CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
INSTITUT D'HISTOIRE MODERNE ET CONTEMPORAINE

Textes réunis et présentés
par Andrée CORVOL

FORÊT ET POLLUTIONS

Cahier d'Études n° 17 – 2007
Forêt, Environnement et Société
XVIe-XXe siècle

Avec le concours
de l'Office National des Forêts
et du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

Illustration de couverture : Peuplements atteints par la pollution à la frontière entre la Pologne et la République tchèque dans les Sudètes.
Avec l'aimable autorisation de Monsieur Michel Dupuy

N° ISBN : 2-908874-11-3

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
INSTITUT D'HISTOIRE MODERNE ET CONTEMPORAINE

Textes réunis et présentés
par Andrée CORVOL

FORÊT ET POLLUTIONS

Cahier d'Études n° 17 – 2007
Forêt, Environnement et Société
XVIe-XXe siècle

Avec le concours
de l'Office National des Forêts
et du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

PRÉFACE

par Andrée CORVOL*

La journée d'études 2005 clôturait le cycle Forêts et Transports. Un nouveau commence, consacré aux forêts victimes de catastrophes : pollutions (2006), incendies (2007), tempêtes (2008).

On aborde sous l'angle Sciences de l'Homme les thèmes qui seront traités par ECOFOR sous l'angle Sciences de la Nature. Les points de vue méritaient le recoupement.

Dans les deux cas, cela satisfait la demande sociale : dresser le bilan des connaissances, des expériences. Souvent, les réflexions remontent au XIXe siècle. Les contemporains n'en avaient pas conscience.

Longtemps, on dénonça les méfaits de l'homme, on acceptait les châtiments de la nature. Comment en serait-il autrement ? Cependant, avec des jeunes taillis, les pertes étaient minimes, la repousse, rapide.

Pour certains, la punition divine sanctionnait les péchés, les erreurs et transitait par les forces naturelles. Tous étaient consolés à la perspective des bois rebutés. On aurait du combustible à bon marché.

Tout changea quand la production visa moins le bois de feu et davantage le bois d'œuvre et d'industrie. Le pas de temps était plus long, l'investissement plus important, le capital immobilisé plus conséquent. Cela aggravait la perte. On voulut calculer le risque. On souscrivit des contrats d'assurance. On constata leur prix. On regarda vers le gouvernement. Il accordait des indemnités aux agriculteurs sinistrés. Pourquoi les sylviculteurs n'en recevraient-ils pas ? Quand la nature n'était pas en cause, on les exigea des responsables présumés. Après tout, si l'on démontrait leur culpabilité, pourquoi ne verseraient-ils pas une compensation ? Mais, pour cela, il fallait des textes qui imposent des normes, des preuves qu'ils avaient négligé leurs devoirs. C'était un nouveau chapitre dans l'histoire scientifique et juridique d'un duo infernal, celui que forme l'Homme et la Nature. Bientôt, il n'y eut plus ni péché ni erreur, mais des erreurs qui amplifiaient les mécanismes naturels et des moyens qui réduisaient les pertes ligneuses.

L'étude des pollutions révèle combien leur perception a évolué. Maintenant, les gens les ressentent physiquement. On voit les ordures qui salissent la forêt, les feuilles qui roussissent avant l'automne. On sent les miasmes qu'elles dégagent, des immondices, les fumées qui sortent des cheminées des usines. L'homme sait que le mal de l'arbre, de la forêt ne saurait lui faire du bien.

---

* Directeur de recherche, CNRS. Présidente du Groupe d'Histoire des Forêts Françaises.

La pollution est une nuisance visible et olfactive. On subodore que l'invisible, l'inodore doit être pire. Cela effraie. Cela ne modifie pas toujours la manière de consommer, d'évacuer. Ainsi, il y a loin entre affirmer son refus des bombes aérosols et le choix de n'en plus acheter ! Que dire du geste de les trier quand elles renferment des substances toxiques ? La « conduite citoyenne » exige des années...

Très tôt, la pollution fut associée aux industries.

Dans les années 1840, dans les parcs anglais, les entomologistes remarquaient la disparition des papillons blancs au profit des papillons noirs, moins repérables sur des troncs que le smog a noirci. On dénonçait l'effet des brouillards acides, le smog. Chaque année hiver, il remplissait les hôpitaux. On ne comptait pas le nombre de patients souffrant d'asthmes, d'ophtalmies, de rhinites, de pharyngites. Dans l'ignorance du bacille de Koch et de la tuberculose, on imputait au brouillard les contaminations pulmonaires. Certes, on mourait jeune. Etait-ce un motif pour cracher ses poumons ? Ainsi, l'affaire des pollutions acides démarra sur un fond d'enquêtes médicales.

Dix ans plus tard, l'Empire allemand n'était pas en reste. La Grande-Bretagne n'était pas forestière. Lui l'était. La forêt servit aux premières observations. Elle était d'autant plus vulnérable qu'enrésinée précocement - tout comme la Belgique -. La France du XIXe siècle ignorait de telles angoisses. Paris incarnait Sodome et Gomorrhe, le territoire, le paradis sur terre. La réputation tenait à plusieurs facteurs : forte population rurale, faible densité démographique, industrialisation tardive, forêt productrice de bois de feu, où les taillis dominaient. Bref, dans l'hexagone tout allait bien ! Cela ne signifiait pas que tout était parfait, mais que ce n'était pas assez grave pour déclencher l'alarme.

Comme souvent, il fallut qu'un homme prêchât dans le désert pour que le problème fût pris en compte. Dans les années 1900, soit cinquante ans après la Belgique, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, Jean Bossaty, un forestier, décrivit les atteintes que présentait une pineraie voisine proche de La Praz, une usine de la Maurienne. Cela orienta les recherches vers le fluor et le dioxyde de soufre que rejetaient les usines d'aluminium et d'engrais phosphatés. C'était là un effet lointain du Second Empire qui intensifia l'agriculture et découvrit l'aluminium. On n'imaginait pas que les paysans deviendraient des exploitants ruraux, que les canettes deviendraient des symboles de consumérisme : on boit, on jette, et la nature fait le reste. Las ! le recyclage demandait plus de temps que prévu. Il exigeait des années, des siècles. Les séquelles abîmaient durablement paysages et organismes. On refusa de l'admettre.

En fait, à moins d'habiter à côté de la source polluante, beaucoup de gens repoussaient les remèdes. On savait les arbres des villes malades. On ne savait pas qu'il en était de même pour ceux de la forêt.

Pourtant, la notion de maladie végétale existait déjà, encore qu'on attendit la Belle Epoque pour recenser les causes. On observa uniquement scolytes, chenilles, pucerons et toujours en fonction d'une essence précise. Ainsi, on recher-

chait l'essence la plus résistante, et non la maladie qui ravageait un canton entier. En outre, on ne relevait que l'état du feuillage. Pour constater que le sol avait part à l'affaire, il fallut que la pédologie ait une place dans l'ensemble des disciplines, que le retour d'un cycle venteux ait renversé troncs et systèmes racinaires. Ce jour-là, les pollutions de l'atmosphère cessèrent d'être seules en cause. Non contentes de circuler sur longues distances, elles augmentaient aussi le Ph du sol. Et comme les forêts rentabilisaient les terrains pauvres, on avait planté l'arbre en vogue du moment : l'épicéa. On le disait bon pour tout. L'essence retenue amplifia le problème né sur des sols médiocres. Les pratiques d'antan avaient accru leur pauvreté, par le biais des soutrages notamment.

Évidemment, on découvrit la possibilité d'amender en épandant calcium et magnésium. Au même moment, les médecins déclaraient que l'homme en manquait aussi. La spasmophilie expliquait tout, vertiges, chutes de tension, dépression nerveuse. Les laboratoires pharmaceutiques bâtirent des fortunes là-dessus. Décidément, l'homme était plus facile à traiter que la forêt ! En effet, pourquoi acheter de l'engrais quand l'hectare rapporte sinon rien, du moins peu ? Dans toute l'Europe, les couverts forestiers ont progressé. Ils n'ont jamais été si étendus. Mais les propriétés sont petites, morcelées à chaque génération. Mais les parcelles sont dispersées, couvrant parfois des communes différentes. Mais les exploitants ruraux qui les possèdent ont autre chose à faire qu'à les soigner. Mais la main d'œuvre qui pourrait y travailler manque cruellement. Mais les lots récoltés qu'on en tirerait seraient trop insignifiants, trop hétéroclites pour intéresser le secteur de la première transformation. Mais... Mais...

En France, la sylviculture est moins avancée que l'agriculture d'avant le Marché Commun. Tout le monde reconnaît le bois comme un matériau d'avenir, mais personne ne réussit à modifier nos forêts pour tirer parti de leurs richesses. Pour remembrer, l'échange doit concerner des voisins, des membres d'une famille. Or, ici, on les ignore. Souvent, on ignore même les limites de son bois, ses essences, son traitement. Le manque de main d'œuvre impose de mécaniser. Le passage des engins suppose de vastes parcelles, des écartements réguliers. Faute de quoi, on peut prévoir la progression des forêts délaissées, des forêts sauvages qui envahissent les terres en friche. Cela engendre un continuum de broussailles. Pour elles, il importe peu que les sols soient riches ou non.

Les incendies sont prévisibles. Cela opérerait dans l'indifférence générale si la « peste verte » ne cernait pas des lotissements, des maisons isolées. Cela fait peser une menace sur la vie humaine. Comme le risque est intolérable dans une civilisation d'assistés, le législateur intervient. On convainc les inconscients d'appliquer la loi selon le bon vieux principe du pollueur payeur. Cela joue pour les individus comme pour les États, pour les pollutions comme pour les incendies. À moins d'acquérir le droit de bafouer la règle. En maints pays, existait le permis de conduire à points. Désormais, on a le permis de détruire à points. On achète les points non employés. On transfère les sommes correspondantes. Elles permettront

aux vendeurs de financer des énergies nouvelles, un développement propre. Espérons-le tout au moins. Il faut rêver…

PREMIÈRE PARTIE

COMMENT LE DÉBAT FUT-IL AMORCÉ ?

LE DÉPÉRISSEMENT DES FORÊTS DES ANNÉES 1980 : ROCHE-MÈRES, PLUIES ACIDES ET CLIMAT

*par Maurice BONNEAU**

Le dépérissement des forêts apparu en 1983 dans les Vosges faisait depuis plusieurs années l'objet de nombreux articles concernant les forêts bavaroises. Bien qu'encore en mémoire, il fut éclipsé par les tempêtes de 1999. Rappelons-en les symptômes principaux. Atteignant surtout le sapin pectiné et l'épicéa, il était caractérisé par une défoliation plus ou moins importante dans tous les sites touchés par un jaunissement qui sévissait dans certaines stations et ne concernait que les aiguilles de deux ans et plus. L'un et l'autre symptôme affectaient un pourcentage variable de feuillage allant jusqu'à plus de 50 %. Dans les Vosges, le Jura, la mortalité fut très faible, quelque essence que ce soit, contrairement au cas du chêne pédonculé de Tronçais quelques années plus tôt.

I – LE SO2 : UN FAUX PAS

Les médias insistaient sur les pessières de Tchécoslovaquie, endommagées, pour ne pas dire moribondes, victimes d'émissions massives de dioxyde de soufre que générait la combustion des lignites. Comme le mal gagna la Bavière, puis la Forêt Noire et les Vosges, on crut que le phénomène contaminait toute l'Europe à partir de l'épicentre tchécoslovaque, on l'attribuait ainsi aux mêmes causes.

En fait, le programme de recherches français (DEFORPA), monté selon les directives de Pierre Bouvarel, refusait tout *a priori*. Heureusement ! Parmi le premières recherches, celles que mena l'Institut de Physiologie végétale de Gif-sur-Yvette en atmosphère contrôlée, montrèrent que la teneur de l'air vosgien en SO2 n'expliquait pas le phénomène. Il aurait fallu 200 microgrammes de SO2 par mètres cubes, associés à une nette sécheresse édaphique, pour provoquer une chute d'aiguilles. Or, au pire, on était à 100 microgrammes en janvier et pendant quelques heures. Les recherches suivantes dégagèrent deux facteurs principaux : la sécheresse de 1976 et l'acidification des sols.

II – LA SÉCHERESSE DE 1976

Becker établit la relation entre la défoliation sur le sapin des Vosges et les caractéristiques stationnelles. La fertilité des stations appréciée à partir de la flore ne révélait aucun effet. Les analyses dendrochronologiques soulignaient une réduction des accroissements entre 1976 et 1980. D'autre part, Lévy et Becker mon-

---

* Ingénieur général honoraire du GREF, Directeur de recherche honoraire à l'INRA

trèrent une défoliation plus intense sur sols caillouteux et dans les peuplements peu éclaircis. Dans le Jura, on arriva à des résultats analogues. C'est sur les sols les plus superficiels que la défoliation et le jaunissement étaient les plus marqués.

A la lumière de ces travaux, il est clair que la sécheresse de 1976 joua un rôle important dans la défoliation du sapin et de l'épicéa. Le retard dans l'apparition des symptômes par rapport à la cause est courant en matière d'arbres. Par exemple, le chêne pédonculé, en forêt de Tronçais, qui souffrit aussi de la sécheresse de 1976, commença à mourir à partir de 1979. En ce qui concerne le sapin et l'épicéa, il est possible que les premières manifestations de défoliation fussent antérieures à 1983, mais n'aient pas alarmé les gestionnaires, habitués aux crises plus ou moins sérieuses du sapin, notamment après la sécheresse de 1947.

III – LA PAUVRETÉ MINÉRALE DES SOLS ET LEUR ACIDIFICATION

Pendant les travaux de Becker et Lévy, Bonneau, qu'a aidé ensuite Landmann, suivait une autre piste, centrée sur le jaunissement. Ils s'inspiraient des premiers résultats allemands obtenus en Forêt Noire. Dès l'automne 1983, les chercheurs du département des Sciences du sol à l'Université de Fribourg, dirigé par le Professeur Zöttl, dégageaient des carences magnésiennes typiques sur les épicéas jaunissants. Ils observaient que le jaunissement se manifestait sur des roches-mères pauvres. Dès l'automne 1984, une série d'analyses de sols et d'analyses foliaires de sapins et d'épicéas dans les Vosges confirmait les résultats allemands.

La défoliation et le jaunissement furent corrélés avec les teneurs en calcium et magnésium des sols, les rapports Mg/Al ou Ca/Al sur le complexe absorbant avec l'alimentation minérale en magnésium déterminée par analyse foliaire.

Par exemple :

	Teneur en Ca des aiguilles de 1 an % de la matière sèche	Teneur en Mg des aiguilles de 1 an % de la matière sèche
Cas du sapin		
Sapin sain (classe 1)	0,39	0,11
Sapin dépérissant non jaune (classe 3a)		
Sapin dépérissant jaune (classe 3b)	0,35	0,070
Cas de l'épicéa		
Épicéa sain (classe 1)	0,27	0,080
Épicéa dépérissant non jaune (classe 3b)	0,24	0,060
Épicéa dépérissant jaune (classe 3b)	0,18	0,045

Des essais d'amendement des sols pour divers peuplements des Vosges, en dispositifs expérimentaux comme en essais en vraie grandeur, ont montré que l'apport de calcium et de magnésium permettait un reverdissement et un accroissement de la masse foliaire évidents, voire spectaculaires. Les photos prises en forêt communale de Vagney sont très parlantes.

Comment s'expliquent des résultats qui contredisent apparemment ceux de Becker ? La divergence résulte ici de la stratégie d'échantillonnage. Becker avait réutilisé des placettes-échantillons ayant servi pour une étude antérieure au dépérissement et représentatives de la sapinière vosgienne. Au contraire, Bonneau et Landmann agissant dans le cadre DEFORPA constituèrent un échantillon opposant peuplements sains et peuplements souffrants où l'on privilégiait les arbres atteints de jaunissement. De plus, ils travaillaient à la fois sur le sapin et l'épicéa, dont le jaunissement était plus marqué. D'un côté, une démarche statistique. De l'autre, une démarche naturaliste. Les deux études étaient complémentaires.

Les résultats obtenus dans l'étude des racines et des mycorhizes allaient dans le même sens. Des études menées sur diverses stations des Vosges et d'Allemagne suggérèrent que, dans les sols acides, une mortalité anormalement forte des fines racines était liée au remplacement des champignons mycorhiziens par une flore fongique, dite « délétère ». Elle était plus résistante à l'excès d'aluminium échangeable. Dans les mêmes sols amendés au plan calcique et magnésien, la mortalité diminuait et la flore « délétère » ne l'emportait pas sur les mycorhizes.

Les phénomènes de malnutrition et de régression mycorhizienne provenaient-ils des apports acides (pluies et aérosols acides) ? En partie. Le premier facteur est une pauvreté intrinsèque de certains sols. Elle tient à la roche-mère où ils sont développés. Les travaux de télédétection, analysés par Arra, Landmann, Pierrat, suivis de ceux de l'Inventaire Forestier National (IFN) ont montré que le dépérissement était plus fréquent sur les grès ou sur les granites pauvres. Comparer la carte du dépérissement menée sur 6 000 hectares et la carte géologique ne laisse aucun doute.

Cependant, il est clair que les pluies acides (pH moyen sur les Vosges compris entre 5,4 et 4,3) éliminent progressivement, par équilibre d'échange, les cations alcalino-terreux (calcium et magnésium) absorbés sur les colloïdes du sol au profit de l'aluminium. Des bilans minéraux ont montré que, sur les sols pauvres (bassin d'Aubure, Observatoire de la Qualité des sols du Donon), le bilan du calcium et du magnésium était négatif. A Aubure, 0,5 % du calcium échangeable, 2 % du magnésium et 0,2 % du potassium sont perdus chaque année. Cela semble peu, mais dure depuis 50 ou 100 ans. Le magnésium mal retenu sur le complexe absorbant des sols fortement aluminisés est particulièrement concerné. Cela correspond aux problèmes nutritionnels, soulignés par ailleurs. Il est évident que les sols mal pourvus en calcium et magnésium à l'origine sont plus sensibles à l'acidification que les autres.

IV – POURQUOI DEUX CAUSES SYNCHRONES INDÉPENDANTES A PRIORI ?

Question préalable : y a-t-il eu synchronisme ou défoliation en 1976-1977 et jaunissement en 1983 ? La seconde réponse semble exacte : les forestiers de terrain constatent souvent que les sapins perdent des aiguilles après sécheresses ou suite à leur vieillissement normal. Or en 1983-1984 le phénomène n'avait rien d'alarmant.

Néanmoins, il convient de citer les travaux allemands en Forêt-Noire. Sur les sols très acides, où sévit le jaunissement (carence magnésienne), le magnésium qui alimente la nouvelle génération d'aiguilles au printemps vient de la minéralisation des humus accumulés en surface. Si une sécheresse survient, la minéralisation est stoppée. S'il arrive moins de 50 jours après débourrement, les jeunes aiguilles ne sont pas alimentées. L'arbre transfère alors le magnésium des aiguilles de l'année précédente vers les jeunes. Du coup, les aiguilles anciennes jaunissent. On l'observa en 1976 et 1983. C'est en 1983 que le jaunissement apparut en Forêt-Noire et dans les Vosges. Cependant, il n'est pas sûr que les résultats en Forêt-Noire soient tous transposables dans les Vosges, encore que les travaux de Dambrine à Aubure confirment l'influence négative du dessèchement des humus sur l'alimentation en magnésium de l'Épicéa.

D'autres chercheurs ont démontré la difficulté des horizons minéraux des sols très acides à retenir par absorption le magnésium libéré dans les couches d'humus. Pour l'année 1983, caractérisée par un printemps très pluvieux (inonda-

tions à Nancy) suivi d'un été chaud, je crois plutôt à la minéralisation très active du magnésium en fin de printemps (chaleur + humidité résiduelle) et à sa perte par drainage, car le magnésium s'absorbe mal sur des horizons minéraux très riches en aluminium. Le phénomène a pu se renouveler à l'automne par réhumectation de couches d'humus réchauffées par l'été. 1984 vit les mêmes conditions et le jaunissement progressa. En 1976, le mécanisme dut jouer, puisqu'un printemps chaud et sec fut suivi d'une fin de juillet pluvieuse, encore que cela ne provoqua aucun jaunissement.

Ainsi, plutôt qu'un synchronisme entre défoliation et jaunissement, on aurait une défoliation importante en 1977, puis un déclenchement du jaunissement en 1983 et une accélération en 1984. Comme les observations sur la défoliation et le jaunissement commencèrent en 1983, on a pensé que les deux symptômes étaient simultanés. Il semble aussi que la microflore délétère résistante à l'aluminium et supplantant les mycorhizes soit plus résistante qu'elles à la sécheresse. Si cela était vérifié, on pourrait penser que la sécheresse de 1976 avait déjà fait régresser les mycorhizes. Cela rendit les peuplements sensibles à la fois à la sécheresse, à l'acidification puis à la carence magnésienne en 1983.

En conclusion, trois facteurs se sont conjugués pour conduire au dépérissement des années 1980 : un facteur « prédisposant » qu'était la pauvreté de certaines roches-mères ; un « facteur aggravant », l'acidification progressive du sol depuis plusieurs décennies sous l'influence des pluies acides, enfin, des « facteurs déclenchants », sécheresse de 1976, puis conditions climatiques particulières du printemps 1983 et du printemps 1984,

LA GESTION POLITIQUE ET TECHNICO-ADMINISTRATIVE DU DÉBAT CONCERNANT L'IMPACT DES PLUIES ACIDES SUR LES FORÊTS FRANÇAISES ENTRE 1983 ET 1991[1]

*par Christian BARTHOD** et *Maurice MULLER***

La présente communication n'est pas un travail d'historien, mais de mobilisation de la mémoire encore disponible de certains des acteurs les plus impliqués dans la gestion de cette crise entre 1983 et 1991. Elle ne peut donc prétendre ni à l'objectivité, ni à l'exhaustivité[2]. Elle est fondée sur l'exploitation des archives du bureau de la recherche et de la technologie de la direction des forêts et de celles du département de la santé des forêts du ministère chargé des forêts, ainsi que sur la mémoire personnelle de MM. Christian Barthod, Pierre Bazire (alors chef du service de l'Inventaire forestier national), Maurice Bonneau (alors directeur du projet DEFORPA), Guy Chauvin (alors adjoint au directeur technique de l'Office national des forêts), Guy Landmann (alors adjoint de M. Bonneau et ingénieur au département de la santé des forêts), Maurice Muller et Francis Rinville (alors directeur des forêts), ainsi que de Claude Baillet (alors chef d'unité à la Commission européenne) et François Kremer (chargé de mission à la Commission européenne).

Vingt ans après, les souvenirs personnels sont encore vifs, sans doute parce que ce long débat n'était pas seulement technique et mobilisait très fortement les convictions les plus profondes. Ils sont inévitablement marqués par les événements forts et les échanges difficiles d'alors, complémentaires d'une personne à l'autre, et peinent souvent à s'articuler chronologiquement entre eux. C'est le travail mené sur les archives qui a souvent permis de redresser des enchaînements chronologiques a priori logiques, mais en réalité erronés.

Pour faciliter la compréhension des positions des différents partenaires (mais aussi de leurs évolutions) et des décisions prises sur cette base, il a été choisi de privilégier une présentation chronologique, année par année.

---

1. Le texte de MM. Barthod et Muller est exceptionnellement long, compte tenu du volume habituel des présentations (7 pages annexes incluses). Nous avons décidé de le publier tel que, car les auteurs ont été engagés dans l'affaire et les positions prises ont suscité des réactions.

* Sous-directeur des espaces naturels, Direction de la nature et des paysages, Ministère de l'Écologie et du Développement durable.

** Chargé de mission au Service chargé de la recherche, Ministère de l'environnement, de 1981 à 2005.

2. Les auteurs, et en tout premier lieu Christian Barthod qui a pris les contacts, prennent l'entière responsabilité de la transcription des commentaires et informations reçus par oral, ainsi que des sélections qui ont été faites dans les documents écrits reçus.

I – 1983 : QUESTIONS ET DOUTES

La première publicité donnée à un dépérissement rapide, inquiétant et mal explicable des forêts ouest-allemandes mais aussi d'autres forêts d'Europe centrale, le fameux « Waldsterben », date de 1982, et a rapidement conduit à alimenter un débat public et politique très vif en Allemagne[3].

Fin 1982, M. Pierre Bazire, chef du service de l'inventaire forestier national à la direction des forêts, avait noté, à la faveur de tournées de terrain dans les Vosges et dans le massif de la Forêt Noire en Allemagne, une chute prématurée des feuilles dans les forêts feuillues, faisant penser à un possible processus de dépérissement, ainsi qu'un jaunissement anormal des futaies d'épicéa. Toujours à la fin de 1982, une observation personnelle de la végétation forestière au col du Donon, mise en relation avec le pH de la pluie, l'avait alors conduit à retenir l'hypothèse de la responsabilité de « pluies acides »[4] pour expliquer la situation de certains peuplements. C'est d'ailleurs ce terme qui s'imposa ultérieurement au sein des débats franco-français.

Sensibilisés par les informations venant d'outre Rhin, certains forestiers de terrain de l'ONF et leur syndicat CFDT[5] commencèrent au printemps 1983 à s'inquiéter pour l'état des forêts sur le versant alsacien des Vosges et à le faire savoir, accusant leur hiérarchie d'être aveugle ou de vouloir cacher la situation au public, conduisant l'ONF à décider de mettre en place durant l'été 1983 les premières placettes d'observations systématiques, en vue d'une campagne de notation durant l'automne 1983.

En juin 1983, lors d'une réunion à Bruxelles, la direction des forêts eut la surprise d'être confrontée à une proposition[6] de la Commission européenne

---

3. Même s'il est possible d'identifier une première « alerte » en Bavière dans les années 1970, et si certaines de ces questions faisaient depuis l'objet de débats au sein de la recherche forestière allemande.

4. Cf. l'article du Pr Renaud Vie le Sage, professeur de chimie à l'Université Paris-VII, en mars 1982, dans la revue « La Recherche »

5. M. Francis Rinville, directeur des forêts depuis le début de 1983, précédemment en poste dans un cabinet ministériel, à l'INRA et à l'ONF, avait été informé par ses relations avec les responsables locaux CFDT de l'ONF à Versailles sur ce phénomène. Le contexte général de ses relations avec la CFDT-ONF le conduisirent alors à apprécier avec beaucoup de prudence les messages alarmistes de ce syndicat, en soupçonnant des arrières-pensées relatives au conflit qui opposait alors durement ce syndicat (représentant des personnels souvent surqualifiés par rapport au métier exercé, et donc en grande partie insatisfaits et aspirant à « animer un contre-débat technique et social » dans l'établissement) à la hiérarchie de l'ONF.

6. M. Claude Baillet (chef de l'unité FII-, Forêt-Environnement, à la DG VI chargée de l'agriculture, de 1980 à fin 1989) précise que, contrairement à ce qui était alors supposé par la partie française, il ne s'agissait nullement de répondre à une pression de l'Allemagne, mais bien au contraire d'une initiative de la Commission, répondant à une analyse stratégique sur la possibilité de décoincer le travail communautaire dans le secteur forestier, alors même que l'Allemagne, le Danemark et le Royaume-Uni avaient jusque là bloqué toute initiative. La

(qui sera publiée au JO des Communautés européennes n°C187 du 13 juillet 1983) visant à élaborer parallèlement un règlement forestier sur les pluies acides et un règlement concernant les incendies de forêts. La France ne se montra guère ouverte à la proposition de la Commission, doutant de l'enjeu de la première proposition, et rappelant son attachement à la coopération bilatérale dans le domaine de la prévention et de la lutte contre les incendies de forêts. Concernant le premier point, il faut garder en mémoire que la direction des forêts françaises était alors confrontée à des positions allemandes qui ne lui étaient pas facilement compréhensibles, et qui montraient surtout la politisation et la médiatisation brutales d'un débat sur la santé des forêts en Allemagne, en rupture avec le recul montré jusqu'alors par les responsables forestiers allemands sur de telles questions[7].

Durant l'été 1983[8], les déclarations à la presse nationale française d'un biologiste allemand, M. Günther Reichelt, à l'issue d'un voyage dans l'Est de la France, mais aussi dans le Massif central et en Bretagne firent grand bruit : la forêt française est partout malade, pas seulement dans l'Est de la France, même en Bretagne. Les analyses de l'ONF, partagées par la direction des forêts, conduisirent M. René Souchon, secrétaire d'Etat à la forêt, à réagir vigoureusement : les dégâts étaient « restreints et localisés ». Néanmoins, sous la pression médiatique et du syndicat CFDT de l'ONF, ces « dégâts » furent considérés comme suffisamment « déconcertants » et inquiétants pour justifier des visites de chercheurs du centre INRA de Nancy sur le terrain et la mise en place par l'ONF d'un premier réseau (dit « réseau bleu ») de 183 placettes permanentes d'observation, toutes notées à l'automne 1983, reposant sur 6 transects est-ouest espacés de 16 ou 32 km et, sur ces

---

Commission, sensible au malaise qu'introduisait dans le jeu politique traditionnel allemand la montée des « Grünen », réussit à convaincre le directeur fédéral des forêts allemandes de l'intérêt de « communautariser » le débat forestier. L'initiative de proposer ensemble deux règlements visait à permettre de mener une négociation groupée sur deux sujets qui n'intéressaient pas au même titre les différents pays de la Communauté.

7. Le discours prudent des forestiers allemands début 1982 sur le sujet était connu de M. Rinville. M. Bonneau se vit confirmer ultérieurement par un collègue allemand de l'Université allemande de Freiburg, le Dr Zöll, que le revirement à la fois brutal et général des forestiers allemands était probablement du au souci de ne pas rester à la traîne d'un mouvement politico-social de fond, initié par les « Grünen » (les Verts allemands), et de ne pas être accusés de mettre obstacle à l'opportunité de mettre sur les rails une vraie politique de lutte contre les émissions polluantes.

8. Durant ce même été 1983, M. Rinville passa ses vacances en Allemagne, visitant un certain nombre des forêts qui étaient alors désignées comme les plus atteintes et condamnées. Il identifia des dépérissements localisés, a priori explicables par des causes classiques, en même temps qu'un état général de vigueur insatisfaisant des peuplements d'épicéa commun, qu'il attribua en grande partie aux sols et à la succession épicéa sur épicéa depuis plus de deux siècles. Cette expérience personnelle influa sur sa perception de la crédibilité du discours catastrophiste des autorités allemandes.

transects, des placettes tous les km[9]. Par ailleurs une enquête sur les problèmes phytosanitaires de l'ensemble de la forêt française fut commandée au *Cemagref*, qui permit d'exclure la responsabilité première des insectes ravageurs et des champignons pathogènes, même si des erreurs locales de diagnostic ont conduit à ce que certains dégâts d'origine biotique ont pu ultérieurement être imputées aux « pluies acides ».

Dans ce contexte, et sur la base des informations sur l'ampleur du débat scientifique en Allemagne, une mission d'information dans ce pays associa en septembre 1983, outre des chercheurs forestiers, la direction des forêts (M. Pierre Bazire, chef du service de l'Inventaire forestier national), et le service de la recherche du ministère de l'environnement (M. Maurice Muller, chargé de mission).

Dès octobre 1983, sur la base de cette mission, le secrétariat d'Etat à l'environnement et au cadre de vie (SRETIE et Direction de la Prévention des pollutions), très impliqué dans les débats internationaux sur la convention internationale sur la pollution atmosphérique transfrontalière[10], signée en 1979, annonça un programme de surveillance et de recherche dont l'intitulé exprimait néanmoins une certaine prudence : DEFORPA, DEpérissement des FORêts attribué à la Pollution Atmosphérique. Pendant un certain temps, le développé de l'acronyme fut souvent complété par « à longue distance », pour éviter les confusions avec les pollutions de proximité, relativement mieux connues. Le SRETIE s'appuyait sur l'ONF et le centre INRA de Nancy pour mettre en œuvre les aspects recourant à des approches plus spécifiquement forestières, et mobilisait par ailleurs les organismes compétents en matière de pollution atmosphérique, notamment l'Agence pour la Qualité de l'Air, aujourd'hui intégrée dans l'ADEME. Tout en reconnaissant le bien fondé des investigations scientifiques, M. Pierre Bazire représentant la direction des forêts auprès du SRETIE, la direction des forêts demeura dans une prudente expectative, doutant à la fois de l'ampleur et de l'origine du problème, très mal à l'aise face à la gestion politico-médiatique de la polémique scientifique en Allemagne et redoutant un scénario du même type en France.

Peu avant ou peu après Noël 1983, MM. Pierre Bouvarel et Maurice Bonneau, respectivement chef du département des recherches forestières de l'INRA et responsable du programme de recherche sur les sols forestiers, vinrent officiellement informer le directeur des forêts, Monsieur Francis Rinville, du caractère préoccupant et en grande partie crédible du débat scientifique qui touchait l'opinion

---

9. Ce fut l'esquisse du réseau bleu, qui s'étendit progressivement géographiquement à 13 régions administratives, mais aussi à la forêt privée, comptant 1416 placettes en 1986, avant de culminer aux environs de 1500 jusqu'à son abandon en 1993, au profit du réseau communautaire. Le réseau était dit bleu, par opposition à un réseau rouge qui devait être implanté de façon non systématique, en fonction des besoins ; ce réseau rouge fut rapidement abandonné.

10. Il s'agissait d'un dossier prioritaire pour Mme Huguette Bouchardeau, conseillée par M. Pierre Vesseron, qui se trouva confrontée à des relations difficiles avec le secteur industriel, a priori peu réceptif à une telle politique.

publique et les décideurs en Allemagne sur le thème du « Waldsterben » (la « mort des forêts »). Une démarche du même type avait eu lieu le même jour, un peu avant, au secrétariat d'Etat à l'environnement.

A la direction des forêts, le rendez-vous eut lieu en présence de M. Pierre Bazire et du tout nouveau chef du nouveau bureau de la recherche et de la technologie. Cette participation fut symbolique de la volonté constante du directeur des forêts (ancien directeur général adjoint de l'INRA, resté très proche du directeur général, M. Poly, et disposant d'un réseau personnel de relations et d'informations au sein de la recherche forestière), et de la quasi-totalité des structures forestières, de considérer ce dossier avant tout sous un angle scientifique, avec le souci de bien caractériser l'ampleur du problème et les hypothèses crédibles avant de prendre des décisions qui pourraient s'avérer dirimantes.

Lors de cet entretien, la dimension culturelle et politique du dossier en Allemagne fut soulignée. L'hypothèse d'une généralisation des arrières-effets de la sécheresse de 1976 (précédée par des sécheresses moins importantes en 1974 et 1975), à l'image du dépérissement important des chênes et des sapins dans certaines forêts françaises, fut évoquée par M. Rinville, mais tenue comme insuffisante pour expliquer ce qui se passait en Europe centrale et semblait s'amorcer sur le versant alsacien des Vosges, notamment autour du col du Donon. Face aux questions de M. Rinville sur la capacité de ramener le problème à des causes connues, MM. Bouvarel et Bonneau furent formels pour insister sur la présence de phénomènes nouveaux[11], non réductibles à des pollutions ciblées de proximité du type de ce que la France avait connu avec la pollution dans la vallée de la Maurienne ou dans la basse vallée de la Seine, que M. Bonneau connaissait bien. Lors de cette réunion, M. Bonneau fut désigné par M. Bouvarel comme le responsable INRA en charge de la coordination des expertises et réflexions sur ce nouveau problème, et devint l'interlocuteur privilégié de la direction des forêts et du SRETIE sur ces questions.

Plusieurs facteurs conditionnaient alors la recevabilité et la compréhension du problème par la direction des forêts de la nouveauté du problème. Les forestiers français connaissaient l'acidification des lacs scandinaves causée par les dépôts acides originaires du Royaume-Uni et d'Europe centrale, mais le lien entre cela et la dégradation des forêts allemandes, non scandinaves, fut difficile à percevoir. Les informations qu'avait la direction des forêts sur les cartes de dépôts acides et la trajectographie des pollutions à longue distance ne facilitaient pas l'idée de forêts françaises victimes de ces dépôts. Les informations venues d'Allemagne ne distinguaient pas l'évolution du dépérissement et sa prise de conscience. Cela laissait sceptique sur la pertinence et la brutalité du débat public. Les dépérissements de peuplements forestiers après la sécheresse de 1976 étaient en mémoire et restaient d'actualité. La fragilité de certaines forêts non affectées par ces effets était, sinon

11. L'hypothèse d'un phénomène nouveau s'appuyait essentiellement sur le jaunissement observé des aiguilles, qui n'avait jamais été noté lors des crises précédentes.

certaine, du moins probable. Les images des forêts d'Europe de l'Est, victimes d'une pollution intense de proximité bien connue des forestiers, publiées pour illustrer ce nouveau phénomène, étaient ressenties comme une manipulation de l'opinion par les médias[12], avec la complicité tacite ou volontaire, de chercheurs bafouant la déontologie scientifique. La rapidité du changement de diagnostic et d'analyse de la situation par la direction fédérale allemande des forêts était incompréhensible. On l'imputait aux considérations extra forestières, liées aux équilibres politiques bouleversés par la montée des Verts allemands (les « Grünen »)[13]. Enfin la dimension culturelle profonde de la relation des allemands à leurs forêts était bien connue, et pouvait laisser penser à une dramatisation de phénomènes que le temps se chargerait de relativiser.

Enfin il existait une crainte que ce débat ne réduise à néant tous les efforts déployés par la direction des forêts pour « protéger » les surfaces forestières contre les appétits des « aménageurs du territoire » durant les années 1970, y compris contre les agriculteurs ou les lotisseurs après incendie. Une forêt « condamnée par avance » ne serait plus défendable par rapport à des projets qui se réclament toujours de l'utilité générale. A posteriori M. Rinville estime que le risque était bien réel et très fort, et qu'il était de son devoir de directeur des forêts de raisonner à long terme sur les surfaces boisées et le type de paysages dont la France pourrait avoir besoin, en prenant le risque de gérer des peuplements fragilisés si le débat scientifique validait la réalité de ce risque, et donc sans céder aux pressions qui savent s'habiller des raisonnements politiquement corrects.

Dans ce contexte général, l'attitude prise par le directeur des forêts, en accord avec le secrétaire d'Etat à la forêt, visait prioritairement à débarrasser autant que faire se peut le débat qui allait inéluctablement s'instaurer en France de sa

12. Plus de 20 ans après, M. Rinville fait encore part avec une extrême vigueur de son allergie totale d'alors à cet amalgame créé et entretenu dans l'esprit du grand public.

13. Lors de ses vacances en Allemagne durant l'été 1983, M. Rinville avait fortement perçu au sein de la société allemande les tensions sous-jacentes liées au déploiement des missiles américains de seconde génération, en même temps qu'une réelle inquiétude de la population concernant l'impact sur l'Allemagne de l'Ouest (nature et santé humaine) des pollutions industrielles massives en Allemagne de l'Est, en Tchécoslovaquie et en Pologne, toujours niées par les gouvernements communistes, que l'on découvrait alors dans toute leur intensité, mais sans avoir accès direct à des informations objectives. M. Rinville fit alors l'hypothèse que le gouvernement ouest-allemand n'était pas entièrement mécontent d'une cristallisation du débat public sur le « Waldsterben », qui relativisait d'autres types de débats beaucoup plus destabilisateurs pour la société et les équilibres politiques du pays. L'hypothèse d'une manipulation des opinions publiques ne le quitta jamais.

Par ailleurs la manière dont la direction fédérale des forêts allemandes, jusqu'alors quasi cantonnée aux relations internationales forestières (alors peu actives) face à des Länder puissants, peu considérée au niveau européen, vit ses effectifs, son budget et son influence nationale et internationale grandir très significativement durant tout le débat sur les « pluies acides en forêt » conduisit M. Rinville à soupçonner durablement que les forestiers fédéraux avaient « vendu leur âme ».

charge émotionnelle, en cherchant à s'abstraire de la pression politique et médiatique et à ne pas être contraint de prendre des décisions précipitées sans pouvoir en apprécier toutes les conséquences. Qu'il y ait un phénomène perturbateur nouveau pour les forêts était intellectuellement acceptable, mais à la condition expresse d'avoir préalablement épuisé toutes les hypothèses plus classiques, découlant des interférences entre les sols, les essences forestières, le climat, et pourquoi pas des erreurs sylvicoles[14]. Il existait par ailleurs une sorte de recul stratégique, de nature quasi culturelle, misant sur la contingence des facteurs de cette nouvelle crise annoncée et sur la capacité des forêts à réagir et s'adapter comme elles l'avaient toujours fait après chaque crise au cours des siècles précédents. Il ne faut enfin pas sous-estimer la croyance profonde en une différence quasi ontologique entre une foresterie germanique souvent perçue par les forestiers français comme intensive et « artificialisante », et une foresterie française (hors plantations FFN) perçue par eux comme extensive et « naturelle », et donc moins susceptible de « sanctions » par une « Nature maltraitée ». Dans l'analyse de la direction des forêts, il y avait un pari très enraciné dans le discours idéologique que la foresterie française tenait sur elle-même. Il y avait également une nette sous-estimation de l'urgence politique d'une stratégie de communication médiatiquement et socialement recevable, en même temps qu'une confiance sans doute excessive dans la capacité des « autorités forestières » à faire partager un discours rationnel qui avait vocation à s'imposer, car tenu par les « seuls vrais spécialistes de la forêt ».

II – 1984 : LE SECTEUR FORESTIER DANS LA TOURMENTE

Il fut décidé d'informer rapidement le cabinet du secrétaire d'État à la forêt, Monsieur René Souchon, dont les préoccupations prioritaires concernaient alors l'insertion plus grande de la forêt dans l'aménagement rural, ainsi qu'une dynamisation nécessaire et urgente de la filière forêt-bois, sous ses aspects de modernisation industrielle, de réduction du solde déficitaire de la balance commerciale, et de développement de l'emploi.

Dans ce contexte, même si les responsables forestiers étaient conscients de la dimension à la fois culturelle et politique particulière du débat allemand, et cherchaient à éviter toute dramatisation prématurée, l'irruption d'un débat sur la « mort des forêts » fut ressentie à la fois comme un peu artificielle et en marge des priorités ministérielles, et comme un coup dur potentiel pour la visibilité médiatique du projet ministériel, dont la pertinence pouvait se trouver radicalement sapée à la base par l'hypothèse d'une « mort des forêts » à brève ou moyenne échéance.

---

14. M. Rinville était et reste très critique vis à vis de la manière dont l'épicéa commun a été promu et planté dans les années 1950-70, notamment sur des sols pauvres en moyenne montagne.

Ce risque était d'autant plus mal vécu que le secteur forestier, qui venait pour la première fois de bénéficier d'un secrétariat d'Etat (3ème gouvernement Mauroy, constitué le 22 mars 1983), avait le sentiment d'atteindre pour la première fois une visibilité politique et médiatique, au terme d'un long processus allant du rapport Jouvenel au rapport Duroure, en passant par le rapport Proriol. Il était alors beaucoup attendu du nouveau secrétaire d'Etat concernant la mise en œuvre des réflexions de la fin des années 1970 et du tout début des années 1980, qui avaient raisonné en grande partie en terme de « filière forêt-bois », de performances économiques et de modernisation de la structuration du secteur. Les incertitudes qui avaient suivi la remise du rapport très volontariste de M. Duroure le 19 mars 1982 et le fait que ce dernier n'ait pas été nommé secrétaire d'Etat pour mettre en œuvre ses propres recommandations avaient déjà suscité des interrogations sur le degré effectif de priorité qui serait donné à cette politique de rénovation.

Le directeur des forêts et le nouveau conseiller technique « forêt » de M. Souchon (M. Georges-André Morin) eurent comme stratégie constante de « suivre », en l'accompagnant, la mobilisation scientifique que le secrétariat d'Etat à l'environnement suscita, mais aussi d'aider leur ministre à ne pas être la victime médiatique des initiatives du secrétariat d'Etat à l'environnement, dans un domaine qui devait rester, du point de vue stratégique « forestier », exclusivement scientifique et donc « politiquement neutre » entre les deux ministères[15]. La position presque instinctive de M. Rinville, par ailleurs doté d'un très fort charisme personnel, influença longtemps l'analyse du secteur forestier sur ce débat, même après son départ de la direction des forêts en février 1987. Elle était fondée sur une grille de raisonnement à la fois technique et culturelle, qui reflétait assez bien la manière dont les forestiers français étaient préparés (plutôt mal) à vivre un débat public qui rompait avec tout ce qu'ils avaient connu jusqu'alors. Elle était par ailleurs légitimée par le ralliement actif à cette position de deux personnalités très respectées dans le monde forestier : M. Bazire et M. Martinot-Lagarde, directeur technique de l'ONF, qui engageait la caution technique de son établissement à une époque où les relations entre le directeur général de l'ONF et le directeur des forêts étaient très tendues[16].

---

15. M. Rinville indique que sa première note à M. Souchon sur ce sujet (date inconnue, au plus tard durant l'été 1983, pour réagir aux déclarations de M. Reichelt) posait le problème dans les termes suivants : 1) il existe en Allemagne des forêts dont l'état de vigueur est préoccupant, mais il faut refuser les annonces catastrophistes (30% de la surface condamnée à très courte échéance) ; 2) il existe un effet direct des grandes pollutions industrielles sur les forêts (nombreux exemples de grande ampleur en Europe de l'Est, quelques exemples localisés en France) et des mesures de lutte contre ces pollutions sont nécessaires ; 3) la situation de la forêt française n'est globalement pas préoccupante, même s'il peut exister localement des dépérissements attribuables soit aux arrières effets de la sécheresse de 1976, soit à des sols pauvres sur lesquels ont été plantés à tort des épicéas.

16. M. Chauvin, adjoint au directeur technique de l'ONF de 1981 à 1990, rappelle que c'est l'amitié et l'estime mutuelle que se portaient MM. Martinot-Lagarde et Bazire qui ont permis

Début 1984, la presse commença à consacrer des articles de plus en plus nombreux sur le « Waldsterben » et la question de l'état réel de santé des forêts françaises. Le syndicat CFDT Forêt consacra le numéro de février de son bulletin à cette question. Les deux secrétaires d'Etat à l'environnement et à la forêt cosignèrent une lettre au Premier ministre (10 février 1984 ?), appelant son attention sur un phénomène nouveau et inquiétant, probablement complexe et nécessitant à coup sûr d'importantes investigations scientifiques. Le 22 février 1984, Mme Huguette Bouchardeau, secrétaire d'Etat à l'environnement, fit la première de ses trois communications en Conseil des ministres sur « la lutte contre les pluies acides », annonçant un renforcement du potentiel de recherche et d'observation, et fixant l'objectif de réduction de moitié des émissions de dioxyde de soufre en France entre 1980 et 1990.

M. René Souchon se montra constamment soucieux d'être totalement solidaire de Mme Huguette Bouchardeau sur la gestion concertée du programme de recherche interministériel tripartite (Environnement, Forêt et Recherche) sur ce nouveau phénomène, mais aussi de garder parallèlement son entière liberté de parole sur l'appréciation de la situation, les hypothèses à privilégier et les priorités de la politique forestière. Ce furent les directives du chef de département de l'INRA de ne privilégier, ni ne négliger aucune hypothèse, ainsi que la personnalité de M. Bonneau, chercheur forestier unanimement respecté et scientifiquement prudent, qui permirent à une telle stratégie de ne pas jamais déraper sur un affrontement médiatique entre les deux ministères chargés des forêts et de l'environnement sur la base de débats scientifiques nationaux et internationaux complexes où la prudence verbale (mais aussi scripturaire) sur les hypothèses ne fut pas toujours de mise dans le monde scientifique.

La découverte a posteriori, en avril 1984, par la direction des forêts du lancement unilatéral d'un livre blanc sur les pluies acides par la secrétaire d'Etat à l'environnement (lettre de commande du 6 février 1984) fut politiquement ressentie par les forestiers comme l'illustration d'une volonté de "doubler" politiquement M. Souchon. La direction des forêts[17] ne cessa jamais d'hésiter entre deux lectures,

---

ce positionnement « technico-politique » conjoint de l'ONF et de la direction des forêts, alors que les relations, précédemment proches et amicales, entre MM. Don Pierre Giacobbi, nommé DG de l'ONF en janvier 1983, et Rinville, nommé directeur des forêts quelques mois après avec l'appui de M. Don Pierre Giacobbi, s'étaient très brutalement dégradées, M. Martinot-Lagarde partageant par ailleurs certaines préventions du DG de l'ONF à l'égard de M. Rinville et veillant à ne pas donner le sentiment d'être déloyal vis à vis de son directeur général.

17. M. Rinville analysait également (et continue d'analyser) la situation en terme d'opposition culturelle et d'incompréhension-rivalité entre une approche industrielle par des ingénieurs des Ponts et Chaussées, sûrs de l'envergure nationale et de la noblesse des enjeux de leurs dossiers, étrangers au secteur biologique et volontiers « dominateurs » dans les relations interministérielles, et une approche plus « écologique » par des ingénieurs forestiers du GREF, convaincus de leurs analyses techniques et de leur bon droit, mais mal à l'aise dans les

soit une instrumentalisation du secteur forestier pour créer une pression et une urgence sur le dossier de la lutte contre les émissions polluantes[18], soit une stratégie d'annexion à court ou moyen terme du secteur forestier, déjà considéré sous le seul angle de la forêt menacée (stratégie alors crédibilisée par certaines prises de position de Mme Bouchardeau, selon les souvenirs de M. Rinville). Cette situation installa durablement une méfiance politique cohabitant avec une coopération technique "tranquille" entre services.

Dans les faits, le livre blanc publié le 20 juin 1984 fut essentiellement consacré aux aspects physico-chimiques des pluies acides, relevant pleinement et exclusivement des compétences du secrétariat d'Etat à l'environnement. Il apporta en outre aux chercheurs forestiers un état des connaissances particulièrement appréciable dans un domaine qui n'était pas le leur. En introduction, il se limite à préciser que « des effets sur les forêts comparables à ceux qui sont apparus dans d'autres pays, ont été notés dans le massif vosgien depuis quelques mois, certes sur des surfaces limitées. ». Sur les 253 pages, seul un chapitre de 11 pages, écrit par le chef du département des recherches forestières de l'INRA, concernait la forêt. Mais ces 11 pages « officialisèrent » le programme DEFORPA, présenté comme préparé par le Secrétariat d'Etat à l'environnement, avec le concours de la direction des forêts, de l'ONF et de l'INRA, et le structurèrent pour une première période en quatre volets :

- l'évaluation des dommages : placettes de terrain et télédétection ;
- l'identification des agents et des causes : hypothèse d'une carence en Ca et Mg, conditions écologiques, mesures en forêts des polluants gazeux et des dépôts acides, expérimentation.
- les mécanismes physiologiques de l'action directe des polluants sur les arbres ;
- les remèdes : fertilisation en Ca et Mg.

Le secrétariat d'Etat à l'environnement, principal financeur du programme en argent « nouveau et additionnel », assuma la responsabilité du pilotage interministériel de ce programme, confiée de façon opérationnelle au SRETIE (service de la recherche et du traitement de l'information sur l'environnement), alors dirigé par M. Lucien Chabason, la cheville ouvrière étant M. Maurice Muller. Une sorte de partage implicite des responsabilités financières se fit en douceur : au

---

jeux médiatiques et de pouvoir, déjà sur la défensive au sein de leur propre ministère de rattachement.

18. A posteriori c'est cette hypothèse qui semble la plus plausible, dans la mesure où, confrontée à un contexte difficile avec le monde industriel, le secrétariat d'Etat à l'environnement a pu considérer le débat sur les « pluies acides » comme une opportunité et une « justification politique » crédible et médiatique d'une politique de lutte contre les émissions polluantes qui avait par ailleurs d'autres fondements et une antériorité. Il faut notamment souligner que les impacts possibles sur la santé humaine étaient très présents dans les analyses de ce ministère, même si elles étaient à l'époque moins audibles.

SRETIE le financement majoritaire des programmes les plus innovants, privilégiant les hypothèses nouvelles liées aux origines et mécanismes d'une pollution transfrontalière à longue distance ; à la direction des forêts, le financement majoritaire des programmes plus traditionnels explorant le dépérissement des forêts avec les outils classiques de la recherche forestière ; au ministère de la recherche, le financement majoritaire des programmes allant dans le sens d'une recherche plus fondamentale.

Dès sa nomination comme directeur des forêts, M. Rinville avait fait de la création d'une ligne « recherche » dans le budget de la direction des forêts une de ses priorités. Sur le budget 1984, il obtint satisfaction, avec une enveloppe d'un peu plus de 305 000 euros (2 MF), qui monta ultérieurement à près de 457 000 euros (3 MF). La montée en puissance des crédits forestiers affectés au programme DEFORPA fut constante pendant 5 ans, passant d'environ 38 110 euros (250 000 F) en 1984 à 122 000 euros (800 000 F) en 1988 et 183 000 euros (1,2 MF) en 1989, avant de plafonner jusqu'en 1991, sans compter les crédits exceptionnels d'investissement mobilisés dès 1985 à hauteur de 152 000 euros (1 MF) certaines années, pour des grands projets sur d'autres lignes du budget de l'Etat et même du FFN, comme ce fut le cas pour les chambres à ciel ouvert ou la tour de mesure de la pollution atmosphérique du Donon.

Dans les premières années, la direction des forêts subventionnait à guichet ouvert des projets sélectionnés par M. Bonneau et son équipe de pilotage du programme DEFORPA (dit « Groupe opérationnel », avec lequel les contacts étaient faciles et confiants), dès lors qu'ils recourraient à des approches forestières classiques : dendroécologie, nutrition minérale, physiologie des ligneux, symptomatologie et télédétection. Les sommes mobilisées à cet effet par la direction des forêts représentaient un pourcentage important de son enveloppe, mais ne pouvaient rivaliser avec les enveloppes du service de la recherche du ministère de l'environnement, qui étaient au moins une dizaine de fois plus importantes, si l'on prend en compte les programmes des organismes publics dédiés à la pollution atmosphérique[19]. Par ailleurs M. Rinville était déterminé à ne pas délaisser pour autant les enjeux prioritaires traditionnels de la recherche forestière, notamment dans les domaines de la production forestière et de la modernisation de la filière.

En mai 1984, les associations de protection de la nature se mobilisèrent sur la question des pluies acides en forêt, et le Président de la République avança l'idée d'une conférence mondiale sur le problème des pluies acides, qui n'eut pas de suite dans l'immédiat mais peut être considérée comme une idée précurseur de la Conférence SILVA sur l'arbre et la forêt de 1986, élargie aux forêts tropicales.

---

19. Si on se limite aux seuls aspects des recherches clairement articulées avec le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance, les ordres de grandeur des contributions des deux ministères sont davantage comparables, en tout état de cause bien inférieures aux subventions communautaires.

Durant l'été 1984, M. Rinville décida d'afficher publiquement l'implication du ministère chargé des forêts dans la gestion du dossier, non en désignant un « Monsieur Pluies Acides » à plein temps dans sa direction (M. Pierre Bazire jouant de facto ce rôle), mais en privilégiant la stricte dimension scientifique du problème et en mettant à la disposition M. Bonneau un adjoint affiché « Ministère chargé des forêts » pour l'assister sur la gestion administrative et technique du programme de recherche qui se préparait. Celui-ci réclama alors M. Guy Landmann, jeune IGREF alsacien, qui venait de terminer un mémoire de fin d'étude sur le grand tétras dans les Vosges, et qui avait montré une très forte motivation pour travailler sur un programme de recherche sur les « pluies acides », après avoir été à l'écoute des débats en Allemagne.

La direction des forêts intervint en vain auprès de la direction de l'ENGREF et de la DGA du ministère de l'agriculture pour obtenir cette affectation, mais la visibilité politique du débat n'était pas encore suffisante pour convaincre l'administration de déroger en quoi que ce soit à ses analyses et priorités habituelles, à un moment où les arbitrages de première affectation avaient déjà été en grande partie rendus. M. Landmann fut alors affecté au service forestier de la DDAF de la Corrèze. Ce sont d'une part l'impossibilité de trouver un candidat fonctionnaire d'expérience pour ce poste d'adjoint de M. Bonneau lors de l'appel d'offre du printemps 1985, d'autre part la visibilité médiatique croissante du débat sur les « pluies acides » à la fin de 1984 et au début de 1985 qui ont permis d'affecter au début de l'été 1985, moins de six mois après sa première prise de fonction et donc en dérogeant aux règles habituelles, M. Landmann au programme DEFORPA, sur un poste budgétaire « service de l'inventaire forestier national ». M. Pierre Bazire se souvient avoir déployé une énergie considérable pour aboutir à ce résultat.

L'automne 1984 vit la découverte par la direction des forêts qu'elle était au centre d'un débat qui la dépassait, et qui était moins celui de la « mort des forêts » que celui des discussions interministérielles et communautaires sur les normes industrielles en matière de pollution atmosphérique. Ce fut un véritable choc, car chaque thèse avait besoin d'être confortée par le discours des forestiers français sur l'existence et la gravité d'un risque pour la forêt. MM. Rinville, Bazire et Martinot-Lagarde étaient ainsi pressés par certaines fédérations industrielles et par les journalistes de prendre position plus clairement qu'ils ne le faisaient, et de cautionner, sinon à l'amont, du moins a posteriori, des positions concernant des stratégies industrielles qui leur étaient totalement étrangères, mais pour lesquelles ils étaient sommés d'assumer les conséquences pour l'avenir des forêts françaises.

Le débat, importé d'Allemagne via les discussions communautaires, sur le pot catalytique commençait en effet à faire rage, et l'industrie automobile française vivait ce débat, et sa justification par l'état des forêts, comme une menace très grave. Lors de réunions interministérielles, le directeur des forêts était donc interpellé par le ministère de l'industrie qui cherchait à freiner les projets réglementaires du ministère de l'environnement. Cette situation très inconfortable ne fit qu'accentuer la tendance naturelle de la direction des forêts à la prudence et à se

réfugier derrière les tableaux de chiffres et les hypothèses des scientifiques. Elle renforça aussi la méfiance de la direction des forêts vis-à-vis de la manière dont le secrétariat d'Etat à l'environnement était soupçonné de gérer la dimension politique du débat français sur les pluies acides, avec des arrières-pensées industrielles que la direction des forêts ne chercha d'ailleurs jamais à se voir préciser. Mais jamais le ministère de l'environnement ne chercha non plus jamais à expliquer au ministère chargé des forêts l'ensemble du dossier industriel en jeu et les stratégies qu'il développait[20].

Tout au long de l'automne, les articles de presse sur le débat des pluies acides en forêt se multiplièrent. En septembre 1984, au colloque IUFRO de Strasbourg, inauguré par M. Souchon, le représentant du ministère de la recherche rejoignit la position forestière en affirmant que « les preuves de la relation de cause à effet entre les pluies acides et le dépérissement des forêts n'étaient pas apportées ». Mais en octobre, Mme Bouchardeau et M. Souchon se rendirent ensemble dans les forêts vosgiennes, et ce fut Mme Bouchardeau qui en tira les conclusions officielles devant les journalistes, en affirmant que « personne ne peut plus nier les dommages considérables que la pollution atmosphérique et les pluies acides infligent à l'environnement ». Fin octobre ou début novembre, les résultats de la campagne d'observation menée par l'ONF durant le printemps 1984 sur les 273 placettes mises en place en Alsace, en Lorraine et en Franche-Comté (couvrant environ 690 000 ha de forêts) furent disponibles et commentés par M. Bouvarel : la situation était considérée comme s'aggravant, désormais franchement préoccupante sur 28 000 ha de sapin pectiné et 7 000 ha d'épicéa, même si la Franche Comté ne semblait pas touchée. Le syndicat CFDT Forêt mit en garde contre l'extension des dégâts à d'autres massifs forestiers, et l'ONF annonça une nouvelle campagne d'observation d'automne.

Dans ce contexte sous haute pression médiatique, le malaise découlant de l'initiative unilatérale du secrétariat d'Etat à l'environnement sur le « livre blanc » conduisit à ce que les deux secrétaires d'Etat, Mme Bouchardeau et M. Souchon, demandèrent conjointement et obtinrent du Premier ministre une mission parlementaire confiée le 16 novembre 1984 à M. Jean Valroff, député des Vosges, sur « Pollution atmosphérique et pluies acides », qui donna une place importante à la question du dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique.

En décembre 1984, à l'Assemblée nationale, la Commission des lois (qui venait de refuser une demande de mission parlementaire d'enquête « chargée

---

20. Une telle situation a priori regrettable et a posteriori peu compréhensible par des tiers s'explique d'une part par la gestion médiatique délicate d'un débat public passionné, avec un ministère en pointe et un ministère suiveur, par les incompréhensions et différences culturelles entre les gestionnaires des différents aspects (industriels et biologiques) du dossier, et par le fait que les réunions interministérielles sont la plupart du temps des réunions d'arbitrage et non des réunions où s'élaborent par ajustements successifs des stratégies partagées.

d'étudier les graves conséquences des pluies acides sur les forêts de l'Est de la France et les mesures à prendre d'urgence ») et la Commission de la production et des échanges (demandant des investigations sur le pot catalytique et ses conséquences sur l'industrie automobile française) saisirent toutes deux le tout jeune Office parlementaire d'évaluation des choix technologiques. M. Georges Le Baill procéda donc, lui-aussi, à des auditions, déplacements et investigations sur ce même sujet.

Le 19 décembre 1984, la ministre de l'environnement fit sa seconde communication en Conseil des ministres sur « la lutte contre les pluies acides ». Cette communication tournait autour du thème « La France intensifie son effort pour protéger les forêts françaises face au problème préoccupant des pluies acides. », et s'articulait en trois parties :

- la France a déjà pris plusieurs initiatives (proposition présidentielle d'une conférence mondiale, rappel des objectifs fixés lors de la communication en Conseil des ministres du 22 février 1984, désignation de M. Valrof comme parlementaire en mission) ;
- le gouvernement contribue activement à la définition des normes européennes ;
- le gouvernement a décidé de renforcer la réglementation nationale pour les activités industrielles non visées par les normes communautaires.

Le dossier de presse contenait une lettre du directeur des forêts du 16 octobre 1984, faisant le point sur les dommages estimés à partir des placettes d'observations, et insistant sur la nécessité d'implanter en forêt, dans le cadre du programme DEFORPA, des stations de mesure des dépôts polluants incriminés, et de développer les analyses foliaires et de sols. Une note complémentaire du ministère de l'environnement, en date du 19 décembre 1984, faisait le point sur l'état et les projets en matière de stations de mesure des polluants.

Durant cette même année 1984, sur l'initiative de la Commission européenne[21], commença un cycle de réunions régulières mais totalement informelles des directeurs des forêts de la Communauté européenne, multipliant les occasions de rencontre qui relevaient jusqu'alors seulement des organes forestiers de l'Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture et de l'Alimentation (OAA-FAO) (Commission européenne des forêts et Comité des forêts, le Comité du bois de la CEE-ONU étant plus fréquenté par les sous-directeurs en charge des industries du bois). A l'époque la France bénéficiait d'une position privilégiée au sein des 12, en tant que pays le plus forestier et compte tenu de la place reconnue à une langue française dominante. Durant ces échanges où le dossier des « pluies acides » occupait une place de choix, la France et la Belgique se heurtèrent très fortement à l'Allemagne et au Danemark qui développaient un discours catastrophiste et ne lisaient plus la politique forestière qu'à travers le prisme du « Waldsterben ».

---

21. Initiative de M. Claude Baillet, reprenant une idée qui avait été lancée par un de ses prédécesseurs à la Commission, M. Le Chatellier, et qui était un peu tombée dans l'oubli.

M. Rinville dit avoir réclamé sans cesse et en vain un retour à des débats assis sur des chiffres et des hypothèses scientifiques validées, et mis en garde ses collègues contre le risque d'une grave perte de crédibilité des responsables forestiers s'il s'avérait a posteriori que les scientifiques ne validaient pas les informations et schémas simplistes sur lesquels ils raisonnaient. Il estime que le positionnement d'un certain nombre de ses collègues était avant tout commandé par la peur d'être mis en accusation par les « verts » devant l'opinion publique et les médias, s'ils refusaient de voir dans l'état des forêts ce qu'il était alors politiquement correct d'y voir[22].

Au sein de la Commission européenne des forêts (1984 ou 1985), le débat était plus calme, car dépourvu d'enjeu décisionnel, tout en étant marqué par les surenchères du directeur fédéral des forêts suisses sur le discours allemand[23]. Au sein de ces enceintes, M. Rinville avait le sentiment que certains de ses collègues le soupçonnaient d'être « en service commandé », aux ordres d'un gouvernement français désireux de cacher une réalité pourtant évidente aux yeux de tous ! La manière dont la France géra le dossier du pot catalytique ne fit sans doute que « prouver » la validité de ce soupçon aux yeux des directeurs des forêts les plus radicaux.

M. Rinville qui déplorait publiquement et vertement que les directeurs des forêts abandonnent le terrain technique et leur devoir éthique de rester en dehors de la pression de l'immédiat, pour entrer de façon aventureuse et sans esprit critique sur le terrain politique, estime a posteriori que la France est en grande partie responsable de l'équilibre qui a caractérisé les positions communautaires sur ce dossier, contribuant à légitimer la politique de lutte contre la pollution atmosphérique sans la subordonner à la justification par la « mort des forêts »[24].

---

22. M. Claude Baillet se souvient de la manière dont, en Allemagne, les jurys d'examen et les procédures de recrutement de forestiers filtraient alors impitoyablement les candidats qui ne « voyaient » pas le « Waldsterben » dans les peuplements forestiers. Par ailleurs M. Maurice Bonneau se souvient des confidences du directeur des forêts du Bade-Würtemberg, à l'occasion d'un colloque à Karlsruhe, qui faisait part de son accord personnel sur la plupart des analyses françaises, mais qui disaient que les forestiers allemands étaient obligés de « ne pas sortir de la ligne officielle ».

23. Sur la base de cette position alarmiste, la direction fédérale des forêts suisse obtint durant deux ans des moyens supplémentaires importants, jusqu'à ce que son directeur reconnaisse publiquement qu'il avait manqué de prudence et que l'état des informations recueillies et des hypothèses scientifiques le conduisait à être finalement beaucoup plus proche de la position franco-belge que de la position germano-danoise, et à le faire par écrit dans « La Gazette de Lausanne ». M. Rinville se souvient avec émotion du courage de ce directeur.

24. M. Rinville estime que la prudence du discours forestier français a été appréciée du SGCI (secrétariat général à la coopération intergouvernemental, qui est l'enceinte où se préparent les positions françaises sur les négociations communautaires), avec lequel des relations de confiance ont été établies sur tous les débats communautaires, permettant de compenser par des contacts bilatéraux les difficultés réelles découlant en interministériel des positionnements respectifs des ministères de l'agriculture et l'environnement.

III – 1985 : L'ANNÉE DES RAPPORTS

La pression générale et médiatique[25] ne cessa pas de s'accentuer : « Adieu à nos forêts » (Marie-Claire, décembre 1984), « Nos forêts à l'agonie » (Paris Match, janvier 1985), ou « La forêt assassinée » (Le Point, mai 1985). Tirant les leçons de la médiatisation du débat, ce fut M. Souchon qui présenta lui-même, le 12 février 1985, les résultats de la compagne d'observation de l'automne 1984[26].

Dans sa préface à un document de 16 pages intitulé « Pluies acides, le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance », le ministre précisait : « On ne peut nier le danger que représente une pollution atmosphérique croissante que le phénomène des pluies acides symbolise. Faut-il pour autant s'alarmer ? .... Cela ne veut pas dire qu'il ne faut pas agir. ... Les résultats (des observations) nous invitent à la plus grande vigilance. »

Le document de présentation des données 1983 et 1984, rédigé par M. Bazire, comportait une première partie très pédagogique et descriptive sur les polluants et leur action. Il s'interrogeait sur la responsabilité de la pollution atmosphérique à longue distance, écartant la seule responsabilité des stress hydriques, mettant hors de cause les parasites et prédateurs, et appelant l'attention sur la coïncidence entre les dégâts maximaux et l'altitude correspondant à la zone des brouillards. « Les indices convergent pour impliquer la pollution atmosphérique à longue distance sans méconnaître que des facteurs météorologiques ont pu rendre plus apparents des symptômes souvent peu visibles, tout au moins au début du dépérissement. ». Pour avoir la certitude d'une relation de cause à effet, il serait nécessaire de reproduire les dommages dans des chambres à ciel ouvert. En conclusion, « si le rôle de la pollution atmosphérique à longue distance n'est pas encore scientifiquement établi, il y a une très forte présomption pour l'incriminer dans le dépérissement actuellement constaté en République fédérale d'Allemagne, dans les Vosges, en Suisse, au Luxembourg, ... ». M. Bazire terminait en précisant que ce n'est pas une pollution aiguë localisée, et qu'elle est de nature totalement différente de celle qui joue un rôle incontestable en Pologne, Tchécoslovaquie et Allemagne de l'Est.

---

25. M. Bonneau se souvient des difficultés qu'il rencontra en 1985-86 dans ses relations avec la CFDT ou avec l'hebdomadaire *Le Point*, qui sélectionnaient des demi-phrases qui, mises ensemble, conduisaient à prêter à M. Bonneau une analyse exactement inverse de la sienne.

26. Ainsi commença un exercice annuel délicat et redouté par les rédacteurs : les commentaires officiels par le ministère chargé des forêts sur l'état de santé des forêts françaises, sur la base des données de notation des houppiers au cours de l'automne précédent, alors même que les questions non résolues sur le fait de savoir exactement ce qu'on mesurait et avec quoi le comparer avaient commencé à titiller l'esprit des rédacteurs dès la fin de l'année 1984. Le système qui fut mis en place et se pérennisa reposait sur une assistance technique aux notateurs par l'ONF, une campagne d'automne et un traitement statistique des données par le Cemagref (Melle Rolley), sur la base d'un logiciel mis au point avec l'aide de la section technique de l'ONF.

Sans doute en réaction à une position considérée comme trop réservée dans un contexte alors très passionnel, ce même mois de février 1985, le syndicat CFDT[27] qui tenait des réunions d'information du public sur les pluies acides en forêt et publiait des papiers sur le sujet dénonça à M. Valroff la hiérarchie forestière qui invoquait le devoir de réserve des agents forestiers pour cacher la gravité de la situation, demanda à « ne pas confier la maîtrise de la ressource forestière aux seuls professionnels », et réclama un réexamen des orientations de la politique forestière et sylvicole.

Au tout début de 1985, le directeur général de l'ONF, Don Pierre Giacobbi, se sentant « agressé » à la fois par les syndicats et les médias, et conscient de sa fragilisation découlant de ses mauvaises relations avec sa direction de tutelle, demanda à M. Chauvin, adjoint au directeur technique, de formaliser une note de position de l'ONF, visant à « calmer le jeu », à établir que les forêts domaniales n'étaient pas dans une situation alarmante, mais également à montrer que l'ONF s'engageait de façon volontariste dans l'exploration de toutes les données du problème, pour mieux voir « ce qu'il en était ». Mais ce fut son successeur, M. Philippe Lacarriere, inspecteur général des finances, qui effectua au printemps 1985 une tournée en Alsace, cherchant ainsi à montrer aux syndicats et aux médias que l'ONF ne sous-estimait pas le problème.

En mai 1985, le comité du bois (organisme mixte de la Commission économique pour l'Europe des Nations-unies et de l'OAA-FAO) consacra son activité à divers scénarios concernant la mortalité des forêts due à la pollution atmosphérique à longue distance, et aux conséquences sur l'approvisionnement des industries du bois. Il est intéressant de constater qu'à la même période le BIPE (Bureau d'Information et de Prévision Economique, un bureau d'études privé), sur la base d'un contrat passé par le ministère de l'environnement (sans information préalable de la direction des forêts), essayait de chiffrer le coût économique du dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance, sur la base (très discutable) de la mesure du ralentissement de la croissance des arbres constaté entre 1974 et 1984 (6,52 M m3), aboutissant à une perte de valeur patrimoniale des forêts de l'Est de la France de 1,56 milliard d'euros (sur un total de 80 milliards d'euros).

Le 28 juin 1985, au terme d'un travail commun avec certains chercheurs de l'INRA, le directeur technique de l'ONF publia une note de service (N°85.D.762) de 3 pages, définissant la position de l'établissement sur le dossier et définissant le cadre des actions qui seraient menées en terme de sylviculture. Ce document, repris par le rapport Valroff, reçut les louanges du directeur des forêts, qui y vit une analyse technique pertinente pour écarter le débat demandé par la CFDT sur la politique sylvicole. La note technique affirmait que la solution du

27. Il faut également noter que M. Valroff ne fut pas le seul à auditionner la CFDT : M. Le Baill le fit aussi, la CFDT s'étant imposée comme un partenaire incontournable du dossier des pluies acides en forêt. Aucun autre syndicat de personnels ne fut auditionné par MM. Valroff et Le Baill.

problème se situait dans la suppression des causes et non dans la mise au point d'une sylviculture nouvelle. Elle refusait la piste des essences résistantes ou de la sélection génétique, récusait toute tentation de raviver les discussions sur les avantages et les inconvénients de la structure régulière et de la structure jardinée, et encadrait strictement la remise en cause des aménagements, en limitant les libertés à certaines règles de culture et à l'état d'assiette des coupes d'amélioration. Cette note technique ne fut jamais remise en cause.

Le rapport Valroff, remis en août 1985, donna une large place au sujet du dépérissement des forêts, récapitula la jeune histoire du débat et confronta les points de vue, sans représenter un apport particulièrement innovant, ni même prendre des positions tranchées. Il se fit l'écho d'un certain nombre de discours forestiers et lista les enjeux de la forêt pour la société : un réservoir d'eau, un régulateur des extrêmes climatiques, une protection en montagne, des zones de détente, un milieu de vie irremplaçable pour les animaux et les plantes, une source de matière première et même un élément utile de la défense nationale. Il rappela que « les responsables forestiers n'acceptèrent pas d'emblée l'hypothèse des pluies acides » et que c'est par l'échec des autres hypothèses que cette explication s'imposa. Reprenant la note technique de l'ONF, M. Valroff conclut en rappelant que : « Les forestiers affirment que la solution se situe dans la suppression des causes et non dans la mise au point d'une sylviculture nouvelle ». Il demanda une structuration formelle du programme DEFORPA.

Le rapport Le Baill consacra, ainsi que mentionné précédemment, beaucoup moins de place au dépérissement des forêts, et beaucoup plus aux politiques industrielles en cause. Il prit néanmoins position, dès son introduction : « En Europe, le débat a eu tendance à se focaliser sur cette seule question (le dépérissement des forêts) et à se transformer parfois en querelles où les arguments scientifiques sont quelque peu oubliés. » Dans un court chapitre consacré à « un phénomène spécifique : le dépérissement des forêts », le rapport insistait. « Depuis quelque temps, une partie de la presse, mais aussi malheureusement des publications scientifiques et parfois des rapports officiels entretiennent une confusion qui ne facilite pas la recherche de solutions... A force de trop vouloir prouver, on finit parfois par nuire aux thèses que l'on défend... Il est probable qu'on est confronté à un enchaînement complexe de causalités dans lequel la pollution atmosphérique joue probablement un rôle important mais non exclusif. ». Le rapport mentionnait que « certains imputent le dépérissement des forêts à des erreurs dans la gestion sylvicole : monocultures, choix d'essences inadaptées ou mise en œuvre de techniques de gestion inadéquates » ; mais le rapport ne fit pas plus que ce rappel. La conclusion finale du rapport était claire : « Cette absence de preuve scientifiquement irréfutable ne doit cependant pas être prise comme excuse pour chercher à retarder les mesures qui permettront de lutter contre la pollution à longue distance, comme on l'a déjà fait pour la pollution de proximité... Il n'est pas possible, sous prétexte que tout n'a pas encore été expliqué, de courir le risque de voir ce phénomène s'amplifier et entraîner des atteintes, peut-être irréversibles, aux forêts mais

aussi à la santé humaine ». Cette analyse et cette conclusion convergeaient pleinement avec les analyses de MM. Rinville et Bazire qui avaient été auditionnés.

Par ailleurs le rapport Le Baill entérinait la complexification en cours du programme DEFORPA[28], qui tout en conservant un volet « observations et inventaire[29] des dégâts » et un volet « remèdes », se déclinait désormais de la façon suivante :

- développement des mesures d'immission[30] ;
- recherche sur les phénomènes météorologiques et le transport des polluants émis dans l'atmosphère ;
- expérimentation sur des végétaux soumis à des pollutions contrôlées ;
- recherche sur les mécanismes physiologiques de l'effet des polluants ;
- recherches relatives aux effets sur les plantes des polluants absorbés ;
- recherches sur d'éventuelles causes biotiques du dépérissement[31] ;
- recherche sur les corrélations entre le dépérissement et des conditions écologiques ou sylvicoles ;
- étude des effets des événements climatiques défavorables.

Dans ses recommandations, le rapport Le Baill demandait tout d'abord de donner au programme DEFORPA un statut de programme national prioritaire, puis de promouvoir la coordination et l'harmonisation des programmes européens sur la protection des forêts, avant de développer 16 autres recommandations portant sur la dimension industrielle du contrôle des pollutions. L'examen du rapport par l'Office parlementaire d'évaluation des choix technologiques se centra rapidement sur la question alors très polémique du pot catalytique et de l'essence sans plomb.

Le 23 octobre 1985, Mme Bouchardeau fit sa troisième et dernière communication en Conseil des ministres sur « la lutte contre les pluies acides », explicitement articulée avec les conclusions du rapport de M. Valroff, et présentant un bilan de l'action gouvernementale depuis 1984. Les mesures nouvelles annoncées concernaient la réduction des émissions d'hydrocarbures, la réduction de la teneur en soufre du gazole et du fioul domestique, une annonce de principe sur une prochaine limitation de vitesse sur les autoroutes, et la mesure des retombées acides

---

28. Un tableau produit par le ministère de l'Environnement et inséré dans le rapport listait les financeurs du programme DEFORPA (ministère de l'environnement, ministère de la recherche et de la technologie, organismes de recherche, dont l'INRA), en passant sous silence la participation du ministère de l'agriculture, ce qui fut considéré comme une provocation inutile.

29. Le rapport Le Baill émettait des réserves sur les méthodes d'évaluation du dépérissement des forêts.

30. Formulation retenue par le rapport, inspirée de l'allemand, alors qu'en français on parle davantage des dépôts atmosphériques.

31. La polémique sur la responsabilité des virus faisait alors rage en Allemagne.

et de la pollution photo-oxydante. Concernant plus directement la forêt, Mme Bouchardeau annonçait une hausse de 60% des crédits de recherche en 1986 (passant alors de 3,55 à 5,64 M euros, c'est-à-dire à l'époque de 23,3 à 37 MF), l'achèvement du réseau de placettes d'observation et de surveillance (avec mention des crédits du Fonds interministériel pour la qualité de la vie (FIQV) et silence sur les crédits de la direction des forêts), son extension aux vignobles et vergers (annonce qui semble ne pas avoir été suivie d'effets), et un réseau de mesures de la pollution photochimique en forêt dès 1986. L'hypothèse scientifique privilégiée officiellement est alors « la conjonction du rôle de l'acidité de l'air et des effets nécrosants de l'ozone », conduisant à mettre en cause les hydrocarbures et dans une moindre mesure les oxydes d'azote.

Dans le droit fil des recommandations des rapports Valroff et Le Baill, un arrêté interministériel du 22 novembre 1985[32] formalisa le programme DEFORPA et structura son fonctionnement[33], d'une manière plus ouverte et plus transparente, en confiant les décisions à un comité directeur du programme, sur la base des expertises d'un conseil scientifique. Il faut souligner les remarquables qualités personnelles et scientifiques de Monsieur Pierre Jolliot, professeur au Collège de France et médaille d'or du CNRS, personnalité prestigieuse nommée à la présidence du programme, qui sut piloter les débats et projets avec ouverture et prudence, sachant respecter les sensibilités et faire évoluer les mentalités.

IV – 1986 : LES RÉACTIONS INTERNATIONALES

En janvier 1986, confrontée à la multiplicité des sollicitations, la direction des forêts élabora une page de « doctrine », intitulée « La direction des forêts devant le problème du dépérissement des forêts », destinée à mieux préciser une position qu'elle cherchait à définir comme prudente mais ouverte. Ce texte, figurant en annexe à la présente communication, servit de base, durant les deux années 1986 et 1987, à de nombreuses interviews et à plusieurs prises de parole dans diverses manifestations publiques. Il fut par ailleurs décidé de reprendre l'initiative dans le domaine de la communication avec le « public éclairé », et de financer l'ENGREF (Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, éditrice de la revue forestière française et d'ouvrages sur la forêt) pour qu'elle publie le premier rapport DEFORPA, ce qui sera fait en 1987, avec le souci de montrer la complexité

32. Pour une durée de 4 ans, ce qui fait que le programme DEFORPA est juridiquement mort fin 1989, tout en offrant le paradoxe administratif de se survivre à lui-même en continuant à engager des crédits venant des ministères de l'environnement et de l'agriculture (le ministère de la recherche s'étant désengagé) pendant deux années, et à fonctionner jusqu'en 1995, au moins au niveau de l'exécution des programmes.

33. Avec un directeur (dont l'existence n'était pas formalisée par l'arrêté): M. Bonneau jusqu'en septembre 1988, puis M. Landmann ; un comité de direction présidé par M. Chabason, puis M. Oppeneau, et un comité scientifique présidé par M. Joliot. Le SRETIE assurait le secrétariat du comité de direction et du comité scientifique.

du problème et les limites des hypothèses, en réaction à un débat médiatique qui n'avait pas redouté les simplifications et les affirmations péremptoires.

En février[34] 1986, lors de la Conférence SILVA sur l'arbre et la forêt, convoquée par le Président de la République, sur une idée de sa jeune conseillère pour l'environnement, Madame Ségolène Royal, et dont la préparation technique avait été confiée dans la dernière ligne droite au directeur des forêts, l'allocution introductive de M. François Mitterrand, en présence notamment du Chancelier d'Allemagne, marquait subtilement toute la prudence de la position officielle française, maintenant qu'il fallait gérer à la fois une émotion médiatique et un débat industriel vécu comme une menace venue d'Allemagne : « La pollution ignore les frontières. Que de fois ai-je entendu dans les réunions européennes, le Chancelier d'Allemagne évoquer ce problème qu'il considère comme capital, je dirais presque prioritaire pour son pays, et il trouvait bien des échos parmi nous. ...L'attention portée aux pluies acides ne doit pas non plus faire oublier les maladies, les parasites dont nos arbres sont victimes.... Nous ne savons pas définir avec certitude les raisons du dépérissement des forêts... les savants n'ont pas mis un terme à leur recherche. Souvent on croit que les causes sont claires, alors il suffit de les combattre. Si c'est vrai, c'est à notre portée. Mais il faut d'abord comprendre. » Dans ce contexte, le Président proposa ensuite la mise en place d'un réseau de recherche avancée sur la physiologie de l'arbre[35]. Lors de cette conférence, la France annonça en outre sa volonté de réorganiser son dispositif de surveillance de la santé des forêts.

Le directeur des forêts avait en effet beaucoup réfléchi aux faiblesses du dispositif qui n'avait pas été en mesure de donner aux organismes forestiers les signaux d'alerte leur permettant de devancer le débat polémique. Par ailleurs l'approche traditionnelle de la surveillance phytosanitaire, confiée alors au Cemagref, privilégiait les insectes ravageurs et les champignons pathogènes, alors que le débat sur le dépérissement des forêts commençait à déplacer le débat sur la santé des forêts vers une approche plus intégrée, et un nouveau discours faisait alors une apparition encore discrète, qui parlait en terme de fonctionnement-dysfonctionnement des écosystèmes forestiers. M. Rinville, conseillé par M. Jean-François Lacaze, successeur de M. Pierre Bouvarel à la tête du département des recherches forestières de l'INRA et simultanément chef du département Forêts du Cemagref, souhaitait donc structurer une approche rénovée, à la fois scientifique et opérationnelle, de surveillance de la santé des forêts, en tirant le fruit à la fois du débat sur le

34. 5,6 et 7 février 1986.

35. Cette proposition ne suscita pas un grand enthousiasme et déboucha finalement dans un premier temps, après d'énormes difficultés et au prix d'une forte pression politique, sur un projet EUREKA « très politique » limité à la France et à l'Allemagne, avant d'être repris de façon cette fois consensuelle en 1990 comme l'objectif de la 5ème résolution (S5) de la première conférence ministérielle pour la protection des forêts (Strasbourg), fondant le réseau EUROSILVA (1991-1994 : 20 pays, 400 projets), puis un projet communautaire COST (1996-2000).

dépérissement des forêts, et des expériences étrangères. Le chef du bureau de la recherche et de la technologie fut alors missionné conjointement par le directeur des forêts et par le directeur général du *Cemagref* pour faire des propositions détaillées au printemps 1987, susceptibles de recueillir un accord de l'ensemble des organismes forestiers.

Les notations de l'état des cimes des arbres de l'automne1985, exploitées début 1986, confirmaient que quelque chose n'allait pas bien sur une part significative des forêts observées, mais confortaient également les interrogations des biométriciens sur le caractère objectif et standardisé des notations, et donc sur le domaine de validité de l'interprétation possible des résultats agrégés. La différence des notations entre le versant alsacien et le versant vosgien, mais aussi entre notateurs convaincus qu'il y avait un problème et notateurs sceptiques suffisait à alimenter le doute chez ceux qui avaient en charge une certaine homogénéisation méthodologique et l'interprétation des données, après avoir parcouru par eux-mêmes ces zones. La question de la comparabilité des observations commençait alors sa longue carrière, conduisant ultérieurement à renforcer la formation des notateurs (intervention lourde de trois formateurs du CNFF de Velaine en Haye, MM. Mathieu, Gerard et Devillers) et à développer des ateliers internationaux d'intercalibration pour apprécier les écarts de notations au sein d'une équipe, entre équipes et entre pays.

Le changement de gouvernement (et de majorité) et la nomination de Monsieur Alain Carignon au ministère de l'environnement se sont accompagnés d'une évolution du discours politique sur la nécessité de réduire les émissions polluantes vers des justifications davantage liées à la santé humaine. Ceci coïncidait avec la mise en avant par le débat scientifique de la responsabilité de l'ozone, et donc des polluants primaires précurseurs que sont les oxydes d'azote (NOx) et les Composés organiques volatiles (COV).

L'année 1986 (J.O. n°L326 du 21 novembre) vit enfin l'adoption, sous l'impulsion forte de M. Claude Baillet, chef d'unité à la DG VI (chargée de l'agriculture, et marginalement de la forêt), d'un premier règlement (n°3528) du Conseil consacré à la pollution atmosphérique en forêt, en même temps que d'un premier règlement (n°3529) sur les incendies de forêt, permettant ainsi de donner satisfaction à deux types de préoccupations très différentes venant d'États bien distincts[36]. Il faut noter qu'en raison de l'extrême sensibilité du dossier, la Commission

36. M. Baillet se souvient de l'énergie qu'il lui fallut personnellement dépenser pour convaincre la France de se rallier à cette initiative « double ». Concernant les incendies de forêts, il lui fallut même approcher personnellement M. Gaston Deferre, ministre de l'intérieur, pour passer outre aux oppositions conjointes des forestiers et des pompiers qui ne misaient que sur la coopération bilatérale. La Commission encouragea l'organisation par la France de vastes manœuvres de coordination entre pompiers des pays du Sud, à Florac (1985 ?), qui mit en évidence des lacunes que la Commission souhaitait traiter dans un cadre communautaire. Mais les pompiers réussirent à faire dévier la proposition communautaire

avait commencé à travailler sur un programme d'actions préparatoires à la protection des forêts contre la pollution atmosphérique avant même l'entrée en vigueur du règlement. Les discussions commençaient à Bruxelles pour créer un réseau harmonisé communautaire de suivi des impacts en forêts, dont le maillage devait être plus lâche que les réseaux en place[37], mais s'étendre à l'ensemble du territoire de la Communauté européenne. Par ailleurs la Commission publia un « Mémorandum Forêt », lançant ainsi un vaste débat qui aboutira, le 29 mai 1989, à des décisions importantes du Conseil. Les premières bases de la dynamique qui aboutira en 1989 à une première structuration du secteur forestier communautaire avec un nouveau paquet de règlements étaient ainsi posées[38].

Mais, durant cette même année 1986, après un début timide en 1985, une nouvelle structure de coordination s'imposait parallèlement en matière de suivi des dommages causés aux forêts par la pollution atmosphérique à longue distance : le « Programme international concerté sur l'évaluation et le suivi des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts » (PIC-Forêt-ICP Forest), réunissant essentiellement des administrations forestières, présidé par l'Allemagne[39] et dépendant de la convention sur la pollution transfrontalière à longue distance en Europe (signée en 1979, ratifiée en 1983 par la France), et associant donc des pays non membres de la Communauté européenne. La France y fut représentée en 1986 par MM. Bazire, Martinot-Lagarde et Landmann.

La dimension continentale et le poids de la présidence allemande allaient conduire cette structure ICP Forest à jouer un rôle leader, et à s'articuler logiquement avec les projets de la Commission européenne, dans une dynamique

---

initiale de coordination des moyens de lutte vers une proposition ciblée sur les investissements et les échanges d'information.

Le déblocage de la négociation sur les deux règlements ne se fit que sous présidence britannique (dernier pays totalement hostile au paquet groupé des deux règlements), grâce à la conjonction de deux « recettes traditionnelles communautaires » : la réticence traditionnelle des pays exerçant la présidence à apparaître comme portant la responsabilité d'un blocage, et un « marchandage » dont M. Baillet ne se souvient plus des termes exacts, mais qui portait sur un secteur non forestier.

37. A la fin de 1986, le réseau bleu français comportait 1 416 placettes d'observation réparties sur 13 régions.

38. M. Baillet assume volontiers le lien direct entre la manière dont il avait réussi à débloquer la coopération communautaire sur le thème forestier à la faveur du débat sur les pluies acides et d'un « paquet » groupé « pollutions-incendies », et la dynamique technico-politique qui lui a ensuite permis de finaliser le « paquet » fondateur de règlements communautaires de 1989.

39. Par le Dr Ernst Wermann, directeur fédéral adjoint des forêts allemandes, avec lequel des relations solides et confiantes, sans avoir été toujours spontanément faciles, ont été progressivement tissées par la partie française, permettant une certaine « régulation » du débat européen sur les hypothèses et ouvrant la possibilité d'une voie médiane (par rapport à la puissance des moyens et de l'investissement politique consacrés par l'Allemagne à ce dossier) et donc d'un assez large consensus européen, au prix de quelques acrobaties sémantiques et de compromis dans les rapports aux instances de la Convention.

gagnant-gagnant. Les choix relatifs à un réseau de placettes selon un maillage 16 km x 16 km ont été le fruit de cette logique de coopération continentale où la Commission européenne apportait deux choses irremplaçables : une formalisation juridique contraignante pour les Etats-membres, créant ainsi une dynamique irréversible et un effet d'entraînement sur les pays non membres, et un apport financier important. Les administrations forestières de tout le continent européen ont appris à travailler ensemble sur des projets concrets dans ce cadre, au-delà des instances plus politiques d'échanges non engageants, comme la Commission européenne des forêts (OAA-FAO). On peut par ailleurs noter qu'un certain nombre de futurs responsables nationaux de la politique forestière des pays européens y ont fait connaissance et ont appris dans ce cadre à chercher des accords techniques respectueux des différences nationales.

Par ailleurs le nouveau mode de fonctionnement du programme DEFORPA, plus transparent et partagé, facilita progressivement l'émergence d'une culture commune en faisant participer tous les ministères et organismes concernés à l'intégralité des débats d'orientation et scientifiques. Sur la base d'une approche commune, ce sont alors les caractéristiques et facilités propres à chaque type de ligne budgétaire mobilisable par chaque financeur présent autour de la table, qui ont de plus en plus expliqué la ventilation des projets entre financeurs, ce qui a alors conduit la direction de l'espace rural et de la forêt à nouer des liens avec des partenaires largement en dehors de sa sphère traditionnelle. Cette situation était d'autant plus acceptable que cette dernière, intellectuellement satisfaite dans ses intuitions par les tout premiers résultats de Michel Becker sur la dendrochronologie (montrant qu'un problème ancien de croissance existait sur une part significative des arbres dépérissants, en lien avec des crises climatiques et des histoires sylvicoles particulières) se montrait à l'aise vis à vis d'une approche intégrante désormais privilégiée, qui mettait la pollution atmosphérique au sein d'un schéma complexe de causalités.

V – 1987 : L'ANNÉE DE LA NORMALISATION

Le dossier de préparation, fin 1986-début 1987, d'une communication en Conseil des ministres par le ministre de l'agriculture sur le programme DEFORPA a été retrouvé. La direction des forêts en tenait la plume et coordonnait les contributions des ministères de l'environnement et de la recherche. Cette communication prévue initialement pour le 21 janvier fut reportée au 18 février 1987. Mais la preuve formelle qu'elle ait bien eu lieu n'a pu être retrouvée, en l'absence du « bleu de Matignon[40] » dans le dossier.

Ce qui semble surtout révélateur dans cette affaire, c'est d'une part que l'administration forestière se sentait désormais prête à sortir de sa réserve et à assumer en Conseil des ministres un discours officiel sur le sujet des « pluies

40. Les relevés de décision du Premier ministre, à l'issue des réunions interministérielles, sont publiés sur du papier bleu.

acides », mais aussi d'autre part que le ministère de l'environnement ne revendiquait plus le rôle dominant qu'il avait assumé jusque là dans le débat public. L'année 1987 peut être considérée comme une année charnière, durant laquelle la pression médiatico-politique se relâche, où émerge un consensus scientifique sur la complexité des interactions en cause au sein des écosystèmes forestiers, et où la gestion interministérielle du dossier devient vraiment détendue[41], largement dégagée des tensions et soupçons des premières années[42]. Très vraisemblablement, cette situation s'explique également par le fait que les prédictions catastrophistes sur la dégradation brutale de l'état sanitaire des forêts ne s'étaient pas vérifiées. A partir de cette période, il faut souligner la convergence de plus en plus forte des analyses techniques du ministère chargé de l'environnement et du ministère chargé des forêts sur les hypothèses à privilégier dans l'explication de la situation sanitaire forestière. Le « secteur de l'environnement » a néanmoins apporté à cette occasion au « secteur forestier » un nouveau vocabulaire et de nouveaux concepts issus de l'écologie scientifique.

En 1987 eut lieu le premier grand colloque scientifique tenu en France sur le sujet des pluies acides (Les effets de la pollution de l'air sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, Grenoble, mai 1987). Lors de cette manifestation, le représentant de la nouvelle direction de l'espace rural et de la forêt (qui avait succédé à la direction des forêts) plaida pour le lancement d'une recherche sur la symptomatologie, une amplification des travaux en dendrochronologie, et la recherche d'indicateurs biochimiques précoces de dysfonctionnement physiologique. Par ailleurs il fit état des négociations franco-allemandes sur un projet EUREKA la physiologie des ligneux concernant, et de la concertation en cours avec le ministère de la recherche sur un projet détaillé dans ce sens.

Les arbitrages inter-directions rendus au printemps 1987 au sein du ministère de l'agriculture conduisirent à la création du département de la santé des forêts, au recrutement des personnels et à leur envoi en formation en vue d'une opérationnalité à la mi 1988. La décision fut prise de rattacher le dossier des « pluies acides » et le poste de Guy Landmann à ce nouveau département qui affichait dès

41. Cette évolution était en fait perceptible depuis l'été 1986. Durant l'automne 1986, c'est la direction des forêts qui, avec l'accord explicite et les contributions du SRETIE et de l'INRA, coordonna la rédaction du long article demandé par Encyclopaedia Universalis sur « Le dépérissement des forêts en Europe tempérée. ». De même, en décembre 1987, la direction de l'espace rural et de la forêt était coordinatrice des trois ministères concernés pour la rédaction d'un document de position française que devait défendre M. Bonneau lors d'une réunion internationale. Ce document interministériel mettait en avant deux origines : d'une part les arrières effets des sécheresses passées, éventuellement renforcés par les effets du SO2 et de l'ozone, d'autre part les dépôts acides, humides ou secs.

42. Ce climat coopératif n'empêcha néanmoins pas le ministère de l'environnement de publier en mai 1987, seul et sans information préalable de la DERF, une brochure de 40 pages, intitulée : « A la recherche du mal des forêts, DEFORPA ».

l'origine la volonté d'une approche en terme de fonctionnement-dysfonctionnement des écosystèmes forestiers, non limitée aux secteurs traditionnels de l'entomologie et de la pathologie forestière, tirant les enseignements de ce que la recherche scientifique commençait alors à montrer de façon de plus en plus irrécusable.

Le 4 décembre 1987, en application du règlement de la Commission 1696/87 (règlement d'application du règlement du Conseil 3528/86), la DERF écrivit aux préfets pour les informer de la mise en place d'un nouveau réseau communautaire à maillage 16 km x 16 km, qui devait cohabiter en 1988 avec le réseau bleu.

VI – 1988 : LA VITESSE ACQUISE

La mise en place effective de ce nouveau réseau fut coordonnée par le nouveau département de la santé des forêts, en lien avec l'ONF et les CRPF, dans le cadre d'une circulaire du 27 janvier 1988 et d'une note de service du 3 mai 1988.

Le second colloque DEFORPA, clos par le représentant du ministère de la recherche, eut lieu à Nancy en février 1988, dans un contexte scientifique stimulant mais apaisé. Le Pr Pierre Jolliot, président du programme DEFORPA, y affirma : « Aucune catastrophe écologique ne doit être envisagée, tout au moins à moyen terme. », mettant en cause des « causes multiples impliquant par exemple le climat, la nature des sols et d'autres paramètres parmi lesquels la pollution atmosphérique joue très probablement un rôle significatif mais pas obligatoirement dominant. »

A l'automne 1988, sur la base des travaux de M. Bonneau, eut lieu la première réflexion interne au ministère de l'agriculture sur l'opportunité de subventionner à grande échelle les amendements calco-magnésiens en forêt, sur le modèle allemand. L'arbitrage fut d'expérimenter les modalités techniques et l'appétence pour une telle option par les propriétaires forestiers sur une enveloppe financière correspondant à 250 ha[43]. Une expérimentation technique eut lieu en 1991, avec le concours financier complémentaire de la Commission européenne, mais en forêt domaniale.

VII – 1989 : LES PRÉMICES DE LA FIN D'UNE PÉRIODE

En 1989, le bilan annuel « La santé des forêts en 1988 » fut la première publication du nouveau département de la santé des forêts. Il intégra, aux côtés d'une partie consacrée aux problèmes entomologiques, pathologiques et physiologiques, une partie consacrée au dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance, aux réseaux d'observation et au programme

43. Cette option technique ne fut jamais généralisée, les propriétaires forestiers concernés, tant publics que privés, marquant très peu d'intérêt pour une telle intervention si elle n'était pas subventionnée à 100%.

DEFORPA[44]. Ce choix éditorial tranchait avec la pratique la plus courante en Europe, qui était de traiter ces deux aspects dans des rapports différents. Dans sa préface, le ministre Henri Nallet précisa : « Nous sommes responsables de l'avenir, même lointain, comme c'est toujours le cas dès qu'il s'agit de forêts. Aussi devons nous nous attacher à la réduction de la pollution atmosphérique qui contribue à la dégradation de la santé des forêts. Je soutiens complètement les initiatives et les efforts continus du secrétaire d'Etat à l'environnement pour avancer rapidement dans cette direction. ». Un nouveau vocabulaire, quittant le domaine des spécialistes, fit son apparition dans la conclusion de cette préface : « Je souhaite que ce bilan de la santé des forêts en 1988 participe à la nécessaire prise de conscience de l'enjeu, encore mal perçu dans notre pays, de la vitalité des écosystèmes forestiers ». Les chiffres étaient précédés d'un rappel méthodologique et de prudence, et, pour la première année, les notations sur le nouveau réseau européen étaient publiées en parallèle avec les notations du réseau bleu. Une première évaluation rétrospective des résultats français pour la période 1983-88 était faite, ainsi qu'une comparaison avec les résultats des pays voisins, sous la plume de Guy Landmann.

A la mi 1989, la concertation entre les trois ministères concernés (Agriculture-Environnement-Recherche), pilotée par la DERF, conclut au fait que les nombreux groupes de travail internationaux étaient en train de toucher leurs limites et de démontrer qu'ils n'étaient plus à même d'apporter de nouvelles contributions constructives au débat et aux processus de prise de décision. Ainsi le groupe de travail CEE-ONU sur les effets de la pollution atmosphérique sur les forêts n'avait pu mettre en évidence un effet significatif du « dépérissement des forêts » sur les marchés du bois. Un peu partout les réunions internationales d'experts se multipliaient, souvent largement redondantes, chaque organisation concernée de près ou de loin s'étant emparée du thème. Les ministères de l'environnement et de l'agriculture convinrent de rationaliser leur participation, de privilégier les enceintes communautaires et celles relevant d'engagements internationaux contraignants, et de confier à M. Landmann la responsabilité de représenter la France dans tous les groupes techniques où un enjeu semblait significatif, les directions d'administration centrale appréciant au cas par cas l'intérêt de participer à des réunions plus généralistes.

Le 29 mai 1989 vit l'adoption par le Conseil d'un paquet de 7 règlements et d'une décision du Conseil, ensemble présenté[45] comme le « Programme d'action forestière » de la Communauté européenne, créant notamment un comité permanent forestier et un système d'information forestière, tout en renforçant les deux règlements de 1986 sur la protection contre la pollution atmosphérique et contre les incendies de forêt. Le paquet était accompagné d'une enveloppe de 838 M euros (5,5 milliards de francs, exactement 780 millions d'écus) pour cinq ans. Le discours de M. Baillet devant la 72ème assemblée générale du syndicat des sylvi-

44. Ce modèle fut pérennisé jusqu'à présent, même si la forme évolua.
45. L'ensemble avait été transmis par la Commission au Conseil en septembre 1988.

culteurs du Sud-ouest (Bordeaux, 22 septembre 1989) mit en évidence à la fois la prudente longueur du processus de préparation depuis 1986, mais aussi les circonstances exceptionnellement favorables que représentèrent alors l'adoption de l'Acte unique européen (notamment légitimant l'approche forêt versus environnement), la réorientation des politiques structurelles de la Communauté (place de la forêt dans le territoire), la réforme de la politique agricole commune et l'action déterminée des deux présidences successives grecques et espagnoles.

C'est bien sur les acquis fondateurs de la première décision de 1986 et du paquet de 1989 que M. Christian Anz, juriste allemand et successeur de M. Baillet, a conçu sa stratégie d'implication croissante de la Commission dans les affaires forestières durant plus d'une dizaine d'années. Il ne semble donc pas exagéré de penser que le dossier des pluies acides a joué un rôle de catalyseur dans la création informelle, puis formalisée, d'une dynamique forestière communautaire qui rebondira ensuite sur le dossier de la gestion durable et des négociations internationales, et réussira une intégration par étapes dans les mécanismes de financement communautaires.

Durant l'été 1989, de façon totalement impromptue, à l'occasion d'un voyage de M. Henri Nallet dans les pays nordiques, il fut décidé entre les ministres français et finlandais chargés de l'agriculture et de la forêt l'organisation de conférences ministérielles pan-européennes sur les forêts, la première devant se tenir en France, et la seconde en Finlande. La thématique politique retenue était celle de la protection des forêts, et les sujets abordés devaient être identifiés et travaillés par une équipe technique de préparation. Mais il était évident que le sujet de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers serait incontournable, dans le contexte des derniers résultats des investigations scientifiques sur les « pluies acides en forêts ». M. Georges Touzet, directeur général de l'ONF, fut désigné par M. Nallet pour coordonner la préparation française, le chef du département de la santé des forêts étant mis à sa disposition pour ce projet.

L'année 1989 fut marquée par les tous premiers signes de l'émergence d'un futur débat public sur le réchauffement de l'atmosphère et l'effet de serre. La forte réactivité du département de la santé des forêts sur ce dossier s'expliquait en grande partie par la volonté de tirer les enseignements des difficultés rencontrées par le secteur forestier au début des années 1980 à bien comprendre la nouvelle logique de ces débats scientifiques, polémiques menées devant l'opinion publique nationale et internationale. Le premier parlementaire à interpeller le ministre de l'agriculture sur le sujet fut M. Geng (question écrite du 19 juin 1989), et de toutes les directions du ministère seule la DERF accepta de proposer une réponse sur un sujet qui était alors considéré par toutes les autres directions comme parfaitement farfelu et ne concernant en rien les domaines de compétence du ministère[46].

---

46. Cette situation était tout à fait cohérente avec l'échec total rencontré par le département de la santé des forêts dans ses efforts pour sensibiliser la DEPSE, la DPEI et la DGER du ministère de l'agriculture à la montée des publications scientifiques internationales sur la

VIII – 1990 : LES PRÉMICES D'UNE NOUVELLE PÉRIODE

L'année 1990 fut essentiellement marquée par la préparation de la première conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Strasbourg, décembre 1990), voulue conjointement par les ministres français et finlandais en charge des forêts lors de leur rencontre de l'été 1989. Trois des six résolutions proposées par les pays organisateurs et motivant les pays européens étaient directement issues des questions et besoins provenant pour partie des recherches menées dans le cadre du programme DEFORPA :

- la rationalisation d'un programme européen de monitoring à trois étages des écosystèmes forestiers, conduisant à la résolution S1, reprenant une idée allemande reformulée par M. Bonneau ;
- la création d'un réseau européen de recherche sur la physiologie des ligneux, reprenant la tentative malheureuse de 1986, conduisant à la résolution S5 ;
- la création d'un réseau européen de recherche sur le fonctionnement et les dysfonctionnements des écosystèmes forestiers, fondé sur des acteurs ayant vocation à coordonner les activités de ce domaine au niveau national, conduisant à la résolution S6.

Parallèlement à la négociation des projets de résolutions, les partenaires français (essentiellement DERF/DSF, ONF et INRA) travaillèrent déjà très activement à la préfiguration du futur réseau français RENECOFOR de suivi à long terme (30 ans annoncés) des principaux types d'écosystèmes forestiers concernés par une gestion forestière, en application du projet de résolution S1, en mobilisant M. Bonneau qui en était l'instigateur.

L'année 1990 vit également la dernière question écrite parlementaire au ministre chargé des forêts sur le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance (question de M. Melenchon, du 11 janvier 1990). La réponse mettait en cause les séquelles des sécheresses antérieures, une insuffisante fertilité des sols, ainsi que les effets des polluants acides et des photo-oxydants.

La fin de l'année 1990 stabilisa le modèle explicatif du dépérissement constaté au début des années 1980, sur la base d'un schéma proposé par M. Bonneau, faisant appel à des facteurs prédisposants, déclenchants et aggravants (selon une classification proposée à l'origine par des pathologistes américains). Ce schéma fut repris par l'intervention de la DERF devant le colloque de l'Association

---

responsabilité du secteur agricole dans la pollution azotée mise en cause dans les dépôts acidifiants en forêt, et à la nécessité de réfléchir à la maîtrise des émissions dans un cadre communautaire. Il faut reconnaître que le secteur agricole, n'ayant pas été frappé de plein fouet par le débat médiatico-politique sur les pluies acides, était logiquement moins réceptif que le secteur forestier à l'évolution du débat scientifique.

nationale de protection des plantes qui avait souhaité faire un point sur la santé des forêts.

IX – 1991 : LA PAGE EST TOURNÉE

Si l'année 1983 marque incontestablement le début du débat français sur les « pluies acides » en forêt, il est un peu plus difficile d'identifier le moment où ce dossier a quitté les préoccupations visibles des décideurs politiques et administratifs[47]. Après certaines hésitations, j'ai choisi la fin de l'année 1991 pour plusieurs raisons :

- la dernière convention de financement par le ministère chargé des forêts, identifiée « Programme DEFORPA », date de 1991, même si les rapports d'exécution datent de 1995 ;
- les derniers programmes nationaux identifiés « dépérissement des forêts » bénéficiant d'un cofinancement communautaire datent également de 1991, la Commission évoluant ultérieurement vers des projets transnationaux ciblés sur des problématiques plus limitées et concernant le fonctionnement global des écosystèmes forestiers ;
- le dernier colloque DEFORPA a lieu en 1991, dans un climat de forte décrue de la motivation des acteurs et le sentiment qu'une époque s'achevait ;
- la deuxième et dernière publication de synthèse, par l'ENGREF à la demande du ministère chargé des forêts, de l'état des recherches du Programme DEFORPA, date de 1991 ;
- l'année 1991 fut marquée par la négociation d'une nouvelle étape communautaire, avec d'une part la préparation de la reconduction du règlement 3128/86 sur le suivi des forêts et les discussions techniques sur l'inventaire des sols du réseau européen[48], dans le droit fil de la résolution S1 de la conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe de 1990 : l'accent se déplaçait vers le suivi à long terme du fonctionnement et des dysfonctionnements des écosystèmes forestiers, avec des réseaux plus lourds et plus complexes, comme le réseau RENECOFOR[49] ;
- M. Hubert Curien, ministre de la recherche, mandate en 1991 M. Jean-François Lacaze pour créer un nouveau « GIP recherche », dénommé

47. Cf. la formule percutante de M. Lalonde, ministre de l'environnement : « Les pluies acides, c'est fini ».

48. dont l'organisation et la mise en oeuvre ont été considérablement facilités par l'implication de M. Frédéric Mortier (direction technique de l'ONF)

49. dont le montage et l'animation technique ont été largement assumés par M. Erwin Ulrich (direction technique de l'ONF)

ECOFOR[50] (ECOsystèmes FORestiers), en application de la résolution S6, avec l'ambition de fédérer une approche écosystémique en partie issue des réflexions menées au sein du programme DEFORPA ;

- pour la première fois en 1991, l'administration forestière dut consacrer du temps à un nouveau dossier, celui des changements climatiques, dans le cadre de la négociation du projet de convention mondiale sur les changements climatiques.

A la différence du ministère de l'environnement[51] qui a su « voir venir » le débat et surfer sur l'opinion publique au profit d'une politique industrielle de prévention des pollutions, qui avait ses bases antérieurement au débat sur les pluies acides en forêt, le secteur forestier n'était pas du tout préparé à ce nouveau type de débat scientifico-médiatico-politique sous forte contrainte[52]. Durant les premières années, malgré sa réceptivité à certaines questions, il a donné l'impression de se sentir avant tout « agressé ». La position constante du secteur forestier lui a néanmoins permis d'encaisser sans trop de dégâts les conséquences de cette tourmente, et de pouvoir se targuer a posteriori d'avoir eu, dans les très grandes lignes, techniquement raison tout en ayant eu à l'époque politiquement tort. Cette expérience lui a permis de mieux anticiper les enjeux de la gestion du débat sur les changements climatiques, et de commencer à faire émerger « une prise de conscience de l'existence des changements globaux, à des pas de temps raccourcis aux ordres de grandeur des cycles forestiers, alors que l'environnement externe était précédemment considéré comme un invariant »[53].

Cette expérience difficile a par ailleurs considérablement fait évoluer les esprits de la plupart des décideurs forestiers quant à la nécessité d'être davantage à l'écoute des débats scientifiques qui émergeaient à l'étranger, de développer une approche plus écosystémique et de se doter de nouveaux outils (département de la

---

50. dont le premier directeur a été M. Jean-Pierre Troy, auquel a succédé M. Olivier Laroussinie.

51. On pourrait faire la même remarque sur la manière dont la Commission a réussi à intégrer le débat fortement polémique sur les pluies acides en forêt au service d'un projet de coopération volontaire (bases juridiques communautaires faibles, sinon inexistantes) entre Etats-membres, qui créa ensuite une réelle dynamique, conduisant en 1998-99 à une « stratégie forestière communautaire » et à reconnaître, pour la première fois explicitement et au terme d'un débat politique et juridique ouvert et contradictoire, la légitimité d'un financement communautaire aux actions forestières, via le règlement de développement rural et le FEOGA-G.

52. De façon générale, la gestion de cette crise a mis en évidence les difficultés des institutions françaises à gérer des façon cohérente et coordonnée, à l'abri des rivalités et concurrences, une expertise indépendante et un processus de prise de décision.

53. Expression de M. Michel Badré, président de section à l'inspection générale de l'environnement.

santé des forêts, réseau RENECOFOR, projet EUROSILVA, GIP ECOFOR, ...). D'une certaine manière, les bases de la nouvelle sensibilité qui a ainsi émergé en Europe à cette occasion ont permis aux forestiers européens de s'insérer sans trop de difficultés dans le débat international sur la gestion durable des forêts, dont l'origine et les prémices venaient également du secteur environnemental.

On peut également raisonnablement penser que ce choc a été fondateur dans le domaine institutionnel selon deux directions complémentaires qui ne se sont vraiment rejointes qu'au tout début des années 2000, avec l'Union européenne à 25. D'une part les bases d'une implication relativement forte, et surtout légitimée, de la Commission européenne dans les affaires forestières ont été posées, aux marges des traités européens, conduisant à une dynamique communautaire forestière qui n'a cessé de s'accélérer ensuite, sans être encore actuellement stabilisée. D'autre part les forestiers de l'ensemble du continent européen, y compris les chercheurs, ont appris à se connaître autour de problèmes qui leur étaient posés par d'autres, et pas seulement dans le cadre traditionnel de leurs échanges sur les affaires foresto-forestières, conduisant à développer une dynamique technico-politique de coopération forestière à l'échelle du continent européen.

Le dernier enseignement est plutôt une question manifestement sans réponse, qui fait réfléchir sur la prise en charge actuelle d'autres types de débats scientifico-médiatico-politiques. Dès lors que la pression politico-médiatique s'est estompée, le problème des effets des émissions polluantes sur les écosystèmes terrestres et aquatiques (remis à sa juste proportion et posés dans des termes désormais scientifiquement pertinents) semble avoir largement disparu de l'horizon des décideurs non forestiers, ces derniers restant seuls comptables de l'avenir de certains écosystèmes forestiers qui se sont ainsi révélés durablement fragiles. Cette situation pose clairement la question de la durabilité dans la gestion des problèmes de long terme. Ceux des scientifiques qui étaient persuadés de la nécessité de continuer à s'intéresser à ce type de problème se sont révélés en grande difficulté et très seuls après le tournant de 1991. Des outils de concertation ont été mis en place plus tard par le ministère de l'environnement : le « forum pollution atmosphérique », créé en 1998 pour favoriser le dialogue avec les industriels dans le domaine des négociations sur la réduction des émissions polluantes, puis un groupe d'animation scientifique sur les pollutions atmosphériques de fond (2001) mettant notamment l'accent sur la participation des experts français aux travaux des enceintes internationales (Nations-Unies et Commission européenne). Ces enceintes, qui n'ont pas pour vocation de coordonner les activités de recherche, sont restées relativement confidentielles, et n'ont qu'un niveau d'écoute politique très faible par rapport à celles en place dans le même domaine entre 1984 et 1990, même si la politique de contrôle et de réduction des émissions polluantes se poursuit[54].

---

54. Cf. les nombreuses directives communautaires ou projets de directives sur les polluants atmosphériques.

Ce dernier constat soulève lui-même des questions qu'il est encore aujourd'hui difficile de traiter. S'agirait-il seulement de la sanction retardée d'un débat scientifico-médiatico-politique qui a laissé a posteriori mal à l'aise les décideurs qui s'étaient engagés publiquement sans assez de recul, mais aussi les médias qui avaient trouvé trop d'interlocuteurs prêts à ne pas « faire dans la nuance » ? Y aurait-il implicitement le soupçon a posteriori d'une manipulation, consciente ou non, de l'opinion publique au profit d'une cause noble, mais sur la base d'hypothèses scientifiques qui se sont avérées a posteriori fragiles ou trop simplistes ? Quelles sont donc les règles éthiques implicites d'un débat scientifique à fort enjeu économique, social et culturel mené devant l'opinion publique ?

Remerciements : le travail de réunion des archives a été grandement facilité par les contributions de Mmes Christine Pugin (documentation forestière du ministère de l'agriculture), Martine Toussaint (ancienne secrétaire du chef du bureau de la recherche et de la technologie et du chef du département de la santé des forêts) et Nathalie Doublet (actuelle secrétaire du chef du département de la santé des forêts).

RECHERCHES FORESTIÈRES FRANÇAISES ET POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE PRIMAIRE 1900-1985

*par Jean-Pierre GARREC**

Tout au long du XIXe et surtout au début du XXe siècle, les atteintes de polluants atmosphériques sur les massifs proches de sites industriels furent signalées et étudiées. En France, les recherches sur leur impact forestier débutèrent dans les années 1960. L'apogée est situé à la fin des années 1980 avec le phénomène des « pluies acides ». Entre 1960 et 1980, les principaux polluants atmosphériques étudiés dans cette perspective sont le dioxyde de soufre, SO2, et l'acide fluorhydrique, HF. Rappelons que le SO2 est émis par les industries fortement utilisatrices de charbon ou de fuel (le soufre est une impureté de ces produits), alors que le HF est émis par la fabrication de l'aluminium, en raison de la cryolithe utilisée comme fondant (fluorure double d'aluminium et de sodium). Comme le fluor entre aussi dans la composition des phosphates naturels, l'HF peut aussi provenir des usines de phosphore ou de superphosphates.

I – RECHERCHES SUR L'IMPACT DU FLUOR

Dans cette période, les principales usines d'aluminium émettant du fluor et posant des problèmes sont :

* Directeur du Laboratoire Pollution Atmosphérique, INRA.

Tableau n° 1 : Production d'aluminium

	Département	Années de production
— Alpes		
- La Praz (vallée de l'Arc-Maurienne)	Savoie	1893-1983
- La Saussaz (St-Michel-de-Maurienne) (vallée de l'Arc-Maurienne)	Savoie	1905-1984
- Les Plans (St Jean-de-Maurienne) (Vallée de l'Arc-Maurienne)	Savoie	Depuis 1907
- Venthon (vallée de l'Arly)	Savoie	1908-1993
- Riouperoux (vallée de la Romanche)	Isère	1926-1991
- L'Argentière-La-Bessée (Vallée de la Durance)	Hautes-Alpes	1910-1985
- Chedde (vallée de l'Arve)	Haute-Savoie	1905-1973
— Pyrénées		
- Auzat (vallée du Vicdessos)	Ariège	1908-2003
- Sabart-Tarascon	Ariège	1929-1984
- Lannemezan	Hautes-Pyrénées	à partir de 1939
- Noguères	Pyrénées-Atlantiques	1960-1991

Tableau n° 2 : Production de phosphates naturels

	Département	Années de production
- Epierre (vallée de l'Arc)	Savoie	1924-1996
- Grand Quevilly	Région de Rouen	
- Boucau – Tarnos (Nord de Bayonne)	Pyrénées-Atlantiques	Activité arrêtée au milieu des années 80

II – LES OBSERVATIONS DES DÉGÂTS AUX FORÊTS DES ALPES AVANT LES RECHERCHES

Les premières usines d'aluminium furent installées dans la vallée de l'Arc (Maurienne). Les forêts y sont constituées de feuillus jusqu'à 800 mètres d'altitude, de résineux au-delà.

- Usine de La Praz (Maurienne)
- Dès 1902, un rapport de l'inspecteur des eaux-et-forêts de Saint-Jean-de-Maurienne signale les atteintes sur 13 hectares de pins sylvestres à proximité de

l'usine de La Praz.

- Usine de La Saussaz (Saint-Michel-de-Maurienne)
- L'usine d'aluminium démarrée en 1905 entraîne rapidement des dégâts sur les forêts environnantes, d'où les plaintes des eaux-et-forêts.
- Usine de Calypso (Saint-Martin-de-la-Porte-Maurienne) (production d'aluminium de 1893 à 1930)
- Suite aux dégâts affectant la végétation environnante avec 87 mètres cubes de bois tués en 1902 en forêt de Valloire, le docteur en pharmacie Paul Hollande étudie de 1905 à 1909 leurs causes.
- Usine des Plans (Saint Jean de Maurienne)
- Dès 1912, des réclamations au sujet des dégâts sur les forêts et les récoltes sont transmises à l'usine. A la fin des années 1950, vraisemblablement à cause du démarrage des cuves Söderberg à l'usine des Plans en 1952-1954, l'on signale une aggravation du dépérissement forestier. On remarque les premiers « bois morts », surtout des pins sylvestres et des épicéas en 1957-1958. Devant les problèmes constatés à l'inventaire forestier général de 1956, à la demande de l'usine, le professeur Pierre Chouard effectue une étude complète de la vallée durant l'été 1958.

III – LES PREMIERS TRAVAUX

Après ses premières observations sur le dépérissement forestier en 1957, Jean Bossavy, ingénieur en chef des eaux-et-forêts à Lyon, fait réaliser en 1958 en Maurienne les premières analyses de feuilles et d'aiguilles.

A partir de l'inventaire forestier général de 1956, et suite aux enquêtes menées dans les massifs à l'amont et à l'aval de l'usine des Plans à Saint-Jean-de-Maurienne dans un rayon de 12 km en 1958, 1959 et 1960, Jean Bossavy constate que 700 hectares sur 3 500 hectares de forêts souffrent de défoliations plus ou moins prononcées, ceci jusqu'à 1 200 mètres. Jean Bossavy souligne que, dans ces forêts, les différentes essences ne présentent pas la même sensibilité au fluor.

De même, dans une étude de 1959 sur l'influence qu'a la pollution fluorique sur l'accroissement des arbres, étude sur des sondages à la tarière de Pressler, il montre que les forêts touchées présentent des pertes de production allant de 25 à 30 % pour le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, dans toutes les catégories de diamètre. La même étude, conduite en 1968 en forêt de Saint-André et en forêt de Villarodin, celle-là comme témoin, démontre au niveau des résineux une réduction des cernes de 16 à 49 % par rapport au témoin.

Les recherches

En 1968, Jean Bossavy intégra le Centre National d'Etudes Techniques et de Recherches Technologiques pour l'Agriculture, les Forêts et l'Equipement Rural (CERAFER) en tant que directeur du groupement de Grenoble.

Le CERAFER devint le Centre Technique du Génie Rural des Eaux et Forêts (CTGREF) en 1973 puis le Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural des Eaux et Forêts (CEMAGREF) en 1981. Jusqu'à sa retraite en 1976, il continua à observer l'impact du fluor sur les forêts alpines, avec l'Office National des Forêts (ONF) (Centre de gestion de Chambery-Ouest), l'INRA (station d'étude de la pollution atmosphérique de Montardon) et le laboratoire de biologie végétale du Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA-CENGrenoble). Bien que les forêts de Maurienne soient au centre de son intérêt, il étudia aussi les effets du fluor sur les forêts de la vallée de la Romanche, de la vallée de la Haute Durance, de la Combe de Savoie, et à partir de 1970 sur les forêts de la vallée du Vicdessos.

En 1970, il effectua les premiers essais de photographie aérienne infrarouge fausses couleurs sur la forêt de Roumare (ouest de Rouen), constituée surtout de pins sylvestres, qui connaissait depuis 1968 de graves mortalités dues à une pollution industrielle double : HF et SO2. Durant ces années, il publia de nombreux articles scientifiques, ainsi que des brochures techniques destinées aux forestiers. De 1972 à 1976, il fut secondé dans ces travaux comme dans ceux sur le SO2 et le chlore par Alain Soutrenon, pathologiste forestier du CEMAGREF.

Confronté à la dégradation des forêts de Maurienne, où 5 000 hectares dépérissaient dans les années 1960, Jean Bossavy contacta M. Louis De Cormis, directeur du Laboratoire d'Etude de la Pollution Atmosphérique de l'INRA. Ce laboratoire, créé à Lacq pour étudier les répercussions de la pollution de l'air sur les productions agricoles locales, fut basé de 1962 à 1970 à Lagor (Pyrénées-Atlantiques), et à partir de 1970 à Montardon (Pyrénées-Atlantiques). En 1975 ; une Station d'étude de la Pollution Atmosphérique fut créée à l'INRA d'Avignon-Montfavet, dont dépendait le laboratoire de Montardon. Finalement, on la transféra à l'INRA-CNRF de Nancy en 1985 pour travailler sur le problème des pluies acides et des dépérissements forestiers vosgiens. De 1967 jusqu'aux années 1970, en collaboration avec le CTGREF, M. Louis De Cormis et son collaborateur M. Jacques Bonte effectuèrent maintes analyses foliaires du fluor dans les différentes forêts de Maurienne.

L'équipe entreprit des études similaires dans les forêts des vallées de la Haute-Durance et de la Romanche. A partir de 1970, on les étendit à d'autres vallées montagnardes abritant des usines d'aluminium : Albertville en Savoie, vallées du Vicdessos et de l'Ariège et plateau de Lannemezan dans les Pyrénées. Dans la région de Bayonne, on examina aussi les peuplements de pins maritimes, la pinède d'Anglet en particulier, atteints par les composés fluorés qu'émettaient les usines de traitement des minerais de phosphates naturels d'Afrique du Nord, au nord de Bayonne, rive droite de l'Adour. L'étude de la pollution du plateau de Lannemezan concerna essentiellement la forêt communale de chênes pédonculés qui dépérissait au bord du plateau, à l'est de l'usine, au-dessus de Labarthe de Neste. Dans la région d'Albertville, on privilégia plutôt les attaques d'arbres fruitiers

(pruniers, poiriers, pommiers), bien que la pollution fluorée y ait également une incidence forestière.

A la fin des années 1960, on estime que, sur les 15 forêts communales gérées par l'ONF entre Sainte-Marie-de-Cuines et Modane touchées par la pollution sur une distance de 35 kilomètres et une superficie de 5 360 hectares, 3 300 hectares étaient soumis aux fumées avec des effets plus ou moins visibles sur les arbres. Devant cela, l'ONF Centre de gestion de Chambery-Ouest mena les premières expertises de 1957 à 1967. Une baisse de production apparaît de 14 876 mètres cubes, avec 46 335 mètres cubes de chablis fluorés et 351 hectares détruits.

Par la suite, une deuxième vague d'expertises couvrit la période 1967-1976. 33 forêts étaient touchées par la pollution entre Modane et Epierre, soit 10 750 hectares. On constatait une perte de production de 55 649 mètres cubes en 10 ans, avec 29 656 mètres cubes de chablis fluorés et 1 040 hectares de forêt détruite. En particulier de 1976 à 1978, M. Jean Pisot de l'ONF de Chambéry, collaborant avec moi au laboratoire de Biologie Végétale du CEA-CEN Grenoble, analysa et évalua les chutes de production induites par la pollution fluorée en comparant la production des peuplements dans la période 1967-1976 et les périodes décennales antérieures.

Une troisième vague d'expertises concerna la période 1976-1986 sur les 33 forêts touchées. On constata alors une perte de production de 16 340 mètres cubes en 10 ans, avec 21 198 mètres cubes de chablis fluorés et 1 210 hectares détruits. En même temps, on releva une régénération naturelle sur 520 hectares.

Pour atténuer la dégradation des forêts, en 1970-1971, l'ONF effectua autour de l'usine des Plans (massifs de Montricher et de Villargondran), dans les secteurs les plus touchés, un premier essai de replantation de 42 534 mélèzes d'Europe à racines nues et de 100 thuyas. En 1973, on déplora des taux de reprise très faibles. En 1977 et en 1978, un nouvel essai de plantations expérimentales sur 10 placettes fut tenté. Un premier dispositif utilisait des mélèzes d'Europe en fertilspots, mais également des cèdres de l'Atlas. On les installa autour de l'usine dans quatre forêts à une altitude de 550 à 900 mètres. A quelques exceptions près, les taux de reprise furent meilleurs. Un deuxième dispositif utilisa des mélèzes à racines nues dans six forêts entre 550 à 1 800 mètres.

En 1966, le laboratoire de Biologie Végétale du CEA-CEN Grenoble entama des recherches physiologiques fondamentales quant aux mécanismes de pénétration, de transport et d'accumulation du fluor dans les plantes. En collaboration avec le CERAFER, à partir de 1970 on procéda à l'inventaire systématique de la végétation touchée sur 76 stations réparties dans 4 vallées alpines : Arc, Romanche, Durance, confluent Arly-Isère.

De 1971 à 1982, M. Jean-Pierre Garrec et son équipe effectuèrent plusieurs prélèvements et analyses d'aiguilles de résineux dans les vallées alpines soumises à la pollution au fluor. On employa ces analyses pour des recherches finalisées, essentiellement pour l'étude et la cartographie, de la répartition dans le temps et dans l'espace de cette pollution, grâce aux arbres utilisés comme bio-accumulateurs.

Tableau n° 3 : Répartition de la pollution

1971, 1972, 1973	Étude et cartographie de la répartition de la pollution atmosphérique fluorée en Maurienne, dans la région d'Albertville-Venthon, et dans la vallée de l'Arve autour de l'usine de Chedde
1975 et 1976	Étude de l'extension des fumées fluorées en Haute Maurienne, y compris dans le Parc de la Vanoise, en collaboration avec Jean Bossavy et M. Alain Soutrenon du CTGREF
1975-1976	Étude et cartographie de la pollution fluorée dans les massifs forestiers des vallées de la Romanche (Isère) et de l'Arly (Savoie)
1977,1978,1979, 1980	Étude et cartographie de la pollution fluorée dans les massifs forestiers de la vallée de l'Arc et de la vallée de la Durance

Les recherches en forêts de Roumare et du Rouvray (Seine-Maritime)

Bien qu'en France les principaux massifs forestiers soumis à la pollution fluorée soient en vallées alpines et pyrénéennes, près de Rouen deux forêts de plaine la subissent aussi, en combiné avec un fort niveau de SO2. La forêt de Roumare est sur la rive droite de la Seine, en aval à l'ouest de Rouen (4 050 hectares). La forêt de Rouvray est sur la rive gauche du fleuve, en amont et au sud (2 400 hectares). Elles occupent un plateau qui domine d'une centaine de mètres la zone industrielle et portuaire de la Basse-Seine, avec, rive gauche, les communes du Grand et du Petit-Quevilly. Là, les plus importantes sources de pollution atmosphériques en SO2 et en HF sont les usines Rhône Poulenc (HF), la raffinerie Shell (SO2), la papeterie de la Chapelle Darblay (SO2), l'usine d'engrais phosphatés APC (HF), la centrale thermique EDF de Dieppedalle (SO2). Après observations des dégâts dès 1939 et l'accalmie pendant la Seconde Guerre mondiale, l'enquête de 1963 montra qu'ils affectaient 800 hectares en forêt de Roumare. Une recrudescence apparut en 1969 sur les pins sylvestres, d'où l'exploitation des arbres morts sur pied. Les recherches ont surtout visé Roumare. Cette forêt réunit 900 hectares de futaie feuillue de hêtres, 950 hectares de taillis sous futaie de chênes, 2 000 hectares de futaie résineuse de pins sylvestres et 200 hectares de landes.

A la demande de l'ONF, en 1971, 1972 et 1973, M. Bernard Boullard du laboratoire de Biologie Végétale de l'Université de Rouen effectua des enquêtes sur les deux massifs. Il dressa un premier état des lieux des zones touchées, symptômes visibles. En 1973 et en 1974, M. Bernard Boullard et M. Ghislain Larcher du laboratoire de Physique de l'Université de Rouen reprirent les travaux de

Jean Bossavy menés trois ans plus tôt. Ils donnèrent une nouvelle étude de la forêt de Roumare par télédétection aérienne par photographie infra-rouge.

Devant la pollution qu'atteignaient les forêts de la Basse-Seine, d'où nécroses foliaires et pertes de production pour le pin sylvestre, le chêne, le hêtre, en 1973, le département de Recherches Forestières de l'INRA créa une Unité de Recherche Forêt-Environnement au sein de la Station de Sylviculture et Production de l'INRA-CNRF de Nancy. Elle fut confiée à M. Noël Decourt. Cette station, fermée en 1982, devint la Station de Recherches sur la Forêt et l'Environnement de l'INRA-Orléans. Elle se consacra à la pollution en forêt de Roumare.

En 1973-1974, M. François Aureau et M. Noël Decourt réalisent le premier inventaire de ses effets. Ils cartographient les indices biologiques de la pollution atmosphérique en forêt de Roumare. Cela souligne les effets de la pollution sur la croissance des arbres, sur la composition de la flore lichénique épiphyte (disparition progressive des lichens) et de la faune entomologique (augmentations des populations de la Tordeuse des pousses et des Pucerons).

A partir de 1975, sous l'impulsion du Réseau d'Etudes, de Mesure et d'Alarme pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique en Basse-Seine (REMAPPA, devenu Air Normand), on établit un nouveau programme. Grâce à l'installation d'un réseau de 31 placettes permanentes d'observation, il devait aboutir à un deuxième inventaire des mêmes indices. On choisit pour témoin la forêt de Bord, à 20 kilomètres au sud-ouest de Rouen, non polluée. On ajouta les études effectuées par M. Alain Roques sur les effets qu'ont les polluants sur l'appareil reproducteur de *Pinus sylvestris* et le complexe entomologique associé aux cônes et aux graines de pins.

IV – RECHERCHES FORESTIÈRES SUR L'IMPACT DU SO2

Dans les années 1960, la région de Lacq, suite à la désulfuration du gaz naturel riche en sulfure d'hydrogène (H2S), subissait une importante pollution par le SO2. Cela affectait les productions agricoles. Près de Lacq, les forêts gérées par l'ONF sont rares. Par contre, les forêts privées sont nombreuses. Elles comprennent surtout des chênes pédonculés. Ils accusent un dépérissement très net, bien que tout ne soit pas dû à la pollution régionale (abaissement des nappes par les puits de forage). En raison de cette pollution, en 1967,1968 et 1969, M. Louis De Cormis dosa la présence du soufre dans les végétaux, en particulier dans les arbres forestiers, épicéas, chênes pédonculés. Dans les Alpes, en 1979, M. Jean-Pierre Garrec étudia la pollution en SO2 dans la vallée de l'Arc (Maurienne) à partir du soufre que contenaient les feuilles des peupliers. De même, en 1981 et 1982, M. Jacques Bonte les cartographia dans la forêt de Grande Chartreuse près de Grenoble. En Normandie, de 1973 à 1977, M. Noël Descour et M. François Aureau, dans le cadre de leurs inventaires sur la pollution atmosphérique à Roumare, étudièrent parallèlement l'impact du SO2, cette forêt étant soumise aux deux pollutions.

En France, le massif forestier le plus touché par le SO2 est la forêt domaniale de Saint-Avold (Moselle), où une zone industrielle est installée depuis 1928. Cela exigea un déboisement sur 1 370 hectares, contre 4 000 hectares à l'origine, c'est-à-dire une réduction de 35 % de la surface. Dans les années 1980, après un tel déboisement, la forêt comprenait 1 200 hectares de feuillus et 1 500 hectares de résineux. On constata alors un déboisement supplémentaire, dû cette fois à la mortalité de la ceinture forestière, en rapport avec les fumées toxiques. Le site comporte des centrales thermiques, une cokerie, des industries chimiques. Une unité de vapocraquage fut installée en 1964 (première tranche) et en 1974 (deuxième tranche). Tous ces établissements dégagent de nombreux polluants. Y dominent le SO2, les poussières, les oxydes d'azote. On note aussi la présence d'HF et de nombreux composés organiques volatils, dont l'éthylène.

Les premières notations d'arbres dépérissants ou morts autour de la zone remontent aux années 1950. On constate que la mortalité touche surtout les résineux. On reboisa en feuillus, après avoir testé diverses essences : chênes rouges, aulnes, robiniers.

En 1973, M. Jean-Marie Ballu (Centre de gestion de Saint-Avold) dressa un premier bilan sur les zones touchées et l'état de santé de la forêt domaniale de Saint-Avold. A l'époque, l'ONF constata la mortalité ou le dépérissement d'arbres sur 680 hectares, des résineux pour l'essentiel. En même temps, en collaboration avec l'INRA-CNRF de Nancy, on démontra que les cernes d'épicéas et de pins sylvestres avaient diminué depuis 1961. Dans la forêt de Saint-Avold M. Michel Bartoli de l'Unité de Recherche Forêt-Environnement de l'INRA-CNRF de Nancy étudia le rôle du massif dans la répartition et l'interception des poussières, ainsi que l'influence des poussières de centrale thermique sur la production ligneuse. Un an plus tard, l'ONF procéda à l'analyse foliaire en soufre et fluor sur les essences principales des 157 stations de la forêt.

En 1978, un deuxième bilan de l'état sanitaire des peuplements fut réalisé à l'occasion de l'aménagement forestier de 1978-2002. M. Ballu calcula que la pollution faisait perdre 0,7 mètre cube par hectare et par an. En 1980, une nouvelle évaluation fut réalisée par le laboratoire d'Écologie de l'Université de Metz, toujours en collaboration avec l'ONF de Saint-Avold, sur les épicéas et les pins sylvestres d'une parcelle très polluée et d'une parcelle témoin en forêt de Saint-Avold. Cependant, après les efforts entrepris par les industries, la situation semblait se stabiliser. Cependant, il existait encore une extraction d'arbres dépérissants. Mais l'extension de la zone industrielle, en déboisant les secteurs jouxtant les usines, intervint avant que les arbres dépérissent ou ne meurent. Cela atténua l'impact des pollutions.

V – RECHERCHES EN ARBORETUMS D'ÉLIMINATION

En attendant que les industries réduisent les émissions, on envisagea vite de substituer des essences tolérantes aux essences sensibles. Mais leur résistance

est peu ou pas connue, surtout dans le cas des essences exotiques. On soumit un grand nombre d'espèces à la pollution, soit en les plaçant dans un milieu naturel pollué, identique à celui que l'on voulait protéger, soit en les plaçant dans un système de fumigation en plein champ avec une pollution contrôlée.

L'arboretum d'élimination le plus ancien fut installé en 1959 par Jean Bossavy en Maurienne. Devant la disparition des épicéas et des pins sylvestres et l'absence de semis, il rechercha des essences étrangères à la région ou des essences exotiques. L'arboretum est installé à 500 mètres de l'usine des Plans de Saint-Jean-de-Maurienne, sur un terrain offert par la Société Péchiney. On planta des chênes rouges, des pins Laricio de Calabre, des cèdres de l'Atlas et des sapins Nordmann. On les compléta par des *Abies grandis*, des douglas et des mélèzes du Japon. Mais l'extension de l'usine des Plans les dit disparaître dix ans plus tard.

De même, M. Louis De Cormis et M. Jacques Bonte en mirent en place sur plus de 1 hectare de 1972 à 1984. Il était proche de l'usine d'aluminium de Noguères, qui dégageait de l'HF et du SO2. Les essences forestières introduites, *Picea excelsa, Pinus sylvestris, Pinus strobus, Picea sitchensis, Thuya plicata, Cedrus atlantica*, furent observées afin de préciser le comportement vis-à-vis des deux pollutions.

En 1972, la Station d'Amélioration des Arbres Forestiers de l'INRA-Orléans fut chargée par le Ministère de la Qualité de la Vie d'implanter des arboretums d'élimination dans deux environnements très différents. On eut un arboretum en zone méditerranéenne (Bouches-du-Rhône) dans la région de Fos-sur-Mer (Arboretum du Mas de la Fossette). Ces 5 hectares furent mis à la disposition de l'INRA par le port autonome de Marseille. On y introduit, de 1972 à 1974, 8 900 plants appartenant à 37 genres différents et à 68 espèces, en maintenant l'équilibre entre feuillus et résineux. On eut trois arboretums en zone océanique (Basse-Seine) dans la région de Rouen en forêt de Roumare et en forêt Verte. En collaboration avec l'ONF, 15 hectares de plantations sont réalisées en forêt domaniale, soit 5 hectares en zone témoin dans la forêt Verte au nord de Rouen, 5 hectares en zone très polluée dans la forêt de Roumare, et 5 hectares en zone moyennement polluée également dans la forêt de Roumare. L'ensemble comprenait 895 placeaux. On introduisit 19 300 plants appartenant à 42 genres différents et 139 espèces ou hybrides, toujours avec le souci de cet équilibre.

Dans les arboretums de la forêt de Roumare, dans le cadre d'une étude sur le comportement des espèces en sites soumis aux pollutions atmosphériques, et sur la sélection des génotypes peu sensibles, les premières observations datent de 1977. Cela fut le fait de MM. Yves Birot et Jean-Charles Bastien de l'INRA-Orléans. On les abandonna après 1982, car les mesures prises pour diminuer les niveaux de pollution en Basse-Seine portaient leurs fruits (installation de filtres industriels, mise en place par le Service des Mines d'un réseau d'alerte). Actuellement, ces arboretums permettent de tester l'adaptation et le comportement des essences forestières.

Quant à l'arboretum du Mas de la Fossette, malgré l'incendie de juillet 1980, il fut entretenu jusqu'en 1984-1985. Lui aussi fut abandonné. Mis à part les travaux de fumigation, réalisés entre 1974 et 1979, il semble qu'aucune observation sur les effets de la pollution ait été effectuée. Au reste, cet arboretum n'était pas sous les vents dominants du complexe industriel de Fos-sur-Mer...

Dans la deuxième catégorie, on trouve le dispositif mis en place en 1972 à Montardon par M. Louis De Cormis et M. Jacques Bonte de l'INRA de Montardon. Il reproduit dans des conditions naturelles une atmosphère polluée, pour discerner les effets à long terme qu'elle a sur les végétaux. Installé sur 1,5 hectare, il inclut une parcelle témoin et une parcelle essai de 2 000 mètres carrés chacune, séparées par 150 mètres. Sur les 2 parcelles, on a planté 9 essences de conifères, 5 essences de feuillus et 7 essences fruitières à raison de 5 individus par espèce. Grâce aux tubes diffuseurs de 2 mètres de hauteur, une installation enterrée rejette du SO2 en permanence à dose subnécrotique. Cette expérimentation originale est une première mondiale. De 1974 à 1976, le niveau de pollution SO2 choisi fut en moyenne de 128 μg/m3. De 1978 à 1980, la pollution moyenne par le SO2 fut de 52 μg/m3.

Au début des recherches sur les pluies acides qui commencent en1985, on entame une autre phase des recherches forestières en matière de pollution.

CHANGEMENT DE PRODUCTIVITÉ DES FORÊTS : DIAGNOSTICS ET THÉORIES

par François HOUILLIER, Jean-Daniel BONTEMPS**, Jean-François DHÔTE****

Dans son introduction à l'une des premières synthèses sur l'évolution de la productivité forestière en Europe, Heinrich Spiecker rappelle que : « Even without human influences forests have always been exposed to environmental changes. As a result, growth rates have always been changing over time ». Bien que l'assertion soit exacte, la détection des changements de productivité forestière intervenus au XXe siècle est un fait scientifique majeur.

Ce paradoxe a des origines conjoncturelles : en France, c'est en étudiant un phénomène de dépérissement que Michel Becker constata, à la fin des années 1980, une augmentation tendancielle de la croissance du Sapin pectiné dans les Vosges. Ce paradoxe résulte aussi de raisons plus profondes. A l'époque, les échanges entre les approches sylvicoles, dendrochronologiques et écophysiologiques étaient faibles, alors qu'elles abordaient les mêmes phénomènes sous des angles différents. Bien qu'ayant prouvé leur capacité à détecter l'impact de fluctuations climatiques interannuelles et à repérer des variations de croissance de portée décennale voire séculaire, les approches dendrochronologiques étaient mal connues des dendrométriciens. Les modèles de production ligneuse faisaient référence à la stabilité séculaire de l'environnement, au travers de la notion de station. De plus, il n'existait pas de cadre théorique permettant d'étudier des modifications graduelles de la productivité en réponse aux changements environnementaux. Enfin, le concept même des changements globaux était peu répandu[1]. La détection et l'évaluation de tendances à long terme n'étaient pas une question relevant des recherches forestières.

L'objectif de cette communication est de fournir des éléments de synthèse sur le diagnostic actuel, sur l'ampleur du phénomène et sur ses causes possibles ou avérées, mais surtout de remettre ce diagnostic en perspective. On le situera par rapport au cadre théorique et méthodologique initial et à ses évolutions

---

* INRA, UMR 931 AMAP, Montpellier.
** ENGREF, UMR 1092 LERFOB, Nancy.
*** INRA, UMR 1092 LERFOB, Champenoux.

1. Une interrogation du site http://scholar.google.com/ au 31/01/2006 indique que le nombre de documents référencés ayant *Global change* dans leur titre a augmenté au milieu des années 1980 : 22 en 1975-79, 25 en 1980-84, 135 en 1985-89, 1 600 en 1990-94, 5 750 en 1995-99, 14 000 en 2000-04. C'est à la fin des années 1980 que paraissent les premiers ouvrages généralistes sur les changements climatiques (cf. Duplessy et Morel, 1990).

ultérieures d'une part, par rapport à ses conséquences et ses implications, d'autre part.

I – PROBLÈMES MÉTHODOLOGIQUES

Par changements de productivité, on entend des évolutions de la production courante ou annuelle d'un peuplement. Elles sont liées à l'environnement. Elles ne sont pas imputables aux facteurs contrôlés par les sylviculteurs et réputés modifier la croissance des arbres. Outre qu'il s'agit de quantifier la dérivée seconde d'un phénomène, en l'occurrence l'accélération ou le ralentissement de la croissance, l'évaluation de tels changements rencontre trois grands types de difficultés.

En premier lieu, il faut pouvoir séparer les effets de la date et de l'âge. Il est connu que la croissance d'un arbre ou la production d'un peuplement équienne évoluent avec l'âge. L'analyse d'une seule cohorte ne saurait renseigner sur une dérive liée à la modification des facteurs environnementaux. Que les mesures portent sur des arbres ou des peuplements, il convient d'étudier plusieurs générations. Le problème est qu'à moins de disposer de données historiques, les arbres et les peuplements existants ne permettent pas de croiser complètement les facteurs âge et date.

La seconde difficulté reflète la multiplicité et la diversité des modes d'action des facteurs biotiques et abiotiques susceptibles d'influencer la croissance des arbres. Ces facteurs peuvent être directs ou indirects, par exemple, la densité du peuplement, l'action de défoliateurs *vs.* l'altitude qui intervient au travers de facteurs bioclimatiques telle la température, la pluviométrie ou l'ensoleillement. Ils peuvent être locaux ou globaux, par exemple, une pollution ponctuelle *vs.* l'augmentation du taux de CO_2 atmosphérique, temporaires ou durables, par exemple, une sécheresse *vs.* le génotype ou la roche-mère. De plus, les effets sont parfois différés, souvent cumulatifs. Les facteurs sont susceptibles d'évoluer au cours du temps, par suite d'une baisse des densités de plantation ou d'une variation des dépôts azotés atmosphériques, ce qui aggrave le risque de confusion entre âge et date.

Enfin, les connaissances sur la croissance des arbres révèlent que leur réponse individuelle aux conditions environnementales dépend des essences, tout en dépendant de la densité et de la structure du peuplement forestier. Sauf précautions particulières, la croissance individuelle des arbres ne renseigne donc pas seule sur la productivité des peuplements.

Ainsi la détection de tendances à long terme interpelle notre capacité à séparer l'effet d'un nombre de facteurs qui évoluent et interagissent. Cela suppose de disposer simultanément de jeux de données, où ces facteurs soient croisés de façon indépendante et exhaustive, et de modèles qui permettent d'extraire les effets propres à chaque facteur et de quantifier leurs interactions.

II – SOURCES ET DONNÉES

Hormis les approches écophysiologiques consacrées au comportement des arbres vis-à-vis de tel ou tel facteur, aux combinaisons de ces facteurs, les stratégies d'observation et d'expérimentation visant les changements de production ligneuse sont regroupées en trois grandes classes.

Les approches rétrospectives sont centrées sur la capacité à reconstruire la croissance individuelle des arbres grâce aux cernes annuels d'accroissement diamètral ou, plus rarement, des pousses annuelles d'accroissement en hauteur. Aux difficultés méthodologiques citées s'ajoute le fait que la croissance individuelle n'est qu'un indicateur indirect de la production par unité de surface, que les conditions passées de croissance des arbres sont inconnues, que l'on ne dispose pas de cadre théorique pour filtrer leurs effets. Les premières études sur les changements de productivité ont essayé de concevoir des plans d'échantillonnage afin de croiser les différents facteurs et de limiter les biais dus aux effets de la sylviculture passée.

La seconde approche analyse la production de peuplements homogènes, c'est-à-dire de peuplements monospécifiques et équiennes où la répartition spatiale des arbres est régulière et le milieu, localement homogène. Elle dévoile l'intérêt, la production. Elle repose sur la théorie, décrite plus bas, qui permet de filtrer les effets de la sylviculture. Afin d'éviter la confusion des effets, plusieurs stratégies existent : l'analyse de la croissance en hauteur de générations successives sur un même site ; l'étude de couples de peuplements installés sur un même type de station et soumis à une même sylviculture, mais ayant des âges distincts ; l'analyse de réseaux de placettes permanentes installées à des fins d'expérimentation sylvicole, observées pendant plusieurs dizaines, voire une centaine d'années et couvrant une large gamme d'âges et de dates.

La troisième approche étudie les données produites par les inventaires forestiers successifs. Elle procure des informations représentatives sur l'évolution de la ressource à une échelle régionale ou nationale. Lorsqu'on se limite aux données issues de peuplements homogènes, elle peut exploiter la théorie décrite ci-dessous. Par contre, elle est limitée par la nature des données disponibles : faible nombre d'inventaires successifs, changements de méthodes entre pays ou au cours du temps dans un même pays, absence de contrôle, au sens expérimental, des facteurs qui déterminent la production ligneuse.

III – CADRE THÉORIQUE DISPONIBLE DANS LES ANNÉES 1980

La production ligneuse est un objet classique de recherches. Jusqu'à la fin des années 1980, les progrès tinrent aux données dendrométriques, issues d'observations ou d'expérimentations, à l'amélioration des méthodes statistiques, au perfectionnement d'une théorie phénoménologique consacrée aux peuplements homogènes. Les origines en remontent aux travaux des dendrométriciens et des sylviculteurs d'Europe centrale. Très tôt, ils avaient entrepris de construire des

tables de production pour différents couples « espèce x région » et d'installer des réseaux de placettes permanentes. A cette époque, ils s'intéressaient principalement à l'effet du milieu sur la production ligneuse. La problématique de l'amélioration génétique n'existait pas. La plupart des peuplements étaient très denses. Les éclaircies consistaient à prélever des arbres dominés. Ces peuplements étaient qualifiés de « normaux ». A partir des années 1930, le thème des relations entre sylviculture, densité du peuplement et production émergea. Il suscita de nombreuses expérimentations qui enrichirent la théorie.

Cette théorie comprend trois principes : la possibilité de distinguer et d'étudier séparément les effets de la sylviculture et de la station ; le fait que les peuplements hyper-denses – ou, à l'opposé, les peuplements formés d'arbres en croissance libre – constituent une référence pour l'étude des peuplements gérés ; la possibilité de reconstituer l'évolution du peuplement installé sur une station donnée à partir d'une approche synchronique basée sur l'observation de peuplements d'âges variés installés sur des stations de même fertilité. Cela a permis de dégager des invariants : la sous-population des arbres dominants, définis comme les cent plus gros arbres par hectare ; l'ensemble des relations allométriques caractérisant des peuplements hyperdenses ou des arbres en croissance libre. Cela a permis enfin de dégager variables et concepts pertinents : la hauteur dominante, fonction de la station mais indépendante de la densité du peuplement ; la fertilité de la station, supposée invariante, qui rend compte de l'effet qu'a le milieu sur la production ligneuse ; la densité du peuplement qui rend compte de l'effet moyen de la sylviculture. Au XIXe siècle, travaux évoqués ont porté sur la définition d'indices et classes de fertilité. A partir de la première moitié du XXe siècle, ils ont conçu des indices de densité et d'indices de compétition qui mesurent l'impact de la densité sur la croissance individuelle des arbres.

Cette théorie intègre les variations spatiales des conditions de croissance. Elle procure un cadre qui permet de filtrer les effets qu'ont la sylviculture et la fertilité de la station sur les variations de production. En revanche, elle ne renseigne pas sur la croissance individuelle des arbres. Pourtant, celle-ci dépend fortement de la densité du peuplement, surtout en ce qui concerne l'accroissement en grosseur. Malgré la construction de plusieurs modèles de croissance individuelle, aucun ne permet de filtrer *a posteriori* les effets de la sylviculture sur la croissance des arbres. Ils n'aident donc guère les approches dendrochronologiques.

En outre, cette théorie suppose que le matériel génétique soit invariant entre stations ou d'une génération à la suivante et, surtout, que l'environnement soit immuable, qu'il s'agisse de fluctuations inter-annuelles ou de dérives tendancielles. Cette hypothèse fut remise en cause quand émergèrent les changements de productivité et, plus généralement, les changements globaux à la fin du XXe siècle. Afin d'incorporer l'environnement à ces modèles, une autre classe de modèles, fondée sur des connaissances et des principes écophysiologiques, fut développée à partir des années 1980. Les premiers modèles disponibles n'intégraient pas tous les facteurs écologiques mis en jeu par les changements de productivité.

IV – ÉLÉMENTS DE DIAGNOSTIC

La multiplicité des facteurs et les risques de confusion d'une part, la référence à un cadre théorique fondé sur l'invariance de la station et, donc, de la production de site d'autre part, expliquent pourquoi la détection des changements de productivité donna lieu à débats méthodologiques. Les difficultés compliquent la quantification des changements. On doit accumuler un grand nombre de résultats à propos de différentes espèces, de différentes régions, par différentes méthodes avant d'aborder la réalité du phénomène.

Les résultats obtenus par diverses équipes européennes convergent. Que l'on s'intéresse à l'accroissement annuel en volume ou en biomasse par unité de surface, aux indicateurs indirects de cet accroissement, telle la croissance individuelle en diamètre, en surface terrière, en hauteur des arbres dominants, la production ligneuse augmente depuis le début du XXe siècle. Selon les méthodes, les espèces, les régions, cela varie de quelques pour cents à plus de cent pour cents sur un siècle. En France, les premiers résultats obtenus par approches dendroécologiques indiquent une augmentation de 50 % à 160 % pour le Sapin, l'Epicéa commun, le Hêtre, le Chêne sessile et le Chêne pédonculé dans le Nord-Est de la France sur 140 ans. Des résultats plus récents obtenus par des méthodes plus pointues ont confirmé la tendance tout en réduisant son ampleur : 30 à 50 % de 1930 à 1990 pour l'accroissement en surface terrière pour le Chêne sessile dans la moitié nord de la France, sur la base d'un réseau de placettes permanentes observées pendant 60 ans ; 50 % et 30 % sur un siècle pour la croissance en hauteur dominante du Hêtre dans le Nord-Est et dans le Nord-Ouest. L'ampleur de cette augmentation de la productivité ligneuse fluctue selon les espèces et les régions. Pour le Hêtre, on observe des variations régionales entre Nord-Est et Nord-Ouest, ainsi que des changements de rythme dans la productivité du XXe siècle.

Si le diagnostic du phénomène global est assuré, les causes demeurent mal connues. Cela repose sur deux approches complémentaires : une approche comparative ou corrélative, fondée sur la mise en rapport des écarts spécifiques, régionaux ou temporels, au schéma général avec le comportement des espèces ou avec les variations des conditions écologiques avec leurs évolutions ; la modélisation mécaniste du fonctionnement et de la production des peuplements forestiers sur la base des connaissances écophysiologiques disponibles. Les modèles à base écophysiologique qu'on développa dans les années 1980 permettent d'obtenir des outils de simulation. Ils intègrent des facteurs environnementaux comme la température, les précipitations, la teneur des sols en azote. Ils peuvent servir à tester la cohérence des hypothèses fondées sur les résultats des approches comparatives ou sur les connaissances issues des expérimentations écophysiologiques en milieu contrôlé.

Les résultats soulignent le rôle majeur des dépôts azotés. Les autres facteurs environnementaux, dont la progression du CO2 et de la température, ou techniques, comme la sélection du matériel génétique, la modification des pratiques

sylvicoles, la gestion de la végétation herbacée et le ramassage du petit bois, ne peuvent pas être écartés, mais leur contribution semble moindre.

LES TROIS ÂGES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

*par Michel DUPUY**

En matière de liens entre la pollution atmosphérique et la forêt, un centre forestier possède une riche tradition depuis 1850 : Tharandt en Saxe. Si la date ne souffre guère de doute, la longévité des études dans ce domaine est plus contestable. En fait, on constate deux âges d'or : de 1871 à 1914, sous l'Empire allemand, depuis 1952, c'est-à-dire de la R.D.A. à la réunification allemande. En 130 ans, la pollution a changé de nature. Elle n'atteint plus un bien exploité et commercialisé, mais un objet de nature. La forêt ne souffre plus d'une industrie, mais d'une pollution plus mobile. En un siècle, la conception scientifique de la pollution a changé d'échelle : de locale, elle est devenue régionale, puis globale. Les effets mesurés au début du XXe siècle en jours, en mois, le sont désormais en décennies. Comment Tharandt s'est inscrit dans cette évolution ?

I – LA POLLUTION COMME PHÉNOMÈNE LOCAL

La mise en place d'un regard

L'histoire de la pollution à Tharandt débute par une pétition que lancèrent en 1846 la commune de Halsbrücke et quatorze citoyens. Elle allait au gouvernement saxon suite aux dégâts agricoles dus aux fonderies voisines. La forêt de Tharandt étant atteinte, un expert fut appelé : Julius A. Stöckhardt (1809-1886), titulaire de la chaire de chimie agricole à l'académie de Tharandt. Le royaume de Saxe était partagé entre deux intérêts : assurer la croissance sidérurgique et minière d'un côté, éviter une moindre valeur fiscale de la forêt liée à la pollution, de l'autre. Stöckhardt rédigea un rapport dénonçant les effets du dioxyde de soufre (S02) et des métaux lourds sur les végétaux[1]. Cela servit car, neuf ans après, les propriétaires furent indemnisés. Au-delà de l'anecdote, l'étude de la pollution atmosphérique coïncide avec l'augmentation de la production industrielle, avec l'industrialisation de la forêt, d'où l'enrésinement des massifs en épicéa surtout, une essence très sensible à la pollution.

Dans un premier temps, les études sur la pollution menées à Tharandt sont des expertises sporadiques. Il fallut attendre 1871 pour que le travail devienne systématique. A la fin du XIXe siècle, les recherches s'intensifièrent en collaboration

---

* Enseignant-chercheur, lycée T. Monod, Antony.

1. Stöckhardt A., « Über die Einwirkung des Rauches der Silberhütten auf die benachbarte Vegetation », *Polytechnisches Centralblatt*, NF 4, 17, 1850.

avec l'Académie des mines de Freiberg. C'est dans ce dernier quart du XIXe siècle qu'apparut le vocabulaire actuel décrivant la pollution.

La conception dominante était la suivante. La pollution partait d'un point précis et exerçait ses effets sur un rayon de 10 km. Tharandt n'échappa pas à la règle. Toutefois, Stöckhardt constata une échelle d'intensité entre les espaces proches de la source d'émission et les espaces éloignés. Il proposa en 1871 de distinguer dégâts aigus (akute) et dégâts chroniques[2]. Les uns se manifestent vite, touchent toutes les espèces et renvoient à une forte teneur en SO2. Pour les autres, les polluants sont plus diffus et les effets plus lents. Ils se signalent par une coloration des feuilles. Dans les deux cas, les dégâts sont visibles, c'est l'œil qui juge. Jusqu'en 1883, ils avaient pour nom *Hüttenrauch* (fumée des fonderies). A la suite de l'ouvrage rédigé pour partie par Julius von Schroeder (1843-1895), le successeur de Stöckhardt, ils devinrent les *Rauchschäden* (dégât par les fumées)[3]. Cela insistait moins sur la source que sur les effets. Ce vocabulaire fut repris, enseigné, diffusé en Europe centrale. L'étude des effets de la pollution atmosphérique y atteignit dès 1910 le statut de discipline scientifique.

La résistible preuve

Malgré tout, les scientifiques butaient sur la preuve. Il fallait démontrer que l'entreprise émettait suffisamment de matières polluantes pour provoquer les dégâts. Les relevés à la source étaient aisés, l'analyse chimique des feuilles atteintes également. Comment mesurer le taux de pollution dans l'atmosphère ? Pour cela, des serres furent aménagées en 1897 au laboratoire de chimie de Tharandt. Les jeunes plants furent soumis à divers taux de polluants sur des périodes variables. Cela démontra qu'à partir de 0,5 mg/m3, le dioxyde de soufre provoquait des dégâts chroniques. En reproduisant artificiellement la pollution, on évaluait la résistance des essences. Restait à montrer le taux de pollution à l'air libre. Sur ce point, les travaux achoppèrent. Il fallut attendre 1931 pour avoir un appareil fiable. La cloche de Liesegang ne nécessitait que 100 heures d'exposition sur le terrain[4]. Les scientifiques ne parvenaient toujours pas à définir le processus opératoire. Pourquoi les nécroses ? On était focalisé sur la feuille. On négligeait l'arbre et les racines. Il est vrai que la pédologie n'était pas encore reconnue. L'air était l'agent qui transportait la pollution. La pluie, la neige et le brouillard accéléraient son dépôt.

---

2. Stöckhardt A., « Untersuchungen über die Schädliche Einwirkung des Hütten- und Steinkohlenrauches auf das Wachstum der Pflanzen, insbesondere der Fichte und Tanne », *Tharandter Forstliches Jahrbuch*, 1871, pp. 218-254.

3. Schroeder v. J., Reuss C., *Die Beschädigung der Vegetation durch rauch und die Oberharzer Hüttenrauchschäden*, Berlin, Paul Parey, 1883.

4. Liesegang W., « Über die Verteilung schwefelhaltiger Abgase in freier Luft », *Gesundheits-Ingenieur*, 54, 1931, pp. 705-709.

La question de la preuve surgit tout particulièrement lors du procès de 1893. En Haute Silésie, il opposait l'administration forestière et les propriétaires privés aux 33 fonderies, mines, zingueries, entreprises chimiques de la région de Katowice. Ils exigèrent 200 000 marks de dédommagement. Les plaignants avaient eu recours à l'expert en la matière : Carl Reuss (1844-1948), collaborateur de Schroeder. Il rédigea un premier rapport. L'industrie engagea un autre forestier, conservateur à Wiesbaden (Hesse), Bernard Borggreve (1836-1914). Dans une contre-expertise, il reconnut les dégâts causés par la pollution atmosphérique, mais celle-ci n'était qu'un facteur aggravant. Les forêts souffraient surtout des insectes ravageurs en raison des peuplements purs de résineux. On mettait en cause la rente foncière[5]. Les forestiers souhaitaient un procès modèle. Mais seules les fonderies durent payer les dégâts. Ce n'était pas dans les proportions souhaitées. Ainsi, les enjeux du moment l'avaient emporté sur les forêts atteintes par la pollution. Le procès resta dans la mémoire collective des forestiers allemands lié à la trahison d'un des leurs.

Au-delà de la pollution locale : des tentatives avortées

Était-il possible que les effets de la pollution excèdent le rayon des 10 km ? De dépasser le "localisme" de la pollution ? En fait, bien qu'il y ait plusieurs hypothèses, on ne s'y attarda pas. Au-delà de la zone de dégâts chroniques, le forestier Arwed Wieler (1858-1932), qui officiait en Ruhr, proposa le concept de "dégâts invisibles" : ils se manifestaient sur les cernes puis sur les feuilles[6]. Cela ne fut pas retenu. En effet, il était difficile de faire admettre les dégâts visibles dus à la pollution. Alors, les invisibles...

Autre débat depuis 1886 : le dépérissement du sapin ou *Tannensterben* qui sévissait en Saxe. Le phénomène n'était pas compris des forestiers. Une relation avec la pollution fut mentionnée mais récusée. Ainsi, en 1906, le botaniste forestier de Tharandt, Franz Wilhelm Neger (1868-1923), affirma qu'il n'existait pas « d'empoisonnement de l'atmosphère »[7]. L'année suivante, Johannes (Hans) Wislicenus (1867-1951) renvoyait les forestiers aux débats sylvicoles en avançant l'idée que le sapin était implanté hors de l'aire naturelle. En 1927, Eilhard Wiedemann (1891-1950), directeur de la station de recherches forestières prussienne, conclut la discussion. Selon lui, à proximité des zones où le sapin dépéris-

5. Borggreve B., *Waldschäden im Oberschlesischen Industriebezirk nach ihrer Entstehung durch Hüttenrauch, Insektenfraß usw.. Eine Rechtfertigung der Industrie gegen folgenschwere falsche Anschuldigungen*, Frankfurt/M. : J. D. Sauerländer's Verlag, 1895, 189 p.

6. Wieler A., « Über unsichtbare Rauchschäden bei Nadelbäumen », *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 29, 1897, pp. 513-529.

7. Neger F. W., « Das Absterben der Tanne », *Bericht üb. d. 50. Vers. d. Sächsischen Forstverein*, 1906, pp. 147-158. Wislicenus H., « Über die Grundlagen technischer und gesetzlicher Massnahmen gegen Rauchschäden », Congrès international d'agriculture, Vienne, 1907, 67 p.

sait, il n'existait aucune entreprise. Il semblait impossible de relier sources et dégâts. Le dépérissement était interne à la foresterie et relevait d'erreurs de gestion, d'une généralisation massive de la théorie de la rente foncière sans tenir compte de la station[8].

La pollution fut reconnue à la veille de 1914, mais restait un phénomène local. Par contre, deux problèmes se posaient aux scientifiques : un problème technique (comment mesurer le taux ?), un problème juridique (comment attribuer les dégâts à la pollution ?). En 1902, Wieler avait appelé à « élever la vraisemblance au rang de vérité ». Mais le pas n'était pas franchi par les scientifiques de Tharandt[9].

II – UNE CONCEPTION RÉGIONALE DE LA POLLUTION

La pollution atmosphérique régionale affectant les régions sur 50 km ou plus fut démontrée par les scientifiques de Tharandt au début des années 1960. C'était donc sous la R.D.A.

Un état pollueur en lutte contre la pollution

De fait, la R.D.A. présentait un paradoxe. Créée en 1949, elle fondait son développement sur l'industrie à partir de la ressource énergétique disponible : le lignite. C'était son seul avantage. L'exploitation intensive généra des inconvénients environnementaux : dégradation du paysage, l'extraction opérait à ciel ouvert, baisse du niveau des nappes phréatiques, une valeur calorifique moindre, un rejet supérieur de SO2 par rapport au charbon, etc. En d'autres termes, la R.D.A. polluait fortement. Pourtant, des hommes déclaraient la pollution inhérente au capitalisme et au nazisme. Dans cet esprit, un architecte du paysage, Reinhold Lingner (1902-1968), engagea en 1950 un vaste programme de reconstruction paysagère intitulé : « Diagnostic du paysage »[10]. L'inventaire des dégradations environnementales concerna quatre domaines : l'érosion des sols agricoles, la destruction du paysage par l'activité minière, la pollution de l'eau et la pollution de l'air. Pour celle-ci, une carte fut établie. A Tharandt, en 1952, l'institut pour la protection de la forêt, dirigé par Erich Zieger (1902-1960), reprit ces études. Toujours avec l'intention de corriger les erreurs passées. En 1955, une première enquête fut menée pour évaluer les dégâts dus à la pollution de l'air en forêt. Les résultats furent publiés en 1956. 10

8. Wiedemann E, « Untersuchungen über das Tannensterben », *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 66, 1927, pp. 827-852.
9. Wieler A., « Unsichtbare Rauchschäden », *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 35, 1903, 214 p.
10. Lingner R., Carl F.E., *Landschaftsdiagnose der DDR*, 1957, Berlin, VEB Verlag Technik.

à 15 000 hectares de forêts étaient atteints[11]. Toutefois, la conception locale dominait toujours. Si Lingner parlait de pollution atmosphérique, Zieger, sur Tharandt, parlait encore de Rauchschäden.

Carte n°1 : Luftverschmutzung und Wälder in der DDR (1956). E. Zieger, 1956/57.

11. Zieger E., « Die Wirkung der Industrie-Rauchschäden auf den Wald, ihre Berücksichtigung bei der Raumplanung und die Notwendigkeit ihrer gesetzlichen Regelung », *Wiss Zs TH Dresd*, 6, 1956/57, pp. 777-787.

Le cas de la Dübener Heide

Cela changea après l'hiver 1956. En effet, dans la forêt de la Dübener Heide, proche de Bitterfeld, le dépérissement du pin sylvestre (*Kiefernsterben*) apparut l'été 1957. En 1959, à la demande du conseil du Bezirk de Leipzig, Zieger lança un programme de recherches, « Diagnostic régional ». Un groupe de travail fut composé des représentants des différentes disciplines. Les forestiers hésitaient entre des causes naturelles (gel, humidité depuis 1954) ou anthropiques : la pollution, les erreurs sylvicoles[12].

Zieger, ayant constaté que les dommages étaient plus aigus près des zones industrielles, fit relever les rejets de SO2 à la source. Ils s'élevaient à 880 ou 1 400 tonnes par jour. En forêt, le taux de pollution fut mesuré. Un échantillon d'arbres endommagés fut analysé. On retint quatre critères (couleur et longueur des aiguilles, celles des pousses, nombre de jeunes aiguilles, état de la couronne, épaisseur du feuillage). Entre temps, Zieger mourut. Le travail passa sous la houlette de l'institut de chimie des plantes et du bois dirigé par Hans-Günter Däßler, et, avec lui, toutes les études sur la pollution.

En 1962, le rapport du groupe de travail fut publié. Il établissait un lien direct entre la pollution de l'air et le dépérissement du pin sylvestre. Les dommages furent évalués à six ou sept millions de marks. Les responsables n'étaient pas uniquement les industries de Bitterfeld, mais également celles de Halle et de Leipzig. La pollution atmosphérique affectait un cercle de 50 km de rayon. Elle n'était plus locale mais régionale[13]. Cela ne souffrait aucune contestation.

Une confirmation juridique en d'autres endroits

D'autres lieux furent soumis à l'enquête : la région de Niederlausitz de 1960 à 1963, les Monts métallifères et les Elbsansteingebirge en collaboration avec la Tchécoslovaquie de 1963 à 1967. Les enquêtes bénéficiaient des appareils mis au point en 1962. Ils mesuraient le taux de SO2 dans l'air. Cela atteignait 0,01 mg en 20 minutes. L'enquête (1965-1970) dessina une nouvelle carte de la répartition avec l'aide du service météorologique[14]. Enfin, à ces relevés sur le terrain, s'ajouta en 1963 un centre d'expérimentation sur les dégâts des fumées situé non loin de Tharandt. Il permettait d'évaluer la sensibilité des essences aux pollutions, donc leur résistance.

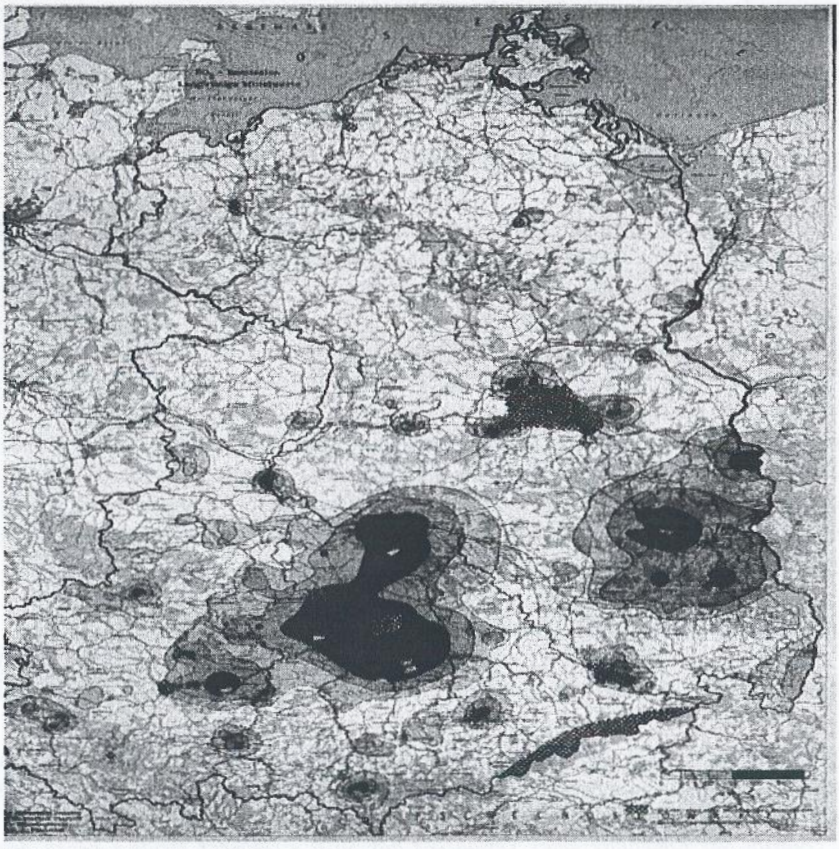
---

12. Zieger E., Enderlein H. (Schiefer G., Lux H., Stein G.), *Untersuchungen über Verbreitung und Ursachen des Altkiefernsterbens im Lee des mitteldeutschen Industriegebietes und Vorschläge zur Therapie*, Abschlussbericht zur Forschungsarbeit, 1961, 39 p.

13. Zieger E., Enderlein H., *Teilabschlußbericht zur Forschungs-Entwicklungsarbeit. Entwicklung einer Großraum-Diagnose in forstlichen Rauchschadsgebiete*, Tharandt, 1962, 72 p.

14. Flemming G., *Rechnische Kartierung von langfristigen SO2-Mittelwerten für das Territorium der DDR*, Technische Universität Dresden Sektion Wasserwesen, Bereich Hydrologie und Meteorologie Lehrgebiet Meteorologie, 1970, p. 11, 23 cartes.

Les enquêtes étaient conduites en collaboration avec les entreprises et les institutions locales. En outre, l'affinement des méthodes élargissait le champ de la pollution. En effet, en 1935, pour les scientifiques de Tharandt, les dégâts opéraient à partir de 5 mg/m3 de SO2 dans l'air. En 1965, cela passa à 0,12 mg/m3. En parallèle, la production industrielle augmentait. De même, la hauteur des cheminées. En dix ans, l'extraction de lignite passa de 201 à 270 millions de tonnes. Les cheminées s'élevaient à 300 mètres contre 140 mètres avant la guerre[15]. Les dégâts en forêt dus à la pollution progressaient de 10 000/15 000 hectares en 1956 à 200 000 hectares en 1965.



Carte n°2 : Verbreitung der Luftverschmutzung in der DDR für das Jahr 1965. G. Flemming, 1970.

15. En 1889, la plus haute cheminée d'Europe fut inaugurée à Halsbrücker Hütten près de Freiberg pour éloigner la pollution. Elle était haute de 140 m.

Le nouveau stade de pollution obtint une reconnaissance juridique. En effet, en 1967, les cantonnements forestiers de la Dübener Heide, de Tornau et de Bitterfeld portèrent plainte auprès du Tribunal des Contrats contre les centrales thermiques de Vockerode, Zschwornewitz, Muldenstein, la fabrique de films de Wolfen et le combinat de chimie de Bitterfeld[16]. Sur la foi des rapports de Tharandt, les entreprises furent condamnées à indemniser les pertes occasionnées entre le 1er janvier 1956 et le 31 décembre 1966. C'était reconnaître officiellement les dégâts que Dübener Heide avait constatés depuis 1956. Ils n'avaient qu'une origine : la pollution atmosphérique[17]. Le succès judiciaire engendra d'autres procès où Tharandt intervenait comme expert. Les recours en justice n'étaient pas menés au nom de la protection de la forêt, mais au nom de la production : une entreprise socialiste ne devait pas nuire à une autre du même type[18]. La pollution gagnait, elle était étudiée à tous les niveaux, institutionnalisée, pourrait-on dire. Mais aucune solution viable n'était en vue.

III – LA POLLUTION DEVENUE GLOBALE

L'émergence de la pollution comme phénomène global résulta de son internationalisation. On la symbolisa par l'étude de la pollution à longues distances. L'hypothèse, soulevée en 1968 à propos des lacs suédois, fit l'objet d'un accord international en 1979[19]. Toutefois, c'est avec la crise du Waldsterben qu'elle s'imposa pour laisser place à l'effet de serre. Les dégâts devinrent globaux : l'ensemble de la forêt allemande pour le premier, l'ensemble du climat pour le second. Les sources de pollution devenaient plus diffuses, plus mobiles. Elles ne relevaient plus de l'échelle locale ou régionale, mais de l'échelon national. Enfin, les effets étaient cumulatifs. Le processus prenait des dizaines d'années. L'effet de serre n'est pas le fruit d'une pollution récente. Comment Tharandt s'inscrit dans le processus ? En fait, le centre fut en retrait, cantonné par le pouvoir politique. Pour le comprendre, il faut revenir au contexte de l'époque.

Une politisation des questions environnementales

A la fin des années 1970, Tharandt, c'est-à-dire l'Institut de chimie, jouait un rôle majeur en matière d'étude de la pollution. Il coordonnait les

---

16. Le tribunal des contrats ou *Vertragsgericht* était une institution propre à la RDA. Dans le cadre du plan, les entreprises conviennent d'un contrat relatif aux échanges. Si un différend entre les contractants éclate, l'affaire est alors portée devant ce tribunal.

17. *Antrag auf Einleitung eines Verfahrens des StFB « Dübener Heide » gegen den VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld*, Staatliches Vertragsgericht beim Ministerrat der DDR Bezirksvertragsgericht Halle, 17. Juli 1967.

18. Freiberg J.-G., Köhler R., Lampadius F., Pelz E., Stolz R., « Eigenverantwortliche Lösung von Streitfällen bei Immissionsschäden », *Soz. Forstw.*, 1971, pp. 294-296.

19. Christianson G. E., *Greenhouse : the 200-years story of global warming*, London, Constable, 1999, 305 p.

recherches sur pollution en RDA. Au sein du COMECON, Däßler coordonnait le Groupe de recherches sur les Influences de la pollution atmosphérique sur les Ecosystèmes agricoles et forestiers. Pourtant, la pollution ne cessait de s'étendre : 293 000 hectares en 1976. Le pouvoir devait réagir. À l'issue d'une communication ministérielle du 19 mars 1974, les données en matière d'environnement furent tenues secrètes. À partir du 16 novembre 1982, le conseil des ministres les classa avec trois degrés de conservation : 5, 10 et 15 ans. Le rapport annuel sur l'environnement de la RDA ne fut plus rendu public dès 1974. Après 1982, sept personnes étaient autorisées à le recevoir. Parmi elles, Honecker Hermann Axen (1916-1992), le responsable de la politique extérieure, le secrétaire à l'économie Günther Mittag (1926), le chef de la sécurité d'État Erich Mielke (1907). La pollution était un enjeu de sécurité économique, diplomatique et intérieure[20].

En fait, depuis la fin des années 1960, l'environnement était un critère révélateur de l'état social au même titre que les taux de croissance, de chômage, d'alphabétisation. La R.D.A. alla dans ce sens en promulguant une loi sur la protection de la nature en mai 1970, en créant un ministère de l'environnement et de la gestion de l'eau en 1971. Or la pollution ne diminuait pas pour autant. La RDA était incapable de mettre en place une réduction de la pollution. En outre, elle était habitée par « l'idéologie de la tonne ». Economiser de l'énergie ne faisait pas partie des références culturelles. Enfin, elle devait faire face à une crise énergétique. En effet, à partir de 1979, l'URSS aligna le pétrole sur les cours mondiaux. En 1981, le grand frère soviétique livra deux millions de tonnes de pétrole de moins que prévu[21]. La RDA exploita davantage ses ressources en lignite. La production passa à 312 millions de tonnes en 1985. Le nucléaire était la solution d'avenir, mais pas avant 2030[22]. En attendant, il fallait rassurer la population, afficher à l'égard de l'Ouest qu'on respectait la nature, qu'on soulageait les populations victimes de la pollution. Il fallait trouver des essences résistantes.

Dans ce contexte, depuis la fin des années 1970, Tharandt fut écarté des négociations avec les pays capitalistes. Elles étaient menées soit par l'Institut pour l'énergie de Leipzig, soit par le Ministère de l'Environnement sous la surveillance étroite de la Stasi. En 1979, la RDA avait signé la convention de Genève sur la pollution de l'air transfrontalière sur de longues distances. Cela entra en vigueur en 1983. On était en plein débat sur le Waldsterben. La RDA avait promis de diminuer

---

20. Paucke H., *Chancen für Umweltpolitik und Umweltforschung. Zur Situation in der ehemaligen DDR*, Marburg : BdWi-Verlag, 1994, p. 217 ; Jordan C., Kloth H. M. (Hg.), *Arche Nova. Opposition in der DDR. Das „Grün-ökologische Netzwerk Arche" 1988-90. Mit den Texten der Arche Nova*, Berlin : Basisdruck, 1995.

21. Küchler F., *Die Wirtschaft der DDR. Wirtschaftspolitik und industrielle Rahmenbedingungen 1949 bis 1989*, FIDES Verlag, Berlin, 1997, 159 p.

22. Müller W. D., *Geschichte der Kernenergie in der DDR. Kernforschung und Kerntechnik im Schatten des Sozialismus*, Stuttgart : Schäffer-Poeschel Verlag, 2001, 302 p.

de 30 % la pollution de SO2 entre 1980 et 1993. Ne pouvant honorer ses engagements, la RDA falsifia les données destinées à l'ONU[23].

Tableau n° 1 : Evolution des rejets de dioxyde de soufre en RDA
en millions de tonnes

	1980	1985-1986	1987
Taux réels	4,3	5,3	5,6
Taux transmis à l' ECE	5,0	5,0	4,9

Vis-à-vis du Waldsterben, la RDA passa du refus et du contrôle à l'acceptation. Dès 1982, le raidissement idéologique est manifeste : les données sont classées, les scientifiques sous la surveillance de la Stasi. Envers l'Ouest, le discours est rodé. En RDA, les dégâts sont classiques, mais maîtrisés. Dans l'ensemble, la forêt est en bonne santé. D'ailleurs la production de bois sur pied s'accroît d'année en année. La presse reprend ce discours. Elle parle de la lutte contre les dégâts... dus aux insectes, aux tempêtes, au gel. Les calamités sont naturelles, c'est-à-dire en dehors de la responsabilité socialiste. En 1983, le bureau politique du comité central du S.E.D. (Parti socialiste allemand unifié) attira l'attention sur les mesures destinées à la protection de la forêt. Le pouvoir souligna les dégâts à l'Ouest et le fait que la R.D.A. importait la pollution des pays capitalistes. En 1987, le débat sur le Waldsterben régressa en RFA. Désormais, il était question d'un nouveau type de dégâts. Le gouvernement céda du terrain et les reconnut dans ses forêts. En 1988, les données furent rendues publiques : 980 500 hectares de forêts sur 2,7 millions étaient atteints par la pollution. Le pouvoir céda aux pressions des groupes écologistes. Au reste, il lui était difficile de nier la réalité dans une zone comme les Monts Métallifères, espace de détente du travailleur est-allemand.

Et Tharandt...

Comme on ne pouvait discuter et employer le mot de Waldsterben, Tharandt garda la seule mission qui lui restait : trouver les essences résistantes à la pollution. En parallèle, le Centre de recherche forestière d'Eberswalde près de Berlin engagea un vaste programme d'épandage d'engrais (au magnésium notamment) pour revitaliser les forêts. On recourut à l'industrie chimique et à l'aviation, images relayées par la presse. De l'autre côté, en 1985, l'Institut pour l'énergie de Leipzig conçut un appareil permettant de diminuer de 40 % les émanations de SO2 dans les centrales thermiques. Là aussi, les journaux s'en firent l'écho, mais l'appareil n'était applicable qu'à de très rares centrales.

23. Schwenk H., *Umweltschmutz und Umweltschutz in Berlin (Ost) : zu Auswirkungen der DDR-Umwelpolitik in Berlin*, Luisenstadt : Ed. Luisenstadt, 1996, 87 p.

Toutefois, Tharandt ne resta pas sourd au débat actuel. Tout d'abord, le centre recevait les revues forestières de la RFA, mais les scientifiques ne pouvaient ni emprunter ni photocopier les articles. L'information filtrait pourtant. D'autant plus aisément que les confrères tchécoslovaques étaient impliqués dans le phénomène, ce qui accentuait l'isolement de Tharandt. L'information entrait, mais également sortait du laboratoire. En effet, en son sein, une assistante militait dans un groupe écologiste sur Dresde. Devant l'impuissance du pouvoir, le silence des scientifiques, les opposants au régime, les groupes écologistes et pacifistes prenaient le relais sous le couvert de l'Eglise évangélique.

Au plan scientifique, dès 1983, les études effectuées dans le Harz montrèrent de nouveaux types de dégâts. Cela confirmait le discours du pouvoir affirmant que la RDA importait la pollution de la RFA. Enfin, en 1985, un projet de recherche du département de chimie des plantes fut lancé. Un nouvel acteur nourrissait le débat : la pédologie. La pollution n'était plus l'affaire de chimistes, de météorologues ou de botanistes[24]. De 1986 à 1989, la RDA fut couverte par une trame de 2 650 parcelles expérimentales pour contrôler l'état écologique des peuplements forestiers, en d'autres termes leur vitalité. Cela montra le taux élevé d'acidité à la surface du sol, surtout en Thuringe avec un déficit en magnésium et en calcium. En 1988, l'expression « nouveaux types de dégâts » fut employée. Le vocabulaire scientifique de l'Ouest infiltrait celui des scientifiques de l'Est. Il domina après la chute du mur. Désormais, la pollution était abordée sous un angle systémique, d'où les expressions « écosystème », « perturbation du cycle de la matière », « changements écosystèmaires », etc.[25].

Tharandt présente une continuité en matière d'étude de la pollution atmosphérique. Elle joua un rôle fédérateur dans ce domaine. Le point culmina dans les années 1960. L'ère Honecker et la réunification la ramena à une dimension régionale. Au-delà, l'histoire de la pollution de l'air est en corrélation avec de nombreux facteurs : la croissance de la production industrielle, la précision des appareils de mesure, l'autonomie du scientifique par rapport au politique, la conception même de l'activité scientifique où la preuve absolue laissa la place à la vraisemblance.

---

24. En R.F.A. et en France, le phénomène du Waldsterben fut pris en charge par les pédologues qui initialement n'avaient que très peu de liens avec la pollution atmosphérique.

25. Lux H., *Studie zum Vorhaben Ermittlung des Stoffeintrages über die Luft in Agrar- und Waldökosystme und dessen ökotoxikologische Beteutung*, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Luftreinhaltung, 1991, pp.164-247.

DEUXIÈME PARTIE

QUELLES SOLUTIONS PEUT-ON PROPOSER ?

POLLUTIONS, RÉCHAUFFEMENT, TEMPÊTES COMMENT AMÉLIORER LA RÉSILIENCE DES FORÊTS ?

*par Alain PERSUY**

La résilience est la capacité d'une forêt à se reconstituer après accident climatique, (tempête, inondation, incendie) ou problèmes biologiques : dépérissements, attaques parasitaires, etc.

Depuis les dernières grandes tempêtes, depuis le constat du réchauffement climatique, forestiers et propriétaires se demandent comment non pas éviter ou prévoir les dégâts dans les peuplements, mais les diminuer, s'il existe des méthodes, des solutions pour les rendre plus résistants ? Le débat est animé, avec des recherches quant à la nature des peuplements, leur structure, leur gestion. La comparaison entre traitements réguliers et irréguliers reste d'actualité. Lesquels tiennent le mieux au vent ? Lesquels supportent le mieux les pollutions dues aux dépôts soufrés, à l'ozone, à l'action combinée des polluants ?

La résilience est un phénomène différent. En forêt, il est rare de trouver une seule essence. Le sous-étage existe même dans les monocultures. Dans le sol, les graines présentes constituent une « banque de graines ». Plus on trouve d'espèces différentes, plus la banque est importante et variée. Elle peut permettre à la forêt de se régénérer toute seule après une perturbation sévère. Deux exemples illustrent ce phénomène. Il est intéressant au plan biologique comme au plan financier.

En forêt de Chizé-Aulnay (Deux-Sèvres, Charente-Maritime), une parcelle de 20 hectares, dont l'étage dominant est en hêtre, a été dévastée en décembre 1999. Or, au printemps 2005, sans intervention forestière, la parcelle comporte une quinzaine d'essences spontanées : pins, hêtres, cormiers, merisiers, alisiers, érables, bouleaux, chênes. Le forestier n'a plus qu'à choisir celles qu'il encouragera. La réponse de la nature est simple : irrégularisation.

En massif de la Coubre (Charente-Maritime), une parcelle de même dimension, où le pin maritime domine, a été elle aussi rasée par le vent. Au printemps 2005, on y trouve pins, chênes pubescents, trembles, érables de Montpellier, arbousiers, daphnés, etc. Le forestier doit choisir sans avoir eu à planter et travailler le sol, donc, sans dépenser. Cependant, le type de sylviculture à adopter se pose ensuite.

Dans les deux cas, la forêt s'est reconstituée. Voilà ce qu'est la résilience. Elle est possible à condition d'avoir gardé un maximum d'essences en sous-étage, mais aussi, si possible, dans l'étage dominant. Le mélange aide toujours la sylviculture durable. Bien entendu, le problème des chablis et du nettoyage demeure.

---

* CRPF Poitou-Charentes.

L'essentiel est qu'après enlèvement, la résilience naturelle des peuplements puisse s'exprimer. Ainsi, écologie rime avec économie. Une sylviculture qui utilise l'existant, qui observe l'environnement, se donne des chances supplémentaires de réussite et d'économie.

I – LES MILIEUX NATURELS ASSOCIÉS À LA FORÊT

Tout en conservant la banque de graines et le mélange des essences, la résilience opère d'autant mieux que l'on respecte les milieux naturels associés à la forêt, avec leur cortège d'espèces animales et végétales, avec leurs populations d'insectes et d'oiseaux utiles. Eux contrôlent les espèces indésirables. Ces milieux participent du fonctionnement global de la forêt, écosystème complexe, et non simple collection d'arbres, en fussent-ils les éléments les plus visibles.

Les landes

Nimbées de brouillards persistant quand l'automnes revient, les landes appartiennent autant à la réalité qu'aux légendes d'autrefois. C'est le domaine de l'engoulevent, des busards gris, le libre parcours originel du cerf élaphe. Jardins de bruyères et d'ajoncs, arides ou ponctués de mares, ils méritent d'être sauvegardés. On les considéra pendant longtemps comme improductives, donc inutiles. Les valoriser était un leitmotiv, parfois justifié, telles les Landes de Gascogne, mais souvent exagéré.

Caractérisées par des sols pauvres, secs ou hydromorphes, les landes constituent des habitats remarquables. L'Union européenne leur accorde une grande importance dans la Directive Habitats. Les phyto-sociologues en distinguent plusieurs types. Nous entendons par « landes » les formations végétales qu'ils décrivent, non les landes dites « tempêtes » ou transitoires, entre coupe et replantation, qui sont des «étapes » forestières. Dans les landes véritables, les cortèges végétaux diffèrent en Bretagne, en Limousin, dans le Centre, dans le Sud-Ouest. Les deux exemples cités illustrent cela.

Landes humides atlantiques à bruyère à quatre angles

Les landes occupent des dépressions humides, des bas de versants, avec des sols de pH inférieur à 4,5. La plupart du temps, elles sont régressives, résultant de défrichements, recolonisées par les ligneux en cas de non-gestion. C'est dommageable pour la flore et la faune. Bruyères, callune et ajoncs dominent, avec quelquefois des sphaignes. La molinie est présente, souvent abondante. La bruyère à balais n'est pas rare. Bourdaine, saules, bouleaux pubescents, pins sylvestres et maritimes, figurent parmi les essences pionnières.

Diverses orchidées, (spiranthe d'été, orchis des bruyères), droseras, grassette du Portugal, gentiane pneumonanthe composent les plus belles espèces. Parmi les espèces animales, il faut noter le busard cendré et le busard Saint-Martin,

la fauvette pitchou, lutin méridional à la robe rougeâtre. La grande faune y trouve des zones de reproduction appréciées.

Rares, ces landes ne devraient pas être plantées, mais entretenues par pâturage avec des races rustiques tels les moutons de race solognote ou de race charmoise, avec un gyrobroyage tardif ou des fauches qui exportent la matière organique. Dans le cas de grandes surfaces, on travaille par secteurs successifs de façon à conserver des zones refuges et à constituer une mosaïque de hauteurs de végétation différentes. L'opération doit s'effectuer en fin d'été, début d'automne, hors périodes d'hydromorphie et de nidification. La callune peut servir à constituer des bio-filtres. L'industrie chimique en extrait des substances précieuses. La bruyère à balais offre également des débouchés économiques (palissades). Les produits de fauche ou de broyage constituent d'excellents composts en association avec d'autres éléments. Il est possible de faucher tous les 10 ans, afin qu'elle atteigne une taille commercialisable. Cela demande 7 à 10 ans.

Landes sèches à bruyère cendrée et bruyère à balais

Bruyère cendrée, ajonc d'Europe et ajonc nain, callune et bruyère à balais constituent ses principales espèces. Installées sur sols acides, elles sont devenues résiduelles. Les « brandes », où la bruyère à balais est majoritaire, sont en régression : plus de 60 000 hectares au début du XXe siècle, moins de 6 000 hectares, en Poitou-Charentes, au début du XXIe siècle. L'engoulevent d'Europe, les busards sont présents de même que la fauvette pitchou. Le circaète Jean le Blanc, qui niche sur de vieux arbres tabulaires, s'y nourrit de reptiles. La flore est riche, comprenant par exemple l'orchis des bruyères, le glaïeul d'Illyrie.

La gestion recommandée est la même que celle préconisée pour les landes humides. Les propriétaires devraient être soutenus dans une gestion environnementale, par le biais du fonds de gestion des milieux naturels en zones Natura 2000, ou par les fonds du Ministère de l'Agriculture dans le cadre de l'aide aux opérations en faveur de la biodiversité selon la circulaire DERF/SOF/C 2001-3010 du 7 mai 2001. Conserver le patrimoine mérite d'être pris en compte par la collectivité.

Les mares et les étangs

Les mares constituent un milieu naturel fréquent en forêt, mais négligé. Pourtant, ce sont des biotopes très riches, accueillant des espèces rares et belles. Personne n'ignore les libellules aux noms évocateurs : petite nymphe au corps de feu, agrion jouvencelle, vrombissantes petites mécaniques colorées. Certaines ont besoin de rives dégagées, d'autres de végétaux bas courbés sur les eaux, pour servir leur ponte ou leur chasse. En général, une proportion suffisante d'eau libre est obligatoire. Les iris d'eau, les joncs et carex, les élodées, les myriophylles, les potamots constituent des ceintures végétales indispensables. Elles abritent des amphibiens (grenouilles vertes ou rousses, crapauds communs, tritons palmés et marbrés). Les reptiles les fréquentent volontiers (couleuvre verte et jaune,

couleuvre à collier, couleuvre vipérine). La plupart sont des habitats transitoires, appelés à se boiser naturellement. Aussi est-il essentiel d'empêcher leur comblement. Mais l'entretien exige des précautions. En outre, les mares et étangs constituent des points d'abreuvements indispensables à la faune.
En matière de gestion, les mares demandent :

- Conservation ou réhabilitation des berges en pente douce pour développer les ceintures végétales ;
- Maintien de la moitié des rives en végétation basse pour assurer l'éclairement ;
- Contrôle de la croissance des roseaux et des saules afin d'éviter l'atterrissement, c'est-à-dire le comblement progressif dû à l'accumulation de matière organique.

Quant aux étangs, ils présentent la même importance et remplissent un rôle d'accueil pour la migration et la reproduction des oiseaux d'eau lorsque l'étang comporte des roselières et des phragmitaies (zones de roseaux communs à grandes tiges). Pérennes grâce à leurs dimensions, les conseils de gestion sont les mêmes. Ménager des secteurs tranquilles est nécessaire à la maintenance d'une faune variée.

Les tourbières

Elles comptent parmi les milieux naturels les plus précieux en raison de leur flore. Ces biotopes constituent des conservatoires botaniques et paysagers dont l'évolution à long terme est la forêt, en raison d'un progressif assèchement. Les saules (saule cendré, saule à oreillette), viornes, bouleaux accompagnent les bruyères. Putois, loutre, courlis cendré, bécassines, bécasses, papillons, busards, libellules sont familiers. Les insectes sont nombreux (diptères, coléoptères). Les dépressions sur substrats tourbeux, stade pionnier de la tourbière proprement dite, sont également des habitats d'intérêt communautaire.

Les tourbières devraient rester ,p, aménagées et parfois réhabilitées. Pour celles qui sont en bon état, il convient de conserver le réseau hydrique qui les alimentent et éviter l'envahissement possible des ligneux.

II – AUTRES ÉLÉMENTS DE RÉSILIENCE

Les arbres morts, sénescents et à cavités

Ce sont des milieux de vie riches au plan biologique en insectes xylophages, avec le grand capricorne, le lucane cerf-volant, la rosalie alpine, le pique-prune. Les cavités ne nuisent pas aux arbres. Elles sont favorables aux pics, mais aussi aux rapaces nocturnes, comme les chouettes hulotte et chevêche. Comme les écorces et les crevasses, elles sont fréquentées par les chauve-souris. Les écureuils, martres, genettes les occupent régulièrement sans oublier certaines espèces de batraciens et de reptiles. Le peuplier tremble est très utilisé par les pics pour leurs

loges, le pic noir utilisant des loges hautes, le pic épeichette des loges basses. Les pics à dos blanc et épeichette recherchent les fûts pourris.

Le bois mort accueille une faune variée de décomposeurs. Il en va de même pour les champignons, transformateurs de la matière organique : 80 % des espèces connues sont saprophages, consommant des tissus morts ! Le maintien d'îlots de vieillissement, d'arbres morts et dépérissants garantit un écosystème complet. Ceci n'exclut pas la vigilance nécessaire à l'égard des déprédateurs qui affecteraient les peuplements sains. Après quelques mois, voire une année, un arbre mort ne présente plus aucun danger de dissémination de ravageurs. Plus de 10 000 espèces d'insectes dépendent des habitats forestiers en Europe. Or, parmi ceux-ci, les « ravageurs » représentent moins de 1 %, soit environ 100 espèces.

D'une manière générale, le nombre d'arbres à conserver varie de 2 à 6 par hectare. Ce chiffre permet le maintien de populations viables de chauve-souris. 15 à 20 mètres cubes de bois mort à terre par hectare semblent un minimum biologique, selon les naturalistes. Les arbres morts le long des cheminements sont à abattre pour des raisons évidentes de sécurité.

Les principales espèces cavernicoles sont : Sittelle torchepot, pics, mésange bleue, mésange charbonnière, gobe mouche à collier, pigeon colombin. Les densités d'oiseaux cavernicoles sont en moyenne de :

Tableau n° 1 : Densités moyennes des oiseaux cavernicoles

Oiseaux cavernicoles	Surface demandée par couple
Pic noir	400 hectares
Pic épeiche	10 hectares
Pic épeichette	10 à 20 hectares
Pic cendré	100 hectares
Pic vert	100 hectares
Pic mar	10 hectares
Sittelle torchepot (absente en résineux)	10 hectares
Chouette hulotte (en forêt feuillue)	60 hectares
Idem, (en forêt résineuse)	
Torcol fourmilier	200 hectares
(hétérogène)	
	100 hectares

Les gîtes des chauves-souris sont mal connus. On sait qu'elles utilisent les fissures (Vespertillions), les écorces décollées (Barbastelles), les anciennes loges de pics. Les oreillards, la sérotine commune, certains murins, la noctule de Leisler, la noctule commune, la pipistrelle commune, sont arboricoles. Nombre d'espèces exploitent lisières et friches comme terrains de chasse. Elles sont

très utiles : 1,8 kg d'insectes mangés par saison, pour un individu de quelques grammes ! Combien d'attaques parasitaires sont freinées ainsi.

Lierre, friches et sous-étage

— Le lierre

On l'a considéré comme un parasite à éliminer chaque fois que possible. On a prouvé depuis qu'il est un facteur de biodiversité important :

- Il constitue un lieu de nidification et d'alimentation pour de nombreuses espèces d'oiseaux, par exemple pour les turdidés qui recherchent ses baies l'hiver venu ;
- Il abrite maintes espèces d'insectes et d'arachnides (araignées) :
- En septembre et octobre, son pollen attire abeilles et papillons divers. Ses feuilles donnent un excellent humus, assimilable par l'arbre-hôte qui ne souffre pas de sa présence. Elles tombent en été.

— Les friches

Les friches sont d'irremplaçables abris pour de nombreux animaux. Elles ne doivent pas être considérées comme néfastes. Au contraire, il faut les gérer au même titre que les autres milieux non productifs en terme de sylviculture. La ronce, nourricière de la faune, assure aussi la régénération des essences nobles tel le chêne, et constitue un stade végétatif transitoire.

— Le sous-étage

Le sous-étage d'arbustes installés spontanément rassemble des biotopes exploités par les animaux. Il a aussi un rôle cultural : élagage ou gainage des essences de production, amélioration de l'humus. C'est le garde-manger des petits mammifères ou des oiseaux. Il est lui aussi à conserver, à contrôler éventuellement en fonction des contraintes sylvicoles de régénération et de lutte contre l'incendie. Cela vaut surtout pour les espèces suivantes : laurier des bois, gouet tacheté, chèvrefeuille des jardins, viorne mancienne, viorne obier, houx, fusain d'Europe, lierre, tamier, ronce, cornouiller sanguin, troëne commun, noisetier, buis, if, sureau noir, pommier sauvage, nerprun purgatif , aubépines, sorbier des oiseleurs, cerisier à grappes .

Toutes les espèces arborescentes présentes dans un peuplement ont un rôle similaire, sans parler de leur rôle paysager. Elles sont à garder autant que possible. C'est le cas des érables champêtres, saules, aulnes, bouleaux, frênes, peupliers noirs, trembles, sycomores, tilleuls, charme commun, alisier torminal, quand bien même ces essences ne seraient pas « bienvenantes » dans la station. Plus un peuplement est mélangé, plus il est stable et riche biologiquement parlant. Aujourd'hui, l'aulne, le bouleau, l'érable, le cormier et l'alisier intéressent la menuiserie et l'ébénisterie, avec des bois de qualité recherchée mais trop peu valorisée.

Par ailleurs, le bénéfice humique de certaines essences est prouvé par des travaux récents. La productivité d'essences-cibles est améliorée grâce à la

présence ou à l'introduction d'essences d'accompagnement, compte tenu des considérations de sols, de « stations », qui déterminent le choix de telle ou telle essence.

- L'aulne à feuilles en cœur, l'aulne de montagne en sols frais, est à associer au noyer et au hêtre.
- Le bouleau est à associer au hêtre, au chêne, au châtaignier et aux pins (gain de productivité des pins : 11 %). Le bouleau enrichit le sol en azote, phosphore et potasse. Il peut enrayer le processus de podzolisation et générer à terme un sol brun. Il procure un ombrage léger, un abri contre le gel ou le soleil et maintient une fraîcheur favorable à l'installation d'autres essences.
- le sureau noir est à associer au noyer.
- le noisetier est à associer à l'épicéa.
- le châtaignier est à associer au mélèze.
- le tilleul est à associer au hêtre.

Aux principaux milieux à conserver en forêt, il faudrait ajouter les talus, où nombre d'espèces botaniques, les papillons et les orthoptères trouvent provende et conditions favorables, les ornières, où survivent salamandres et sonneurs à ventre jaune, etc... Pour résumer, il faut affirmer que la forêt ne résistera aux pollutions, ne se régénérera bien, ne sera en bon état biologique, ne sera donc résiliente que si les éléments biologiques et les milieux naturels associés sont respectés, ainsi que les espèces inféodées contribuant à la lutte contre les déprédateurs et autres parasites de faiblesse. Leur action est favorisée par les pollutions. La technique ne remplacera jamais la biodiversité.

UNE POLLUTION BIOLOGIQUE : L'INVASION DE *PRUNUS SEROTINA* EHRH. DANS LES FORÊTS EUROPÉENNES

*par Guillaume DECOCQ**

Le dictionnaire Robert définit la pollution par « l'action de polluer ou le fait d'être pollué », par « une dégradation d'un milieu par l'introduction d'un polluant », « agent physique, chimique ou biologique provoquant une dégradation dans un milieu donné ». Depuis la Convention de Rio en 1992, les invasions biologiques sont reconnues comme la deuxième cause qui diminue la biodiversité. Elles comprennent des organismes animaux, végétaux, fongiques, microbiens. Introduits dans un écosystème, elles entraînent directement ou indirectement l'extinction d'autres espèces. On insistera sur une plante responsable de l'invasion biologique d'écosystèmes forestiers. D'ordinaire, ils sont les moins affectés. En France, quelques espèces sont incriminées : le mimosa (*Acacia dealbata* Willd.) dans la région méditerranéenne, l'érable negundo (*Acer negundo* L.) dans les forêts alluviales, le faux-vernis du Japon (*Ailanthus altissima* (Mill. Swingle) dans les forêts péri-urbaines ou alluviales, le robinier faux-acacia (*Robinia pseudacacia* L.) dans les forêts calcicoles, le cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.) pour ne citer que les espèces arborescentes.

Lorsqu'une plante « exotique » est introduite volontairement ou fortuitement dans un territoire phytogéographique, elle peut disparaître ou s'acclimater et se reproduire. On dit alors qu'elle est naturalisée. Par convention, quand la naturalisation est postérieure au XVe siècle, on parle de néophyte par opposition aux archéophytes naturalisées avant 1500 et assimilées aux espèces indigènes. 10 %, soit très peu de néophytes, deviennent des plantes invasives, c'est-à-dire « des plantes qui, par leur prolifération dans des milieux naturels ou semi-naturels, vont produire des changements significatifs de composition, de structure et/ou de fonctionnement des écosystèmes ». On voit que la définition d'une plante invasive rejoint celle d'un polluant si bien qu'une invasion biologique peut être assimilée à une pollution biologique.

Malgré la multiplication récente des études scientifiques sur le sujet, aucune règle n'a pu être dégagée. L'invasion d'un écosystème résulte des interactions entre la plante exotique et la communauté indigène. Concernant la première, rien ne distingue l'espèce indigène de l'espèce néophyte, mais celle-ci tend à proliférer et à éliminer les autres espèces de la communauté végétale qu'elle envahit. Cela détermine sa capacité invasive (*invasiveness* en anglais). Elle est spécifique à une espèce. Dans l'état actuel des connaissances, rien ne le prédit. Concernant la

* Université de Picardie Jules Verne.

communauté végétale, on comprend mieux les attributs qui rendent vulnérables à l'invasion. Cela détermine sa vulnérabilité ('*invasibility*' en anglais). Outre le fait que les conditions d'habitat doivent satisfaire l'autoécologie de l'allogène, les niches écologiques vacantes, les ressources disponibles jouent un rôle clé. Les ressources sont associées aux perturbations naturelles ou anthropiques qui affectent l'écosystème en question.

L'extension européenne du cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.) est particulièrement significative, tant au niveau continental que dans les forêts du nord de la France, dans la forêt de Compiègne (Oise) notamment.

I – LE RÊVE EUROPÉEN D'UN AMÉRICAIN

Prunus serotina est une essence indigène en Amérique du Nord. C'est l'équivalent de notre merisier européen, *Prunus avium* L. Il fut introduit en Europe, à Paris, en 1623 par Jean Robin. On le planta dans les parcs et les jardins en raison de sa floraison printanière et de son feuillage d'un beau jaune d'or à l'automne. A la fin du XVIIIe siècle, on évoqua son intérêt forestier en sols pauvres. Cependant, c'est la seconde moitié du XIXe siècle qui l'installa en forêt. En 1902, Philippe Guinier le conseillait dans les forêts françaises lors d'une séance de la Société botanique de France ! Pourtant, dès 1907, en Allemagne, l'arbre décevait. Sa mauvaise croissance le rendait inutilisable en ébénisterie. Dans les décennies suivantes, l'espèce connut un second souffle : les propriétés améliorantes de sa litière étaient découvertes. Jusque dans les années 1950, on le recommanda en sous-étage des plantations résineuses afin de limiter la dégradation des sols. Parallèlement, on en fit la promotion comme pare-feu, il brûle mal, et comme coupe-vent, car, arbuste touffu, il protège des souffles. En Allemagne, aux Pays-Bas, on planta des millions de pieds entre 1920 et 1980. La naturalisation remonte probablement au premier quart du XIXe siècle, sans que l'on sache s'il manifestait un comportement invasif. C'est en 1963 qu'un botaniste néerlandais le signala enfin ! Aujourd'hui, le cerisier est présent et envahissant en Allemagne, France, Pays-Bas, Belgique, Danemark, Autriche, Pologne, Hongrie, République tchèque, Roumanie, Italie (au nord) et Angleterre (au sud). Il semble manquer en Scandinavie, en Europe méditerranéenne et en Russie.

En France, c'est le Nord-Est (Nord, Pas-de-Calais, Picardie, Île-de-France, Champagne-Ardennes, Alsace) et le Sud-Ouest (Aquitaine, Midi-Pyrénées) qui sont les plus touchés. La forêt domaniale de Compiègne (13 644 ha) est la plus envahie, avec 80 % des parcelles contaminées. Elle constitue le foyer qui permet à l'espèce d'essaimer vers les autres forêts picardes. La provenance exacte de *Prunus serotina* est inconnue. On dit qu'il s'agirait d'une introduction contemporaine de Napoléon III. Selon les versions, il aurait été planté à la Faisanderie pour nourrir les faisans de l'empereur ou servir de couvert à gibier. On penche plutôt pour une introduction plus ancienne, probablement comme plante ornementale, dans le parc du château à la lisière nord-ouest, ou dans un arboretum forestier sur le site des Beaux

Monts. L'espèce s'y serait naturalisée puis se serait répandue dans toute la forêt. Un second épisode d'introduction, plus récent, n'est pas à exclure. Dans le courant du XXe siècle, l'espèce aurait pu être plantée en sous-étage des résineux, afin d'améliorer le sol, secteur de La Muette. En tout cas, l'espèce a été repérée pour la première fois en 1971, par un agent de l'Office national des forêts (ONF), confronté à l'échec d'une régénération artificielle lié à l'invasion de la parcelle.

II – LES CLÉS DE LA RÉUSSITE

Quoi que *Prunus serotina* puisse coloniser de nombreuses stations, il affectionne les sols pauvres au point de vue trophique (sols podzoliques) et les sols drainés, en particulier sur matériau sableux acide. Cependant, les conditions édaphiques ne suffisent pas. Pour croître, un arbre a besoin de ressources. La lumière joue un rôle crucial dans l'invasion. Le régime des perturbations rend compte de sa dynamique. Les perturbations sont de deux types :

• Les perturbations naturelles, liées aux tempêtes, dont la dernière en décembre 1999. Elles génèrent des chablis, donc des trouées où arrive la lumière. Elles activent les plantules quiescentes de cerisier tardif. Or, dans des forêts en futaie régulière équienne de hêtres, telle Compiègne, les tempêtes sont particulièrement dévastatrices. Les perturbations sont imprévisibles. Elles favorisent l'envahissement « en nappes ».

• Les perturbations anthropiques, liées à la sylviculture. Elles consistent en coupes plus ou moins importantes (dépressage, éclaircissement, amélioration, récolte) qu'on programme tout au long du cycle sylvicultural. Ces perturbations, prévisibles et régulières, affectent des surfaces moindres et favorisent donc plutôt une dynamique invasive en bouquets, les parcelles coupées à blanc mises à part.

On peut ainsi dégager une stratégie générale de l'invasion. *Prunus serotina* colonise les sols pauvres, où la végétation est naturellement paucispécifique, ce qui sous-entend un faible nombre de compétiteurs indigènes. Mais il n'envahit l'écosystème qu'à la faveur de perturbations qui libèrent temporairement l'espace et les ressources. L'ouverture de la canopée constitue le facteur déclenchant.

La dynamique locale des populations de *Prunus serotina* a été approfondie pour comprendre ses mécanismes intimes, mécanismes extraordinairement performants. On parle même à l'égard de son comportement de « Syndrome d'Oskar » par référence au personnage de Günter Grass. Sous forme de graines, que dispersent oiseaux et mammifères, l'envahisseur infiltre n'importe quel peuplement forestier, même la hêtraie la plus sombre. En général, après un hiver de dormance, les graines germent et donnent une plantule. Elle va croître durant deux ans, quelles que soient les conditions d'habitat. Elle atteindra une taille de 30 cm. Au-delà, la croissance dépend de la disponibilité en lumière.

Avec une canopée ouverte, la croissance continue jusqu'à ce que l'individu atteigne la canopée. Il déploie son houppier, fructifie et disperse ses graines. Avec une canopée fermée, la plantule entre en quiescence et attend plusieurs années que la lumière arrive sans augmenter ni en taille, ni en diamètre. Dans l'aire d'indigénat, des plantules quiescentes de 70 ans ont été observées ! A la première ouverture de canopée, la plantule quiescente – « Oskar » – reprend sa croissance à la vitesse record de 56 cm par an^{-1} en moyenne. Elle comble la trouée avant les essences indigènes, dont la vitesse de croissance est moindre. En outre, l'espèce est néoténique. Elle acquiert sa maturité sexuelle avant l'âge adulte. Un arbuste de 1,5 m commence à produire des graines, alors qu'il se rue vers la lumière. A l'âge adulte, sa production dépasse 6 000 graines en moyenne. A leur tour, elles contaminent de nouvelles parcelles et constituent des banques de plantules latentes...

Les performances de *Prunus serotina* ne s'arrêtent pas là. Il arrive que la trouée se referme avant qu'il n'ait atteint la canopée. C'est le cas lors de petits chablis. Le maintien de l'appareil végétatif entraîne une dépense énergétique excédant la disponibilité des ressources. Là où la plupart des essences indigènes mourraient, *Prunus serotina* rétrécit ! C'est ce qu'on baptise le « syndrome d'Alice » par référence au personnage de Lewis Carol : l'appareil végétatif aérien meurt, mais l'individu rejette de souche pour mettre en place des petits rejets quiescents semblables aux « Oskars » issus de graines. De plus, les racines peuvent drageonner, ce qui présente deux avantages : multiplier les tiges feuillées quiescentes (clones d'un même individu) et prospecter l'environnement à proximité du pied mère en quête d'une tâche de lumière. L'individu réorientera sa croissance en conséquence. Grâce à cette plasticité et à cette modularité, un individu de *Prunus serotina* est théoriquement immortel !

En écologie des populations, on estime que la stratégie démographique d'une espèce est un compromis entre deux extrêmes, la stratégie *r*, qui privilégie la croissance et la production de graines, et la stratégie *K*, qui privilégie la survie de l'individu. L'une des clés du succès de *Prunus serotina* est sa capacité à développer une stratégie *K* sous canopée fermée et une stratégie *r* en présence de lumière...

III – L'ENNEMI INVISIBLE

La définition d'invasion biologique inclut les effets néfastes sur l'écosystème envahi. Il était légitime de s'interroger sur les impacts de *Prunus serotina* sur les forêts.

Une première approche, ethnologique et sociologique, aborde le phénomène par les différents usagers. On part du principe que *Prunus serotina* trouble l'ordonnancement paysager et l'exploitabilité forestière, ce qui invalide en partie le travail des gestionnaires. Or, ce n'est guère médiatisé. En France, hormis « l'algue tueuse de Méditerranée » (*Caulerpa taxifolia* (Valh) C. Agardh) et l'ambroisie

(*Ambrosia artemisiifolia* L.) en Région Rhône-Alpes, le problème indiffère. Les moyens d'en faire prendre conscience sont limités. En forêt de Compiègne, sauf une minorité éclairée de scientifiques et de naturalistes amateurs, des « lanceurs d'alerte », seuls les forestiers directement confrontés en ont connaissance, quoique tardivement. Cela reflète les nouveaux savoirs écologiques et biologiques dans la pratique forestière. Pour les uns, le problème est d'ordre écologique. Pour les autres, il est surtout économique, car les régénérations échouent. Les usagers de la forêt l'ignorent, à moins d'en n'avoir fait « qu'en entendre parler ». En s'éloignant de l'épicentre, le degré de connaissance diminue. Il consiste au mieux en connaissances théoriques, même chez les professionnels de la forêt. En forêt de Fontainebleau par exemple, où l'on assiste au début de l'invasion, les agents de l'ONF interrogés savent le « drame » de Compiègne, mais ne font rien, car « à Fontainebleau, on est loin d'être dans la même situation qu'à Compiègne ». Autrement dit, ils n'anticipent pas le seuil d'irréversibilité et attendent pour (ré)agir ! Faute de stratégie et de retour réflexif d'expérience, *Prunus serotina* reste l'affaire de quelques individualités. L'appréhension est ponctuelle, rarement relayée à différentes échelles spatiales et organisationnelles.

Même connu, *Prunus serotina* n'est pas reconnu ! Ainsi, il est surprenant, voire inquiétant, que maints professionnels qui déclarent (bien) connaître *Prunus serotina* le confondent avec d'autres espèces, tel *Prunus padus* (ONF), *Prunus mahaleb* (Inventaire forestier national), ou d'autres exotiques qui ne lui ressemblent pas (Centre régional de la propriété forestière). *Prunus serotina* passe inaperçu, y compris lorsqu'il domine ! L'absence de nom vernaculaire ou l'emploi d'un nom vernaculaire erroné témoignent du problème. Pourtant, certains riverains de la forêt confectionnent des confitures à partir des fruits...

Prunus serotina est massivement présent en forêt de Compiègne, mais est invisible. Cela tient au manque de cadre cognitif d'appréhension plutôt qu'à sa présence ou à son absence au sens physique. *Prunus serotina* est là, comme l'étranger que personne ne reconnaît, dans l'indifférence générale d'une « personne » dont le statut est celui de l'intrus à ignorer. Finalement, l'invasion biologique ne prend un sens que construite socialement. Cela implique des schémas d'interprétation et d'instruments cognitifs. Sinon l'identification reste improbable et ne saurait donner des raisons d'agir pour réduire les conséquences écologiques et économiques.

Mais quelles sont les conséquences écologiques et économiques ? Les secondes semblent évidentes. L'invasion d'une parcelle bloque la régénération forestière naturelle. On n'a pas de chiffre précis sur les surcoûts de la production forestière. Mais la conduite d'une régénération en présence de *Prunus serotina* exige des passages répétés dans les parcelles (tous les 2 à 4 ans) afin de dégager les essences objectif. La question de valoriser le *Prunus serotina* fut vite posée. N'est-il pas un bois d'œuvre précieux dans son aire d'indigénat ? Malheureusement ses qualités technologiques sont désastreuses. L'arbre a un port arbustif. Au prix d'une sylviculture intensive très dispendieuse, on parvient à obtenir des grumes tordues et

noueuses, de petit diamètre. Après des essais infructueux, l'ONF a délaissé cette piste. On estime les parcelles envahies comme « perdues » pour la production.

Les conséquences écologiques sont moins évidentes. Bien sûr, la transformation du paysage est incontestable. A Compiègne, *Prunus serotina* domine en bien des points de la forêt. En devenant l'espèce structurante de certains peuplements, il détourne la quasi totalité de l'énergie solaire disponible. Cela laisse peu de chances aux autres ligneux de s'installer. Les propriétés de la litière, qui enrichit le sol en phosphore et en azote, sont confirmées. Mais en termes de biodiversité, il n'est pas sûr que l'effet soit négatif. L'allogène occupe une niche vacante. Soit naturellement, eu égard à la pauvreté du réservoir local d'espèces indigènes. Soit artificiellement, à cause de la sylviculture. Il ne « déplace » pas des espèces établies auparavant. Ainsi, aucun changement significatif n'affecte la végétation herbacée. La richesse spécifique demeure, mais les rapports de force entre espèces évoluent. De ce fait, l'impact écologique ne sera significatif qu'après plusieurs cycles sylvigénétiques. Cela contribue à l'invisibilité du phénomène, car ces cycles ont un pas de temps supérieur à la vie humaine.

IV – QUEL AVENIR POUR *PRUNUS SEROTINA* ?

En une cinquantaine d'année, *Prunus serotina* est passé du statut d'essence utile recommandée au statut de « peste végétale » à éradiquer. Qu'en sera-t-il dans cinquante ans ? Peut-être celui d'une espèce intégrée, avec laquelle les forestiers vivent.

Même si le statut de plante invasive de *Prunus serotina* est reconnu, les mesures d'éradication sont ponctuelles et conduites par l'ONF ou par des bénévoles appartenant aux associations naturalistes. Elles consistent à abattre les semenciers, arracher manuellement ou mécaniquement des arbustes, gyrobroyer les fourrés ou traiter chimiquement au glyphosate. Dans les pays voisins, des essais de lutte biologique spécifiques ont été tentés. Dans tous les cas, le taux de réussite est faible. Les interventions doivent être répétées. Plus une population est importante, plus les chances de succès sont réduites. Les syndromes d'Oskar et d'Alice sont des atouts majeurs pour l'envahisseur, qui lui permettent de se régénérer après semblables traitements. Ils ne sont pas spécifiques, sauf la lutte biologique, et ne prennent pas en compte la biologie de l'espèce. La meilleure stratégie serait de contenir les populations existantes et, surtout, de prévenir l'implantation de nouvelles populations. Cela suppose un système de veille sanitaire efficace, par exemple à une échelle régionale. Des outils modernes, comme les systèmes d'information géographique (SIG) le permettent. On peut cartographier les populations en place, les habitats forestiers les plus vulnérables. On peut simuler la dynamique invasive de *Prunus serotina* pour déterminer les secteurs à surveiller. De nouvelles implantations seraient ainsi précocement détectées et pourraient être éradiquées. En attendant, cette pollution biologique gagne la forêt tempérée européenne. Paradoxalement, la commercialisation continue dans plusieurs pays, dont la

France. D'un côté, des forestiers et des naturalistes confrontés au problème tentent de lutter. De l'autre, des pépiniéristes (et des forestiers mal informés) qui le propagent. Entre les deux, la majorité pour laquelle *Prunus serotina,* comme les plantes invasives en général, n'a pas de visibilité et n'est pas prioritaire.

L'absence de médiatisation amplifie cette indifférence. Sans mise en ordre du discours, l'invasion biologique n'est pas une représentation collective et ne touche pas les différents acteurs, ce qui bloque l'anticipation et la prévention du phénomène. Sans appropriation de la problématique par le public, il ne peut y avoir pression de l'opinion sur le politique. Il n'y a pas de pensée systémique et globale capable de définir une stratégie d'action. L'absence d'arrière-plan cognitif fait qu'on se rabat sur les savoirs usuels et les procédures routinières. Dans cette perspective, les initiatives sont coupées de tout réseau institutionnel et de soutien. D'où la pauvreté des actions de défense, qui relèvent plus d'un traité d'alchimie que de méthodes rationnelles. Quand « *Prunus serotina* » sera appréhendé comme problème par la population et les pouvoirs publics, le stade sera devenu irréversible. Il faudra l'accepter. Mais, finalement, n'est-ce pas une composante de ce qu'il est convenu d'appeler le « changement global » ? Cela façonne la forêt de demain.

LES NUISANCES ANTHROPIQUES PASSIVES

par Jean-Pierre LÉONARD

Les hommes ont longtemps exercé leur pouvoir sur la forêt par des actions délibérées tel le pacage, les défrichements, les exploitations parfois abusives. Nous constatons la multiplication des nuisances provoquées par des groupes humains sans lien juridique avec les territoires boisés. Ils sont souvent seuls présents sur le terrain, car les propriétaires n'ont plus de raisons de s'y rendre faute de récoltes à préparer ou à exécuter. Dans l'analyse des causes et des conséquences de cette situation, seront pris en compte les relations homme-forêt et les spécificités de notre territoire. Les effets négatifs de la non-gestion donnent un poids supplémentaire à la sylviculture économique qui gère l'espace.

I – LES SOCIÉTÉS À L'ŒUVRE DANS LES ÉCOSYSTÈMES ARBORÉS

L'Homme espèce invasive

L'opposition entre nature et culture a constitué le cadre initial des problématiques naturalistes, avec un Avant constitué par une nature sans hommes et un Après où l'homme détruit la nature. L'illusion procédait de l'observation d'un monde rural encore stable. De même les ethnologues attribuaient aux humanités premières une relation apaisée avec leurs milieux dont leurs descendants exsangues auraient héritée.

Pourtant, des études récentes montrent combien l'Homo sapiens fut un facteur puissant de modelage des écosystèmes. En témoignent les hommes de l'âge de pierre du plateau central de la Nouvelle Guinée ou de l'île de Pâques, comme les premiers amérindiens qui assistèrent à la disparition de l'antique mégafaune, ou encore les aborigènes australiens co-auteurs des « hot-spots » sur la biodiversité mondiale, sans oublier les anciens peuples de l'Amazone qui façonnèrent les riches terroirs de la Terra Preta. Depuis l'invasion du monde par notre espèce, la libre nature n'est plus. Il n'y a pas eu d'année zéro pour la forêt.

La gouvernance de l'homme relève du contrôle *top-down*, par lequel les niveaux trophiques supérieurs s'imposent aux niveaux trophiques inférieurs. C'est ainsi que les grands vertébrés brouteurs de cimes, dinosaures puis mammifères, ont créé les arbres puis orienté la composition et le fonctionnement des écosystèmes arborés.

Néanmoins l'image d'une nature primordiale continue à hanter les esprits. On tarde à mettre à jour les catégories d'associations végétales ou des habitats. Et que penser des mondes vides qui figurent volontiers en exergue des fresques historiques ?

Les facteurs sociétaux dans l'évolution des forêts

Le rôle clé des sociétés dans la génération et le fonctionnement des espaces arborés conduit à proposer 4 types forestiers: 1° – les espaces arborés utilisés pour leurs ressources alimentaires; 2° – la forêt industrielle organisée pour fournir des bois à la métallurgie et des pâtes aux papetiers ; 3° – la futaie réglée pour produire du bois d'œuvre ; 4° – les espaces arborés où toute activité de production de biens échangeables a disparu (forêts-sanctuaires ou forêt friche). Leurs physionomies globales sont aisément reconnaissables. Les stades d'évolution des sociétés maîtresses du terrain sont identifiés par la densité des hommes et le PIB par habitant. Chaque type forestier est déterminé par ces deux caractères sociétaux.

Les états successifs des forêts d'un même pays sont réglés par la progression de ces mêmes caractères sociétaux. Les pays riches et peuplés sont à la limite de la forêt productrice de bois d'œuvre et de la forêt friche ou sanctuaire.

Les structures forestières permettant la productivité du travail

Les densités humaines et le PIB par tête définissent les besoins qu'on projette sur la forêt mais aussi les moyens de la filière. Ainsi, aujourd'hui, l'exploitation des forêts résineuses de montagne ne reste possible que si la pente n'interdit pas l'emploi des machines. La contrainte pèse tout au long de la chaîne de transformation. Seules des forêts à faible biodiversité et à large structure foncière pourront alimenter les énormes établissements de sciage qui tiennent le marché. La production de lots importants et homogènes assurent leur compétitivité.

La société peut assouplir ces conditions afin de protéger certains espaces. Ainsi, des subventions assurent la survie en forêt publique d'une sylviculture classique à longues révolutions. Cela assure le jeu simultané des trois fonctions sociales, écologiques et économiques. Mais, à ce prix, la gestion est souvent a minima. L'extension aux forêts privées françaises des mêmes impératifs mais sans aides conduirait à une impasse.

II – LES SPÉCIFICITÉS DE LA FORÊT FRANÇAISE

Les espaces arborés français ne sont guère adaptés à une filière de produits de masse et aux règles édictées pour protéger l'environnement. Elles concernent implicitement des massifs importants, continus, homogènes, peuplés de futaies. Or c'est une fraction modeste de l'étendue boisée nationale qui présente ces caractéristiques.

Retour sur l'histoire des forêts françaises

Sur 55,5 millions d'hectares du territoire métropolitain, les espaces arborés, forêts et peuplements ligneux bas, couvrent 18,5 millions d'hectares, dont 4,5 pour la forêt publique. La production de bois d'œuvre est possible sur près de 8 millions d'hectares et pratiquée sur environ 7 millions d'hectares, dont 2,5 en forêt privée, dont la moitié est gérée. La plupart des surfaces boisées n'ont aucune

structure. C'est un espace interstitiel. Il englobe des parcelles agricoles, des lotissements, qui remplacent les anciennes fermes.

La forêt française de l'Ancien Régime couvrait 7,5 millions d'hectares productifs. Le bois de feu était lucratif en raison de la demande des industries du feu et des besoins domestiques. Un « décollage » industriel tardif, une poussée urbaine et industrielle lente ont longtemps retenu la majorité des actifs d'une agriculture archaïque réclamant des sols nouveaux.

Vers 1860, en forêt domaniale, la production de bois d'œuvre augmenta. Elle a bénéficié des préceptes qu'établirent les forestiers visionnaires des années 1820. Pourtant, la futaie n'est cependant jamais devenue le modèle dominant. Dans le même temps, la vague des défrichements reflua ; d'où l'abandon de 8 millions d'hectares de sols agricoles. Une fraction fut recolonisée par la populiculture et la pineraie. Le reste, c'est-à-dire l'essentiel, s'est embroussaillé.

Une filière que freine la dispersion de la ressource

Les indices sociétaux qu'on prévoit situent la France dans cette période de transition où la fonction économique des forêts est menacée. Pour autant, la demande de produits finis ligneux demeure orientée à la hausse.

Le décalage entre la production biologique et la demande intérieure qui sont en expansion et la faible progression des volumes récoltés est souvent attribué au manque de dynamisme des transformateurs. Il semble mieux fondé de mettre en cause la teneur même des forêts. Elle sont rarement adaptées à la production de masse. On ne dispose pas par hasard de telles ressources.

Devant le dérapage du commerce extérieur des produits ligneux, le pilotage lointain de l'industrie lourde, les difficultés des PME du sciage, en amont, on commence à espérer que les règles du jeu changent. Maintenant ce seraient les vertus des forêts, des produits en bois en matière de qualité de l'environnement qui assureraient l'équilibre financier de la filière. On espère monnayer le piégeage du CO2 qui résulte du gonflement du stock sur pied et de la séquestration du carbone dans les charpentes et les meubles. En fait, l'essor, bien réel, du bois dans la construction, conforme aux stipulations de la loi sur l'air, est loin d'être couvert par les seuls produits de nos propres forêts.

La santé du secteur de la trituration, qui génère la plus forte part de la valeur ajoutée de la filière, dépend de la transformation mécanique. Ainsi, le boom de la scierie autrichienne entraîne une disponibilité accrue de bois qui stimule les papeteries locales.

Le rondin de chauffage forestier constitue une vraie alternative aux combustibles à effet de serre. C'est le seul biocombustible dont la préparation n'exige qu'une faible quantité de carburants et combustibles fossiles. Cependant, la productivité du travail y est si mince qu'elle compromet son développement sans mécanisation lourde. En effet, elle est moindre que dans les houillères maintenant arrêtées. Pour les neuf dixièmes des volumes, elle suppose un travail sans charges ni protection sociale.

C'est par un effort renouvelé et onéreux qu'on maintiendra les espaces forestiers susceptibles d'alimenter des activités marchandes. Ainsi, la forêt inutilisée car inutilisable étendra encore son emprise.

III – ATOUTS ET RISQUES D'UNE FORÊT SANS ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE

La cessation de la demande en biens matériels, élément-clé de la sylviogénèse, révèle une forêt nouvelle, encore anthropisée. Elle est marquée par les conséquences indirectes des activités humaines en raison de nuisances passives. Quels sont les effets de la progression qui caractérise la forêt sanctuaire et la forêt friche ?

Importance et limites de la forêt sanctuaire

— Les parcs et jardins

Dans les pays riches à la périphérie des villes, ces espaces voués au repos et à la santé gagnent du terrain. On rangera dans la même catégorie les parcs particuliers et les terrains de golf, tous en partie boisés. L'ensemble est intensément géré et surveillé, souvent clôturé. Le coût étant élevé, ils ne couvrent une part notable de l'espace boisé national que dans les pays à très forte densité de population, comme la Flandre belge.

— Les réserves intégrales et parcs nationaux

Les réserves naturelles et parcs nationaux relèvent d'une autre démarche. Aux Etats-Unis, ils remontent à une philosophie de la nature suscitée par les fronts de colonisation et les concentrations urbaines. Dans le même temps, Ils refusaient la présence des populations qui occupaient ces lieux avant d'être exterminées ou expulsées dans le cas des petits blancs. Les pseudo-sanctuaires de la nature étaient une terre vidée de ses premiers habitants. Sans insister sur l'ordre écologique nazi instauré en 1934 et 1935, on ne peut passer sous silence la lutte contre l'immigration hispanique que mène le Sierra Club au nom de la protection de la nature américaine.

En France, les premières mises en réserves relevaient d'un souci esthétique. Depuis, les réserves intégrales se sont multipliées pour défendre les espèces menacées, végétales ou animales, ainsi que leurs habitats. Ces laboratoires destinés à voir la « nature » à l'œuvre en l'absence du facteur-clé que constitue notre propre espèce permettent d'étudier les écosystèmes ainsi simplifiés. On limite aussi de façon arbitraire les populations de grands ongulés dont les hommes furent les régulateurs principaux.

La référence à une « année zéro » de l'histoire des forêts ayant été écartée, on hésite à supputer ce que serait l'aboutissement d'une série dynamique progressive. La notion de climax se dissout dans un faisceau de perspectives liées aux modes de gouvernance humaine.

Ainsi, l'avenir des réserves intégrales demeure inconnu, ce qui passionne les chercheurs. Les effets des changements climatiques et surtout la mondialisation des cortèges parasitaires amplifient le nombre des évolutions possibles.

Les forêts sanctuaires, contrôlées par des responsables clairement désignés, ne présentent aucun inconvénient qui viendrait en équilibrer les avantages. En 1988, les dégâts que provoqua l'incendie du Parc National du Yellowstone restent exceptionnels.

La forêt friche, un milieu à risques

Alors que la mise en réserve constitue une gestion soigneusement planifiée au départ et poursuivie dans la durée, la déprise forestière résulte de l'abandon du contrôle exercé par le propriétaire, sur un terrain boisé ou sur une friche agricole embroussaillée. Dans ce cas, le principe « laissez faire la nature » conduit rarement à un espace plus naturel, car la pression des groupes humains de passage augmente.

— La déprise forestière résulte de l'interruption de l'exploitation forestière

Au fur et à mesure de l'élévation du PIB par habitant, les exigences d'efficacité projetées sur les acteurs économiques provoquent l'arrêt des établissements incapables de progresser assez vite. N'y échappent que les produits de luxe et les produits porteurs d'innovations. Cette loi vaut pour les produits forestiers car la matière première est renchérie par les difficultés de récolte et les dépenses qu'exige la confection de lots homogènes et importants.

Les forêts de certains grands pays, tels le Japon, perdent leur fonction économique. Notons qu'en Allemagne, caractérisée naguère par un faible taux d'exploitation ligneuse, le freinage actuel de l'expansion économique incite à relancer le sciage, comme en Autriche. Les scieries gigantesques, où l'effet d'échelle joue à plein, regonflent le parc industriel. On profite ainsi de la concentration physique et cadastrale de la forêt germanique. De même, le retour à une sylviculture active permet à la Suisse de limiter les avalanches que favorise la sénescence des forêts d'altitude.

— La forêt friche résultant de la déprise agricole

Le recul de l'espace agricole libère des territoires. On les voit envahis par la végétation ligneuse, dans la mesure où les besoins en surfaces artificialisées sont en deçà de ce retrait. Cela ira croissant avec la densification urbaine qu'imposent les économies d'énergie. La révision de la politique agricole de l'Union européenne et les contraintes administratives, que la traçabilité des aliments engendre pour les petites exploitations agricoles, incitent aux déprises. Le retour à l'herbe sera limité du fait du morcellement foncier.

Dans les pays très peuplés, les déprises arborées contribuent au patchwork des paysages. Ailleurs, elles perturbent la gestion de l'espace.

— La friche forestière, un espace en danger

Les espaces arborés abandonnés sont sensibles aux agressions des habitants et des visiteurs. Une des nuisances les plus évidentes concerne les engins qui circulent librement. On déplore ce tourisme en forêt qui transforme le promeneur d'hier en conducteur d'engins tous-terrains qui pénètre dans des espaces supposés ouverts. Le tableau du tourisme en forêt dressé par le rapport Bianco ne pouvait prendre en compte les 100 000 quads amenés par autant de 4x4.

Les zones accessibles en forêt poubelle, avec les dépôts sauvages, leur « cabanisation » avec des habitats temporaires de fortune, progressent, car les ayants droit cessent de gérer ces terrains. Le risque d'incendie est particulièrement élevé comme en témoigne le différentiel des surfaces parcourues par les feux en forêt économique et en forêt non-gérée.

La qualité écologique de ces espaces est favorable, puisqu'ils comportent de nombreux écotones, d'arbres morts, de trouées. L'aspect ne reste pas satisfaisant en raison du brouillage du parcellaire. La Corniche des Cévennes, la Castagniccia ou la Forêt Usagère de La Teste offrent cette monotonie qui naît de la broussaille ponctuée d'arbres morts ou dépérissants. Sur les calcaires méridionaux, l'espoir que l'évolution augmente la part des chênes pubescents, plus résistants aux incendies, est compromis par le passage des feux et l'arrivée de nouveaux parasites. Les nuisances anthropiques passives ramènent les séries dynamiques progressives au rang d'hypothèses.

— La friche forestière, un espace dangereux

Les espaces arborés méditerranéens, 4,5 millions d'hectares, montrent la friche forestière menaçant les installations humaines. La plupart ne sont ni exploités ni même reconnus par ses propriétaires légaux. Leur structure foncière se détériore, car la division parcellaire ne les gêne pas. N'étant pas un outil de production, à chaque héritage on peut les diviser sur le papier. On ne s'en prive pas. Ces titres constituent en quelque sorte un billet de loterie. On reporte le tirage en l'attente de l'approche des fronts d'urbanisation.

La non-gestion transforme la forêt méditerranéenne en poudrière. Une armada de moyens aériens et terrestres n'empêche pas le passage du feu sur des surfaces annuelles augmentant de 20 000 à 60 000 hectares. Le climat est loin d'expliquer le coût exorbitant de la prévention et de la lutte : l'héritage d'une micro-agriculture de subsistance et l'implantation désordonnée de l'habitat y contribuent largement. A l'œuvre dans d'autres régions, les mêmes causes sociétales font de la forêt friche une menace par le feu et par la tempête pour l'espace rural national.

Limiter la forêt friche et ses nuisances

Sur plus de la moitié d'un espace arboré dilaté, la fonction économique régresse. Les raisons sont communes à tous les pays riches et peuplés. Ici, elles sont aggravées par les spécificités nationales. Les forêts sanctuaires, appré-

ciées mais coûteuses, garderont une place relative restreinte. Pour l'essentiel, l'alternative oppose la forêt en friche à la forêt qui vit de sa fonction économique et fournit la filière bois. La soutenir relève d'une sage appréciation des chances et des risques de la forêt française. Ce fut la politique du Ministère de l'Agriculture en organisant le FFN et en permettant la gestion multifonctionnelle des massifs domaniaux ou communaux.

En forêt privée, est-il trop tard pour réagir afin que les nuisances amplifiées par la non-gestion obligent à appliquer prudemment certaines règles écologiques, d'autant que toutes ne sont pas fondées.

La mondialisation bouleverse les équilibres naturels. La réponse suppose une gestion attentive des territoires, non l'abandon à la force aveugle des interférences d'innombrables taxes. Le retour à la nature sauvage est un mythe dangereux. Cultiver la forêt sur une part accrue est impératif tant pour maintenir la filière économique que pour éviter l'extension d'une non-gestion laide, dangereuse, où la biodiversité est médiocre. Les hommes qui acceptent ce pari sont à soutenir et non à enfermer dans des contraintes sans espoir.

L'ARBRE URBAIN, HÉROS DE LA RÉSISTANCE ?

*par Corinne BOURGERY**

Il s'agit moins d'offrir que de partager expériences et interrogations ouvrant sur des discussions. Certains constats prêtent en effet à réflexions, voire à utilisations pour améliorer la préservation de nos arbres et de nos forêts. Ainsi, certaines situations et observations sur l'arbre en ville ont été privilégiées afin d'en tirer parti, même pour la pratique forestière.

Dans cette logique, on insistera sur les points suivants :

- Une extension racinaire limitée avec, pourtant, des arbres vigoureux et bien ancrés ;
- Des capacités de réaction à la taille et aux blessures positives et négatives ;
- Des constats qui obligent à pousser l'investigation pour mieux comprendre ;
- Des choix d'essences à prendre en compte selon les sécheresses et les températures.

I – OÙ SONT LES RACINES DES ARBRES DE VILLE ?

La fréquente nécessité d'intervenir au pied des arbres urbains (tranchées, travaux d'aménagement) révèle certaines conformations racinaires. Lors de récents chantiers, on constate une fois encore combien leur système racinaire est peu développé. Cela ne concerne pas que des arbres au port très architecturé. Pareil constat interroge sur la bonne alimentation des arbres. Or les arbres observés ne manquent pas toujours de vigueur ! Cela souligne également que l'ancrage est un problème plus mécanique que physiologique. Pour illustrer le propos, le « déplacement » des platanes cent-cinquantenaires formaient à Avignon une partie des remarquables alignements du cours Jean-Jaurès à Avignon. Ils avaient 20 mètres de hauteur (hauteur non naturelle, car les arbres sont régulièrement taillés. On remarque que jusqu'à 0,90 mètre de diamètre, ils ne présentent presque aucune racine au-delà d'un cercle de 2,50 mètres de rayon depuis l'axe du tronc et au-delà de 1,50 mètre de profondeur de sol. Pourtant, la granulométrie de celui-ci ne pose pas de problèmes d'enracinement. Comment tiennent et vivent pareils arbres ? Est-ce dû à la robustesse du platane ? Notre expérience est en effet très liée à cette essence.

---

* Ingénieur agronome, urbaniste, conseil en arboriculture.

II – RÉACTIONS AUX TAILLES ET BLESSURES

Pour répondre aux diverses contraintes urbaines, l'entretien régulier des arbres de ville a permis de mieux comprendre la biologie et la physiologie de l'arbre. Il ne s'agit pas d'expliquer leur capacité de réaction et de compartimentation interne, mais de rappeler que les suivis et les diagnostics pour maintenir des arbres mûrs révèlent des cavités et des infestations par les champignons lignivores. Ils sont le cauchemar des gestionnaires, car ils indiquent la moindre solidité de l'arbre atteint. On le constate au travers des diagnostics et des pronostics établis pour l'amadouvier (*Fomes fomentarius*), les ganodermes (*Ganoderma aplanatum, lucidum*, etc.) ou encore le phellin tâcheté (*Phellinus punctatus*). Les suivis d'arbres d'ornement infestés ou l'analyse de leur rupture éclairent la virulence des lignivores.

III – CORRÉLATIONS ENTRE PHYSIOLOGIE ET CLIMAT

Les surveillances des patrimoines témoignent de la résistance des arbres à de nombreux maux. Pourtant, des incertitudes demeurent et les surprises, mauvaises en général, ne viennent pas là où on les attend. Je mettrai l'accent sur deux faits en cours d'analyse : les ruptures estivales de branches et les échaudures d'écorce.

Ces phénomènes anciens semblent en recrudescence, surtout après des années d'aléas climatiques particulièrement graves avec la canicule et les sécheresses cumulées depuis 2003. Leurs incidences sur les arbres, outre une plus grande faiblesse, méritent d'être approfondies. C'est l'occasion d'évoquer deux recherches menées au sein de l'Inra, à l'antenne de Clermond-Ferrand, unité Piaf.

Les ruptures estivales de branches

On appelle rupture estivale de branche la cassure soudaine de branches saines. Cela pose des problèmes de responsabilité aux gestionnaires et aux experts. Leurs causes demeurent mal expliquées. Elles sont donc imprévisibles. La Société Française d'Arboriculture a attribué le prix Francis Dejonghe 2005 à l'Umr PIAF, pour son étude sur les raisons possibles de rupture. Ce prix a financé Gaspard Houziaux, master de mécanique, pour un stage de cinq mois dans l'équipe Meca du Piaf (Inra, Clermont-Ferrand). L'encadrement fut assuré par C. Coutand[1], B. Moulia (Umr Piaf) et V. Dellus (arboriste conseil, membre de la SFA).

L'étude bibliographique montre que les ruptures estivales ont lieu dans les journées sans vent, l'après-midi ou en soirée, après de fortes chaleurs ou en période de sécheresse, parfois après une pluie. Les branches touchées sont basses, plutôt horizontales, de fort diamètre important (> 30 cm). Pour moitié, la rupture se produit à la jonction du tronc et de la branche, pour l'autre, de 1à 4 m de cette

1. C. Coutand, *Lettre d'arboriculture de la Société française d'arboriculture*, n° 39, 2005.

jonction. La fréquence dépend de l'espèce, mais en France les données statistiques sont insuffisantes sur ce point.

Les premières conclusions dégagent certaines causes des ruptures estivales. On peut penser que les valeurs de précontraintes du bois tiennent un rôle considérable. Il apparaît essentiel :

- De mesurer les précontraintes sur les charpentières basses des vieux arbres ;
- De collecter des échantillons pour conduire des études anatomiques qui fourniraient une typologie des branches rompues ;
- De modéliser la répartition des précontraintes pour reconstituer le champ de contrainte dans les branches rompues à partir des données anatomiques ;
- De simuler les contraintes ou les changements de propriétés du bois dus aux changements locaux de température et d'humidité.

Ces quatre étapes constituent un travail important qui demandera deux à trois ans.

A propos des échaudures

Les échaudures sont bien connues en arboriculture fruitière. Il est probable que les pratiques de plantation en ville, couplées à des climatologies particulières, ont amplifié les difficultés relatives aux arbres d'ornement. Les éclatements d'écorce le long des troncs ou sur les charpentières, notamment sur la face sud-sud-ouest, exposée plus longtemps à l'ensoleillement, interpellent le gestionnaire. Faut-il refaire les nouvelles plantations entièrement atteintes ? Faut-il attendre que le bourrelet cicatriciel fasse son œuvre ? En ce cas, que sera la qualité du cœur de l'arbre mis à nu dans les premières années et soumis aux pathogènes environnants ? On utilise des palliatifs immédiats comme des protections renforcées, telles les nattes de jonc ou équivalent, et cela dès la plantation. En effet, les incidences financières et l'engagement de la responsabilité pour l'avenir concernent le gestionnaire.

En réfléchissant aux incidences qu'a la sécheresse sur la sensibilité au froid, l'Unité mixte de recherches Piaf de l'Inra de Clermont-Ferrand, que dirige T. Améglio, permettra peut-être de mieux comprendre le phénomène. Il semble qu'une sécheresse sévère, associée à une forte chaleur, comme ce fut le cas l'été 2003, ne provoque pas seulement une défoliation précoce. Elle amoindrit la capacité de l'arbre à résister au froid l'hiver suivant. On pourrait en déduire des éclatements cellulaires expliquant les nécroses sud-sud-ouest.

IV – QUELLE ESSENCE CHOISIR ?

Le microclimat urbain, plus sec et plus chaud que les contextes naturels, enseigne-t-il quelque chose sur les gammes végétales possibles, surtout dans la perspective du réchauffement climatique ? Il y a longtemps que les essences méridionales voient remonter leur limite septentrionale, tel le micocoulier (*Celtis australis)*, largement répandu, qui réagit bien jusqu'au nord de la Région parisienne.

Pour l'heure, le choix des essences, en ville comme ailleurs, demeure un problème. Les récentes difficultés climatiques ont contribué à la recrudescence de

certaines maladies, à l'arrivée de ravageurs inconnus ou peu présents jusque-là. On citera l'extension de la maladie de la suie, notamment sur érable plane et sur érable sycomore, due à *Cryptostroma corticale,* ou encore celle de la mineuse *Cameraria ohridella* sur marronnier. Avec les aménagements urbains responsables des changements dans l'alimentation en eau, avec les sécheresses cumulées, on peut se demander s'il faut continuer à planter des érables et des marronniers. De là à adopter les seuls palmiers, ce serait ignorer la nouvelle menace de son ravageur, comme *Paysandisia* qui vient en droite ligne des Tropiques !

Force est d'admettre que les arbres urbains résistent de façon surprenante, malgré les difficultés rencontrées. Pour autant, ils sont menacés. Comme en forêt, les difficultés climatiques couplées à d'autres impératifs, la gestion des sols et des terres végétales par exemple, n'annoncent pas un avenir facile. Il sera de plus en plus compliqué de répondre aux demandes d'arbre et de nature des citadins. Les observations faites montrent combien il est délicat de les satisfaire. Pour assurer des paysages pérennes et de qualité, le gestionnaire d'espaces publics ne saurait jouer aux expérimentateurs. Il a des obligations de résultat et de sécurité. Dans ces conditions, qui peut financer les suivis, les expérimentations, les recherches nécessaires à la connaissance des résistances ? Cependant, il y a urgence. Ainsi, une jeune plantation urbaine qu'ont abîmée des échaudures d'écorce par exemple, oblige à débourser 1 000 euros par arbre.

DESSINER LA FORÊT POLLUÉE : UNE GAGEURE ?

*par Elsa VIEILLARD-BARON**

Les illustrateurs hésitent à représenter la pollution de la forêt. Le dessin de presse nationale évite cette thématique. La forêt est absente des caricatures sur les dégradations environnementales. Même Cabu, très engagé dans le domaine de l'écologie, ne le fait pas. De la même manière, les BD esquivent la question, du moins en ce qui est les BD grand public, les « BD de l'enfance » plus particulièrement. Elles recourent au milieu forestier pour symboliser la nature idéale, sauvage, pure.

Cependant, quelques illustrateurs, moins connus, ont exploré le terrain de la forêt polluée. Comment l'abordent-ils ? Le traitement éclaire-t-il sur l'absence de traitement général ? En quoi la confrontation des deux grandes approches de la forêt en BD, la forêt comme symbole d'une nature virginale et la forêt comme symbole d'une nature mourante, permet-elle de mieux saisir l'enjeu complexe, voire la gageure, qu'est la représentation de la pollution forestière ?

I – LA FORÊT TRADITIONNELLE EN BD : UNE NATURE « VIERGE » ?

Les BD grand public, qui nourrissent l'imaginaire de l'enfance, font souvent de la forêt une nature virginale, nourricière et luxuriante. Elle ne serait pas soumise aux pressions ni aux dégradations des sociétés. On prendra ici trois séries de BD canoniques typiques d'une telle tendance : les Schtroumpfs, Astérix, le Marsupilami.

Une forêt vivace

Les trois séries montrent des forêts extrêmement vigoureuses, constituées de feuillus, tellement feuillus qu'ils remplissent les cases de la BD. La forêt devient le seul horizon qu'ont les héros. Exemple de cette situation, la définition du terme de forêt dans l'encyclopédie en ligne du Marsupilami. Elle est largement tirée de la première page de *La queue du Marsupilami*. « La forêt palombienne est un enchevêtrement luxuriant. Du ciel, personne n'a jamais pu en photographier le sol. D'ailleurs, existe-t-il ce sol ? La forêt de Palombie semble posée sur la tête de millions d'arbres, eux-mêmes juchés sur une forêt plus épaisse encore. »

---

* ENS-Lyon.

Greg et Batem, *La queue du Marsupilami*, Édition Marsu Productions, 1987.

Une forêt nourricière

La forêt est source de vie et porteuse de richesses. Pour les Schtroumpfs, ce sont les champignons bien sûr, qui servent même de maisons, c'est la salsepareille, que le Grand Schtroumf envoie souvent chercher, ce sont les fleurs pour la Schtroumpfette et les papillons, qui suggèrent le pittoresque du décor. Pour Astérix et Obélix, ce sont les sangliers des banquets, tandis que pour Panoramix, c'est le gui qui sert à la préparation de la potion magique. Pour le Marsupilami, la forêt palombiennne recèle de multiples fruits exotiques bariolés et surtout ses noix favorites, rapportées à la Marsupilamie pour nourrir leur joyeuse tribu.

Du fait de ses innombrables ressources, la forêt est toujours objet d'envie et de convoitise pour des individus extérieurs, pour des trouble-fêtes, qui veulent accaparer ses richesses aux dépens des peuples fabuleux. Ceux-là en ont fait un cadre de vie idyllique. En capturer quelques-uns inspirent aussi les malfaisants. La réciproque est vraie, le méchant devenant un objet de curiosité pour les gentils...

Une forêt protectrice

Si la forêt est la mère nourricière de ses occupants, elle est aussi gardienne de leur survie. Elle leur sert de « nid », pour reprendre le titre d'un épisode du Marsupilami. Sa luxuriance, qui la rend presque opaque, en fait un espace confiné et mystérieux, aux dimensions secrètes et aux recoins protecteurs. La forêt explique que le village des irréductibles Gaulois « résiste encore et toujours à l'envahisseur ». D'une part, son foisonnement s'oppose aux plaines nues ponctuées d'oppidums romains, si bien que le monde gaulois se définit comme forestier par opposition au monde agricole romanisé. D'autre part, elle sert de zone tampon protectrice pour le village situé au cœur des bois, ce qui permet aux Romains d'être toujours surpris par quelque Gaulois caché derrière un arbre. Cette fonction existe aussi dans les albums des Schtroumpfs : l'abondance du feuillage et le labyrinthe de la forêt permet de garder leur minuscule village hors de portée de Gargamel et d'Azrael. Pour ce qui est du Marsupilami, on retiendra l'album *Capturez un*

marsupilami ! qui porte sur la tentative de capture de cet animal mystérieux et convoité.

Une forêt de conte

Lieu où résident des peuples mystérieux dont le mode de vie étonne, la forêt est à leur image mystérieuse, voire magique. En effet, elle exprime une réalité idéalisée, différente de l'horizon forestier actuel. Elle est la forêt d'un ailleurs. La forêt du Marsupilami n'est pas la forêt amazonienne, mais la forêt palombienne, reflet de la précédente, mais « intimement intégrée dans sa grande sœur amazonienne ». Elle en est le versant préservé, la face encore vierge. De la même manière, la forêt des Schtroumpfs est une forêt magique, hors de notre temps, de notre monde, puisque leur horizon forestier, véritablement minuscule, relève d'une échelle qui échappe à l'œil humain. Enfin, la forêt d'Astérix est une forêt mythique, un noyau de résistance face aux défrichements gallo-romains, une référence tournée en dérision au monde magique des druides, à l'époque des plaisirs simples et sains : la camaraderie, la ripaille, la bagarre.

Une forêt menacée

La dimension magique de ces trois forêts tient au fait qu'elles sont les derniers bastions d'un monde sur le déclin. C'est un sursaut de magie dans un monde ayant perdu son sens. Ainsi, on n'ignore pas que les Romains finiront par triompher des Gaulois. On redoute que la Palombie n'évolue comme l'Amazonie, même si la transpalombienne est tenue en échec. On tremble que les Schtroumfs ne soient un jour piétinés par un intrus qui ne s'en apercevra sans doute même pas.

Chaque fois, on constate que les menaces qui mettent en danger ces mondes forestiers magiques sont anthropiques. Ils émanent de nous. Les hommes détruisent les forêts idéales. Ils saccagent les forêts vierges pour en faire des natures « mortes », comme dans *Le domaine des Dieux*, un album d'Astérix où la forêt gauloise est proche du défrichement et de la conquête romaine, en raison d'une stratégie immobilière de lotissement. Est-ce à dire que l'homme serait le premier pollueur de forêt, celui qui dégrade l'environnement sacré, qui le salit, qui le rend malsain ? Dès lors, la forêt polluée serait-elle une forêt humanisée, voire une forêt post humaine ?

II – LA FORÊT POLLUÉE : UNE NATURE « MORTE » ?

Là où la forêt vierge parvient péniblement à éviter les atteintes humaines, la forêt polluée a succombé. On le voit dans *Et si un jour la Terre*, de Jeremiah, et *La Terre sans mal*, de Sibran et Lepage. Forêt moribonde, voire morte par la faute des pollutions, elle porte la mort de l'humanité.

Une forêt mourante ou minéralisée

A la verdeur, à la vigueur de la forêt vierge s'opposent la froideur, la maigreur de la forêt polluée. Aux cases florissantes et bariolées des BD évoquées s'opposent les couleurs froides et le monde ouvert de la forêt condamnée. Jusque dans l'illustration, la vie est rare. Dans *La Terre sans mal*, les arbres sont moribonds. Ils saignent et agonisent, victimes des *bandeirantes* qui tuent Indiens et arbres de l'Amazonie. Avec la forêt s'éteint une civilisation qui vivait en harmonie avec la nature. Dans *Et si un jour la Terre*, Jeremiah pousse l'agonie à l'extrême. Il montre une forêt décharnée, dénudée jusqu'à l'os, une forêt sans feuilles, une forêt grisâtre, minérale, où les pylônes supplantent les arbres. Sous ces auspices sinistres, l'horizon est couvert de fumées noires, émanations des motos.

Une forêt mortifère, qui annonce la fin du monde

L'atmosphère d'apocalypse apparaît aux héros. Le vent leur susurre : « Écoute homme, écoute la Terre. Entends la gémir sous tes coups... ton arrogance... Elle est ta mère et tu ne le sais plus. Homme cupide, homme stupide. Cette Terre, elle ne t'aime plus. ». De la mort de la forêt à la mort de l'homme, il n'y a qu'un pas, dès lors que la Terre est dépeinte comme la mère fécondante de l'espèce humaine. Sa disparition scelle celle de l'humanité au plan symbolique, au plan des valeurs. L'univers de *Et si un jour la Terre* appartient aux motards errants futuristes, sans toit ni loi, ayant perdu tout sens de la sociabilité. C'est aussi la mort biologique de l'espèce humaine. Elle est condamnée pour avoir rendu impossible le maintien de toute vie sur Terre. Elle paye là les pollutions mortifères, dont rien n'est dit pourtant.

Une forêt de science fiction

Les illustrations de la forêt polluée dévoilent une nature qui meurt, qui est morte, sous l'effet d'un mal dont la nature est tue. En effet, les scénarios mis en place dans les BD commencent quand le point de non retour écologique est atteint. L'heure n'est plus au tournant écologique, mais au bilan des effets mortifères.

Cette mort, imminente dans la narration, apparaît lointaine pour le lecteur. La forêt polluée sert à le mettre en garde, dans une perpective prospective, comme le suggère la formulation conditionnelle du titre de l'album de Jeremiah, *Et SI un jour la Terre*. La forêt mourante, mortifère, c'est celle qu'attend l'humanité si elle conserve les mêmes réflexes, si elle néglige les pollutions qui en résultent.

Renvoyant à un passé idyllique, à un avenir catastrophique, l'image de la forêt qu'offrent les créateurs, occulte habilement le temps présent. Ainsi la pollution, dans son aspect processuel et dynamique, semble évitée. Les BD cadrent le milieu forestier à la veille du déluge, dans une forêt paradisiaque, à l'écart de l'anthropisation fatale, quand elles ne détaillent pas une forêt détruite ou presque, et, par là, promise à l'enfer. Représenter la pollution à l'œuvre relèverait-elle de l'impossible ?

III – LA POLLUTION RESTE À L'ORÉE DE LA FORÊT...

La grande majorité des BD refusent d'illustrer la forêt contemporaine. Cependant, il est une exception de taille avec la série des albums *Broussaille*, signés Frank. Il donne à voir la pollution à travers un contemporain. Ce dernier fait figure de spectateur attentif et d'acteur engagé.

La pollution : la grande oubliée ?

Loin de livrer des images radicalement différentes, qu'on évoque une forêt vierge au bord du gouffre ou qu'on dépeigne une forêt mourante, on ne fournit que les deux faces du même miroir, celui qui fait de la forêt un lieu magique, un potentiel inouï. Ainsi, aucune n'indique la forêt actuelle, et toutes contournent le processus qui mène à la catastrophe ou à la sauvegarde. Ainsi, les illustrateurs exploitent une opposition somme toute très manichéenne des deux stades extrêmes de la forêt, la forêt édénique des origines, et la forêt infernale de la fin du monde.

Le rôle des contextes politiques et historiques

Il n'est pas étonnant que la BD des années 1960 ne dénonce pas ouvertement la pollution en forêt. On sait que l'autocensure demeurait en vigueur sous la présidence de M. Giscard d'Estaing. Le thème était malséant, la croissance économique éclipsant la conscience écologique. On peut mentionner les Schtroumpfs, de Peyo. Ils surgirent lors d'une rencontre avec Pirlouit, dans *La flûte à sept Schtroumpfs*. L'épisode dénonçait la société de consommation : il fallait arracher un arbre uniquement pour fabriquer une petite flûte. Mais Peyo ne continua pas sa dénonciation, victime de son succès populaire.

A l'inverse, la BD des années 1990 utilise le contexte socio-économique de crise. Elle acquiert une plus grande liberté de ton, notamment dans le domaine écologique. La BD l'exprime par ses couleurs grises et son ton acerbe, critiquant les méfaits de la croissance défunte. La BD des années 2000 porterait-elle en germe un traitement plus nuancé des pollutions forestières ?

Broussaille : BD pionnière d'un nouveau traitement de la pollution en forêt ?

Parmi les BD qui représentent le milieu forestier, la série *Broussaille* semble faire exception. En effet, elle ne s'attache ni à la forêt idéalisée du passé, ni à la forêt condamnée de l'avenir, mais s'inscrit dans le présent, et surtout dans l'action. Broussaille, le héros, est un de nos contemporains ; c'est un jeune écolo, un peu rêveur et un brin poète, qui cherche à faire changer les choses. Loin de se contenter du paradigme de la verte nature maternelle, il renvoie dos à dos les pollueurs et les « pseudo écolos qui ne regardent que par le petit bout de la lorgnette ». C'est ainsi que dans l'album *Les sculpteurs de lumière*, il rencontre « Jacques et Alex, des écolos, des vrais, c'est-à-dire des gens dont l'amour de la nature ne s'arrête pas à la verdeur du feuillage ». Avec eux, il nous montre que développement économique et protection écologique peuvent aller de pair. Et ce,

notamment, avec l'exemple d'une usine du futur, « enchâssée comme un bijou » en pleine forêt, qui offre des emplois à la région sans dénaturer ni polluer le milieu. *Broussaille*, BD du développement forestier durable, en somme.

Frank, *Broussaille, Les sculpteurs de lumière*, Édition Dupuis, 2000.

Cependant, même cette tentative insolite se trouve ruinée : l'usine somptueuse pour le moins idéale explose à la fin de l'album, provoquant certainement des pollutions importantes, mais c'est une autre histoire !

On l'a vu, rares sont les BD relatives à la forêt qui renoncent au carcan d'une vision idyllique de la forêt, paradis perdu de l'humanité. Pourquoi une telle difficulté ?

Représenter la pollution de la forêt sous l'angle processuel, dynamique est délicat. La BD rend mieux compte de la stabilité ou de la rupture que d'une lente évolution. Le jaunissement des aiguilles, la chute des feuilles ne sont pas aisés à dessiner. De plus, comment traduire la pollution des sols, déjà non évidente à l'œil, tout comme la pollution de l'air ou la pollution de l'eau ? Enfin, la pollution étant un processus multiscalaire, l'étroitesse de la bulle ne saurait l'appréhender : l'horizon du dessin est borné à la forêt même.

Les raisons techniques ne sauraient effacer la raison essentielle : la forêt touche aux dimensions symboliques que l'homme attache à la nature, telle la virginité, l'abondance, la prodigalité. Aussi montrer la pollution à l'œuvre dans les forêts relèverait d'une violence plus grande que le tableau d'une forêt minéralisée. En effet, sortir de l'approche manichéenne quant à la pollution forestière exigerait de remettre en cause le statut qu'a la forêt dans l'imaginaire collectif, à concevoir qu'elle est un semblant de nature intacte. Elle alimente les rêves depuis la lecture des premières BD de l'enfance. Ces rêves, ils résistent encore et toujours aux pollutions envahissantes.

POUR EN SAVOIR PLUS

LE DÉPÉRISSEMENT DES FORÊTS DES ANNÉES 1980 : ROCHE-MÈRES, PLUIES ACIDES ET CLIMAT

par Maurice BONNEAU

– BECKER M., « Le dépérissement des forêts : importance du climat et de la sylviculture », Comptes rendus de l'Académie de l'Agriculture de France, n° 75, pp. 1110-1117.
– BECKER M., « Incidence des conditions climatiques, édaphiques et sylvicoles sur la croissance et la santé des forêts », Programme DEFORPA, 2e rapport, ENGREF, 1991, pp. 25-41.
– BONNEAU M., « Évolution sur dix ans de la fertilité minérale d'un sol acide des Vosges », *Revue forestière française*, 2000, vol. LII, n° 6, pp. 519-529.
—, « Evolution of the mineral fertility of an acidic soil during a period of ten years in the Vosges mountains ». *Ann. For. Sci.*, 2005, n° 62, pp. 253-260.
– BONNEAU M., LANDMANN G., ADRIAN M., « La fertilisation comme remède au dépérissement des forêts en sol acide : essais dans les Vosges », *Revue forestière française*, 2005, XLVI, pp. 207-223.
– DEVÈVRE O., GARBAYE J., LE TACON F., PERRIN R., ESTIVALET D., « Role of the rhizosphere microfungi in the decline of Norway spruce in acidic soils », dans G. Landmann, M. Bonneau (eds), *Forest decline and atmospheric deposition effects in the French Mountains*, Springer, pp. 331-352.
– LANDMANN G., BONNEAU M., « Le dépérissement du sapin pectiné et de l'épicéa commun dans le massif vosgien est-il en relation avec l'état nutritionnel des peuplements ? » *Revue forestière française*, XXXIX, n° 1, pp. 5-11.
– HILDEBRAND E.E., « Zustand und Entwicklung der Austauscheigenschaften von Mineraböden an Standorten mit erkrankten Waldbestand », *ForstCbl.*, n° 105, 1986, pp. 60-76.
– LÉVY G., BECKER M., « Le dépérissement du sapin dans les Vosges : rôle primordial de déficits d'alimentation en eau », *Annales des Sciences forestières*, n° 44, 4, pp. 403-416.

CHANGEMENT DE PRODUCTIVITÉ DES FORÊTS : DIAGNOSTICS ET THÉORIES

par François HOUILLIER, Jean-Daniel BONTEMPS, Jean-François DHÔTE

– ASSMANN E., *The principles of forest yield study*, Pergamon Press, 1970, 506 p.
– BADEAU V., DUPOUEY J.-L., BECKER M., PICARD J.-F., 1995. « Long-term growth trends of *Fagus sylvatica* L in Northeastern France. A comparison between high and low density stands", *Acta Oecologica*, n° 16, pp. 571-583.
– BADEAU V., BECKER M., BERT D., DUPOUEY J.-L., « Long-term growth trends of trees: ten years of dendrochronological studies in France », in H. Spiecker,

K. Mielikäinen, M. Köhl & J.P. Skovsgaard (eds), *Growth trends in European forests*, European Forest Institute, Research Report 5, Springer Verlag, 1996, pp. 167-181.
– BECKER M., NIEMINEN T.M., GÉRÉMIA F., « Short-term variations and long-term changes in oak productivity in northeastern France. The role of climate and atmospheric CO2 », *Annales des Sciences forestières*, n° 51, 1994, pp. 477-492.
– BONTEMPS J.-D., VALLET P., HERVÉ J.-C., RITTIÉ D., DUPOUEY J.-L., DHÔTE J.-F., « Des hêtraies qui poussent de plus en plus vite : vers une forte diminution de leur âge d'exploitabilité ? », *Revue Forestière Française*, LVII(2), 2005.
– BUFFET M., GIRAULT D. (ed), *Station forestière, production et qualité des bois : éléments méthodologiques*. Paris, Cemagref, 1989.
– DELEUZE C., *Pour une dendrométrie fonctionnelle : essai sur l'intégration des connaissances écophysiologiques dans les modèles de production ligneuse*. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, 1996, 305 p.
– DHÔTE J.-F., DUPOUEY J.-L., BERGÈS L., « Modifications à long terme, déjà constatées, de la productivité des forêts françaises », *Revue Forestière Française*, numéro spécial, 2000, LII, pp. 37-48.
– DHÔTE J.-F., HERVÉ J.-C., HOULLIER F., 2001. « Diagnostiquer les changements à long terme de la productivité des chênaies : application de la théorie dendrométrique de la production sur un réseau de placettes permanentes », in E. Malézieux et M. Jaeger (eds), *Le pilotage des agro-écosystèmes : complémentarités terrain–modélisation et aide à la décision*, Hermès, Cirad, pp. 127-141.
– DUPLESSY J.-C., MOREL P., *Gros temps sur la planète*, Paris, Éditions Odile Jacob, 1990.
– EICHHORN F., « Beziehungen zwischen Bestandshöhe und Bestandesmasse », *Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.*, 1904, pp. 45-49.
– FRITTS H.C., *Tree Ring and Climate*, London, Academic Press, 1976.
– FRITTS H.C., SWETNAM T.W., « Dendroecology : a tool for evaluating variations in past and present forest environments », *Advances in Ecological Research*, 19, 1989, pp. 111-118.
– GUIOT J., « ARMA techniques for modelling tree-ring response to climate and for reconstructing variations of paleoclimates », *Ecological Modelling*, n° 33, 1986, pp. 149-171.
– HOULLIER F., *Analyse et modélisation de la dynamique des peuplements forestiers : applications à la gestion des ressources forestières*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Claude Bernard-Lyon I, ENGREF, Nancy, 1992, 67 p.
– HOULLIER F., PIGNARD G., SCHMITT F., BERTRAND P., « Medium term evolution of forest productivity: the use of national forest inventory data », in G. Landmann et M. Bonneau (eds), *Forest decline and atmospheric deposition effects in the French mountains*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995, pp. 157-173.

– HOULLIER F., *Support de cours : Evaluation et modélisation de la production ligneuse d'une forêt homogène.* UMR Botanique et Bioinformatique de l'Architecture des Plantes, Montpellier, 2004, 50 p.
– HUFFEL G., *Les arbres et les peuplements forestiers*, Nancy, Berger-Levraut, 1893, 200 p.
– KAUPPI P.E., MIELIKÄINEN K., KUUSELA K., « Biomass and carbon budget of European forests, 1971 to 1990 », *Science*, 256, 1992.
– KARJALAINEN T., SPIECKER H., LAROUSSINIE O. (eds), *Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe*, EFI Proceedings, 27, European Forest Institute, Joensuu, Finlande, 1999, 286 p.
– KARJALAINEN T., SCHUCK A., PRIETZEL J., MELLERT K.-H., KAHLE H.-P., SPIECKER H., ÅGREN G., van OIJEN M., KELLOMÄKI S. (eds), *Causes and Consequences of Forest Growth Trends in Europe. Results of the recognition Project*, European Forest Institute, Research Report, Springer Verlag, Berlin, Germany, à paraître.
– Kellomäki S., VÄISÄNEN H., « Modelling the dynamics of the boreal forest ecosystems for climate change studies in the boreal conditions », *Ecological Modelling*, 1997, pp. 121–140.
– KELLOMÄKI S., PELTOLA H., RYYPPÖ A., « Implications and consequences », in T. Karjalainen et al. (eds), *Causes and Consequences of Forest Growth Trends in Europe. Results of the RECOGNITION Project*, European Forest Institute, Research Report, Springer Verlag, Berlin, Germany, à paraître.
– LOUSTAU D. (ed), *Séquestration de Carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles.* Rapport final du projet GICC 2001 « Gestion des impacts du changement climatique » et Convention GIP ECOFOR n°3/2001, Juin 2004, INRA, Bordeaux-Pierroton, 137 p.
– PRESSLER R., *Das Gesetz der Stammbildung.* Arnoldische Buchhandlung (Leipzig), 1865, 153 p.
– Spiecker H., « Introduction », in H. Spiecker et al. (eds), *Growth trends in European forests. Studies from 12 countries*, European Forest Institute, Research Report 5, Springer Verlag, Berlin, Germany, 1996, pp. 1-6.
– SPIECKER H., MIELIKÄINEN K., KÖHL M., SKOVSGAARD J.-P. (eds), *Growth trends in European forests. Studies from 12 countries.* European Forest Institute, Research Report 5, Springer Verlag, Berlin, Germany, 1996, 372 p.
– SKOVSGAARD J.P., HENRIKSEN H.A., « Increasing site productivity during consecutive generations of naturally regenerated and planted Beech (*Fagus silvatica* L.) in Denmark », in H. Spiecker et al. (eds), *Growth trends in European forests. Studies from 12 countries*, European Forest Institute, Research Report 5, Springer Verlag, Berlin, Germany,1996, pp. 89-98.
VAN OIJEN M., ÅGREN G.I., CHERTOV O., KELLOMÄKI S., KOMAROV A., MOBBS D., MURRAY M., « Application of process-based models to explain and predict changes in European forest growth », in T. Karjalainen et al. (eds), *Causes*

and Consequences of Forest Growth Trends in Europe. Results of the recognition Project, European Forest Institute, Research Report, Springer Verlag, Berlin, Germany, à paraître.

LES TROIS ÂGES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
par Michel DUPUY

– BRÜGGEMEIER F.-J., *Das unendliche Meer der Lüfte. Luftverschmutzung, Industrialisierung und Risikodebatten im 19. Jahrhundert*, Essen, Klartext, 1996, 344 p.
– CHOI S.-W., *Von der Dissidenz zur Opposition. Die politische alternativen Gruppen in der DDR von 1978 bis 1989*, Köln, Verlag Wissenschaft und Politik, 1999, 238 p.
– DUPUY M., « Historique des pluies acides, pollution atmosphérique et forêts en Allemagne (1850-1914) », in A. Corvol, *La forêt malade. Débats anciens et phénomènes nouveaux XVIIe-XXe siècles*, Paris, L'Harmattan, 1994, pp. 89-114.
– Dupuy M., « Des " Rauchschäden " (dommages par les fumées) au " Waldsterben " (dépérissement des forêts) en Allemagne de 1880 à nos jours : Hypothèses, certitudes et doutes », *Allemagne d'aujourd'hui*, 150, 1999, pp. 85-105.
– DUPUY M., *Histoire de la pollution atmosphérique en Europe et en RDA au XXe siècle*, Paris, L'Harmattan, 2003, 157 p.
– FUCHSLOCH N., *Sehen, riechen, schmecken und messen als Bestandteile der gutachterlichen und wissenschaftlichen Tätigkeit der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene im Bereich der Luftreinhaltung zwischen 1920 und 1960*, Freiberg, TU Bergakademie, 1999, 403 p.
– MARON M., *Flugasche*, Frankfurt am Main, Fischer, 1996, 243 p.
– MÖLLER D., LUX H. (Hg.), *Deposition atmosphärischer Spurenstoffe in der ehemaliger DDR bis 1990. Methoden und Ergebnisse*, Bd 18 Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIW, Düsseldorf, 1992, 308 p.
– RAJANOV S., *Geschichte der Tharandter Immissionsforschung 1850-2002*, Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt, Beiheft 3, 2002, 169 p.
– WENTZEL K.-F., *Was bleibt vom Waldsterben ? Bilanz und Denkanstöße zur Neubewertung der derzeitigen Reaktion der Wälder auf Luftschadstoffe*, Hamburg : Hochschulverlag, 2001, 167 p.

POLLUTIONS, RÉCHAUFFEMENT, TEMPÊTES. COMMENT AMÉLIORER LA RÉSILIENCE DES FORÊTS ?
par Alain PERSUY

– PERSUY A., *Guide de la forêt en Poitou-Charentes et en Vendée*, Geste Éditeur, 2003.
—, *Le coteau calcaire*, Belin, Coll. « Éveil nature », 2004.
—, *L'écosystème forestier*, Belin, Coll. « Éveil nature », à paraître en 2006.

UNE POLLUTION BIOLOGIQUE : L'INVASION DE *PRUNUS SEROTINA* EHRH. DANS LES FORÊTS EUROPÉENNES

par Guillaume DECOCQ

– MULLER S., *Plantes invasives en France*, publications scientifiques du M.N.H.N., Paris, 2004.

– STARFINGER U., « Introduction and naturalization of *Prunus serotina* in Central Europe », in Brock J.H. et al. (eds), *Plant invasions : studies from North America and Europe*, Leiden, Backhuys Publishers, 1997, pp. 161-171.

– STARFINGER U., KOWARIK I., RODE M., SCHEPKER H., « From desirable ornamental plant to pest to accepted addition to the flora ? The perception of an alien tree species through the centuries », *Biological Invasions*, n° 5, 2003, pp 323-335.

LES NUISANCES ANTHROPIQUES PASSIVES

par Jean-Pierre LÉONARD

– ARNOULD P. et CLEMENT V., « Forêts et Développement durable », Colloque de Glasgow, *Historiens et Géographes*, n° 7, 2004.

– BARTHOD Ch. et TROUVILLIEZ J., « La protection des forêts dans la politique forestière française, le cas particulier des réserves intégrales », *Revue Forestière* Française, n° 1, 2002.

– BERINGER Ph. et al., *Les Paysages français*, Paris, Armand Colin, 1999.

– BOISMENU A. de, *La fin des Paysages. Livre Blanc pour une gestion ménagère de nos espaces ruraux*, Paris, Fédération nationale des SAFER, 2004.

– BOULLARD B., « Quelques regards sur les grands mammifères puissants agents d'évolution de peuplement ligneux », *La Forêt privée*, Paris, n° 226, 1995.

– BURIDANT J., *Espaces forestiers et industrie verrière, XVIIe-XVIIe siècle*, Paris, L'Harmattan, 2005.

– BURROWS N., « Synthèse des connaissances sur les impacts du feu sur le biote des écosystème de type forêt méditerranéenne dans le Sud-Ouest australien », *Forêt méditerranéenne*, numéro spécial, *Les feux de forêt dans les régions à climat méditerranéen*, n° 9, 2005.

– CALMON J. et al., *Tourisme et Forêt. Vers un Développement commun ?* Éd. Centre national des ressources du tourisme en espace rural, Enita de Lempdes, 1963.

– CORVOL-DESSERT A. (éd.), *Les forêts d'Occident du Moyen-Age à nos jours*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 2004.

– CRANDALL H., *Shenandoah, the Story behind the Scenery*, Las Vegas, K.C. Publications 1992.

– DIAMOND J., *De l'Inégalité parmi les sociétés. Essai sur l'homme et l'environnement dans l'histoire*, Paris, Gallimard, Essais, 2000.

– DUPUY M., *Les cheminements de l'Ecologie en Europe*, Paris, L'Harmattan, 2004.

– FERRY L., *Le nouvel ordre écologique. L'arbre, l'animal et l'homme*, Paris, Grasset, 1992.
– FLEUR P.-H., *Incendies de Forêt et argent public*, Aix-en-Provence, Édisud, 2004.
– GARNIER E., *Terre de conquêtes, La forêt vosgienne sous l'Ancien Régime*, Paris, Fayard, 2004.
– JAEGER J.-J. , *Les mondes des fossiles*, Paris, Odile Jacob, 1996.
– JULLIOT D., « La filière-bois française : compétitivité, enjeu de développement durable », *Revue Forestière Française*, numéro spécial, 2000.
– LEONARD J.-P., *Forêt vivante ou Désert boisé. La Forêt française à la croisée des chemins*. Paris, L'Harmattan, 2003.
—, « Les Conditions socio-économiques du maintien d'une forêt énergétique en France : XIXe- XXe siècles » , *Le Bois source d'énergie naguère et aujourd'hui*, IHMC-CNRS, Cahier d'Etudes n° 10, 2000.
—, « Sociétés et espaces arborés dans le Midi méditerranéen », *Forêt méditerranéenne*, tome XXV, n°3, 11-2004.
—, « Productivité du travail et compétitivité de la filière pin maritime », *Actes du VIIe Colloque ARBORA*, Bordeaux 2003, disponible sur CD Rom.
—, *Contribution à la Typologie des principaux systèmes forestiers*, Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 2002.
– LEVEQUE Ch. et MOUNOLOU J.-C., *Biodiversité. Dynamique biologique et conservation*, Paris, Éditions Dunod, 2001.
– METAILIE J.-P. (dir.), *Protoindustries et Histoire des forêts*, Toulouse, Éd. Isard, 1992.
– RUBNER H., *Histoire forestière au temps de la révolution industrielle*, Berlin, 1967.
– RUDDIMAN W., « La révolution néolithique a-t-elle modifié le climat ? » *Pour la Science*, n° 391, 11-2005.
– SCHALCHI L., « Terra Preta entre 2500 et 500 BP » , *Science et Vie*, n° 5, 2005.
– VEYRET Y. (dir.), Le Développement durable : approches plurielles, Hatier, 2005.

DESSINER LA FORÊT POLLUÉE : UNE GAGEURE ?
par Elsa VIEILLARD-BARON

– CAILLOIS R., *L'Homme et le sacré*, Paris, Gallimard, 1950.
– DAUPHINE A., *Risques et catastrophes*, Paris, Armand Colin, 2003, 288 p.
– DUPUY J.-P., *Pour un catastrophisme éclairé*, Paris, Seuil, « La couleur des idées », 2002, 215 p.
– ELIADE M., *Le sacré et le profane*, Paris, Folio Essais, 1964 (1ère éd. 1957), 185 p.
– GIRARD R., *La violence et le sacré*, Paris, Grasset, 1972, 451 p.
– VERON E. (1988), *La sémiosis sociale. Fragments d'une théorie de la discursivité*, Paris, Presses Universitaires de Vincennes, 1988.
Site internet BDgest.com

LISTE DES AUTEURS

– Monsieur Christian BARTHOD
Sous-Directeur des Espaces naturels
Direction de la Nature et des Paysages
Ministère de l'Écologie et du Développement durable
20, avenue de Ségur
75302 Paris Cedex 07 SP

– Monsieur Maurice BONNEAU
4, rue Bastogne
54100 Vandœuvre-les-Nancy

– Madame Corinne BOURGERY
13, avenue d'Aygu
26200 Montélimar

– Monsieur Guillaume DECOCQ
287, rue d'Abbeville
80000 Amiens

– Monsieur Michel DUPUY
129, rue Yves Le Coz
78000 Versailles

– Monsieur Jean-Pierre GARREC
Directeur du Laboratoire Pollution Atmosphérique
INRA – Centre de Recherche forestière de Nancy
54280 Champenoux

– Monsieur François HOUILLIER
20, rue Saint-Guilhem
34000 Montpellier

– Monsieur Jean-Pierre LÉONARD
236, rue Camille Godard
33000 Bordeaux

– Monsieur Alain PERSUY
Les Monières
86370 Marcay

– Madame Elsa VIEILLARD-BARON
ENS-LSH-Biogéo
15, parvis René Descartes
69342 Lyon Cedex 07

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES OUVRAGES DU GROUPE D'HISTOIRE DES FORÊTS FRANÇAISES

– *Aspects de la recherche sur l'Histoire des forêts françaises*, Paris, Institut d'Histoire Moderne et Contemporaine et CNRS, 1980, 51 p. (épuisé).
– *Histoire des forêts françaises, Guide de recherche*, Paris, Institut d'Histoire Moderne et Contemporaine et CNRS, 1982, 193 p. (épuisé).
– *Jalons pour une histoire des gardes forestiers*, actes du Colloque Les Gardes forestiers, textes réunis et présentés par G. Buttoud, Paris, Institut d'Histoire Moderne et Contemporaine (CNRS) et Laboratoire d'Économie forestière et agricole (INRA), 1985,151 p. (épuisé).
– *Quarante ans de législation forestière (1945-1985)*, préface de R. Blais, actes de la Journée d'Etudes Le Front forestier National (FFN), textes réunis et présentés par P. Arnould, Paris, CNRS et école normale supérieure de Fontenay Saint-Cloud, 1987, 128 p. (épuisé).
– *Révolutions et Espaces forestiers*, actes du Colloque La Révolution et la Forêt, textes réunis et présentés par D. Woronoff, préface de M. Vovelle, Paris, L'Harmattan, 1989, 264 p.
– *Forges et forêts. Recherches sur la consommation proto-industrielle*, sous la direction de D. Woronoff, Paris, éditions de l'école des hautes études en sciences sociales (EHESS), 1990, 263 p.
– *La Forêt et l'Eau*, actes du Colloque La Forêt et l'Eau, textes réunis et présentés par A. Corvol et F. Ogé. Paris : GHFF, 1990. 122 p. (épuise).
– *Le Bois et la Ville*, actes du Colloque La Ville et l'approvisionnement en bois, textes réunis par J.-Cl. Biget, J. Boissière et J.-Cl. Hervé, préface de D. Roche, Paris : école normale supérieure de Fontenay-Saint-Cloud et GHFF, 1991, 318 p.
– *La Forêt*, actes du 113e Congrès annuel des Sociétés savantes, section La Forêt, Strasbourg, Université de Strasbourg, Faculté des Lettres et Sciences humaines, 1988, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, éditions du Centre des Travaux historiques et Scientifiques (CTHS), 1991, 380 p.
– *Enseigner et apprendre la Forêt, XIXe-XXe siècles*, actes du Colloque L'Enseignement et l'Information sur la forêt, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de C. Dugas de la Boissonny, Paris, L'Harmattan, 1992, 264 p.
– *Forêt et Guerre*, actes du Colloque Forêt et Guerre, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de J.–P. Amat, Paris, L'Harmattan, 1994, 325 p.
– *La Nature en révolution, 1760-1800*, sous la direction d'A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 1993, 230 p.
– *La Forêt malade, débats anciens et phénomènes nouveaux, XVIIe-XXe siècle*, sous la direction d'A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 1994, 284 p.

– *Nature, paysage et environnement*, Tome I, L'Héritage révolutionnaire, sous la direction d'A. Corvol, avec la collaboration d'I. Richefort, Paris, L'Harmattan, 1995, 295 p.
Prix Michel Texier, Académie des Sciences morales et politiques.
– *Roger Blais : agronome, forestier, historien, géographe et humaniste*, actes du Colloque en l'honneur de M. le Directeur Roger Blais, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de P. Arnould et de A. Bloch, Paris, Groupe d'Histoire des Forêts Françaises (GHFF), Institut National Agronomique (INA) et Office National des Forêts (ONF), 1996, 81 p.
– *La Forêt : perceptions et représentations*, actes du Colloque La Forêt, images et conceptions, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de M. Hotyat et de P. Arnould), Paris, L'Harmattan, 1997, 401 p.
– *Forêt et Marine*, actes du Colloque Forêt et Marine, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 1999, 525 p.
– *Les Sources de l'histoire de l'environnement*, Tome II, Le XIXe siècle, sous la direction d'A. Corvol, Paris, Ministère de la Culture et L'Harmattan, 1999, 502 p.
– *Duhamel du Monceau : un Européen des lumières*, actes du Colloque Duhamel du Monceau, scientifique, administrateur, humaniste, Orléans, textes réunis et présentés par A. Corvol, Académie des Lettres, Sciences et Beaux-Arts de l'Orléanais et Musée d'Histoire naturelle, 2001, 330 p.
– *Le Sapin : enjeux anciens, enjeux actuels*, actes du Colloque Le Sapin, répartition et utilisation, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2001, 391 p.
– *Les Sources de l'histoire de l'environnement*, Tome III, Le XXe siècle, sous la direction d'A. Corvol, Paris, Ministère de la Culture et L'Harmattan, 2002, 750 p.
– *Forêt et Vigne, Bois et Vins*, actes du Colloque Forêt et Vigne, Bois et Vins, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2002, 501 p.
Prix Drouyn de Lhuys, Académie des Sciences morales et politiques.
– *Les Forêts dans l'Occident, du Moyen Age à nos jours*, actes du Colloque de l'abbaye de Flaran, textes réunis et présentés par A. Corvol, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2004, 300 p.
– *Tempêtes sur la Forêt française, XVIe-XXe siècle*, sous la direction d'A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2005, 250 p.
– *Forêt et Chasse, Xe-XXe siècle*, actes du Colloque Forêt et Chasse, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2005, 350 p.
– *Forêt et Eau, XIIe-XXe siècle*, actes du Colloque international L'Eau et la Forêt, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, à paraître.

CAHIERS D'ÉTUDES
ENVIRONNEMENT, FORÊT ET SOCIÉTÉ, XVIE-XXE SIÈCLE
Édition et préface d'Andrée Corvol
Directeur de recherche, CNRS
Présidente du Groupe d'Histoire des Forêts Françaises

– « Forêt, villageois et marginaux », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1990.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 1, 1991, 71 p.
– « Violences et Environnement », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1991.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 2, 1992, 68 p.
– « Le Feu, à la maison, par les bois et dans les champs », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1992.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 3, 1993, 72 p.
– « Milieux naturels et Identités culturelles : la forêt, le bocage, la montagne, le fleuve et la mer », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1993.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 4, 1994, 77 p.
– « La Nature en ville : rues et places ; parcs et bois », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1994.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 5, 1995, 68 p.
– « La Nature hors des villes : les forêts périurbaines », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC. Paris, École normale supérieure, janvier 1995.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 6, 1996, 91 p.
– « Une Nature pour citadins ? ». Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1996.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 7, 1997, 83 p.
– « Les matériaux de la ville : du bois au béton ? », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, La Ville, première partie. IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1997.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 8, 1998, 83 p.
– « L'aménagement des édifices : la part du bois », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, La Ville, seconde partie. IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1998.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 9, 1999, 58 p.

– « Le Bois Énergie », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, La Ville, troisième partie, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 1999.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 10, 2000,105 p.
– « Forêt et Troupeau », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 2000.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 11, 2001, 89 p.
– « Forêt et Faune », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC. Paris, École normale supérieure, janvier 2001.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 12, 2002, 95 p.
– « Forêt et Réserves cynégétiques et biologiques », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC. Paris, École normale supérieure, janvier 2002.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 13, 2003, 80 p.
– « Forêt et Transports traditionnels », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 2003.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 14, 2004, 95 p.
– « Forêt et Transports motorisés », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC. Paris, École normale supérieure, janvier 2004.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 15, 2005, 103 p.
– « Impact des axes et des moyens de circulation sur la Forêt », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 2005.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 16, 2006, 95 p.
– « Forêt et Pollutions », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, École normale supérieure, janvier 2006.
Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 17, 2007, 118 p.

Dans les années 1970, l'Occident industrialisé découvrit des images à la télévision, des articles dans la presse qui jetèrent l'alarme. Par la faute des hommes, les arbres allaient mourir. On parlait de forêts privées d'aiguilles, d'arbres aux feuillages roussis, de sujets morts en cime, voire totalement secs. On lança des programmes internationaux, européens, français. Le GHFF participa même au programme DEFORPA, Dépérissement des Forêts dû aux Pollutions atmosphériques.

Très vite, les scientifiques prirent leur distance par rapport aux « pluies acides ». On tint des colloques. On proposa des solutions. On regarda la cime, les feuilles. On considéra les racines, les sols. On mesura les rejets des environs, les épandages de la contrée. On mesura l'importance des défoliations et l'évolution des courbes de croissance. On analysa les pollutions. On cartographia leurs origines. On tint compte des vents, des reliefs, des expositions, de l'ensoleillement, des températures. On eut de la sorte bien des surprises.

Vingt ans plus tard, il est temps de dresser le bilan des recherches et d'ouvrir de nouvelles pistes, d'autant que les données sur le Global Change commencent à être précisées. À l'époque des « pluies acides », elles étaient une hypothèse parmi d'autres.

Que sait-on des origines et de la prise de conscience du phénomène, beaucoup plus ancien qu'on ne l'imaginât ?

Qu'avait-on fait pour essayer de le juguler ? avec quelle efficacité ? dans quelles régions ? dans quels pays ?

y a-t-il des réactions de l'arbre citadin qui en font un indicateur de la crise qui guette l'arbre forestier ?

y a-t-il des réponses apportées pour l'arbre citadin qui sont utilisables en milieu forestier ?

Quelles essences résistent le mieux aux pollutions en ville, en forêt ? quels traitements apporter aux sols, aux racines pour renforcer leur vigueur ?

Quelles solutions appliquer pour réduire, voire supprimer les émissions et les épandages toxiques ?

Quels problèmes sont posés par l'élargissement des cernes de croissance dus à la teneur en CO_2 ?

Quelles solutions appliquer pour réduire, voire supprimer les décharges sauvages en forêt, leurs nuisances n'étant pas uniquement paysagères.