cohérente sur le front pionnier de déforestation contribuent à accentuer le phénomène de la déforestation.

L'analyse de l'évolution des données de télédétection sur le long terme montre l'existence d'un lien entre création de routes, de zones urbaines et d'implantations, d'une part, et déforestation existante et nouvelle déforestation, d'autre part. Environ 80% de l'ensemble des activités de déforestation se concentrent sur une bande de 50 m le long des routes et 86% des nouveaux cas de déforestation ont lieu dans un rayon de 25 km autour des zones de déforestation existantes. Cette relation spatiale relativement bien documentée permet de modéliser et d'anticiper les futures activités de déforestation avec un haut degré de fiabilité. Une demande accrue de matières premières agricoles et, notamment, de soja et de bœuf, a provoqué un pic de la déforestation, avec 27 000 km² en 2003, le deuxième taux annuel le plus élevé. La déforestation a depuis lors reculé de manière constante jusqu'au début de l'année 2008, lorsqu'elle est repartie à la hausse.

Ce recul s'explique sans doute dans une large mesure par la baisse des prix des matières premières associée à une forte devise, ce qui est cohérent avec les signes précurseurs d'un renversement de tendance début 2008 avec la hausse du prix du soja. Néanmoins, cette baisse s'explique également en partie par le plan de lutte contre la déforestation mis en œuvre par le gouvernement fédéral, qui porte sur la création de grandes réserves et par les efforts déployés afin de faire respecter la loi de manière plus rigoureuse. Le Brésil a très largement accru le nombre de zones protégées dans les régions frontalières d'Amazonie : entre 2003 et 2008, il a créé 148 nouvelles zones protégées en Amazonie, et celles-ci couvrent désormais 62,2 millions d'hectares. Le réseau de zones protégées, composé de terres indigènes, de zones militaires, d'Unités de conservation sous stricte protection et destinées à une exploitation durable, représente 43% de la région amazonienne, soit environ la moitié de ce qu'il reste de la forêt d'Amazonie. Certaines de ces réserves bénéficient du soutien technique et financier additionnel du programme ARPA (Programme de création de zones protégées en Amazonie). La réduction d'émissions induite par la création de nouvelles zones protégées entre 2003 et 2008 a été estimée à 282 MtCO₂e/an par Soares Filho, pour un coût global équivalant à un investissement ponctuel de 2,5 milliards d'euros.

Asie tropicale: une image contrastée

En Asie tropicale, l'image est contrastée: tandis que les «pays insulaires» tels que l'Indonésie, la Malaisie ou la Papouasie-Nouvelle-Guinée, perdent rapidement leurs forêts, le couvert forestier progresse en Inde. Juste au nord de la zone tropicale, la Chine poursuit activement sa politique de reforestation.

Afrique: des forêts toujours debout mais qui se dégradent de plus en plus

En l'absence de stations de réception d'images satellite dans le bassin du Congo, les chiffres concernant les forêts humides africaines des années 1990 présentent une plus grande incertitude. De nouveaux systèmes d'échantillonnage ont permis leur amélioration sur les périodes plus récentes. En tout état de cause, le déboisement des forêts humides est moins intense en Afrique qu'ailleurs. Mais la dégradation forestière provenant de pratiques d'exploitation non durables, bien que difficile à quantifier, y représente probablement une grande menace sur le court terme.

Pourquoi coupe-t-on les forêts tropicales ?

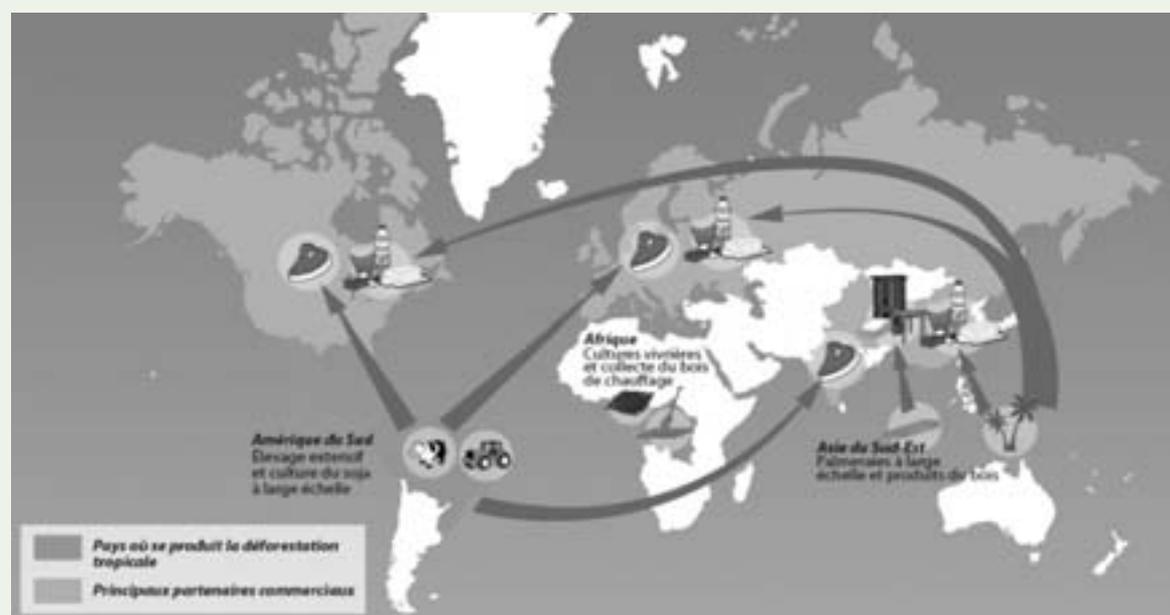
Pour aborder avec efficacité les problèmes liés à la déforestation, il est nécessaire de comprendre leurs causes et leurs dynamiques locales et d'évaluer les facteurs sous-jacents, c'est-à-dire le contexte socio-économique qui pousse ces populations à pratiquer la déforestation.

L'agriculture, première cause de déforestation

Il existe deux manières d'évaluer l'importance régionale d'une cause immédiate de déforestation. La première consiste à rassembler des études de cas. La seconde méthode consiste à utiliser les images satellites et à examiner ce que deviennent les terres déboisées. Ces méthodes sont complémentaires.

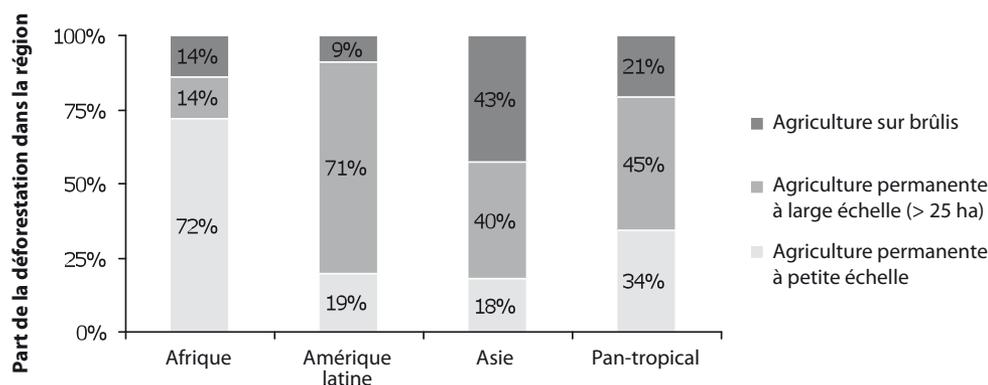
Les terres ne sont pas partout adaptées à la culture des mêmes plantes, et les besoins de chaque pays diffèrent, à l'instar des politiques agricoles et forestières. C'est la raison pour laquelle le type d'agriculture responsable de la déforestation varie selon les régions: les terres

Figure 4 – Carte des principaux facteurs de déforestation



Note: En Amérique du Sud, les forêts sont le plus souvent déboisées pour l'élevage du bétail et la culture du soja, tandis qu'en Asie du Sud-Est, la culture du palmier à huile et l'exploitation des produits du bois sont les premières causes immédiates de la déforestation. Dans ces deux cas, les marchés mondiaux où sont écoulées ces matières premières représentent la première cause sous-jacente de la déforestation. Leur importance est moindre en Afrique où la déforestation tend à être le fait des petits paysans qui pratiquent une agriculture vivrière et collectent du bois de chauffage.

Figure 5 – Types d'agriculture pratiquée sur les terres déboisées



Note: L'agriculture à grande échelle est responsable de 71% de la déforestation en Amérique latine, alors qu'en Afrique, au contraire, la déforestation est le plus souvent le fait de petits paysans. En Asie tropicale, la culture itinérante joue un rôle essentiel et peut être pratiquée à grande échelle. Enfin, des études récentes pointent, en Indonésie, le poids grandissant de l'exploitation forestière et de l'établissement de plantations à large échelle.

déboisées servent principalement à l'agriculture et concernent de petites parcelles en Afrique, tandis que l'élevage de bétail et la culture du soja à grande échelle prédominent en Amazonie (figure 5). De même, l'exploitation commerciale du bois et la collecte de bois de chauffage ne sont des causes de déforestation importantes que respectivement en Asie et en Afrique.

Les analyses confirment le rôle primordial de l'élevage de bétail en Amazonie, avec environ 70% de terres déboisées identifiées en tant que pâturages en 2005. La même technique a également permis à la FAO de conclure que la déforestation motivée par l'agriculture à grande échelle représentait le schéma prédominant en Amérique latine et en Asie, tandis qu'en Afrique, la conversion des forêts conduit le plus souvent à une agriculture de petite envergure.

Si l'agriculture constitue clairement le premier facteur de déforestation au niveau mondial, il convient de ne pas ignorer l'importance du rôle joué par l'exploitation forestière et le ramassage de bois de chauffage dans le cadre du processus, moins aisément détectable, de la dégradation des forêts. Le bois de chauffage représente 8% de l'approvisionnement mondial en énergie primaire et sa production peut provoquer un appauvrissement, sur le long terme, des stocks de carbone si les forêts ne sont pas gérées de manière appropriée. La pression sur les forêts est particulièrement forte en Afrique où environ 90% du bois récolté serait utilisé pour répondre aux besoins énergétiques. L'exploitation non durable du bois est également susceptible de provoquer un appauvrissement des stocks de

carbone. Par ailleurs, les pistes créées par les sociétés forestières pour pénétrer dans la forêt ouvrent souvent la voie aux agriculteurs et aux éleveurs pour s'installer dans des zones qui, autrement, leur seraient restées inaccessibles.

Les facteurs sous-jacents : le rôle capital des prix agricoles

Les facteurs sous-jacents de la déforestation sont plus difficiles à appréhender, mais également plus importants à détecter ; comme en médecine, il est plus efficace de traiter la cause de la maladie que les symptômes. Dans notre cas, il s'agit de comprendre ce qui pousse les acteurs économiques à convertir des forêts en d'autres usages. Des études de grande envergure désignent les facteurs économiques comme la clé de la compréhension de la déforestation, devant d'autres facteurs de type institutionnel, culturel, technologique ou démographique. Dans le cadre de plusieurs analyses, on a pu conclure que les conditions de marché jouaient un rôle dans 81% des cas de déforestation. Les prix internationaux des matières premières agricoles sont connus depuis longtemps comme étant des moteurs de la déforestation. À titre d'exemple, au Cameroun, le taux de déforestation observé entre 1967 et 1997 s'est avéré fortement corrélé aux conditions macroéconomiques et, plus particulièrement, au prix de cultures commerciales telles que le café ou le cacao. Au Brésil, le taux de déforestation national est étroitement lié aux prix du soja et du bétail (voir encadré). La hausse des prix agricoles aggrave la déforestation. 🌱

Négociations de Poznań et paquet énergie-climat européen

En décembre 2008, la Conférence des Parties (COP) de la Convention climat des Nations Unies qui s'est réunie pendant deux semaines à Poznań s'est terminée sur un bilan mitigé. Le principal objectif qui était assigné à cette conférence, l'adoption d'un programme de travail pour 2009, a été difficilement atteint. Rappelons qu'il s'agissait d'entrer, dès mars 2009, dans la phase de négociation finale du régime international sur le climat qui doit succéder au Protocole de Kyoto. On parle de « régime post 2012 ».



Olivier BOUYER

Olivier BOUYER est Ingénieur agronome. Il a travaillé cinq ans au Ghana et en Guinée Conakry sur des projets de développement rural. Il a intégré en 2006 la délégation française de négociation sur le climat en tant qu'expert sur les puits de carbone et la déforestation évitée. Enfin, il a présidé le groupe d'experts européens sur les puits de carbone pendant la présidence française du Conseil de l'Union européenne.

Poznań, quel bilan pour la forêt ?

L'Union européenne s'est mobilisée pour faire avancer le débat. Mais, les tensions entre pays émergents (Chine et Inde, notamment), qui axent leur discours sur la nécessité d'action préalable des pays développés, et certains pays développés (Australie, Canada, États-Unis, Japon), qui minimisent leurs efforts, ont enlisé le débat.

Sur les forêts, le bilan est contrasté : décevant sur les puits de carbone, encourageant sur la déforestation.

Avancées minimales sur le traitement des puits de carbone dans le post-2012

À la suite des négociations d'Accra en août 2008, les discussions informelles se sont poursuivies à Poznań sur les moyens dont disposent les pays industrialisés (pays dits de l'Annexe 1 de la Convention climat) pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, notamment en utilisant les puits de carbone forestiers et agricoles. Les discussions ont tourné court. Les éléments de consensus étaient trop faibles pour entamer une discussion sur le fond. Les conclusions du débat ont donc été purement procédurales.

Certaines Parties (notamment la Nouvelle-Zélande, le Canada, le Japon et la Russie) militaient pour l'assouplissement des règles actuelles, afin d'obtenir de la « flexibilité », avec le risque d'engagements de réduction biaisés par une comptabilisation imprécise des puits de carbone. L'Australie, la Norvège et la Suisse, défendaient une révision ambitieuse des règles, avec comptabilisation complète des sources et puits.

 olivier.bouyer@agriculture.fr



Exploitation de CO₂ naturel à Rungwe, en Tanzanie.
Photo : Laurent Bergonzini

L'Union européenne était divisée sur cette question. La Commission et une partie des États membres (dont la France) militaient pour une approche ambitieuse. Les nouveaux entrants n'avaient pas encore de position arrêtée. Enfin, certains États membres, notamment l'Autriche, la Finlande et la Suède, prévoyant une baisse importante de leurs puits de carbone¹, souhaitaient un assouplissement des règles actuelles. La question des puits de carbone a donc été un morceau difficile des négociations, avec des positions très tranchées, autant au niveau européen qu'international.

À l'issue de Poznań, les Parties ont été invitées à faire des propositions écrites d'ici février 2009 sur le traitement des puits de carbone. Ces éléments ont servi au président du groupe de négociations sur les puits pour préparer un texte martyr, base de négociations dès mars 2009. Depuis cette date, les rendez-vous de négociations se sont succédé avec des avancées minimales, les Parties restant campées sur leur position et attendant la dernière ligne droite pour les dénouer.

1. Baisse du puits due à une intensification de la récolte pour produire du bois-énergie (cas des trois pays) ou pour compenser (cas de la Finlande et de la Suède) la diminution des exportations de bois russe (relèvement draconien des droits de douanes à partir de 2009).

Des conclusions utiles sur la réduction des émissions dues à la déforestation

En 2008, les négociations sur la déforestation, la dégradation et la gestion des forêts se sont intensifiées (Bangkok, Tokyo, Bonn, Accra). Poznań devait cristalliser les avancées réelles sur les questions méthodologiques liées au sujet. On espérait une décision ambitieuse de la Conférence des Parties pour trois raisons principales :

1. Cristalliser des éléments de consensus pour bâtir l'accord final de Copenhague ;
2. Établir un climat de confiance entre pays développés et en développement ;
3. Prouver à l'opinion publique et aux ONG, très impliquées sur ce sujet liant climat, biodiversité et développement, que les négociations post 2012 progressent.

Après des discussions difficiles et de nombreux blocages techniques, les discussions se sont accélérées sur la fin, mais pas suffisamment pour permettre d'aboutir à une décision de la Conférence des Parties.

Le résultat final est une conclusion de « l'organe subsidiaire scientifique et technique » de la Conférence et non une décision de la Conférence elle-même, ce qui en fait un texte moins symbolique mais néanmoins utile pour bâtir une décision dès Copenhague. Les conclusions comprennent huit avancées notables :

1. Il faut une approche holistique : toutes les trajectoires forestières des pays en développement sont considérées : déforestation, dégradation, maintien des forêts, plantations, ce qui diminuera les risques de déplacement d'émissions, les fuites. Les efforts de réduction d'émissions liés à la déforestation dans un pays pouvant être annulés par une augmentation de la déforestation dans un autre pays ;
2. L'expertise doit se focaliser sur les scénarios de référence : on doit savoir sur quelle base historique d'évolution des forêts mesurer les progrès accomplis ;
3. Les peuples indigènes doivent être impliqués. Malgré les oppositions de l'Australie, du Canada, de la Nouvelle-Zélande et des États-Unis (les quatre pays développés qui n'avaient pas voté la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples indigènes) ;

4. Les coûts des méthodologies des inventaires forestiers doivent être connus : un papier technique a été produit par le Secrétariat de la Convention en mars 2009 ;
5. Un cadre de coordination des activités de renforcement des capacités est créé. Il doit éviter la duplication d'efforts entre les initiatives multi et bilatérales ;
6. Les pays en développement sont invités à fournir des inventaires forestiers. Pour l'instant, seuls l'Inde et le Brésil ont des inventaires précis. Les autres pays en développement ont des inventaires imparfaits, voire aucune donnée ;
7. Les mécanismes de financement doivent être discutés en parallèle des questions méthodologiques, afin que les Parties ne soient pas bloquées dans une rhétorique de la « poule et de l'œuf » ;
8. Les pays en développement doivent mettre en place des inventaires forestiers transparents, robustes et ouverts à des audits indépendants et externes : la crédibilité du système sera obtenue à ce prix. On notera que le Brésil, traditionnellement opposé à toute forme d'atteinte à sa souveraineté nationale, notamment sur la forêt amazonienne, a franchi là un pas historique.

Le paquet énergie-climat européen

De nombreuses ONG (Réseau Action Climat France, WWF, Amis de la Terre, Greenpeace, entre autres) ont critiqué l'accord européen sur le paquet énergie-climat, allant jusqu'à parler de « journée noire » : objectifs de réduction ambigus, pas de système de sanction, etc. D'où la question : quel jugement porter sur ce paquet ?

Tout d'abord, il faut rappeler que l'Union européenne était, à la fin de 2008, le seul groupe de pays au monde à prendre des objectifs quantifiés de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre, mais également à se doter d'outils pour y parvenir.

Pour atteindre les 20% de réductions d'émissions, les États membres de l'Union peuvent recourir, dans le cadre des directives « marché du carbone » et « partage de l'effort », à des crédits carbone issus de projets réalisés dans des pays tiers. Une limite est cependant fixée au recours à ces crédits, qui ne pourront constituer au maximum que 8,2% des réductions d'émissions.

Sachant qu'en 2005 l'Union a déjà fait 6% de réduction, il pourrait ne lui rester que 5,8% de réductions d'émissions à faire d'ici à 2020 sur son territoire² Mais gardons à l'esprit que le Paquet sera revu en cas d'accord international post 2012, auquel cas l'Union durcira l'objectif : 30% d'émissions d'ici 2020, contre 20% dans l'état actuel.

Concernant la forêt, la directive « énergie renouvelable » devrait offrir de belles perspectives pour le développement de la biomasse, notamment le bois-énergie et les carburants ligno-cellulosiques de 2^e génération.

Toutefois, les directives « marché du carbone » et « partage des efforts » ne prennent pas en compte les puits de carbone et la déforestation évitée : l'utilisation des crédits carbone issus de projets dans ces secteurs est conditionnée à un accord international (et au passage de 20% à 30% de réduction).

En revanche, les objectifs individuels des États membres seront ré-évalués pour intégrer les règles de traitement des puits, en cas d'accord international ou non, ce qui est gage de la comparabilité des efforts entre États.

Les interférences entre Poznań et Bruxelles

Le paquet énergie-climat a été discuté au niveau européen, à Bruxelles, entre trois institutions : la Commission européenne, le Parlement européen et le Conseil européen réunissant les Chefs d'États des 27 États membres.

À Poznań avaient lieu des négociations internationales sur des sujets beaucoup plus vastes que ceux abordés dans le paquet énergie-climat : vision partagée sur le futur régime climatique post 2012,

2. Les émissions de gaz à effet de serre sont fixées sur une base 100 en 1990 et l'UE doit faire 80 en 2020 (soit 20% en tout). Cette base 100 en 1990 se découpe entre émissions incluses dans la directive Emission Trading Scheme (ETS) (40) et la directive partage de l'effort (60), et les objectifs respectifs 2020 pour les deux directives sont 26 et 54 points (soit -35% sur ETS et -10% sur partage de l'effort). Le taux maximum d'utilisation de crédits carbone est respectivement de 50% dans la directive ETS et 20% dans la directive partage de l'effort, ce qui autorise l'emploi maximum de 7 crédits (50% des 14 points de réduction 1990-2020) dans la directive ETS et 1,2 crédit (20% des 6 points de réduction 1990-2020) dans la directive partage de l'effort à l'horizon 2020 : sur les 20 points de réduction 1990-2020, 8,2 au maximum peuvent provenir de crédits. L'effort interne de l'UE, sur 1990-2020, est donc de -11,8 points. En 2005 l'UE a déjà fait -6 points par rapport à 1990 : il lui en reste au minimum -5,8 à faire d'ici 2020.

réduction des émissions de gaz à effet de serre (focus du paquet énergie-climat), mais aussi adaptation aux effets du changement climatique, transfert de technologies propres et financement de toutes ces activités.

Les allers-retours d'information entre Poznań et Bruxelles n'ont pas facilité la tâche. Néanmoins, le fait de mener les négociations européennes sur le paquet énergie-climat en parallèle des négociations internationales de Poznań, a sûrement eu un effet bénéfique sur ces dernières, en soulignant la volonté de l'Union de passer du discours aux actes.

Un accord climat à Copenhague est-il possible ?

En 2006 est sorti le rapport de Sir Nicolas Stern sur le coût de l'inaction face au changement climatique. L'année suivante, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) a rendu son quatrième rapport, disant en substance que la responsabilité humaine sur le changement climatique est indiscutable et que d'importantes réductions d'émissions doivent être faites pour éviter la catastrophe. La même année, le GIEC et Al Gore, auteur du film à succès *Une vérité qui dérange*, obtenaient le prix Nobel de la paix pour leur action de lutte contre le changement climatique. Indéniablement, la sphère politique s'approprie le sujet. De plus, les négociations débordent du seul champ climatique et touchent désormais aux questions d'accès à l'eau, de sécurité alimentaire et de stabilité internationale.

Le fait de mener les négociations européennes sur le paquet énergie-climat en parallèle des négociations internationales de Poznań, a sûrement eu un effet bénéfique sur ces dernières, en soulignant la volonté de l'Union de passer du discours aux actes.

Les Chefs d'États se positionnent désormais sur le sujet, que ce soit au sein de la Convention climat, du G8, ou encore du Conseil de Sécurité des Nations Unies. Cette appropriation est la condition *sine qua non* d'un succès à Copenhague.

Autre raison d'être optimiste : l'arrivée au pouvoir d'une nouvelle Administration aux États-Unis. Le 6 novembre 2008, lors de l'ouverture d'un sommet international sur le climat, Barack Obama a pour la première fois présenté l'objectif de ramener en 2020 les émissions de gaz à effet de serre des États-Unis à leur niveau de 1990, puis de les réduire de 80% d'ici 2050. Le 25 juin dernier, la chambre des représentants a voté la proposition de loi Waxman-Markey qui fixe des objectifs en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre ! 219 députés ont voté pour et 212 contre, dont 44 élus démocrates beaucoup représentant des États agricoles et charbonniers. La prochaine étape, le vote par le Sénat, prévu avant la fin de l'année, devrait être tout aussi difficile : 60 sénateurs sur 100 doivent se prononcer en faveur du texte pour qu'il soit adopté.

Si elle est adoptée en l'état, cette loi fixera un objectif de réduction de moins 4% d'ici 2020 par rapport à 1990. Si nous sommes loin de l'ambition de l'Union européenne (moins 30% d'ici 2020 par rapport à 1990 en cas d'accord international, moins 20% sinon), il s'agit d'une ouverture historique des États-Unis. Et l'année 2009 n'est pas finie... Tout peut encore arriver, pour le pire ou le meilleur! 🌱

Quelques repères

Dans les discussions internationales, on distingue : les pays de l'Annexe 1 de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques qui comprennent les pays riches et les pays en transition vers une économie de marché et les pays de l'Annexe B du Protocole de Kyoto qui sont sensiblement les mêmes que les pays de l'Annexe 1 de la Convention.

On parle de **fuite** pour désigner une déforestation évitée à un endroit mais qui entraîne une déforestation ailleurs. On parle de **ligne de base** ou de **scénario de référence**, lorsqu'il s'agit de prendre en compte une situation donnée et son évolution tendancielle si rien n'est fait. Enfin l'**additionnalité** concerne la possibilité de démontrer que les bénéfices réalisés, tant environnementaux qu'économiques, n'auraient pas été obtenus sans aide.

Boisements et déboisements évités

Les émissions nettes de gaz carbonique provenant des changements d'utilisation des terres, et en particulier des forêts, occupent depuis 2005 une place importante dans les négociations de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Dans cette présentation, nous examinons tout d'abord l'importance de ces émissions par rapport à celles provenant des énergies fossiles et l'historique de leur prise en compte sous le Protocole de Kyoto (PK), d'une part, dans les pays industrialisés et, d'autre part, dans les pays en développement. Les difficultés rencontrées pourront dans une certaine mesure nous éclairer sur les approches possibles pour la période post 2012. Nous examinons ensuite les deux grands types d'approche possibles pour les pays en développement : celles centrées sur les forêts, actuellement les plus discutées, et celles élargies à l'utilisation de l'espace rural, avec les forêts mais aussi les prairies et les terres cultivées. Pour chacune, diverses options de financements et d'engagements sont envisageables. Au moment de la rédaction de ces lignes en avril 2009, aucune approche ne faisait l'objet d'un large consensus.



Arthur RIEDACKER

Arthur RIEDACKER est Directeur de Recherche honoraire de l'INRA à Paris. Précédemment chargé de mission à la MIES (Mission Interministérielle de l'Effet de Serre) et à l'AFME (Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie). Auteur du livre *Changement climatique et forêts* et co-auteur du *Guide Biomasse Énergie* édité par l'IEPF. Il contribue depuis 1990 aux travaux du GIEC (prix Nobel de la Paix, 2007).

Les émissions de gaz carbonique de l'énergie et des forêts

En 1990 (année de référence des comptabilités des émissions de gaz à effet de serre), les émissions de gaz carbonique par habitant provenaient, pour l'essentiel, dans les pays industrialisés, des consommations d'énergies fossiles et dans les pays en développement, des changements d'utilisation des terres, c'est-à-dire des déboisements. On comprend donc que, sous le Protocole de Kyoto où conformément au mandat de Berlin de 2005 seuls les pays industrialisés devaient s'engager à réduire leurs émissions, l'on ait mis l'accent surtout sur les énergies fossiles.

À l'horizon 2012, dans les pays industrialisés qui ont ratifié le PK, les émissions ne devraient diminuer que d'environ 5% par rapport à 1990. Elles resteront donc, globalement, supérieures à celle de 1990. Alors que, d'après les scientifiques, il conviendrait pour stabiliser le climat d'ici à 2050, de les diviser par 2! En 2050,



le climat serait alors plus chaud qu'actuellement d'environ 2°C. En effet, même si on arrêtaient brutalement toutes les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES), le réchauffement se poursuivrait à cause des excédents déjà accumulés dans l'atmosphère. Mais du moins espère-t-on ainsi pouvoir éviter des changements encore beaucoup plus importants et plus menaçants! Aussi, les Chefs d'États présents au sommet du G8 à Hokkaido, en juillet 2008, ont-ils adopté cet objectif de stabilisation du climat. Pour respecter les principes de l'article 3 de la Convention il faudrait, dans les pays industrialisés, diviser les émissions de GES par 4, ou même parfois davantage! Il « reste » donc à mettre en œuvre des politiques qui permettront d'atteindre ce résultat, c'est-à-dire de faire converger les émissions annuelles mondiales vers 3 GtC par an, soit 1,83 tCO_{2e}/hab, et cela par rapport à une population de six milliards d'habitants comme en 2000. En tenant compte d'une augmentation moyenne de la population mondiale de près de 50% d'ici à 2050 (notamment en Inde et en Afrique subsaharienne), ces émissions mondiales devraient même converger à un niveau inférieur, autour de 1,22 tCO_{2e}! Or, en 1990, les émissions par habitant atteignaient déjà 1,7 tCO_{2e} dans les pays en développement, 6 à 9 tCO_{2e} en Europe et au Japon, et 20 tCO_{2e} en Amérique du Nord. D'où une moyenne mondiale deux fois trop élevée!

D'ici à 2050, ni les pénuries futures de pétrole ou de charbon, ni la crise économique, ni le ralentissement du défrichement, ni l'augmentation de surfaces disponibles pour des boisements ne permettront d'atteindre la baisse des émissions souhaitable. Dans le même temps, la population des pays en développement doit mieux se nourrir alors que le nombre de ceux qui ont faim, au lieu d'être divisé par deux d'ici à 2015 comme le prévoient les engagements du Millénaire des Nations Unies, est en train de s'approcher du milliard d'habitants.

Les efforts de réduction des émissions nécessaires pour concilier ces impératifs sont donc gigantesques. En 2050, il faudra émettre autant de GES que dans les années 1970-1980, soit deux fois moins qu'actuellement, mais avec une population de 9 milliards d'habitants, soit deux fois plus importante qu'en 1980. De nouvelles politiques devront donc être mises en œuvre. Il faudra réduire non seulement les consommations d'énergies fossiles, mais aussi les changements d'utilisation des terres, donc les conversions des écosystèmes forestiers et prairial,

partout où cela est possible, afin de limiter le déstockage de carbone fossile et biotique. Si on veut que les températures moyennes n'augmentent pas de plus de 2°C, il faudra même recourir à des stockages géologiques dans la croûte terrestre. Ce stockage offre des « puits » à CO₂ bien plus importants que les forêts, beaucoup moins rapidement saturables, avec des risques de réversibilité bien moindres. Mais les coûts sont plus élevés. L'augmentation des stocks dans les forêts existantes ne coûte que 1 à 2\$ par tCO_{2e}, contre au moins 90\$ par tCO_{2e} pour le stockage géologique avec des captages post-combustion.

L'équité et le droit au développement des pays insuffisamment développés, la mise au point de technologies, les coûts, les aspects sociaux, les conséquences locales, etc. sont à prendre en compte. Ce qui impose de dépasser les approches sectorielles ou nationales auxquelles les techniciens sont parfois tentés de se cantonner. Si le défi paraît difficile à relever, il demeure en revanche injustifié de s'en détourner et de ne s'intéresser qu'à l'adaptation aux changements climatiques. Car il se pourrait que les changements devenant trop importants, certaines régions du monde ne puissent même plus s'adapter. Certains spécialistes pensent en effet que le niveau moyen des mers pourrait s'élever d'un mètre d'ici à 2100 si nous continuons au rythme actuel alors que le rapport de 2007 du GIEC ne prévoyait pour la fin du siècle qu'une élévation de 18 à 59 cm.

La réduction des émissions sous le Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto, qui n'exigeait des réductions d'émissions que de la part des pays industrialisés, s'est intéressé essentiellement aux énergies fossiles et peu aux forêts sauf dans les articles 3.3, 3.4, 6 et 12.

Sous l'article 3.3, le seul à prendre en compte par les pays de l'Annexe 1, il s'agissait surtout d'éviter le déstockage de carbone biotique résultant des déboisements avec changements d'affectation des terres, et d'encourager les augmentations de stocks de carbone par des boisements de terres classées non forestières en 1990. Compte tenu de la dissymétrie entre les boisements et les déboisements, il fallait pour obtenir un bilan nul ou positif d'ici à 2012 boiser des superficies supérieures à celles défrichées et non maintenues en forêt entre 2008 et 2012. En effet, en déboisant, on perd presque instantanément de l'ordre de 220 tCO₂/ha, alors qu'en boisant

on ne prélève dans l'atmosphère que de l'ordre de 5 à 10 tCO₂/ha/an. Pour corriger cette dissymétrie, on a donc décidé de comptabiliser des boisements de terres agricoles effectués depuis 1990. Pour certains pays comme la France ou la Finlande, ayant d'importantes surfaces boisées et des stocks totaux de carbone biotique en augmentation, cette nouvelle comptabilité conduisait malgré tout à des bilans négatifs, ce que l'on a finalement tenté de corriger en permettant, dès 2008, le recours à l'article 3.4 dès la première période d'engagement.

L'article 3.4 concerne les variations de stocks de carbone et d'autres émissions de GES des espaces ruraux non pris en considération sous l'article 3.3. Il fallait donc décider des activités à retenir et des modes de comptabilisation. En principe, cet article ne devait primitivement être appliqué que lors de la deuxième période d'engagement, donc après 2012. Mais il était stipulé qu'« *une Partie peut l'appliquer à ces activités anthropiques supplémentaires (alors non encore définies) lors de la première période d'engagement...* » En raison des difficultés inhérentes à cet exercice, l'expertise du GIEC fut explicitement demandée : son rapport spécial sur « l'utilisation des terres, les changements d'utilisation des terres et la foresterie » fut approuvé en mai 2000.

Pour pouvoir ratifier le Protocole, les pays de l'Annexe 1 voulaient savoir à quoi ils s'engageaient. Or les efforts de réduction des émissions par pays avaient été fixés sans tenir compte des émissions ou des réductions d'émissions provenant des forêts. Prendre en compte, sans limitations spécifiques, les augmentations de stocks de carbone en forêt postérieurement à la fixation du niveau des engagements aurait pu, pour certains pays à fort taux de boisement, alléger fortement les efforts à réaliser dans les autres secteurs. On risquait de déstabiliser tout l'édifice. Il fallut donc trouver des compromis acceptables par tous les pays. On distingua (a) les forêts, (b) l'espace agricole, c'est-à-dire les prairies et les cultures, et (c) les autres zones portant de la végétation. Pour chacune de ces catégories, on inventa des comptabilités spécifiques, notamment pour préserver autant que possible les objectifs de Kyoto. Un pays de l'Annexe B pouvait ainsi décider, sous l'article 3.4, de ne retenir pour la période 2008-2012 que l'une ou l'autre de ces rubriques, ou même n'en retenir aucune.

(a) Les forêts. On a plafonné les prises en compte des augmentations des stocks de carbone des forêts sous l'article 3.4 à environ 15% des augmentations

de stocks moyens des forêts existantes prévus entre 2000 et 2010. Un pays prenant en compte cet article pouvait donc continuer, *sans être pénalisé*, à exploiter ses forêts et n'augmenter son stock de carbone que de l'ordre de 15% par rapport à ce qui avait été prévu en 2000. Prendre en compte 100% des variations de stocks, comme sous l'article 3.3, aurait pu inciter certains pays à sous-exploiter leurs forêts. Cela aurait finalement pénalisé les filières industrielles ou domestiques utilisant le bois, et aurait été contraire au développement durable recommandé à l'article 2 de la Convention.

(b) L'espace agricole. Nous ne détaillerons pas cette rubrique ici. Soulignons seulement le poids prépondérant de la diminution des stocks de carbone provenant de mises en cultures de prairies permanentes.

(c) Autres espaces « végétalisés ». Sont concernées ici les plantations ligneuses hors forêts, (haies, arbres le long des routes), la revégétalisation de terrains miniers, etc.

Comme, pour être significatifs, les accroissements de stocks de carbone doivent être calculés sur des mesures faites à intervalles réguliers, mais si possible égaux ou supérieurs à 5 ans. Il a été décidé que les augmentations de stocks en forêt *ne pourraient pas faire l'objet de transactions sur les marchés de droits d'émissions.*

L'article 12 intéressait particulièrement les mécanismes de développement propres (MDP). Après de longues discussions, les augmentations de stocks de carbone des boisements de terres classées agricoles en 1990, devinrent éligibles au MDP pour l'obtention de Certificats de Réductions d'Émissions (CRE) vendables par les pays en développement, aux pays de l'Annexe B. Il fallait seulement que ces boisements n'engendrent pas de défrichements. La prise en compte des activités forestières, sous cet article, n'intéressait cependant ni les grands pays en développement, la Chine et l'Inde, ni l'Union européenne qui s'y était fortement opposée. Cette dernière pensait notamment que les réductions d'émissions devaient d'abord être réalisées dans chacun des pays de l'Annexe B par des politiques et des mesures domestiques. Ainsi, en 2007, sur un millier de projets MDP, dont les trois quarts avec la Chine, l'Inde et le Brésil, aucun projet de boisement de terres agricoles n'avait encore été approuvé. Ce qui reflète toute la difficulté de ces projets, très risqués pour les investisseurs étrangers.

En cas d'incendie, de sécheresse, de tempête ou de défrichement, qui payera le débit? De plus, les règles pour ces boisements ne furent connues que tardivement. Quant aux déboisements, ils furent complètement ignorés à l'exception de ceux qui auraient pu être induits directement dans la même région par un boisement bénéficiant du MDP.

Ces quelques remarques montrent toute la difficulté de prise en compte des opérations forestières dans les négociations sur le climat. Ce sujet a fait dérailler la conférence de la Haye en 2000, et il faut souhaiter que le même scénario ne se reproduise pas en 2009.

Les approches centrées sur les forêts tropicales

Les approches susceptibles de réduire les émissions nettes dans les pays en développement portent sur le boisement et sur la Réduction des Déboisements et des Dégradations des forêts (REDD).

Les boisements

Pour boiser, il faut, d'une part, des surfaces qui n'étaient pas boisées en 1990 sans entrer en concurrence avec les productions alimentaires et, d'autre

part, des acteurs, notamment des investisseurs privés, se portant garants des résultats et de la pérennité des plantations. Ces derniers ne prendront des risques qu'avec des perspectives de profits et des garanties locales suffisantes. Or, la croissance des arbres sur les terres les plus pauvres est lente et financièrement peu attractive. Si, en outre, ces boisements doivent promouvoir ou conserver la biodiversité, comme on peut le souhaiter, ces opérations deviennent, financièrement, encore moins attractives. Pour les petits projets, avec des surfaces moyennes de boisement de 2 ha préservées pendant 25 ans, les boisements ne deviennent financièrement possibles qu'avec des CRE rémunérés plus de 18\$ par tCO₂e. Pour des surfaces de 20 ha, les coûts de transactions sont plus faibles, et les plantations pourraient devenir attractives pour des CRE supérieurs à 10\$ par tCO₂e. Le faible nombre de projets proposés à ce jour reflète sans doute toutes ces difficultés.



Orpaillage en forêt de Guyane (France).
Photo : Bernard Riera



Abattis en Guyane (France).
Photo : Bernard Riera

Les REDD

Pour diverses raisons, les possibilités du REDD n'ont pas été retenues sous le PK. L'alliance des petites îles (AOSIS) et les ONG environnementales s'y opposaient. Depuis Montréal, en 2005, l'attitude a changé. Mais le problème reste complexe et les difficultés nombreuses. Citons, entre autres, la définition des scénarios de référence, les « fuites », le coût des actions forestières, les méthodes de mesure des variations de stocks et leur coût, la responsabilité de la préservation des stocks de carbone à long terme, les sources potentielles de financements, les

cobénéfices des actions, l'équité, y compris envers les peuples indigènes, etc.

En bref, la REDD est une question simple en apparence, mais très complexe à mettre en œuvre et qui n'a pas de solution unique. Par ailleurs, une architecture aussi parfaite fut-elle ne vaut rien si elle ne peut pas être mise en œuvre. Il faut se poser deux questions centrales : combien cela coûtera-t-il de réduire les émissions via la REDD et d'où viendront les financements ?

L'examen de situations concrètes montre que les rémunérations demandées pour préserver ou reconstituer les forêts varient énormément, le prix de la tonne de carbone allant de deux à quelques dizaines de dollars. Mais combien vaudra un hectare de forêts converti en palmeraie à huile, rapportant plus de 1 500 \$/ha/an, par rapport à une forêt tropicale classique ne conduisant qu'à la récolte de quelques m³ chaque année ? Quels sont les coûts d'opportunité ? Quels sont les coûts de préservation des forêts ? Il y aura évidemment des différences d'appréciation entre les populations locales voulant préserver leur environnement et les gouvernements soucieux d'équilibrer leurs balances commerciales et de promouvoir leur développement économique.

Les financements destinés aux REDD peuvent schématiquement provenir de trois sources : des budgets des pays de l'Annexe B, des taxations (par exemple de la vente de droits d'émissions) ou des ventes sur un marché de carbone. Ce dernier intéresse de nombreux financiers. Mais mesurer avec précision des variations des stocks en forêt est déjà difficile et coûteux pour les boisements et sera encore plus coûteux pour les REDD. Le

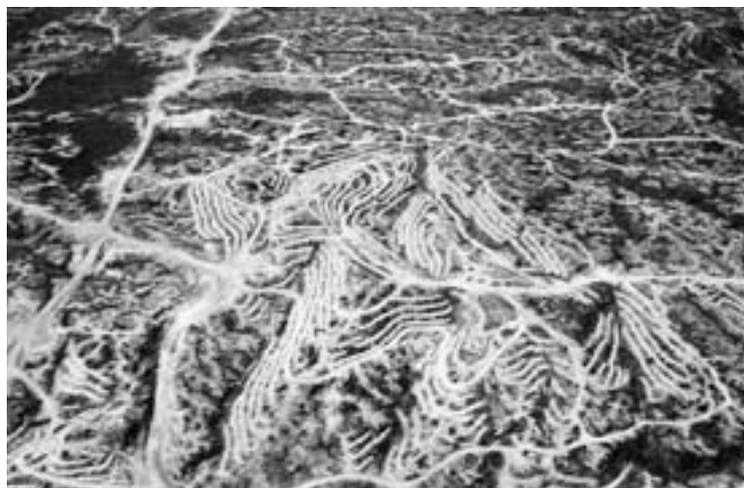
plus souvent, les promoteurs n'ont pas la moindre expérience des difficultés et des imprécisions dans ce domaine. Les coûts de transactions risquent alors de devenir très élevés.

Rémunérera-t-on selon les mêmes bases les pays ou États qui ont jusqu'ici beaucoup déboisé et ceux qui ont jusqu'ici fortement contenu ces déboisements ? Les marchés de droits d'émissions ne fonctionnent par ailleurs qu'avec des menaces de sanctions en cas de non-respect des règles et des obligations. Comment les imposer ? Jusqu'ici, on n'a pas envisagé d'autoriser la mise sur le marché des réductions d'émissions provenant de l'utilisation des terres et des changements d'utilisation des terres dans les pays industrialisés, pourtant pourvus d'un assez bon appareil de gestion et de suivi des actions rurales et forestières. Alors comment pourrait-on le faire dans des pays dont les suivis sont beaucoup plus sommaires ? Comment vérifiera-t-on les réductions réelles des émissions des petites actions ? À quels coûts ? N'y a-t-il pas des risques de volatilité des prix de la tCO₂e trop importants ? Cela ne risquerait-il pas de supprimer pendant un certain temps toutes les actions de maîtrise de l'énergie dans les pays ayant accès à ces marchés ?

On pourrait aussi imaginer des marchés de carbone des REDD spécifiques, non connectés aux autres marchés des droits d'émissions, avec des autorisations d'accès encadrés pour les entreprises et les pays de l'Annexe 1. Cela permettrait peut-être de limiter les dommages en cas de défaillance de ces marchés et d'isoler plus facilement certains produits financiers susceptibles de devenir « toxiques ». L'aide directe, gérée par une organisation internationale comme le Fonds pour l'Environnement Mondial, paraîtrait la plus appropriée. Il faudra replacer les aides dans des contextes plus généraux, notamment dans le cadre de l'aménagement et de la gestion des territoires.

Les approches centrées sur l'utilisation de l'espace rural

Dans l'espace rural, on doit considérer non seulement les forêts, mais aussi les prairies et les terres cultivées. L'agriculture est en effet l'une des principales causes des déboisements. S'il fallait que chaque continent se nourrisse avec les rendements de l'agriculture qui prévalaient en 1990, le continent africain serait le plus affecté. Il n'y resterait sans doute en 2050 qu'un petit reliquat de forêt au fond



Déforestation pour plantation de palmier à huile, en Malaisie.
Photo : Jean Estève

de la cuvette congolaise. Cela serait attribuable au fait de la croissance démographique et du bas niveau de l'efficacité territoriale¹ actuelle.

Quand l'efficacité territoriale (les rendements, pour faire bref²) augmente, on peut dans certaines limites augmenter la production sans défricher de nouvelles terres. Dans le monde, l'efficacité territoriale n'a vraiment augmenté qu'à partir de la seconde partie du xx^e siècle, dans les pays qui ont réalisé leurs révolutions vertes. Entre 1950 et 2000, les rendements par hectare des céréales ont même été multipliés par 4 en Europe de l'Ouest. Dans le monde, ces augmentations ont permis, sur 0,66 Mha, de tripler la production de céréales sans augmenter les surfaces cultivées. Ce qui a permis d'éviter de défricher plus de 1 milliard d'hectares. Or, un défrichement standard d'un hectare (50% de forêt et 50% de prairies) mis en culture émet environ 200 tCO₂. On a donc ainsi pu éviter l'émission d'environ 200 GtCO₂.

En Afrique subsaharienne

En Afrique subsaharienne, faute d'intrants, de politiques agricoles protectionnistes et parce qu'il y a encore beaucoup de terres à défricher, l'augmentation des productions s'est réalisée principalement en augmentant les surfaces.

Dans cette région, entre 1975 et 2000, on a en moyenne défriché 5 Mha/an, dont près de 55% de forêts et 45% d'autres formations qui émirent au moins 1 GtCO₂, c'est-à-dire le double des émissions annuelles de tous les gaz à effet de serre de la France. À raison de 1\$ à 2\$ par tCO₂e non émis, on pourrait dégager des sommes suffisantes pour abaisser significativement le prix des intrants, notamment des engrais, afin d'augmenter les rendements. Cela permettrait évidemment de réduire les besoins de défrichements et de mieux protéger les forêts. Faut-il rappeler que, dans cette partie du monde, on utilise 20 fois moins d'engrais par hectare que dans les pays industrialisés? La demande de l'Union Africaine (NEPAD) est de porter cette consommation à seulement 50 kg par ha d'ici à

2015, c'est-à-dire à un niveau égal au quart de celui des pays industrialisés et à la moitié de la moyenne mondiale qui est d'environ 100 kg. On pourrait donc imaginer un scénario de développement pour l'Afrique qui tout à la fois diminuerait les émissions de GES dues aux changements d'utilisation des terres et améliorerait la sécurité alimentaire.

Cette option ne serait certainement pas plus difficile à mettre œuvre que celles qui sont imaginées dans les approches strictement forestières pour la REDD. Elle serait en outre plus conforme aux objectifs de l'article 2 de la Convention sur le climat. Il revient aux pays africains de porter cette option, s'ils la croient bonne, et de demander expressément à ce qu'elle soit explorée dans une phase expérimentale. Cela impliquerait donc des discussions et des engagements par État ou mieux, par groupe d'États.

En Amérique latine

Les pressions démographiques sont en général bien plus faibles qu'en Afrique et les solutions à envisager y sont différentes. Celles de l'État de l'Acre au Brésil, avec quelques centaines de milliers d'habitants sur une superficie voisine de la Belgique, ne sont en rien comparables avec celles du Burundi, par exemple.

En Asie du Sud-Est

Le problème est également différent dans cette partie du monde très peuplée. Il faudra trouver des compromis entre la préservation des forêts sur tourbières, des grands singes et d'autres animaux menacés, c'est-à-dire des aménagements et des utilisations des territoires compatibles avec les besoins du développement.

Soulignons, sans entrer davantage dans les détails, que dans la lutte contre les changements climatiques l'augmentation de l'efficacité territoriale est, dans les pays en développement, encore très souvent beaucoup plus importante que l'augmentation de l'efficacité énergétique. Avec un peu plus d'énergies fossiles, on peut en effet convertir beaucoup plus d'énergie solaire à des fins alimentaires et non alimentaires (voir www.siffee.org 2007 et n° 80 du *LEF* 2008, p. 51-61) et éviter ainsi des changements d'utilisation des terres. Ce point capital est malheureusement encore largement ignoré par de nombreux spécialistes qui pensent seulement à la maîtrise des énergies fossiles. 🌱

1. À un moment donné, l'efficacité territoriale peut être définie comme l'inverse de la surface nécessaire pour produire une tonne de céréales supplémentaire.

2. En toute rigueur, il faut aussi tenir compte des surfaces en jachères, des productions multiples au cours d'une année sur la même parcelle, ce que permet le raccourcissement des périodes de végétations pour que les cultures arrivent à maturité, etc.

Le cas des zones arides et semi-arides

Dans les négociations menées depuis 1992 sur la problématique des changements climatiques, la forêt et sa préservation n'ont été que très peu prises en considération.

- *Dans la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CC), la forêt est abordée uniquement avec le souci de préserver sa capacité de stocker du CO₂.*
- *Dans le Protocole de Kyoto, seuls les projets de boisement ou de reboisement ont été reconnus comme éligibles au Mécanisme de développement Propre (MDP), tandis que les émissions de carbone évitées par l'agroforesterie, l'aménagement des prairies et pâturages, la restauration des terres dégradées et l'amélioration des techniques agricoles n'ont pas été prises en considération.*



Ali AGOUMI et Laila STOUR

Ali AGOUMI est Professeur à l'École Hassania des travaux publics de Casablanca (Maroc), Représentant d'Eco-Securities au Maghreb, et Animateur des Nouvelles Francophones du Marché du carbone et des Mécanismes de développement propre de l'Institut de l'énergie et de l'environnement (IEPF).

Laila STOUR est Professeur à la Faculté des sciences et techniques de Mohammedia (Maroc) et Experte en matière de changements climatiques et de Mécanismes de Développement Propre.

Déforestation et négociations Climat

Cette prise en compte limitée de la forêt dans les traités sur le climat s'explique par des difficultés propres à ce secteur dont la non-permanence, les fuites, les difficultés à définir la ligne de base et l'« additionnalité » des actions.

L'exploitation rationnelle des forêts reste toutefois un secteur au potentiel exceptionnel. Outre sa contribution à séquestrer du carbone, ce secteur présente des co-avantages importants dont la préservation de la biodiversité et le développement durable au niveau local. La prise en considération effective de la Réduction des Déboisements et des Dégradations des forêts (REDD) en tant que mécanisme pouvant contribuer à l'atténuation des émissions en gaz à effet de serre n'a été discutée dans le cadre de la CC que depuis 2005, en réponse à une proposition introduite par la Papouasie-Nouvelle-Guinée et le Costa Rica. L'approche REDD envisageait alors d'accorder des crédits carbone aux pays en développement qui réussiraient à réduire leurs émissions liées à la déforestation ou à la dégradation des forêts, l'estimation de cette réduction se faisant sur la base des émissions historiques. C'était une approche fondée sur la participation volontaire des pays d'accueil, où il n'y avait pas de fixation d'objectifs à atteindre, avec une optique « sectorielle et nationale » plutôt que « projet » comme c'est le cas dans le MDP.

En 2006, à Nairobi, puis en 2007, à Bali, des négociations ont eu lieu dans le cadre de la CC et ont permis d'aboutir à la décision d'inclure dans le traité prévu pour l'après-2012, un mécanisme financier pour rémunérer les pays ou les projets



qui réduisent les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts. En 2008, à Poznań, les négociations concernant cet aspect ont connu une avancée significative, mais n'ont pas abouti à des décisions de la Conférence des Parties. Trois points semblent aujourd'hui acquis :

- L'adoption d'une approche dite « sectorielle » qui prend en compte la déforestation, la dégradation, le maintien des forêts et les plantations ;
- La création d'un cadre de coordination des activités de promotion et d'approfondissement des techniques de mesure du carbone dans les forêts ;
- La prise en compte des positions des peuples indigènes.

Malgré ces progrès, la mise en œuvre de ces concepts reste problématique en raison de la complexité du secteur forestier. Il sera en particulier difficile de mesurer et de vérifier avec précision les actions de la REDD et leur incidence sur le bilan carbone. C'est d'ailleurs ce qui explique en partie l'échec relatif des projets de boisement et de reboisement dans le MDP. À ce jour, les Nations Unies n'ont approuvé que deux projets MDP sur les forêts malgré le grand potentiel de réduction des émissions dans ce secteur.

Comment financer la REDD ?

La réussite de la lutte contre la déforestation nécessite des financements très importants. Dans une étude réalisée en 2008 à l'attention du gouvernement britannique, il a été avancé que pour réduire de moitié cette déforestation il faudrait entre 17 et 33 milliards \$/an d'ici à 2030 !

Pour trouver les financements nécessaires à la REDD, le recours au marché international du carbone est envisagé. Si une approche axée sur le marché est choisie dans le cadre du régime post 2012, la REDD pourrait drainer annuellement plusieurs dizaines de milliards d'euros. À titre d'exemple, l'utilisation des crédits carbone dans la REDD pourrait générer 11,8 milliards \$/an si un quota de 10% pour des crédits REDD était appliqué aux acheteurs de crédits carbone.

Une telle approche nécessite l'établissement de la ligne de base de la déforestation avec la possibilité d'octroyer des crédits carbone à des promoteurs de projets ou à des pays qui arrivent à contenir la déforestation. Ces crédits pourraient être vendus à des pays ayant des obligations de réduction de leurs émissions. Cette solution, à première vue attrayante,

cache plusieurs difficultés qu'il faudra dépasser pour aboutir à des résultats, dont :

- L'évaluation de la ligne de base en matière de déforestation qu'il est très difficile de prévoir, car elle dépend de nombreux facteurs économiques et des choix de développement locaux, mais aussi des changements climatiques et de leurs effets possibles ;
- Le contrôle des fuites : lutter contre la déforestation dans une région pourrait entraîner l'accélération de la déforestation dans une région avoisinante ;
- L'additionnalité de projets REDD, très difficile à démontrer à cause de la difficulté de prévoir avec précision la ligne de base.

Ajoutons que :

- Les crédits carbone REDD pourraient n'être que temporaires comme les crédits MDP boisement/reboisement avec un impact certain sur leur attractivité pour les acheteurs de crédits et donc sur leur prix ;
- L'arrivée des crédits REDD risque de déstabiliser le marché international du carbone avec une offre trop importante, d'où une chute du prix du carbone et aussi une incitation implicite moindre des pays industrialisés à recourir à des réductions domestiques. Proposer une utilisation plafonnée des crédits REDD pour tenir les engagements serait une sortie honorable ;
- La valorisation du REDD risque d'amener à privilégier le stockage de carbone au détriment des autres bénéfices socio-environnementaux des forêts : des pays où la capacité de lutter contre la déforestation est meilleure pourraient être favorisés par rapport à d'autres où le problème est pourtant plus grave.

Pour préparer cette intégration de la REDD dans le nouveau traité climat post 2012, des projets pilotes ont été lancés ces derniers mois avec des financements limités. C'est ainsi que les Nations Unies ont accordé en 2009, 18 millions \$ pour aider cinq pays en développement à réduire les émissions résultant de la déforestation. Il s'agit de la République Démocratique du Congo, l'Indonésie, la Papouasie-Nouvelle-Guinée, la Tanzanie et le Vietnam. Ce financement devra permettre à ces pays d'élaborer des programmes de gestion durable des forêts. Il permettra également de renforcer les capacités nationales en matière de mesure des émissions et de surveillance des forêts.

Il est certain que pour permettre le lancement de la REDD, des financements publics seront nécessaires au moins dans un premier temps pour mettre en place le cadre technique (par exemple, la surveillance) et pour permettre aux pays de mettre en œuvre des stratégies adaptées (capacité de gouvernance, réformes des politiques). On se dirige donc vers une approche duale associant fonds publics et mécanismes de marché.

Quelle place pour les pays arides et semi-arides ?

La REDD va concerner en premier lieu les pays tropicaux confrontés à la déforestation sur de très grandes superficies et où le stockage de carbone par hectare est significatif. Dans les pays non tropicaux, situés en zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord et de l'Ouest et du Moyen-Orient, les projets REDD pourraient n'entraîner que très peu de réduction des émissions et être ainsi très peu attractifs. Cependant, ces zones représentent 25% des superficies terrestres : même avec des taux de séquestration de carbone faibles à l'hectare, ces zones, en raison de l'importance des superficies concernées, peuvent être d'un poids significatif dans le bilan global.

Mais avec un système REDD commun et ouvert à toutes les régions, les pays arides et semi-arides pourraient être, une fois encore, marginalisés comme cela a déjà été le cas dans le MDP. Pourtant, ce sont des pays qui subissent de plein fouet les changements climatiques et leurs conséquences et qui ont besoin d'avoir un soutien technologique et financier pour s'adapter. Dans ces régions, il serait vain de raisonner uniquement en projets de déforestation. Pour illustrer cela, prenons l'exemple du Maroc, l'un des pays les mieux lotis de cette région au niveau de sa forêt, avec une déforestation annuelle estimée à 30 000 ha par an, l'éradication complète de cette déforestation éviterait l'émission annuelle de 600 000 tCO₂!

Aussi, pour ces pays, la REDD devrait-il prendre la forme d'un financement direct de politiques nationales de lutte contre la déforestation. Il s'agit donc d'opter ici pour une démarche pays et non pour une démarche projet.

Les possibilités de ces pays étant très limitées et leurs apports potentiels de financements étant faibles, un fonds spécial pourrait être créé en vue de garantir les financements de la REDD dans ces régions. Ce fonds pourrait être alimenté en partie par une taxe sur les transactions carbone REDD. Le fonds rassemblerait aussi des dons volontaires des pays Annexe 1 et servirait :

- à développer des outils permettant d'évaluer et de suivre le stockage du carbone dans les forêts locales ;
- et à doter ces pays de moyens de lutte contre la déforestation. 🌱



Paysage de l'Ader Doutchi, au Niger.
Photo : Claude Barbier



Feu de brousse en limite de savane, Mandji, au Gabon.
Photo : Jean Estève



Limite savane/forêt, au Cameroun.
Photo : Bernard Riera

Recherche, développement et gouvernance

Comme le rappelle Yves Birot dans son introduction, les travaux de recherche et d'expertise se justifient socialement par le besoin d'innover sur le plan technologique, d'une part, et celui d'aider à la prise de décision en matière de politique et de gestion, d'autre part. Dans le domaine qui nous concerne, les difficultés sont liées à la complexité et à la diversité des écosystèmes forestiers, aux multiples fonctionnalités qu'ils assurent et aux multiples usages qu'ils supportent. C'est donc, et cela quel que soit le champ concerné, à une recherche intégrée et toujours resituée par rapport aux interactions qu'elle entretient avec les autres domaines d'étude qu'il faut juger de ses résultats. Plus que jamais, le premier ennemi de l'efficacité des travaux scientifiques menés en forêt est leur cloisonnement. Or, ces dernières années, la perte d'identité des recherches forestières, souvent éclatées autour de technologies d'analyses lourdes ou spécialisées, n'a pas joué dans le sens d'une meilleure intégration des connaissances.

Il est vrai que la modélisation peut contribuer positivement à l'intégration des connaissances et l'étude de leur mise en œuvre, mais sous deux conditions : primo, qu'elle puisse être un outil maîtrisé et manipulable par tous et non une boîte noire qui échappe à la compréhension de ses utilisateurs, secundo qu'elle génère autant d'expérimentation de terrain que nécessaire.

Enfin, comme l'auteur le note dans sa conclusion, l'effort doit rassembler les initiatives autour de structures et de programmes régionaux. Le partage de l'effort et donc de l'investissement est impératif, d'autant que les évolutions des conditions climatiques, que l'on nous promet, peuvent relativiser bien des résultats locaux.

Un dernier point qui mérite une attention particulière : la formation. Rien ne sera possible sans un effort important dans ce domaine. Or, les pays où les problèmes vont se poser avec le plus d'acuité manquent cruellement de techniciens et d'ingénieurs. C'est un problème récurrent qui, avec le besoin de sensibilisation des populations, ne doit pas être négligé. Jusqu'à présent, les efforts, souvent dispersés et mal assurés dans leur continuité et leur stratégie, n'ont pas apporté une totale satisfaction.

Jean Claude Bergonzini

Recherche, développement et gouvernance

Les objectifs de recherche relatifs à la forêt et à une utilisation accrue des bioénergies forestières dans le contexte des changements climatiques, sont principalement de deux types: avancer et intégrer les connaissances scientifiques comme fondement de l'innovation technologique, à travers le développement; avancer les connaissances scientifiques pour nourrir l'expertise à la base de la décision politique, par le biais de la gouvernance.

La problématique des bioénergies forestières doit être appréhendée dans une vision intégrée du secteur forestier dans son ensemble, c'est-à-dire prenant en compte l'ensemble des fonctions, biens et services fournis par les forêts et les industries qui en dérivent. Il n'est pas trivial de rappeler que si les forêts peuvent constituer des éléments de « bio-réponse » aux défis climatiques et énergétiques, elles sont également soumises aux impacts des changements climatiques. Ces deux aspects sont intimement liés.

Les experts s'accordent pour constater que, si les incertitudes sont encore nombreuses concernant la capacité des écosystèmes forestiers à jouer le rôle de puits de carbone, l'utilisation accrue du bois et de ses dérivés, en substitution à d'autres matières premières et matériaux, et aux sources d'énergie non renouvelable, présente un intérêt majeur. Cette utilisation accrue peut être fondée sur une mobilisation plus importante de la ressource forestière existante, dans le respect des principes de gestion durable et sur un accroissement de cette ressource, notamment par plantation.

Les études disponibles montrent que l'utilisation brute de la biomasse ligneuse à des fins énergétiques, par combustion et même par conversion, n'est pertinente ni sur le plan environnemental ni sur le plan économique, lorsqu'il s'agit de bois ronds de valeur. Il convient pour ceux-ci de privilégier une transformation et une utilisation du bois en cascades. Le premier saut correspond à l'utilisation du bois comme matériau, qui doit durer le plus longtemps possible, tandis que le saut ultime en fin de vie du produit correspond à sa valorisation énergétique. Cependant, un certain nombre de produits : biomasse brute issue de taillis (à courte ou très courte rotation, ou non) et de résidus d'exploitation forestière, ou déchets de première transformation dans les usines de pâte (écorce, nœuds) ne conviennent pas pour l'élaboration de matériaux et peuvent être utilisés comme source d'énergie, sous réserve d'une évaluation environnementale et économique.



Yves BIROT

Yves BIROT est Ingénieur agronome et des eaux et forêts, Chef de Département honoraire des Recherches Forestières de l'INRA et ancien Président du Conseil Scientifique de la Plateforme Technologique Européenne pour le Secteur Forestier (FTP). Il préside aujourd'hui le Comité Consultatif du Bureau Régional Méditerranéen (EFIMED) de l'Institut Forestier Européen (EFI).



yves.birotd@wanadoo.fr

L'accroissement de la ressource ligneuse et de son utilisation à des fins bioénergétiques doit cependant être raisonné dans le contexte des autres fonctions, biens et services fournis par les forêts, dont le poids relatif peut fortement varier en fonction des priorités choisies. Il convient, par exemple, de s'interroger sur l'impact de prélèvements ligneux supplémentaires ou de l'augmentation des plantations sur la biodiversité, la fertilité des sols forestiers, ou les ressources en eau. Il est également nécessaire de prendre en compte l'approvisionnement des autres filières forestières : les bioénergies ne doivent pas « cannibaliser » les industries du papier ou du panneau à base de bois. Une vision intégrée du secteur s'impose donc. Dans le cas de plantations, la compétition pour les terres avec la production alimentaire dans un cadre national et même mondial doit être soigneusement évaluée.

Les productions de bioénergies revêtent des formes multiples depuis la génération de chaleur par combustion jusqu'à la fabrication de biocarburants liquides par conversion de la matière ligno-cellulosique. L'électricité verte peut déjà être produite à des coûts compétitifs lorsque sa production est intégrée dans certains processus industriels (pâte à papier). Le secteur forestier a potentiellement la capacité de devenir un acteur majeur de la production de biocarburants dans des conditions environnementales et économiques satisfaisantes. Ces développements nécessitent encore d'importants programmes de recherche.

Enfin, les politiques et stratégies forestières ont, par nature, un caractère de long terme. Le cadre temporel de l'aménagement et les temps de réponse des actions de gestion sont longs en foresterie. Il convient également de favoriser par des mesures institutionnelles une coopération entre le secteur forestier et celui de l'énergie.

Quelques enjeux

Forêts, climat, énergie et leurs interactions sont éminemment complexes. Dans ce qui suit, l'accent est mis sur quatre grands enjeux :

- Les forêts actuelles et les futures plantations, sources de matière ligneuse pour des usages multiples, dont les bioénergies, jouent-elles le rôle de puits de carbone ?

- À quelles conditions peut-on mobiliser et/ou produire plus de matière ligneuse pour les bioénergies ?
- Quelles technologies pour les bioénergies forestières ?
- Quels instruments pour une bonne gouvernance ?

Les forêts, puits de carbone ?

Le bilan du carbone en forêt est lié à des processus complexes influencés par des paramètres physiques et biologiques (température, humidité du sol et de l'air, CO₂, nutrition minérale). Le bilan de carbone dépend de nombreux facteurs biologiques : i) la composition spécifique (arbres, sous-étage) ; ii) la diversité génétique pour la fixation du carbone en relation avec la consommation en H₂O ou en éléments minéraux, ouvrant ainsi des applications à la création variétale pour les forêts de plantation à vocation énergétique ; iii) le fonctionnement micro-biologique du sol. On voit donc que les axes de recherche sont très nombreux.

Le bilan net de carbone (NEE = *Net Ecosystem Exchange*) présente de fortes variations (1 à 10) du fait de la longueur de la saison de végétation et du déficit hydrique en durée et en intensité. Par ailleurs, les composantes de ce bilan, photosynthèse brute et respiration de l'écosystème, ne sont pas nécessairement pilotées par les mêmes facteurs et peuvent donc répondre de façons différentes à une perturbation donnée (anthropique ou naturelle). On ne peut donc pas, ou peu, apporter des réponses simples ou générales. Cette complexité du bilan du carbone, en lien étroit avec les bilans de l'eau et des éléments minéraux, nécessite une intégration progressive des informations dans des modèles, et en particulier les modèles fonctionnels (*process-based models*) pour répondre aux questions de la société et bâtir des scénarios pour le futur. Le recours à des réseaux de sites-ateliers instrumentés et de systèmes d'observation reste donc nécessaire, ainsi que le couplage entre observations et manipulations des écosystèmes, et les méta-analyses.

Enfin, des questions restent ouvertes et des incertitudes demeurent concernant les *drivers* et le futur du carbone organique des sols en lien avec l'impact élevé du réchauffement du sol sur la respiration du sol (émission de CO₂).

Le bilan de carbone est possible à des niveaux d'échelle variable allant du local au global, en combinant et intégrant spatialement des observations terrestres et en utilisant des approches de modélisation. Toutefois, les marges d'incertitude restent importantes. C'est pourquoi les recherches sur les processus et leurs interactions restent indispensables, notamment dans le contexte du changement climatique.

Interactions entre gestion forestière et bilan de carbone. La sylviculture (coupes mais aussi fertilisation ou changement d'usage des terres ou d'essence) a un impact sur les stocks et/ou sur les flux, mais le sens de cet impact (positif, neutre, négatif) et son intensité sont variables selon l'action considérée ; un champ de recherches important reste donc ouvert.

Raisonner l'accroissement de la ressource ligneuse

La gestion forestière est souvent multifonctionnelle, multiusage et multiéchelle au niveau du paysage et des territoires. Fixer du carbone ou produire de la biomasse ne sont pas les seuls objectifs. Il est donc nécessaire d'appréhender les interactions entre ces objectifs et d'autres éléments comme la biodiversité, les dommages forestiers et les impacts du changement climatique, la fertilité à long terme des sols.

Accroître la récolte de biomasse pour la production de bioénergie peut être bénéfique du point de vue de la « durabilité » économique et sociale, mais antinomique de la protection de la biodiversité dans les forêts. Toutefois, si l'impact de tels changements diffère selon les pays rendant toute généralisation difficile, l'intégration de cet impact dans le choix de politiques est une priorité. Il convient à la fois d'évaluer : i) le potentiel réaliste pour le développement de bioénergies fondées sur le bois ; ii) les implications environnementales et celles liées aux objectifs de conservation ; iii) l'adéquation du cadre existant des politiques gouvernementales et non gouvernementales. Il convient également d'optimiser l'utilisation dynamique de la ressource forestière en fonction des changements dans la demande en énergie et dans la quantification économique du stockage de CO₂. La modélisation offre des pistes intéressantes pour y parvenir.

Le carbone fixé dans les arbres par la photosynthèse est utilisé pour la formation des feuilles (espèces décidues ou non) et pour leur maintenance, pour l'élaboration des nouveaux vaisseaux du bois, le remplacement des racines fines et, bien sûr, pour la croissance. À ce budget du carbone est associé un budget en eau, puisque la photosynthèse se traduit par l'entrée au niveau stomatique de CO₂ et l'émission de vapeur d'eau. Fixer un gramme de carbone a un « coût » de 500 grammes d'eau environ. Le coût en eau de la fixation du carbone et de la production de biomasse doit être soigneusement évalué compte tenu de la raréfaction des ressources en eau dans certaines régions. Une politique de plantations forestières à grande échelle, par exemple pour fixer du carbone, peut donc s'avérer périlleuse.

D'une manière générale, intégrer les risques dans la gestion forestière constitue un enjeu primordial. Dans ce contexte, la mise au point et la mise en œuvre d'outils modernes de planification (aménagement) et d'aide à la décision fondés sur la modélisation et les méthodes d'optimisation deviennent absolument indispensables.

Les bioénergies forestières : quelles technologies ?

La production intégrée de carburant, électricité et chaleur représente un potentiel important dans la perspective de l'atténuation de l'émission de gaz à effet de serre, sous réserve que l'on cherche à minimiser l'emploi de bois ronds. Les technologies ont beaucoup progressé (exemple : la co-génération) mais des marges de progrès sont largement possibles ouvrant là un champ important de recherches technologiques. Bien entendu, l'analyse économique (coûts et compétitivité) constitue une démarche essentielle. Il est vraisemblable que l'augmentation croissante du prix du pétrole va accroître la part de la production de biocarburant et réduire celle des technologies de production combinée de chaleur et d'électricité.

La conversion directe de matières premières d'origine forestière en biocarburants avancés constitue un champ de recherche très important. Ces matières premières proviennent de la biomasse issue directement des forêts, des plantations forestières et des résidus de transformation. Les biocarburants peuvent aussi être produits à partir de fractions isolées du

bois, par exemple de la lignine, dans le cadre d'une « bioraffinerie » à base de bois. Dans de nombreux cas, l'efficacité globale de la production de biocarburant à partir de la biomasse forestière sera augmentée en intégrant le système énergétique du processus de conversion avec d'autres processus industriels, parmi lesquels plusieurs options sont possibles dans les industries forestières (pâte à papier). Les usines de pâte vont évoluer vers des bioraffineries dans lesquelles seront intégrées les productions de pâte, de biocarburants et de différents composés ou produits chimiques « verts ». L'optimisation économique et géographique des installations industrielles est évidemment un facteur essentiel.

La production de biocarburant de deuxième génération comporte de nombreux aspects tels que :

- Le développement et la démonstration (installations pilotes) de processus industriel pour produire des bio-huiles primaires, pouvant servir de transporteurs intermédiaires d'énergie dans des chaînes de production de biocarburants. On peut envisager une production de ces bio-huiles de manière décentralisée, proches de la ressource ligneuse, et une conversion centralisée de ces bio-huiles en carburant pour le transport, ce qui nécessite aussi des actions de développement et de démonstration ;
- La démonstration de technologies pour produire de l'éthanol à partir de déchets contenant des fibres de faible qualité ;
- Le développement et la démonstration de technologies pour produire des gaz de synthèse à partir d'une vaste palette de produits et sous-produits d'origine forestière ;
- La démonstration de la conversion ultérieure de ces gaz de synthèse en biocarburants de deuxième génération utilisables pour le transport : liquides « Fischer-Tropsch », méthanol, diméthylether, gaz naturel synthétique, hydrogène ;
- La concertation avec le secteur industriel automobile et pétrolier pour les choix des types de carburant et la conception des systèmes de distribution.

Quels instruments pour une bonne gouvernance ?

Le développement « soutenable » et la compétitivité du secteur forestier sont dépendants de cadres législatifs et politiques, et de systèmes de gouvernance efficaces, performants, cohérents, fondés sur des connaissances rationnelles. Élaborer et/ou ajuster des systèmes de gouvernance, des cadres politiques et des mécanismes ou instruments politiques demande de recourir à des données fiables, des analyses et des évaluations systématiques de ce qui marche comme prévu et de ce qui ne marche pas. Il y a aussi besoin d'études prospectives sur l'ensemble du secteur forestier, comme fondements de la décision et de la formulation de politiques.

Élaborer et/ou ajuster des systèmes de gouvernance, des cadres politiques et des mécanismes ou instruments politiques demande de recourir à des données fiables, des analyses et des évaluations systématiques de ce qui marche comme prévu et de ce qui ne marche pas.

De telles approches passent notamment par :

- L'analyse de l'efficacité des instruments de politique forestière, tels que les lois et règlements, les moyens d'information, et les outils économiques ;
- L'analyse des systèmes de gouvernance pour soutenir et renforcer les systèmes d'innovation dans le secteur forestier ;
- L'analyse des moyens pour relever les défis transversaux à plusieurs secteurs, et les instruments affectant le secteur forestier (énergie, aires protégées, agriculture, politiques régionales, politique d'utilisation des terres et aménagement du territoire, transport, politiques industrielles, etc.) ;
- Le développement de services, de coopérations et de structures organisationnelles pour surmonter les handicaps dans la mobilisation de la ressource ligneuse, notamment ceux liés à la fragmentation de la propriété forestière privée ;
- L'évaluation comparative de la foresterie participative et des processus de décision, et des schémas de règlements des conflits.



Site de recherche en forêt tropicale. Camp des Nouragues, Guyane, France.
Photo : Bernard Riera

Conclusions

Le triptyque forêt, climat, énergie représente un domaine particulièrement complexe, mettant en jeu un grand nombre d'acteurs. Les incertitudes sont nombreuses concernant les forces externes et internes : physiques, biologiques, économiques et sociales qui agissent sur le secteur forestier, avec une mention particulière pour les effets du changement climatique. Organiser les connaissances disponibles, les assembler pour les rendre utilisables par le développement et les synthétiser pour la décision politique, développer les innovations, engager de nouveaux fronts de recherche : autant de défis dont la solution passe par une stratégie d'ensemble.

Organiser les connaissances disponibles, les assembler pour les rendre utilisables par le développement et les synthétiser pour la décision politique, développer les innovations, engager de nouveaux fronts de recherche : autant de défis dont la solution passe par une stratégie d'ensemble.

Cette stratégie doit être fondée sur une vision partagée des grands enjeux à venir entre toutes les parties prenantes du secteur forestier (gestionnaires, industriels, ONG, société, chercheurs) et à l'échelle de grands ensembles régionaux. À partir de cette vision, il convient ensuite de parvenir à des choix d'objectifs prioritaires de recherche. Avec la Plate-forme Technologique Européenne pour le Secteur Forestier, l'Europe s'est dotée d'un outil d'envergure. Les États-Unis ont engagé une démarche voisine avec l'Agenda 2020 Technology Alliance. Ces exemples peuvent inspirer d'autres initiatives combinant échelle nationale et échelle régionale (supranationale). 🌱

Arsenic, eau souterraine, changement climatique et santé

La présente chronique examine le jeu intrinsèque entre l'évolution de la croûte terrestre, les changements climatiques, l'agriculture et la santé des gens.

Imaginons la montée de la grande chaîne de l'Himalaya à travers le temps. Comme aujourd'hui, les torrents descendent de ces montagnes pour devenir des rivières qui baignent les plaines. La force immense de l'eau érode les roches et étend les sédiments sur le lit et les berges de ces rivières formant ainsi les plaines du Gange-Brahmapoutre un des cinq systèmes de rivières qui prennent leur source dans l'Himalaya.

Le scénario propose que certaines formations de roches de la ceinture de l'Himalaya en évolution étaient enrichies en arsenic. La désagrégation et l'érosion de ces roches sous des conditions favorables à la libération de l'arsenic produisaient ainsi de la smectite (une espèce d'argile) et de l'hydroxyde de fer riche en arsenic, donc plus facile à transporter. Le transfert de l'arsenic a été complété en deux étapes. D'abord, l'arsenic s'est accumulé dans les sédiments de l'avant-pays de la chaîne de l'Himalaya durant la période du Miocène au Pléistocène. Dans un deuxième temps, l'activité tectonique intense combinée à des précipitations soutenues, dans la période du Holocène, a favorisé la remobilisation et le transport de l'arsenic vers la baie du Bengale. Des travaux récents ont démontré que certaines sources thermales dans l'Himalaya contiennent une concentration d'arsenic anormalement élevée indiquant que certaines formations de roches ont des teneurs en arsenic élevées qu'elles libèrent dans ces eaux de source thermale.

Les horizons de sédiments contenant de l'arsenic ne sont pas des couches continues, mais se trouvent dans l'empilement sédimentaire comme des lambeaux interdigitaux avec des sédiments qui ne contiennent pas d'arsenic. Les aquifères associés à ces horizons porteurs d'arsenic sont hautement susceptibles d'être contaminés par l'arsenic. Il n'y a pas qu'une seule théorie qui pourrait expliquer la libération de l'arsenic des sédiments vers l'eau souterraine. Des travaux récents de chercheurs de l'Université Stanford dans le bassin de la rivière Mékong, au Cambodge, démontrent que dans cette région, ce sont des bactéries qui métabolisent l'arsenic fixé au fer et facilitent son transfert dans l'eau.

Au Bangladesh et au Bengale Occidental, il y a plus de deux décennies, une décision a été prise qui a malheureusement résulté en une catastrophe environnementale, un empoisonnement par l'arsenic d'envergure sans précédent. On a décidé que plutôt que d'utiliser l'eau de surface des lacs et des rivières qui contenait des bactéries provoquant des maladies intestinales, on allait creuser des puits artésiens. La population rurale de ces deux régions était ravie de pouvoir s'approvisionner en eaux saines à des pompes manuelles nouvellement installées. Mais il y a eu une erreur fondamentale: on n'a pas vérifié préalablement les caractéristiques des sédiments dans lesquels on puisait l'eau.

Un certain nombre d'années se sont écoulées avant qu'on réalise que certaines des maladies dont la population souffrait étaient dues à l'empoisonnement par l'arsenic. Les premières constatations de la présence de l'arsenic dans la banlieue de Kolkata (Calcutta) ont tout de suite été expliquées par la pollution industrielle. Mais l'ampleur du rayonnement de la « pollution » dans les zones rurales du Bangladesh et du Bengale Occidental a écarté cette hypothèse. La mauvaise planification (le fait de ne pas avoir testé le géo-environnement) a résulté en un empoisonnement par l'arsenic de 9,6 millions de personnes au Bangladesh, selon les statistiques du *School of Environmental Studies of Jadavpur University* à Kolkata, qui travaille sur cette problématique depuis plus de deux décennies (www.soesju.org).

Actuellement, nous pouvons suivre les traces de l'arsenic dans les puits à travers la plaine du Gange-Brahmapoutre en montant vers le nord, dans les États du Bihâr et de l'Uttar Pradesh. Y a-t-il une solution? Il faut tester les caractéristiques des sédiments et de l'aquifère dans lesquels on doit implanter les puits, car on sait par expérience que l'eau d'un puits peut contenir de l'arsenic, alors qu'un autre puits, situé à quelques mètres plus loin, est sain. Dans une région



Jayanta GUHA

Professeur émérite en Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Jayanta GUHA a dirigé des projets majeurs en géo-environnement et impacts socio-économiques en Chine de 1989 à 2002. Il était rédacteur invité et rédacteur associé de périodiques scientifiques internationaux et en 2007 il a reçu le prix Côme-Carbonneau, la plus haute distinction de l'Ordre des Géologues du Québec.



Jayanta_Guha@uqac.ca

rurale du Bengale Occidental, un groupe a démontré avec succès que par la caractérisation de la nature des sédiments pendant le creusage manuel d'un puits, on peut éviter les horizons qui peuvent contenir de l'arsenic à l'état soluble dans des zones réductrices.

Le traitement chimique de l'eau souterraine pour éliminer l'arsenic s'avère compliqué et peu durable. En plus du coût de cette solution, un des problèmes est de disposer des filtres gorgés d'arsenic sans contaminer l'environnement.

Quel lien peut-on faire entre les changements climatiques et les puits artésiens contenant de l'arsenic ? Examinons l'état actuel de la situation de l'agriculture dans ces deux régions. Un rapport exhaustif de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture – connue plus couramment sous le sigle FAO, soit *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – a démontré, en 2006, que la contamination de l'eau souterraine au Bangladesh a eu des impacts sur l'agriculture. Depuis une vingtaine d'années, plus de 50 % des terres cultivées sont irriguées par les puits artésiens qui ont contaminé à l'arsenic le sol et, conséquemment, les récoltes. Le riz, qui constitue 70 % de la consommation quotidienne au Bangladesh, contient 1,8 partie par million (ppm) d'arsenic comparé à 0,5 ppm aux États-Unis et en Europe. Des légumes, comme l'épinard, contiennent de deux à trois fois plus d'arsenic que le riz. Le riz cultivé dans les périodes de sécheresse contient plus d'arsenic, car l'irrigation se fait surtout par l'eau souterraine. Même si aucune donnée formelle n'existe sur le sujet, le riz cultivé commence à montrer des concentrations d'arsenic dans quelques régions du Bengale Occidental. Curieusement, ce sont des régions où l'électricité est disponible. Il s'avère que les cultivateurs produisent trois récoltes de riz plutôt qu'une seule, profitant de l'électricité pour pomper l'eau souterraine qui peut contenir de l'arsenic. Auparavant, il n'y avait qu'une seule récolte utilisant l'eau provenant de la mousson, c'est-à-dire essentiellement l'eau de surface.

Une étude dans les plaines du Gange-Brahmapoutre indique que le transfert de l'arsenic de l'eau souterraine au riz a finalement atteint les vaches par le biais de la paille de riz qu'elles ingéraient. L'arsenic cause des problèmes non seulement à ces vaches, mais aussi aux humains qui mangent leur viande, boivent leur lait et utilisent la bouse. Ce cycle de transmission touche également l'air. La bouse mélangée à la paille de riz sous forme de galettes, lorsque séchées, est utilisée dans les fours domestiques comme source

d'énergie. L'arsenic est ainsi dégagé en fines particules dans l'air et a des effets néfastes sur la santé.

La fluctuation extrême du climat en Inde, de la sécheresse prolongée à l'inondation, a été observée depuis quelques années suggérant un climat chaotique fort probablement dû au changement climatique. Cette année, la mousson tarde à venir au Bengale Occidental et la période de sécheresse se prolonge indéfiniment ; il y a une réduction de 40 % de la pluie. Selon le Dr Swadesh Mitra, un météorologue réputé, il y a eu 5 sécheresses entre 1901 et 1950 au Bengale Occidental. De 1951 à 2000, le chiffre est monté à 11 sécheresses. Monsieur R.K. Pachauri, qui chapeaute le panel sur le changement climatique des Nations Unies, a récemment prévenu les dirigeants du gouvernement du Bengale Occidental d'une pénurie d'eau au Bengale attribuable au changement climatique.

En l'absence de pluie, les rizières vont dépérir, et les cultivateurs n'auront pas d'autre choix que d'utiliser l'eau souterraine pour l'irrigation, ce qui est normal. Déjà, les données montrent la contamination du sol et de la récolte lorsqu'on utilise l'eau souterraine dans le bassin du Gange-Brahmapoutre ; on risque donc d'accroître la contamination par l'arsenic si le changement climatique provoque des périodes de sécheresse plus longues. De plus, la sécheresse prolongée assèche les puits qui ont été creusés avec soin pour éviter des aquifères contaminés, ce qui force les habitants ruraux à se tourner vers des puits artésiens contaminés pour puiser leur eau. Dans les deux cas, on prévoit une détérioration marquée de la santé de la population rurale.

Le problème de l'arsenic dans l'eau souterraine n'est pas restreint au Bangladesh et à l'Inde. Nous savons qu'une situation similaire existe dans plusieurs endroits du monde comme au Cambodge, au Népal, en Chine et en Hongrie, où l'aquifère souterrain montre une concentration d'arsenic élevée, là où les aquifères sont encaissés dans des formations géologiques enrichies en arsenic.

Toute solution doit tenir compte de l'environnement géologique pour nourrir une population afin d'éviter une catastrophe éventuelle à plus long terme. Si les changements climatiques imposent l'utilisation de l'eau souterraine à grande échelle, nous pourrions faire face à une situation dramatique pour la santé des populations de certaines régions du monde présentant un environnement géologique particulier, comme c'est le cas au Bangladesh et au Bengale Occidental. 🌱

Maryse Labriet, avec la collaboration de Jean Claude Bergonzini

Échos

- Selon les mesures réalisées en vol d'essai et les tests effectués en laboratoire et au sol, Boeing conclut que **l'utilisation par les moteurs d'avion de biocarburants mélangés jusqu'à 50 % avec le kérosène** ne présente pas d'effet négatif sur la performance des moteurs ni sur le respect des exigences techniques requises par l'aviation civile. L'utilisation de biocarburants permet de réduire les émissions de gaz carbonique. Les vols d'essais ont été réalisés avec des carburants à base de jatropha, cultivées dans des exploitations écologiquement durables (Air New Zealand : 50 % jatropha ; Continental : 47,5 % jatropha, 2,5 % algues ; Japan Airlines : 42 % cameline, 8 % jatropha et algues). Des démarches d'autorisation de l'utilisation de tels mélanges sont en cours.
http://www.boeing.com/commercial/environment/pdf/PAS_biofuel_Exec_Summary.pdf
- En avril dernier, **la Ville de Montréal (Québec, Canada) a adopté un règlement interdisant l'installation d'appareil à combustible solide** à l'intérieur d'un bâtiment neuf ou existant, sur le territoire de la Ville, à l'exception des appareils à granulés de bois conformes aux normes de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR) ou de la US Environmental Protection Agency (EPA). 50 000 appareils de chauffage au bois sont installés sur le territoire de la Ville de Montréal, en progression comme chauffage d'appoint non dépendant de l'électricité (notamment depuis la crise du verglas à la fin des années 1990, quand la population s'est retrouvée sans électricité pendant plusieurs jours en plein hiver). L'utilisation des poêles à bois constitue une source majeure d'émissions de particules fines, à l'origine de problèmes respiratoire et du smog hivernal, dont le nombre d'alertes hivernales augmente régulièrement : le chauffage au bois résidentiel constitue la principale source responsable des particules fines au Québec en hiver, contribuant jusqu'à 61 % de la totalité des particules fines dans certaines régions urbaines. Il est estimé qu'un poêle à bois non certifié utilisé pendant 9 h (ou un poêle certifié utilisé pendant 60 h), émet la même quantité de particules qu'une voiture utilisée pendant un an (ou 18 000 km). Aucune mesure réglementaire n'est prévue pour le moment pour remplacer les 50 000 appareils de chauffage au bois existants.
<http://ville.montreal.qc.ca/environnement>
http://www.pq.poumon.ca/environnement-environnement/wood_smoke-fumee_bois/enjeu-montreal/
- **Les représentants de l'Afrique menacent de quitter la Conférence mondiale sur le climat de Copenhague en décembre 2009** si aucun accord significatif n'est atteint et si leurs demandes pour des compensations financières ne sont pas prises en compte, a prévenu le premier ministre éthiopien Meles Zenawi lors de la session spéciale du Forum pour le Partenariat avec l'Afrique tenue le 3 septembre 2009 en Éthiopie. La déclaration finale considère notamment qu'« un accroissement des moyens financiers affectés à la réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts doit faire partie intégrante d'un accord à Copenhague » et qu'« une plus large place doit être faite à des domaines revêtant une importance particulière pour l'Afrique, comme les forêts, l'utilisation des terres, le rendement énergétique et les énergies renouvelables ». L'augmentation du soutien au développement pour l'arrêt du déboisement et la prise en compte de la réduction des émissions dues au déboisement et à la dégradation des forêts (REDD) dans les marchés du carbone font partie des recommandations apparaissant dans les documents préparatoires.
<http://en.cop15.dk/news/view+news?newsid=2022>
<http://www.oecd.org/dataoecd/40/27/43631953.pdf> (Déclaration finale)
http://www.oecd.org/document/51/0,3343,fr_37489563_37637530_43554931_1_1_1_1,00&&en-USS_01DBC.html (autres documents)
- Le fonds BioCarbone de la Banque mondiale achètera 500 000 tonnes de réduction d'émissions de CO₂ générées d'ici à 2017 par un **projet de reforestation sur le Plateau de Batéké, en République démocratique du Congo (RDC)**. En procédant à la reforestation de 4 200 hectares de terres dégradées avec des acacias, des eucalyptus et des espèces autochtones qui séquestreront le CO₂ et contribueront à l'approvisionnement en bois de chauffage de Kinshasa, le projet devrait, selon les estimations, capturer 2,4 millions de tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) au cours des trente prochaines années. La vente des crédits carbone générés permettra de financer l'expansion du projet ainsi que des programmes sanitaires, éducatifs et agroforestiers au sein de la communauté locale, située à quelque 150 kilomètres de la capitale Kinshasa.
<http://go.worldbank.org/GC4L9DK6W0>

Échos (suite)

■ Le projet **ALUCCSA (Adaptation of Land-Use to Climate Change in Sub-Saharan Africa)** vient d'être lancé, visant le développement de scénarios et recommandations en matière d'écosystèmes agropastoraux et pastoraux en Afrique

subsaharienne pour les scénarios climatiques A1B et B1. Le projet est financé par le Ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement (BMZ) et la Coopération Technique Allemande. Le suivi du projet peut se faire sur le site Internet.

<http://www.aluccsa.de/>

Pour un suivi détaillé des actualités en environnement et en énergie, veuillez consulter :

- Méditerranée, le Système d'information mondial francophone <http://www.mediterranee.org/>
- *Objectif Terre*, le Bulletin de liaison du développement durable de l'espace francophone http://www.iepf.org/ressources/objectif_terre.php

Bonnes adresses Internet

Général

Association Technique Internationale des Bois Tropicaux

➤ www.atibt.com/

Actualités, certification, relatives au bois tropical

Banque Mondiale, Fonds de Partenariat pour le Carbone Forestier

➤ <http://www.forestcarbonpartnership.org/f>
➤ http://www.forestcarbonpartnership.org/fcp/sites/forestcarbonpartnership.org/files/Documents/PDF/FCPF_Info_Memo_06-13-08_FRENCH_Revised_Version.pdf
(mémoire en français)

Appui aux pays en développement dans leurs efforts de réduction des émissions dues au déboisement et à la dégradation (REDD).

Conférence Ministérielle Pour la Protection des Forêts en Europe

➤ www.mcpfe.org/

Voir notamment les sections « Documents » et « Publications » présentant les récents développements.

Critères et indicateurs de la conservation et de l'aménagement durable

➤ http://www.rinya.maff.go.jp/mpci/home_f.html
(Processus de Montréal)
➤ www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/enligne/forets/criteres-indicateurs/accueil.asp (Ministère des Ressources naturelles et Faune du Québec)
➤ <http://www.fao.org/forestry/16609/fr/> (FAO)

Information sur les critères et indicateurs de gestion durable des forêts.

ECOFOR

➤ <http://www.gip-ecofor.org>

Maison commune à la recherche et à la gestion forestière pour susciter, organiser, animer, valoriser des actions communes sur le fonctionnement et la gestion des forêts tempérées et tropicales.

FAO – Forêts

➤ www.fao.org/forestry/home/fr/
➤ www.fao.org/forestry/cpf/fr/
(Partenariat de collaboration sur les forêts)

Actualités, documentation, cartes, etc. Le site du PCF fournit notamment un lexique et la définition des termes relatifs aux forêts.

Forêt ressources management

➤ <http://www.frm-france.com/>

Bureau indépendant, intervient en France et à l'international.

Institut des bioénergies

➤ www.itebe.org/portail/affiche.asp?arbo=1&num=196

Information surtout sur le bois-énergie, actualités, ressources, technologies, projets, bonnes pratiques.

Organisation internationale des bois tropicaux

➤ <http://www.itto.int/ff>

Information sur les marchés, l'industrie, l'aménagement forestier durable. Voir en particulier cette dernière section, bien documentée.

Plate-forme Technologique Européenne « Forêt – Bois – Papier »

➤ www.forestplatform.fr/

Information sur les projets, l'actualité, les financements disponibles, les initiatives de R&D.

Bonnes adresses Internet (suite)

Afrique centrale

Commission pour les Forêts d'Afrique Centrale
Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale
Partenariat pour les Forêts du Bassin du Congo

- www.comifac.org/
- www.observatoire-comifac.net

Informations détaillées sur les forêts d'Afrique centrale et leur gestion.

Partenariat pour les Forêts du Bassin Du Congo

- www.cbfp.org/

Informations détaillées sur les forêts du bassin du Congo. Voir notamment la section « Liens » pour d'autres sites d'information.

Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale

- <http://osfac.umd.edu/index.htm>

Distribution gratuite de données satellites et dérivés.

Réseau des Aires Protégées d'Afrique Centrale

- www.rapac.org/

Information sur la diversité biologique et la gestion durable des ressources naturelles de la région.

Autres régions et sites en anglais*

Centre de recherche forestière internationale

- www.cifor.cgiar.org/

Forêts et changements climatiques, adaptation, pratiques durables. Voir notamment les publications (la plupart sont en anglais seulement)

Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique

- unfccc.int/methods_science/redd/items/4531.php
(Plateforme REDD)
- http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/1084.php (affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie)

Négociations, projets, méthodologies de projets MDP.

Global Forest Watch

- www.globalforestwatch.org/

Voir notamment les cartes interactives (Afrique centrale, Cameroun, Congo)

Global Network for Forest Science Cooperation

- www.iufro.org/publications/online-library/

Réseau de scientifiques impliqués dans le domaine des forêts.

Institut Européen des Forêts

- www.efi.int

Voir notamment les documents disponibles en ligne dans la section « Virtual Library ».

Label SFI (Sustainable Forestry Initiative)

- www.sfi-program.org/french/resources.php

Certification forestière au Canada et aux États-Unis.

Ministère des Ressources naturelles du Canada

- <http://canadeforests.nrcan.gc.ca/?lang=fr>

Information sur les forêts du Canada.

Nations Unies

- www.un.org/esa/forests/ (Forum sur les forêts)
- <http://www.un-redd.org/> (Programme sur la REDD)

Informations sur les sessions du Forum, ainsi que sur le rôle des REDD dans les stratégies climatiques post-Kyoto.

World Agroforestry Centre

- www.worldagroforestry.org/

Pratiques agroforestières, en particulier dans les pays en développement.

* Plusieurs sites en anglais sont présentés ci-dessous parce que nous les considérons riches en information ou importants dans le contexte des négociations post-Kyoto, et leur équivalent en français n'est pas disponible.

À lire

- Courrier de la planète, 2009. *Forêts à la croisée des usages*. N°88

Le numéro de juillet 2009 de la revue porte sur les forêts et les grands thèmes s'y rapportant, tels que gestion forestière, bois illégal, certification, déforestation, feux de forêts et, bien sûr, changements climatiques. Plusieurs des articles sont disponibles en ligne.

<http://www.courrierdelaplanete.org/index.php>

- Fonds pour l'Environnement Mondial, 2009. *Un nouveau climat pour les forêts. L'action du FEM au service de la gestion durable des forêts*. 32 p.

Présentant l'action du FEM dans les forêts, ce document permet aussi de rappeler l'importance de la forêt dans l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets, le rôle mondial des écosystèmes forestiers, le potentiel de réduction des émissions provenant du déboisement et de la dégradation des forêts.

<http://www.thegef.org/uploadedFiles/Publications/new-climate-FR.pdf>

- FAO, 2009. *Situation des forêts du monde 2009*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 168 p.

En s'appuyant sur les dernières études prospectives du secteur forestier régulièrement conduites par la FAO, cette édition examine les incidences possibles des changements démographiques, économiques, institutionnels et technologiques sur les forêts. Le rapport passe en revue les perspectives régionales ainsi que les grands enjeux, tels que la demande croissante pour les produits ligneux (bois, papier-carton, combustibles), les impacts environnementaux, les institutions et les progrès des sciences et technologies forestières. Il fournit des données chiffrées détaillées pour la plupart des pays.

www.fao.org/docrep/011/i0350f/i0350f00.htm

- FAO, 2009. *Les forêts et l'énergie Questions principales*. Études FAO Forêts 159, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 82 p.

Dans un contexte de demande future croissante pour la bioénergie tirée du bois et des cultures agricoles, ce rapport évalue les tendances et perspectives énergétiques futures, les caractéristiques et le rôle de la production bioénergétique, les répercussions possibles sur les forêts et finalement les options de politique et recommandations à la lumière des potentialités de la foresterie et des dangers qui la menacent.

[ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139f/i0139f00.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139f/i0139f00.pdf)

- FAO, 2009. *Adaptation au changement climatique. Unasylva, revue internationale des forêts et des industries forestières*, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, vol. 60, 231/232, 92 p.

Le dernier numéro de la revue *Unasylva* porte sur l'adaptation des forêts et de la gestion forestière aux changements climatiques. Les questions principales concernent les liens entre changement climatique et développement durable, les impacts possibles du changement climatique, notamment sur la composition et la répartition des espèces forestières, sur la santé des forêts, le rôle de la science dans l'adaptation, la nécessité de modifier les politiques et les institutions, l'adaptation des communautés.

Tous les numéros d'*Unasylva* sont disponibles en ligne gratuitement. Les numéros précédents ont abordé les questions de l'utilisation des terres, les forêts et l'eau, la foresterie à petite échelle, etc.

[ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0670f/i0670f00.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0670f/i0670f00.pdf)

<http://www.fao.org/forestry/unasylva/fr/>



À lire (suite)

- *Le Flamboyant*, 2009. N° 65, août 2009. Dossier spécial : les Produits Forestiers Non Ligneux.

Le numéro 65 du *Flamboyant* est consacré plus particulièrement aux produits forestiers non ligneux et s'inscrit dans la dynamique de l'exposition «La forêt qui nourrit» réalisée par Silva/Riat à Montpellier. On y trouve des articles qui mettent en relief différentes ressources (alimentaires, médicinales, etc.) et différents usages de la forêt (chasse, cueillette, etc.).

<http://www.silva-riat.fr/>

- Meridian Institute. 2009. *Réduire les émissions liées à la déforestation et à la dégradation de la forêt (REDD) : Un rapport d'évaluation des choix*. Préparé pour le Gouvernement de Norvège par Arild Angelsen, Sandra Brown, Cyril Loisel, Leo Peskett, Charlotte Streck et Daniel Zarin.

Le présent rapport traite des options possibles dans les quatre domaines controversés en matière de REDD : financement, procédures de définition des niveaux de référence, méthodologies de suivi, rapportage et vérification et processus de promotion d'une participation effective des peuples autochtones et des communautés locales. L'objectif est de faciliter l'intégration de la REDD dans un futur accord climatique décidé à Copenhague.

<http://www.REDD-OAR.org>.

- *Biomasse et Biodiversité forestières. Augmentation de l'utilisation de la biomasse forestière : implications pour la biodiversité et les ressources naturelles*. 2009. Ouvrage coordonné par Guy Landmann, Frédéric Gosselin et Ingrid Bonhême, MEEDDM – ECOFOR, 210 p.

Biomasse et biodiversité sont deux richesses de la forêt, qui dépendent étroitement l'une de l'autre et présentent cependant des visages différents. Sans biodiversité pour assurer le fonctionnement des écosystèmes forestiers, il n'y aurait pas d'arbres et donc une biomasse singulièrement réduite ; sans les arbres, la biodiversité serait tout autre. Plus que la biodiversité, la biomasse participe à l'approvisionnement des sociétés humaines auxquelles elle fournit à la fois le matériau-bois, des fibres papetières et une source d'énergie renouvelable ; elle fait pour cela l'objet de prélèvements suffisamment significatifs pour modifier la biodiversité dans un sens ou dans l'autre, à court ou long terme.

www.gip-ecofor.org

- Global Forest Watch, 2005. *Atlas forestier interactif du Cameroun*. Document de synthèse.

http://www.globalforestwatch.org/french/pdf/Document_synthese_francais.pdf



Mini-bibliographie du rédacteur en chef

- Bergonzini J.Cl. (2004). Changements climatiques, désertification, diversité biologique et forêts, Silva, Riat.
- Bergonzini J.Cl., Lanly J.P. (2000). Les forêts tropicales, Karthala, Cirad.
- Deshaies M. (2004). La question énergétique en Allemagne et dans les pays d'Europe centrale. *Revue d'Allemagne*, n°s 3-4, p. 323-340.
- Deshaies M. (2007). Énergie et environnement en Allemagne. *Revue Géographique de l'Est*, tome XLVII, n° 1, p. 53-69.
- Léonard J.P. (2003). Forêt vivante ou désert boisé. L'Harmatan, Paris.
- Léonard J.P. (2002). Contribution à la typologie des principaux systèmes forestiers. Presses universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Asq.
- Montgolfier (de) J. (2002). Les espaces boisés méditerranéens, situation et perspectives, Economica, Paris.
- Ouédraogo B. (2002). Éléments économiques pour la gestion de l'offre et de la demande du bois-énergie dans la région de Ouagadougou. Thèse Doctorat Unique, Université de Ouagadougou/Université Montesquieu Bordeaux IV.
- Plan Bleu/BEI, (2008). Énergie et Changement climatique, (<http://www.planbleu.org>)
- Riedacker A. (2004). Changements climatiques et forêts. Silva, Riat.



INSTITUT DE L'ÉNERGIE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA FRANCOPHONIE (IEPF)
56, RUE SAINT-PIERRE, 3^e ÉTAGE, QUÉBEC (QUÉBEC) G1K 4A1 CANADA
L'IEPF est un organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie.

LE FLAMBOYANT
BULLETIN DE LIAISON DES MEMBRES DU RESEAU INTERNATIONAL ARBRES TROPICAUX

