

**8^{ème} bilan technique
et financier
et
bilan des dégâts des tempêtes
de décembre 1999**



Mai 2000



Office National des Forêts

Ce document est à citer sous la forme suivante :
ULRICH E., 2000 : RENECOFOR - 8^{ème} bilan technique et financier et bilan des dégâts des tempêtes de décembre 1999. Editeur : Office National des Forêts, Département Recherche et Développement, 30 p.

RENECOFOR

8^{ème} BILAN TECHNIQUE ET FINANCIER

Période : 1^{er} janvier - 31 décembre 1999

Auteur : Erwin ULRICH

Programme soutenu financièrement par :

Union Européenne, DG VI (projets n°99.60.FR.002.0), rapport final
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche, convention DERF/ONF n°61.21.09/99,
rapport final
ADEME, convention n° 98 93 025, rapport final
Office National des Forêts

Département Recherche et Développement
Boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau
Tél. : +33 (0) 1 60 74 92 25 Fax : +33 (0) 1 64 22 49 73
E-mail : dte5onf@calvacom.fr

Mai 2000

Sommaire

1. L'activité technico-scientifique du réseau	1
1.1. Bilan 1999	1
1.2. Opérations réalisées en 1999	3
1.2.1. Analyse des sols en profondeur	3
1.2.2. Développement de la base de données informatique du réseau	3
1.2.3. Nouveaux projets de recherche liés au réseau	3
1.2.4. Observations phénologiques	5
1.2.5. Synthèse sur 5 années d'analyse foliaire (1993-1997)	5
1.2.6. Sous-réseau CATAENAT - placettes de niveaux 2 et 3	7
1.2.7. Synthèse sur l'évolution de la densité du gibier de 1984 à 1994	11
1.2.8. Mesures météorologiques automatiques	12
1.2.9. Récolte des chutes de litière	12
1.2.10. Observations de l'état sanitaire des peuplements	13
1.2.11. Echantillonnage foliaire	13
1.2.12. Déplacements	13
1.3. Publications, rapports scientifiques, manuels de références et bilans techniques du réseau <i>stricto sensu</i> et des projets de recherche liés au réseau, publications dans la presse écrite	13
2. Dégâts des tempêtes de fin décembre 1999	14
2.1. Distribution spatiale des dégâts au sein du réseau	16
2.2. Présentation photographique des dégâts les plus importants (25 placettes)	16
3. Les moyens humains du réseau (1991 à 1999)	23
3.1. Centre de coordination	23
3.2. Sections Techniques Interrégionales	23
3.3. Responsables locaux	23
3.4. Activités des notateurs et correspondants-observateurs	24
3.5. Placettes du littoral atlantique financées par l'ONF	24
3.6. Temps passé par le personnel du Département Recherche et Développement	24
3.7. Temps passé dans les régions	24
4. Planning 2000	25
5. Budget 2000	25
6. Conclusions	26
7. Annexes	27

1. L'activité technico-scientifique du réseau

Au centre de coordination ont essentiellement travaillé :

- à plein temps :

E. Ulrich (responsable national)
C. Cluzeau (ingénieur, chargé d'études, jusqu'à fin mars 99)
L. Croisé (ingénieur, chargé d'études, depuis le 25 avril 99)
M. Lanier (responsable de la base de données informatique)
S. Cecchini (technicien polyvalent du réseau, depuis le 15 mars 99)

- à temps partiel pour le réseau :

B. Roman-Amat (chef du Département Recherche et Développement)
V. Trévedy (secrétariat, mi-temps)
C. Szymanski (comptabilité de la DT-RD)

1.1. Bilan 1999

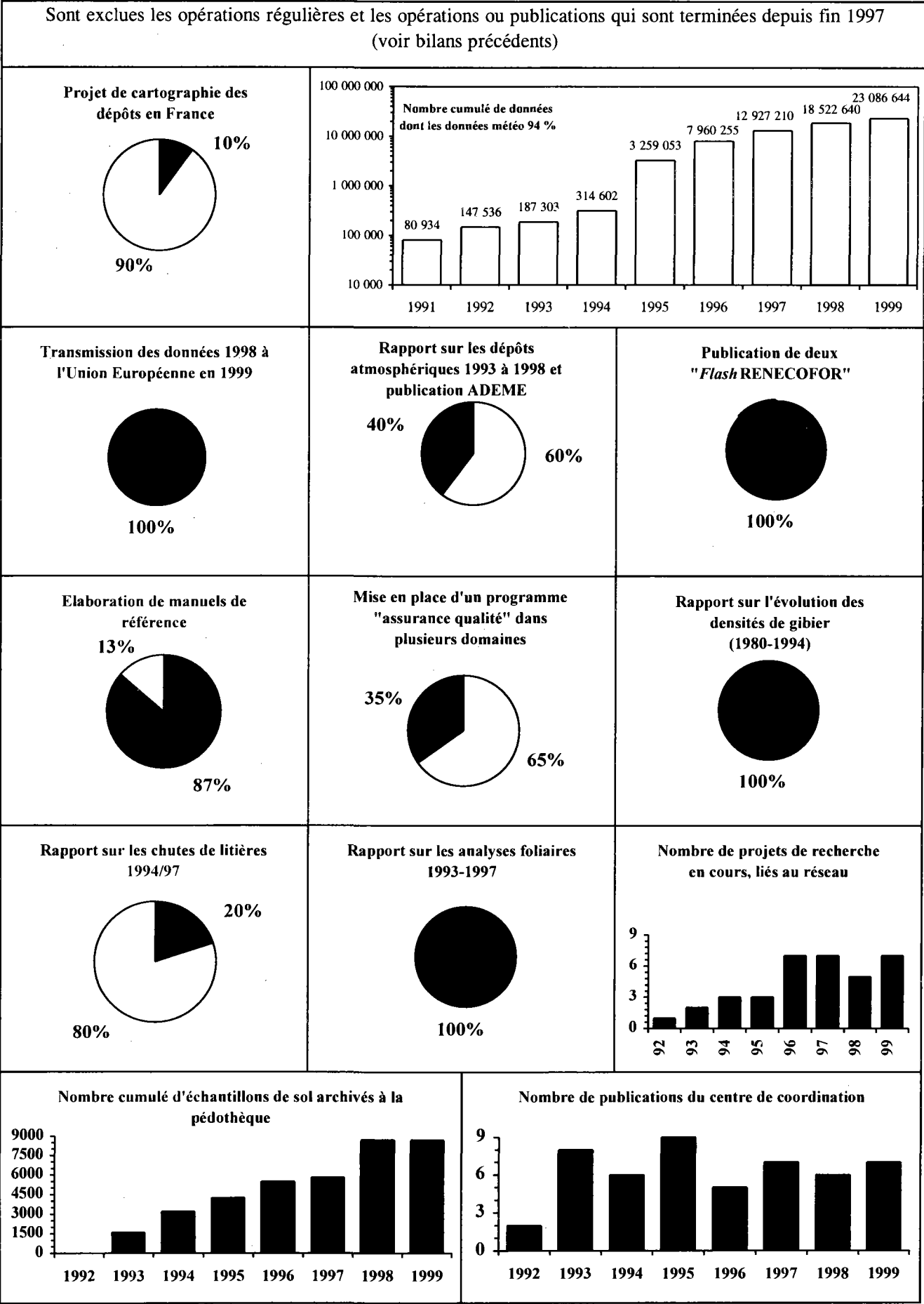
Les activités/résultats exceptionnels de 99 :

- préparation d'un projet de publication grand public sur les retombées atmosphériques en France de 1993 à 1998 pour une édition par l'ADEME
- publication du rapport de synthèse sur 5 années d'analyse foliaire dans le réseau (Croisé *et al.*, 1999)
- publication du rapport de synthèse sur l'évolution du gibier de 1980 à 1994 dans les forêts abritant nos placettes permanentes (Poulin *et al.*, 1999)
- publication de 4 articles scientifiques utilisant les données du réseau
- lancement du *Flash* RENECOFOR (deux numéros publiés : 12 000 exemplaires en français et 2000 en anglais)
- lancement d'un projet pilote sur les mesures des concentrations d'ozone avec des capteurs passifs sur 11 sites du réseau et rédaction d'un manuel de référence correspondant
- participation au niveau européen aux réunions des groupes d'experts sur les dépôts atmosphériques, les mesures dendrométriques, l'analyse du sol et l'analyse foliaire
- installation de 3 dispositifs de mesure des dépôts atmosphériques en Forêt de la Hardt pour comparaison de flux au sein du massif, pour savoir si les dépôts sous couvert forestier pourraient être un facteur aggravant de l'état sanitaire
- doublement du dispositif de mesure des dépôts dans la pinède de la forêt de Brotonne et installation de deux autres dispositifs dans une hêtraie à 500 m de distance pour réaliser un essai de comparaison des dépôts sous couvert forestier sur 5 ans, dans une région fortement polluée par le soufre
- installation de trois dispositifs de collecte des dépôts dans une douglasaie des Pays-Bas pour une participation à un essai d'intercomparaison entre 20 pays
- récolte d'environ 300 kg de feuilles de chêne pour la préparation d'un étalon de référence pour les analyses foliaires, utilisable sur les 22 années qui restent au réseau
- participation aux journées ouvertes de l'INRA-Nancy et au colloque AICEF
- transmission à l'ADEME pour intégration dans la BDQA (Banque de données nationale de la qualité de l'air) des premiers fichiers de données sous format ISO sur les analyses chimiques des précipitations réalisées dans le sous-réseau CATAENAT depuis 1993

Tableau 1

Tableau de bord du réseau RENECOFOR - fin 1999

(le pourcentage des travaux réalisés est indiqué en noir)



Le fonctionnement normal du réseau est toujours assuré de façon satisfaisante par les responsables locaux, les STIR et le centre de coordination. Le planning 99 a pu être respecté en grande partie, à l'exception de la finalisation des publications sur les dépôts atmosphériques

1.2. Opérations réalisées en 1999

1.2.1. Analyse des sols en profondeur

Suite à l'échantillonnage des sols en profondeur par les STIR en 1998 (40-80 et 80-100 cm) dans les fosses pédologiques, l'analyse des échantillons correspondants à la profondeur 40-80 cm a été analysé en 1998. En 1999, les échantillons de la profondeur 80-100 cm ont été analysés, afin de pouvoir démarrer l'évaluation finale de la chimie et des stocks dans le premier mètre de profondeur du sol, une entrée importante pour le développement de scénarios de cycles biogéochimiques. Cette évaluation sera inscrite dans le programme de travail 2001/2002.

1.2.2. Développement de la base de données informatique du réseau

Fin 1999, les données brutes étaient au nombre de 23,1 millions, avec 4,6 millions de nouvelles données importées. Ces données brutes sont stockées dans 42 tables. Le développement de la structure de la base de données (plus de 230 autres tables liées à ces 42 tables initiales, accompagnées d'un grand nombre de programmes, de fiches de saisie, d'états et de requêtes) est en rythme de croisière, car il sera toujours nécessaire avec les nouveaux projets et l'utilisation que nous faisons de ces données.

L'amélioration d'anciens programmes de calcul, de programmes de mise en forme ou de création de tables se poursuit régulièrement, en fonction des besoins. Quelques changements des formats réglementaires des fichiers de transmission à l'Union Européenne ont nécessité une adaptation ou un développement pour produire les fichiers à transmettre obligatoirement chaque année.

1.2.3. Nouveaux projets de recherche liés au réseau

Trois nouveaux projets de recherche ont débuté en 1999 et deux autres ont été terminés (Tableau 2). Le centre de coordination s'investit toujours beaucoup pour permettre à ces projets de se réaliser dans de bonnes conditions. Actuellement et jusqu'à un renouvellement éventuel du règlement européen actuel dans une nouvelle forme, il n'est plus possible de soumettre des projets de recherche à l'Union Européenne dans le contexte du suivi sanitaire des forêts en Europe. L'ONF, le Ministère d'Agriculture et de la Pêche (DERF) et l'ADEME s'engagent heureusement de manière plus importante afin de combler ce vide et afin de garantir l'évaluation des données du réseau.

Les travaux de recherche liés au réseau RENECOFOR sont maintenant bien lancés dans le sens d'une évaluation de plus en plus synthétique des données. Ceci correspond aux objectifs de la stratégie d'évaluation du réseau.

Le projet de l'INRA-Nancy, Equipe Cycles Biogéochimiques, sur l'établissement de tarifs de minéralomasse de douglas dans 5 peuplements du réseau a abouti à un article accepté par le journal scientifique de haut niveau *Forest Ecology and Management* (Ponette *et al.*). L'objectif de ce projet a été d'estimer la quantité d'éléments exportés de l'écosystème durant une rotation et de la comparer avec les stocks disponibles dans le sol.

Un projet original a été lancé avec le soutien de l'ADEME et de l'ONF sur « l'estimation des dépôts atmosphériques totaux hors couvert forestier sur le territoire français en vue d'établir des cartes d'excès de charges critiques d'acidité ». Ce projet vise à trouver un moyen de calculer les dépôts totaux annuels hors couvert forestier sur le territoire français en se basant sur 6 années de mesures (1993-1998) de dépôts dans 27 stations du sous-réseau CATAENAT. Le moyen de passage de l'estimation ponctuelle à une spatialisation sont des modèles établis en fonction de la pluviosité pour calculer les dépôts mensuels d'un composé ou élément donné. Pour la spatialisation il est envisagé d'utiliser les données de pluviosité mensuelle d'environ 2600 stations de METEO FRANCE sur la même période.

Tableau 2 : Projets de recherche liés au réseau RENECOFOR

N°	Titre du projet	Responsable scientifique	Organisme	Montant en F. H.T. du projet	Année de début du projet	Etat d'avancement du projet	Numéro UE, DGV1 du projet
1	Effets des apports atmosphériques et des aménagements sur la pérennité de la fertilité minérale des écosystèmes forestiers	J. Ranger	INRA - Centre de Recherches Forestières de Nancy, Equipe Cycles Biogéochimiques	1 311 237	1996	terminé en 1999	9660FR0060
2	Comparaison de méthodes d'inventaire et suivi annuel de la végétation herbacée de placettes du réseau RENECOFOR (2 tranches)	J.-L. Dupouey	INRA - Centre de Recherches Forestières de Nancy, Equipe Phytoécologie	544 120	1995	terminé en 1999	9660FR0050
3	Analyse du bilan hydrique et de la croissance des arbres forestiers dans RENECOFOR	A. Granier, N. Bréda, J.L. Dupouey	INRA-Nancy	1 972 780	1996	en cours	9660FR0030
4	Sensibilité des sols des écosystèmes forestiers aux métaux lourds à l'échelle du territoire français - utilisation du réseau RENECOFOR	A. Probst	CNRS - Centre de Géochimie de la surface	1 131 409	1997	en cours	9760FR00??
5	Première phase d'évaluation pluridisciplinaire du réseau	ONF/INRA-Nancy	ONF/INRA	400 000	1998	en cours	9960FR0020
6	Estimation des dépôts atmosphériques totaux (hors couvert forestier) sur le territoire français en vue d'établir des cartes d'excès de charges critiques d'acidité	E. Ulrich, L. Croisé, P. Duplat	ONF/ADEME	618 560	1999	en cours	
7	Field intercomparison of open field bulk deposition and throughfall deposition between 20 countries, participating at ICP-forests	G.J.P. Draaijers	TNO-Apeldoorn Pays-Bas	1 464 293	1999	en cours	
8	Comparaison des dépôts sous forêt entre pinède et hêtraie en forêt de Brotonne, dans une région soumise à de fortes émissions de SO ₂	E. Ulrich, N. Barry	ONF, Département Recherche et Développement	756 000	1999	en cours	

L'équipe de coordination du réseau participe à un projet européen dont l'objectif est d'évaluer les écarts entre les méthodes de mesure des dépôts atmosphériques hors et sous couvert forestier, utilisées par 20 pays européens différents. Pour ce faire, tous ces pays ont installé leurs systèmes de collecte dans les mêmes sites (hors et sous forêt). Les données issues de la phase terrain (4 mois de mesure), qui est terminée, sont en train d'être analysées.

Un troisième nouveau projet, entièrement financé par l'ONF, vise à déterminer si les dépôts de soufre très importants sous pinède en forêt de Brotonne (Seine-Maritime) sont aussi importants sous hêtraie, l'essence prépondérante en forêt de Brotonne. Si tel était le cas, toute la forêt de Brotonne peut être considéré comme « victime » importante de la pollution soufrée

venant des raffineries de Rouen et du Havre. Le soufre, arrivant sous forme d'acide sulfurique sur les sols forestiers, a une force acidifiante importante des sols. On pourrait donc considérer que les sols de cette forêt ont subi ces 50 dernières années une acidification fortement accélérée, ce qui n'aurait certainement pas été sans conséquence sur la productivité des arbres.

1.2.4. Observations phénologiques

En 99, les observations phénologiques ont été poursuivies dans 87 placettes, contre 80 en 98 et 90 en 1997. Des problèmes réels de visibilité dans les houppiers ont découragé certains responsables. Dans un premier temps, ces données permettront d'établir des "normales phénologiques" par espèce et par zone bioclimatique. Les références en la matière sont en effet pratiquement inexistantes en France sur les arbres forestiers. Dans un second temps, la date de débourrement permettra par exemple de lier l'évolution météorologique (sommées de températures moyennes journalières par exemple) avec le début de l'activité physiologique des arbres. Ceci pourrait conduire à des modélisations, voire des prévisions du comportement des espèces suite à un éventuel changement climatique. Le jaunissement automnal marque la fin de la période de végétation et permet, avec la date de débournement, de calculer la longueur de la période de végétation, qui pourrait être mise en relation avec des phénomènes météorologiques. Il sera également possible d'essayer d'établir des relations entre les sommées de températures moyennes journalières depuis le début de l'année, le rayonnement global, la pluviosité et la date de débournement en fonction de l'espèce. Pour ce faire un minimum de 10 ans d'observation de ces stades est nécessaire.

1.2.5. Synthèse sur 5 années d'analyse foliaire (1993-1997)

L'analyse sur la nutrition foliaire a abouti en 99 à la publication d'un rapport synthétique (Croisé *et al.*, 1999). Le résumé de ce rapport est reproduit ci-dessous :

Parmi les facteurs pouvant entraîner des dysfonctionnements des écosystèmes forestiers, les problèmes nutritionnels peuvent être à l'origine d'une diminution de vigueur des arbres et de leur dépérissement. Les précédents rapports réalisés sur les données du réseau ont permis notamment de caractériser la richesse minérale initiale des sols et l'état sanitaire des arbres en 1994-1995 et de faire une première synthèse des données dendrométriques. Sur ces bases, un double objectif a été assigné au présent rapport sur les analyses foliaires: d'une part caractériser l'état nutritionnel initial des arbres (de 1993 à 1997) dans les 102 placettes du réseau et d'autre part aborder les premiers croisements avec les données sur la chimie des sols (facteur explicatif de l'état nutritionnel des arbres), les données dendrométriques et l'état sanitaire des arbres (facteurs pouvant être expliqués par l'état nutritionnel des arbres).

Méthodes et sources de variabilité. Une procédure de prélèvement standardisée a été mise en place pour limiter, ou au contraire, intégrer au maximum certaines sources de variabilité. Les échantillons foliaires ont été prélevés chaque année au fusil dans le tiers supérieur de 8 arbres "échantillons" sur chaque placette en essayant de respecter une proportion la plus équilibrée possible entre les directions principales. Les dates de prélèvement ont été fixées pour les feuillus et le mélèze entre le 15 juillet et le 31 août et pour les résineux entre le 1^{er} ou le 15 octobre et le 15 décembre ou le 15 janvier selon la situation géographique et l'altitude. Six macronutriments (N, P, S, K, Ca, Mg) et 7 micronutriments (Na, Cl, Al, Fe, Mn, Cu, Zn) ont été analysés chaque année sur un échantillon composé (ou individuel par arbre en 1997) par placette.

Les écarts entre les dates de prélèvement d'une année sur l'autre dans un peuplement donné ont été assez faibles pendant les cinq premières années de suivi (14 jours en moyenne chez les feuillus et 24 jours chez les résineux). Les directions de prélèvement sur chaque placette n'ont pas toujours intégré l'ensemble des directions principales. En moyenne 50 % des placettes ont été prélevées dans toutes les directions mais une dérive au cours du temps a été notée. En 1993, les prélèvements ont été réalisés de manière homogène entre les directions principales pour 72 % des placettes contre seulement 35 % des placettes en 1997. Cette dérive justifie une attention plus soutenue dans les années à venir. Des tests de lavage d'aiguilles réalisés en 1996 et en 1997 sur trois placettes de pin maritime ont montré globalement pour les macronutriments que la surévaluation des teneurs due à l'absence de lavage était faible (au maximum 3 % pour S) et plus importante pour les micronutriments (21 % pour Cu et entre 6 % et 17 % pour Cl, Na et Fe). Ces résultats dépendent en outre de la

localisation géographique des placettes et de l'année. Le suivi assurance qualité des analyses foliaires a porté sur deux échantillons de référence européens (BCR) : le CRM 100 (feuilles de hêtre) et le CRM 101 (aiguilles d'épicéa). L'absence de dérive au cours des 5 premières années d'analyse a globalement été vérifiée pour les macronutriments aussi bien pour les feuilles de hêtre que pour les aiguilles d'épicéa. Par contre, les teneurs foliaires en micronutriments ont accusé une dérive manifeste entre 1995 et 1998 avec des valeurs plus faibles pendant cette période en particulier dans le cas du hêtre (- 16 % pour Al et - 33 % pour Fe en 1997). Cette dérive représente une difficulté surtout dans la perspective de comparaisons avec d'autre pays européens.

L'ordre de grandeur de la variabilité interanalyse évalué par le coefficient de variation est globalement très satisfaisant pour les macronutriments aussi bien chez le hêtre que chez l'épicéa (CV moyen entre 1995 et 1998 = 2,3 %) et homogène sur l'ensemble de la période à l'exception du S et du Mg dans les feuilles de hêtre en 1998 (CV respectivement 14 et 10 %). La variabilité interanalyse des micronutriments est plus importante (CV = 6,6 % sauf pour Na: CV entre 19,6 % et 71,6 %).

Les cinq premières années d'analyses foliaires ont permis d'évaluer les sources de variabilité intraplacette, interplacette et interannuelle (coefficient de variation compris en moyenne entre 10 et 35 % pour tous les nutriments analysés à l'exception du sodium: 80 %). Ces moyennes masquent des différences selon les nutriments (N, P, S : CV $\approx$ 10 % ; K, Mg, Ca, Zn, Fe : CV compris entre 15 % et 20 % ; Cl, Al, Mn, Cu : CV compris entre 30 et 35 %). Dans le cas des macronutriments (sauf pour S) et de certains micronutriments (Mn et Zn) la variabilité interannuelle est inférieure aux variabilités intra et interplacette. Les analyses de variance à deux facteurs ("placette" et "année") conduisent sensiblement aux mêmes conclusions à l'exception du Zn pour lequel l'effet "année" est tantôt supérieur (DOU, EPC, SP), tantôt inférieur (CHP, CHS, HET, PS) à l'effet "placette". Le coefficient de variation intraplacette est soit supérieur au CV interplacette (S, K et Zn), soit inférieur (N, P, et Mn) ou égal (Ca et Mg). Dans le cas des autres micronutriments (Sodium; chlore, aluminium, fer, et cuivre), la variabilité interannuelle est relativement proche de la variabilité entre placettes ou entre arbres. Les variabilités intraplacette, interplacette et analytique sont vraisemblablement bien définies à partir des cinq premières années d'analyses alors que la variabilité interannuelle est certainement appelée à être mieux évaluée avec un nombre d'années d'analyse plus important.

Résultats. L'état nutritionnel des arbres apparaît globalement satisfaisant (à l'exception des épicéas) à la fois selon les seuils^{Eu} proposés pour la comparaison des analyses foliaires dans les différents pays européens et selon les seuils indicatifs^{Fr} proposés pour la France par rapport à l'état sanitaire et la croissance des arbres. Les équilibres entre les principaux nutriments sont également satisfaisants pour la plupart des placettes. Ces résultats reflètent de manière cohérente les critères de choix initiaux des placettes qui ont été sélectionnées notamment d'après leur aspect visiblement sain. D'autre part ces résultats vont globalement dans le même sens que les premières évaluations réalisées pour les analyses foliaires en 1995 à l'échelle de l'Europe aussi bien pour les teneurs foliaires que pour les équilibres entre éléments. Cependant, par rapport aux seuils^{Eu}, des teneurs foliaires parfois élevées (N pour le chêne pédonculé et le hêtre et P pour l'épicéa) ou au contraire basses (N, P et S pour le pin maritime et S pour l'épicéa et le pin sylvestre) ont été observées. Par rapport aux seuils indicatifs^{Fr}, des teneurs foliaires (moyennes sur 5 ans) supérieures aux valeurs optimales ont été observées (N, pour les chênes et le hêtre, K pour le chêne pédonculé et l'épicéa et Mn pour l'épicéa, le pin laricio, le pin sylvestre et le sapin). Les placettes en dessous du seuil de carence sont peu nombreuses (N: une placette de pin maritime et de pin sylvestre; Mg: deux placettes de hêtre et une placette de sapin; S: une placette d'épicéa; Fe: 3 placettes d'épicéa et une placette de sapin). Ces comparaisons doivent cependant être considérées d'un oeil critique du fait de la valeur relative des seuils proposés et des différentes sources de variabilité des teneurs foliaires. Aucune tendance continue au cours du temps des teneurs foliaires n'est actuellement visible.

Les relations entre les teneurs foliaires en nutriments et la richesse minérale du sol ont été étudiées à partir du premier inventaire sur la chimie des sols réalisé entre 1993 et 1995 et des teneurs foliaires moyennes en N, Mg, K et Ca entre 1993 et 1997. La richesse minérale du sol a été appréciée à la fois par les teneurs en éléments et leurs stocks jusqu'à 40 cm de profondeur. Ces relations obtenues en général peu étroites dépendent à la fois des éléments, des essences et des couches de sol considérées. Pour les relations significatives à au moins 10 % (teneurs foliaires / stocks dans le sol) en moyenne 46 % de la variance totale des éléments dans les feuilles est expliquée par la régression pour N et Mg, 48 % pour le potassium, et 56 % pour Ca. Les relations obtenues entre les teneurs foliaires et les teneurs dans le sol ont été généralement moins étroites. Les différents facteurs pouvant intervenir dans le découplage observé entre les éléments dans les feuilles et les mêmes éléments dans le sol sont discutés (variabilité dans le sol, écart entre les éléments échangeables et les éléments assimilables, effectif réduit de placette par essence, phénomènes de transferts et de remobilisations internes dans l'arbre, activité mycorhizienne, facteurs climatiques, ...).

Les relations entre les accroissements en diamètre et les teneurs foliaires en nutriments ont été étudiées en considérant

(1) les accroissements en diamètre moyen par placette des 52 arbres "objectif" entre 1993 et 1996 et

(2) les accroissements en diamètre moyen par placette des 8 arbres "échantillon" pour chaque année entre 1993 et 1996.

Les 13 nutriments dosés et 9 rapports entre nutriments (N/P, S/N, N/K, N/Mg, N/Ca, K/Ca, K/Mg, Ca/Mg et Fe/Mn) ont été testés. L'élément foliaire le plus souvent corrélé positivement à l'accroissement des 52 arbres "objectifs" a été l'azote pour le chêne sessile, le douglas, l'épicéa et le sapin mais ces relations ne sont pas très étroites (significatives à 5 % et R^2 compris entre 0,20 et 0,65) et les effectifs réduits de placettes par essence incitent à considérer ces relations avec prudence. Le pin sylvestre est l'essence pour laquelle le plus grand nombre de relations significatives a été observé (relations positives avec P et négatives avec Mg et Al). Les relations entre l'accroissement des 8 arbres "échantillon" et les teneurs foliaires des mêmes arbres étaient généralement moins étroites. La variabilité interannuelle des paramètres mesurés, et la faible précision des mesures d'accroissement en diamètre sur une année ont vraisemblablement réduit la qualité des relations.

Les relations entre le pourcentage de défoliation moyen par placette et par année des 8 arbres échantillon utilisés pour les analyses foliaires et les teneurs foliaires en nutriments ont été analysées pour la période 1993 à 1997. Les teneurs foliaires l'année (n) ont été mises en relation avec les pourcentages de défoliation l'année (n) et l'année (n + 1). Les relations les plus étroites (R^2 entre 0,43 et 0,62) ont été observées chez le pin maritime (Al), chez l'épicéa (Zn et Ca), et chez le douglas (Mg) avec la défoliation de la même année (n). L'absence d'arrière effet de l'état nutritionnel des arbres sur la défoliation est suggérée par des corrélations encore plus faibles avec les teneurs foliaires l'année n-1. La série de mesures est vraisemblablement encore trop réduite et l'absence de pourcentage de défoliation nettement supérieur à 25 % pour certaines essences peut expliquer en partie ces relations peu étroites. Le rôle d'autres facteurs non liés à la nutrition des arbres est également important à prendre en compte (l'âge, les facteurs climatiques, et les défoliateurs). Les données récoltées dans le sous-réseau météorologique forestier et les observations de l'état sanitaire des arbres seront précieuses, pour aborder d'ici quelques années une analyse multifactorielle intégrant les facteurs climatiques, nutritionnels et biotiques.

1.2.6. Sous-réseau CATAENAT - placettes de niveaux 2 et 3

Le fonctionnement du réseau est assuré de manière continue et avec un des meilleurs programmes d'assurance qualité parmi les opérations du réseau. Les mesures de 1993 à 1998 ont donné lieu à un article de synthèse (Ulrich et Lanier, 1999) intitulé « Evolution de la qualité des précipitations atmosphériques en France de 1993 à 1998 : mise en œuvre de nouveaux indicateurs nationaux », dont voici le texte intégral :

à noter : le signe □ renvoie au glossaire en fin d'article.

Des analyses chimiques des précipitations ont été réalisées en France depuis plus de 150 ans (Ulrich et Williot, 1993). Ces mesures ont été réalisées jusqu'au milieu des années 70 le plus souvent de manière ponctuelle est d'une durée de quelques jours à 3 ans au maximum, ne permettant pas d'analyser une quelconque tendance à moyen long terme de la qualité des précipitations.

Au début de la mise en place des réseaux, la France a d'abord participé avec quelques stations de mesure de la qualité des précipitations au Réseau Européen de Chimie Atmosphérique (European Air Chemistry Network), activité qui a commencé dans les années 50 mais a été arrêtée dans les années 60. Depuis 1977, la France participe avec 3 à 6 stations au réseau mondial BAPMoN (Background Air Pollution Monitoring Network, en français : réseau de surveillance de la pollution de l'air de fond, Cenac et Zéphoris, 1992). Avec 7 autres stations, la France contribue depuis 1984 à un réseau de surveillance européen, nommé EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme, en français : programme européen de surveillance et d'évaluation). L'objectif de EMEP est de suivre à l'échelle européenne l'évolution de la qualité de l'air (ozone, composés organiques, composés azotés et précipitations), afin de pouvoir orienter la politique européenne de réduction des émissions. C'est une activité liée au travail de la Commission Economique pour l'Europe des Nations-Unies, qui a adopté en 1979 une convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, dont EMEP constitue un des protocoles d'application.

Des mesures récentes de la qualité des précipitations sont réalisées par deux réseaux : MERA (Mesure des Retombées Atmosphériques, géré par l'Ecole des Mines de Douais ; 10 stations de mesure des précipitations *stricto sensu* □) et CATAENAT (Charge Acide Totale d'origine Atmosphérique dans les Ecosystèmes Naturels Terrestres, géré par l'Office National des Forêts) (Coddeville *et al.*, 1996). Ces réseaux constituent depuis plusieurs années les seuls réseaux à vocation nationale pour ce type de surveillance à long terme.

Dans le cadre du Réseau National de suivi à long terme des Écosystèmes Forestiers (RÉNÉCOFOR, 102 placettes d'observation intensive), et là dans le sous-réseau CATAENAT mentionné ci-dessus, des mesures de la qualité des " précipitations totales " □ sont, entre autres, réalisées depuis fin 1992 dans 27 sites " hors couvert

forestier ” (par opposition aux mesures faites sous les couverts) en métropole. L’objectif est de caractériser le niveau des “ dépôts totaux annuels ”^[1] des éléments majeurs et de suivre leur évolution, en liaison avec leur influence éventuel sur le cycle nutritif des peuplements forestiers. La différence par rapport au réseau MERA est que ce dernier cherche plutôt à représenter des zones géographiques plus larges et cherche également à établir des relations entre les sources d’émission et le récepteur, ce qui ne serait pas possible avec l’analyse de précipitations totales, qui incluent une part non négligeable d’apports locaux ou régionaux de poussière.

Ceci devrait permettre de vérifier, avec le moyen indirect que représentent les précipitations, les baisses des émissions industrielles (surtout de soufre), des émissions liées à la circulation automobile (surtout d’oxydes d’azote) et des émissions liées à la production agricole (surtout d’ammoniac), auxquelles la France va s’engager sous peu. Un tel suivi est rendu possible par le fait que les gouttelettes dans les nuages incorporent lors de leur passage au-dessus des lieux d’émission ces différents gaz, qui sont ensuite soit réduits (l’ammoniac, NH_3 , devient ammonium, NH_4), soit oxydés (le dioxyde de soufre, SO_2 , devient sulfate, SO_4 , et le dioxyde d’azote, NO_2 , devient nitrate, NO_3).

Rappelons que dans un certain nombre de cas, ces différents composés cumulés apportés par les précipitations peuvent avoir un impact significatif sur le cycle nutritif des écosystèmes forestiers, pouvant déboucher sur un enrichissement, notamment en azote, et/ou appauvrissement, notamment en calcaire et en magnésium des sols (voir par exemple Bonneau *et al.*, 1997). Des problèmes sanitaires d’intensité variable selon l’importance de la perte d’éléments par l’écosystème peuvent alors se manifester.

Les résultats présentés ici donnent un aperçu synthétique de l’évolution globale de la qualité des précipitations totales en France depuis 6 ans (période 1993-1998).

Définition des nouveaux indicateurs synthétiques : Concentration moyenne pondérée nationale, fréquence annuelle des pH “ acides ”^[2] et de l’acidité titré sur l’ensemble du réseau

Pour suivre à long terme l’évolution de la qualité des précipitations dans un site donné, le seul moyen permettant de faire des comparaisons pluriannuelles par rapport à la même référence est de calculer des “ concentrations moyennes pondérées par la pluviosité ”^[1]. Ce calcul est traditionnellement fait pour chaque site de mesure car l’évolution de la qualité des précipitations peut être très différente d’un site à un autre, en fonction des sources d’émissions que rencontrent les masses d’air en progression avant de donner des précipitations sur un lieu donné.

Il est possible de calculer ce même indicateur pour un ensemble de stations, à la condition suivante : durant toutes les années prises en compte (ici de 1993 à 1998), l’ensemble des stations considérées pour établir cet indicateur doivent avoir fourni des séries complètes de mesures, car tout manque affaiblirait la pondération du résultat final. On calcule cet indicateur, dénommé “ concentration moyenne pondérée nationale ”, pour chaque élément ou composé de la manière suivante :

$$[Cmpn_a] = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Dépot annuel}_{i,a}}{\sum_{i=1}^n \text{Pluviosité annuelle}_i}$$

$Cmpn_a$ = Concentration moyenne pondérée nationale de l’élément ou composé “ a ”

i = station concernée

n = nombre de stations pris en compte dans le calcul, ici n=27

a = élément ou composé considérées (ici : pH ou protons, calcium, magnésium, potassium, sodium, ammonium, nitrate, sulfate, chlorure)

La “ concentration moyenne pondérée nationale ” est un indicateur synthétique dont l’aptitude à représenter l’entité “ France ” n’est cependant pas parfaite

Le grand avantage de l’indicateur “ concentration moyenne pondérée nationale ” est qu’il simplifie la présentation des résultats et qu’il intègre l’ensemble des informations recueillies sur un élément ou composé donné dans un réseau de mesure durant toute la période d’investigation. Sa principale limite est qu’il ne représente, par définition, que les stations prises en compte ; on peut, bien sûr, mettre en question le nombre minimal et la distribution de stations nécessaires pour que cet indicateur représente des précipitations réellement représentatives de l’entité “ France métropolitaine ”. Dans un premier temps et à défaut d’autres mesures on se

contentera des présents calculs, en faisant l'hypothèse que la qualité des précipitations mesurées pendant 6 ans et dans 27 stations réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain a une aptitude à mettre en évidence les évolutions de fond qui peuvent affecter la qualité des précipitations, de par le très grand nombre de situations météorologiques et d'enrichissement en polluants. Pour un nombre constant de stations bien distribuées, on peut admettre que cet indicateur donnera au fil des années des informations correctes. Dans un deuxième temps un élargissement pourra être envisagé, prenant en compte les deux réseaux MERA et CATAENAT, bien que le type de précipitation analysé n'est pas le même. Une première tentative dans ce sens a été réalisée par Ulrich *et al.* (2000).

Chaque année, environ 350 échantillons, cumulant chacun les précipitations de 4 semaines, sont récoltés dans l'ensemble des 27 sites. Pour chaque échantillon, on fait une analyse du pH^[1] et on titre^[2] l'acidité totale^[3] contenue dans la solution. Il est donc possible de calculer la fréquence des solutions dont le pH est plus faible que l'acidité naturelle (<5,5) et la fréquence des solutions montrant une acidité titrée. Les *fréquences annuelles des pH "acides" [4]* et de l'acidité titrée, déterminées sur l'ensemble du réseau, constituent des indicateurs globaux se basant uniquement sur des mesures brutes, et sont donc très robustes.

Les indicateurs ont été calculés pour : (a) l'acidité (pH, acidité titrée) (Figure 1), (b) les composés acidifiants largement d'origine anthropique (sulfate, nitrate, ammonium) (Figure 2) et (c) des éléments principalement d'origine marine et terrestre (Figure 3).

Les indicateurs d'acidité montrent une acidité modérée mais stable sur la période 1993-1998

Au niveau national, les pH moyens (nationaux) des précipitations montrent une relative stabilité et fluctuent entre 4,9 et 5,1 sur la période 1993-1998, ce qui traduit une acidité globalement modérée en référence aux valeurs connues en Europe depuis 20 ans. La fréquence des pH individuels inférieurs à 5,5 varie de 53 à 74 % selon les années (Figure 1). On observe une évolution irrégulière, avec un faible pic en 1996, qui ne trouve pas son explication dans une différence importante de la pluviosité par rapport aux autres années. L'évolution de l'acidité titrée est parallèle à celle du pH < 5,5, ce qui confirme la cohérence de ces deux mesures indépendantes.

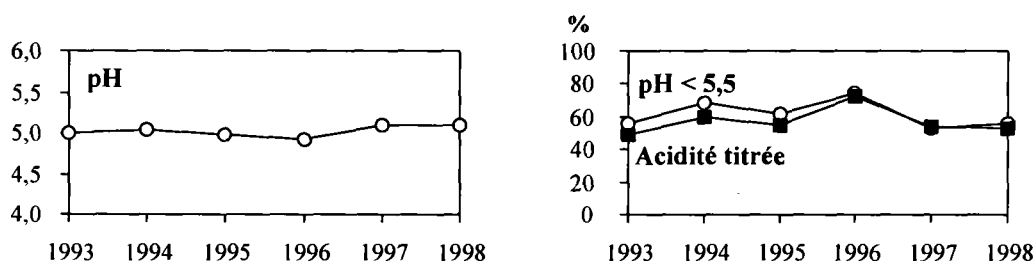


Figure 1 : Evolution du pH moyen national pondéré par la pluviosité (à gauche), et des pourcentages de pH < 5,5 et d'acidité titrée (à droite) dans l'ensemble des échantillons récoltés annuellement de 1993 à 1998 dans le réseau CATAENAT

Evolution of the mean national, precipitation weighted, pH (left), of the percentage of samples at pH < 5,5 and of titrated acidity (right) of all the bulk open-field samples analysed annually from 1993 to 1998 in the CATAENAT-network.

Les concentrations moyennes d'azote ammoniacal et nitrique montrent, après une baisse de 1993 à 1994, une relative stabilité (Figure 2). On peut remarquer qu'en moyenne nationale, les concentrations d'azote ammoniacal sont toujours supérieures à celles d'azote nitrique, ce qui indique la part importante que jouent les émissions agricoles dans la qualité des précipitations. Bien que cette comparaison ne soit qu'indicative, l'eau des précipitations n'étant que rarement directement destinée à la consommation, on peut noter qu'entre 1993 et 1998 la concentration en azote ammoniacal a dépassé la norme d'eau potable (0,388 mg/l en N-NH₄) pour 52 à 66 % des pluies, selon l'année. A l'échelle nationale, les concentrations en azote ammoniacal se situent entre 0,35 et 0,58 mg/l, et les concentrations en azote nitrique entre 0,26 et 0,33 mg/l. Ces dernières sont toujours inférieures à la norme de potabilité (11,29 mg/l en N-NO₃).

Le sulfate et le calcium montrent une évolution assez irrégulière durant ces 6 années. Parfois leur évolution est parallèle, indiquant un lien entre ces deux ions, qui sont en partie d'origine marine (sulfate de calcium, CaSO₄). La baisse un peu plus accentuée du calcium peut être liée aux efforts de filtration plus importantes des émissions de poussières industrielles, ce qui reste à confirmer.

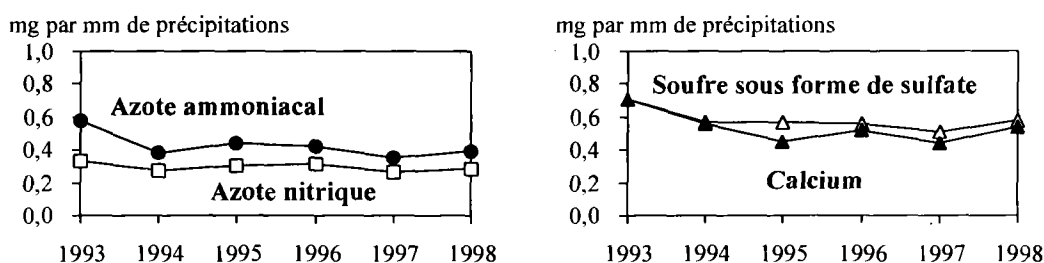


Figure 2 : Evolution, de 1993 à 1998, des concentrations moyennes nationales pondérées par la pluviosité pour l'azote ammoniacal ($N-NH_4$) et l'azote nitrique ($N-NO_3$) (à gauche) et le soufre sous forme de sulfate ($S-SO_4$) et le calcium (à droite).
Changes in national mean, precipitation weighted, concentrations of ammonium ($N-NH_4$) and nitrate ($N-NO_3$), at left, and sulphate ($S-SO_4$) and calcium, at the right.

Les ions indicateurs d'origine marine ou terrestre (sodium et chlorure issus du sel $NaCl$, magnésium et potassium issus des sels $MgSO_4$ et K_2SO_4) montrent également une évolution irrégulière. Les concentrations moyennes nationales varient pour le chlorure de 1,55 à 1,96 mg/l et pour le sodium de 1,02 à 1,13 mg/l. Celles du magnésium et potassium sont très proches et varient entre 0,12 et 0,17 mg/l.

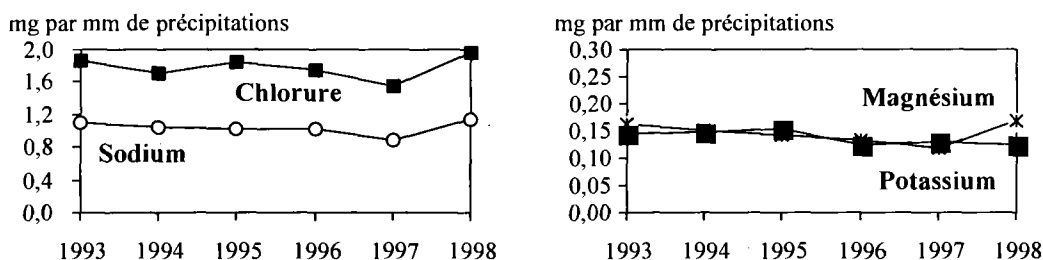


Figure 3 : Evolution, de 1993 à 1998, des concentrations moyennes nationales pondérées par la pluviosité du réseau CATAENAT pour le chlorure et le sodium (à gauche), et le magnésium et le potassium (à droite).
Changes in national mean, precipitation weighted, concentrations of chloride and sodium, at left, and magnesium and potassium, at the right.

Les nouveaux indicateurs développés pour présenter de manière synthétique les grandes tendances nationales, paraissent relativement robustes. Entre 1993 et 1998, on observe une relative stabilité de la qualité des précipitations qui, d'après les données disponibles pour la période antérieure au lancement du réseau RÉNÉCOFOR, suit une période d'amélioration de la qualité des précipitations, tout au moins dans le nord du territoire (Dambrine *et al.*, 1995 ; Zéphoris et Cénac, 1994). Ce constat est conforté par l'analyse individuelle des 27 stations du réseau : sur 27 stations et 10 paramètres analysés, seule une station montre une diminution constante des concentrations moyennes pondérées pour le magnésium et une autre pour l'acidité titrée. Mais dans 35% des cas potentiels (tous paramètres confondus) une diminution irrégulière des concentrations du sulfate est observé et dans environ 24% une augmentation du pH, qui est en partie liée à la diminution du sulfate. On remarque également une diminution irrégulière des concentrations de nitrate et d'ammonium dans environ 10% et de calcium dans environ 18% des cas. La diminution du calcium pourrait être liée à la réduction des émissions de poussières, qui poursuivent une évolution comparables à celle des émissions du SO_2 . Les tendances nationales masquent en quelque sorte ces tendances individuelles, mais donnent quand même une réponse correcte pour l'intégralité des stations.

En conclusion, il semble que l'on observe une amorce de diminution du plus grand polluant acidifiant (sulfate) dans les eaux de pluie, dont les émissions sous forme de SO_2 ont fait l'objet de réductions très importantes (plus de 60%) depuis les années 80. Il se peut, bien entendu, qu'une tendance vers une diminution existe depuis plus longtemps, mais qui ne peut être reportée ici à cause d'un début que récent des mesures.

Les indicateurs développés ici peuvent donc servir à long terme pour une brève analyse nationale synthétique et fiable. Le réseau CATAENAT, fournissant des résultats de qualité, est une bonne base pour le calcul de ces indicateurs.

- Définitions

Acidité totale titrée : le pH est une mesure *instantanée* de la concentration en protons, mais ne donne aucune indication sur le pouvoir tampon acide ou alcalin de la solution. La mesure de l'acidité ou alcalinité se fait par titrage avec un acide (0,001 Mole d'acide chlorhydrique) jusqu'à l'obtention du pH 4,0 et ensuite avec une base (0,001 M de soude) jusqu'à l'obtention du pH 5,6. On mesure donc le pouvoir de la solution de libérer soit des ions hydroxiles (OH^-) soit des protons (H^+). Cette mesure est donc beaucoup plus pertinente, car elle mesure la capacité de neutralisation des acides contenus dans la solution.

Concentration moyenne pondérée par la pluviosité : la moyenne arithmétique (somme des valeurs d'une série de mesures, divisée par le nombre de valeurs) des concentrations mesurées sur l'ensemble des échantillons de précipitations récoltés en une année dans une station peut être fortement influencée par quelques valeurs extrêmes. Souvent, les fortes concentrations sont liées à de faibles précipitations, c'est-à-dire que leur dépôt est faible. D'autre part, de faibles concentrations liées à des précipitations importantes peuvent conduire à un dépôt important. Afin d'obtenir une concentration moyenne annuelle représentative d'un site, on pondère la moyenne par la pluviosité. Le résultat est la concentration moyenne par millimètre de précipitation et cela indépendamment de la hauteur annuelle de celle-ci. Cette moyenne est le seul moyen de comparer correctement plusieurs sites par rapport à une référence commune (un mm de précipitation). C'est également la seule valeur pouvant être utilisée pour l'analyse de tendances à moyen et long terme. Les concentrations présentées ici sont toutes des concentrations moyennes pondérées par la pluviosité.

pH : le pH est la valeur négative de l'exposant exprimant la concentration en protons (H^+) ; ainsi, un pH de 5,5 correspond à la concentration de $10^{-5,5}$ moles de H^+ par litre de solution. Une augmentation du pH correspond donc à une diminution de la concentration en H^+ , et vice versa.

pH "acide" : En absence de toute pollution, l'eau de pluie naturelle a un pH aux alentours de 5,5 à 5,6, en raison de l'équilibre de l'eau avec la teneur en CO_2 de l'atmosphère. On ne parle donc ici de pH "acide" que pour des valeurs inférieures à 5,5.

Précipitations (d'après "Le Petit Larousse") : formes variées sous lesquelles l'eau solide ou liquide contenu dans l'atmosphère se dépose à la surface du globe (pluie, brouillard, neige, grêle, rosée, givre).

Précipitations *stricto sensu* : les précipitations sont récoltées avec des récipients gardés fermés, sauf en cas de pluie, où il s'ouvre automatiquement, grâce à un détecteur de pluie. On exclu ainsi les poussières pouvant se déposer pendant les périodes sèches sur un récipient étant constamment ouvert.

Précipitations totales et dépôt total : les précipitations sont récoltées avec des récipients gardés constamment ouverts. Ceux-ci récupèrent donc aussi bien les précipitations que les poussières, qui se mélangent dans le récipient avec les pluies. Ces précipitations sont donc souvent plus concentrées que celles des précipitations *stricto sensu*. Le cumul annuel des éléments (ions) apportés est appelé *dépôt total*.

Titre (chim.) : rapport de la masse du corps dissous à la masse totale de la solution ; **titrer** : déterminer le titre d'une solution ; voir "acidité totale titrée" définie plus haut.

1.2.7. Synthèse sur l'évolution de la densité du gibier de 1984 à 1994

Cette synthèse, réalisée par Poulin et al. (1998) est résumée ci-dessous :

La faune sauvage fait partie intégrante des écosystèmes forestiers. Elle peut contribuer à les enrichir et, ce qui nous intéresse ici, à les perturber au sens écologique du terme à plusieurs niveaux. La présente étude essaye d'apporter quelques éléments de jugement sur l'influence potentielle éventuelle de l'évolution des densités de gibier sur la composition floristique et l'abondance du cortège, sans pouvoir apporter d'éventuelles preuves ou exemples de causes à effets. La partie centrale des placettes permanentes du réseau RENECOFOR étant clôturée et des observations floristiques effectuées tous les 5 ans à l'intérieur et à l'extérieur de cette partie centrale on peut utiliser ces observations en tant qu'indicateurs indirects de la pression du gibier, du moins dans un premier temps.

Objectifs. Les objectifs de cette étude ont été : (i) retracer l'évolution, de 1980 à 1994, des 7 principales espèces de gibier dans les peuplements du réseau, (ii) réaliser une synthèse globale, espèce par espèce, pour dégager d'éventuelles tendances communes, (iii) donner une piste pour améliorer dans l'avenir le recensement des différents indicateurs. Ces objectifs sont limités par la qualité des informations, qui n'est pas comparable à des mesures scientifiques.

Pour atteindre ces objectifs, une enquête a été réalisée à l'aide de fiches de renseignement, afin de collecter des informations par lot ou forêt et par espèce.

Problèmes détectés. On peut surtout citer (i) des différences parfois importantes au niveau du temps passé pour cette enquête par l'un ou l'autre, (ii) des différences dans la méthode des recherches locales, de prise de contact avec les personnes et organismes détenant les informations, (iii) des sources d'informations très diverses pour le même type de données, (iv) une éventuelle pré-interprétation des données par le personnel local avant leur transmission, (v) des différences au niveau des connaissances cynégétiques et ainsi de la capacité de jugement « objectif » sur les densités estimées entre les personnes ayant recueilli les informations. L'intérêt pour la forêt et

l'impact du gibier sur celle-ci est différent selon le point de vue de l'Office National de la Chasse, des chasseurs, des Associations Communales de Chasse Agrée (A.C.C.A.), des Fédérations Départementales des Chasseurs et de l'Office National des Forêts. Les données ont été prises en compte telles qu'elles ont été transmises, c'est à dire sans corrections (sauf aberrations évidentes) et avec le plus « d'objectivité » possible et le plus de prudence nécessaire.

Résultats. Les réponses reçues en nombre suffisant pour être traitées sont : (i) plans et tableaux de chasse, (ii) estimations chiffrées ou exprimées suivant le niveau de densité, estimée subjectivement par les forestiers : très faible, faible, normal, fort et très fort, (iii) les données de comptages et d'indices kilométriques.

Les 102 territoires de chasse examinés (lot ou forêt entière) sont en majorité loués par adjudication ou à l'amiable par les A.C.C.A.. Cinq territoires ne sont pas chassés. Certains lots de chasse sont constitués de la forêt entière, surtout pour les A.C.C.A. En fonction du type de chasse pris en compte par les gestionnaires locaux lors de la transmission des informations sur les fiches, les surfaces des lots peuvent varier. C'est la raison pour laquelle la moyenne des surfaces des lots est de 1378 ha.

Les espèces visées par l'enquête sont : le chevreuil (*Capreolus capreolus*), le cerf (*Cervus elaphus*), le sanglier (*Sus scrofa*), le mouflon (*Ovis amon*), le mouflon de Corse (*Ovis amon musimon*), le chamois (*Rupicapra rupicapra*), l'isard (*Rupicapra rupicapra pyrenaica*), le lièvre (*Lepus europaeus*) et le lapin (*Oryctolagus cuniculus*). D'autres espèces non visées par cette enquête sont prises en compte dans les fiches individuelles par placette dans l'annexe 12.6.

On observe les tendances suivantes : (i) **chevreuil**. Les densités et les plans de chasse du chevreuil sont en augmentation respectivement dans 49 et 67 des 99 lots ou forêts, où cette espèce a été signalée ; (ii) **cerf**. Sur les 53 lots ou forêts où le cerf a été signalé, les densités sont stables sur 17 d'entre eux et en augmentation sur 13 autres. Parallèlement, 23 lots ou forêts ont des plans de chasse en augmentation ; (iii) **sanglier**. Sur 88 lots ou forêts signalant le sanglier, l'évolution des densités est inconnue sur 47 d'entre elles, stable sur 25 et en augmentation sur 15 autres. Les tableaux de chasse sont en augmentation sur 43 placettes ; (iv) **mouflon**. Le mouflon n'est présent que dans 4 lots ou forêts. Dans deux d'entre eux, la densité est stable, dans les deux autres, l'évolution est inconnue ou montre une augmentation. Les plans de chasse sont en augmentation dans deux cas et en évolution inconnue dans les 2 autres. On ne peut donc pas tirer de bilan satisfaisant pour le mouflon ; (v) **chamois**. Le chamois est signalé avec des densités stables ou en augmentation, sur 8 des 13 lots ou forêts où il est présent. Les plans de chasse sont en augmentation sur 5 d'entre eux ; (vi) **lièvre**. Dans les 59 lots ou forêts où le lièvre est signalé, l'évolution est inconnue pour les densités de 37 d'entre eux et pour les tableaux de chasse de 27. Dans 14 cas, la densité est stable, et pour 11 cas les tableaux de chasse sont en diminution ; (vii) **lapin**. Le lapin est signalé dans 31 lots ou forêts. L'évolution de ses densités est inconnue dans 22 d'entre eux et stable dans 6 autres. Les tableaux de chasse sont en diminution dans 12 cas.

1.2.8. Mesures météorologiques automatiques

Le fonctionnement de ce réseau est globalement très satisfaisant. Le gestionnaire technique, la société Pulsonic, s'investit beaucoup pour limiter les défaillances, qu'elles soient d'origine naturelle (foudre, gel, ...) ou non. Deux stations ayant fonctionné auparavant actuellement avec des cartes à mémoire, ont été équipées avec des téléphones numériques mobiles, permettant ainsi des transmissions tous les 2 à 3 jours au lieu des transmissions bi-hebdomadaires. Ceci est devenu possible grâce à l'élargissement récent des réseaux mobiles, couvrant de plus en plus de régions peu peuplées. Aucune grande panne n'est apparue en 1999.

1.2.9. Récolte des chutes de litière

Les données des années 1994 à 1999 sont disponibles dans la base de données et n'ont pour l'instant, faute de temps, pu être traitées. Il est prévu de faire ce travail en 2001. Les contrôles de terrain de 99 ont de nouveau permis de constater une qualité correcte des installations des collecteurs.

1.2.10. Observations de l'état sanitaire des peuplements

Le taux de réponse concernant ces observations a été cette année de nouveau de 100%. Les données des années 1994 à 1999, résultant de ces observations, sont disponibles dans la base de données. Elles seront utilisées en 2001/2002 pour la synthèse de l'évolution 1994 à 2000/01.

1.2.11. Echantillonnage foliaire

En 1999, toutes les placettes ont fait l'objet de prélèvements et d'analyses, car d'après le règlement européen, l'analyse foliaire est obligatoire les années impaires. La collaboration avec le laboratoire LERMAVE de l'INRA-Bordeaux est toujours très satisfaisante.

1.2.12. Déplacements

- E. Ulrich : au total : 51 jours, dont 11,5 jours en Allemagne, 6 jours au Pays Bas, 2,5 jours en Autriche et 1,5 jour au Luxembourg ;
- M. Lanier : 11,5 jours, C. Cluzeau : 4 jours ; L. Croisé : 19,5 jours

Le personnel de la cellule de coordination a parcouru pour le réseau au total 17 785 km en voiture, contre 28 584 km en 98.

1.3. Publications, rapports scientifiques, manuels de références et bilans techniques du réseau *stricto sensu* et des projets de recherche liés au réseau, publications dans la presse écrite

a) Publications

- F. Lebourgeois, 1999 : Les chênes sessile et pédonculé (*Quercus petraea* Liebl. Et *Quercus robur* L.) dans le réseau RENECOFOR : rythme de croissance radiale, anatomie du bois, de l'aubier et de l'écorce. *Revue Forestière Française*, 51, 4 : 522-536.
- E. Ulrich, R. Mosello, 1999 : Quality assurance and quality control for atmospheric deposition monitoring within ICP Forests. Annex 4 of the « Manual of Deposition and Air Pollution », part VI of the « Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests (UN/ECE, CLRTAP) : 13-39.
- E. Ulrich, M. Lanier, C. Rigondaud, 1999 : Précipitations, gaz et poussières... La forêt victime de ses arbres ?. *Arborescences*, 80 : 2-3.
- E. Ulrich, M. Lanier, B. Roman-Amat, 1999 : Estimation of nitrogen deposition on 27 RENECOFOR plots (France). In : T. Karjalainen, H. Spiecker et O. Laroussinie (Ed.), EFl Proceedings No. 27 « Causes and Consequences of Accelerated Tree Growth in Europe », Nancy 12-13 May 1998 : 139-155.
- E. Ulrich, M. Lanier, 1999 : Evolution de la qualité des précipitations totales de 1993 à 1998 en France - utilisation de nouveaux indicateurs nationaux. *La Santé des Forêts (France) en 1998*, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DERF-Département de la Santé des Forêts) : 77-80.

b) Rapports scientifiques

- F. Poulin, E. Ulrich, M. Lanier, 1999 : RENECOFOR - Evolution des densités du gibier de 1980 à 1994. Editeur : Office National des Forêts, Département Recherche et Développement, ISBN 2-84207-188-3, 319 p.
- L. Croisé, C. Cluzeau, E. Ulrich, M. Lanier, A. Gomez, 1999 : RENECOFOR - Interprétation des analyses foliaires réalisés dans les 102 peuplements du réseau entre 1993 et 1997 et premières évaluations interdisciplinaires. Editeur : Office National des Forêts, Département Recherche et Développement, ISBN 2-84207-189-1, 413 p.

c) Le Flash RENECOFOR

N°1 : avril 1999 (tirage : version française : 12 000, version anglaise : 2000 exemplaires)

N°2 : décembre 1999 (tirage : version française : 12 000, version anglaise : 2000 exemplaires)

d) Manuels de référence

E. Ulrich, 1999 : RENECOFOR - Manuel de référence n°13 sur les mesures des concentrations d'ozone à l'aide de capteurs passifs, placettes de niveaux 2 et 3, 8 p.

e) Bilans techniques et rapports de mission

E. Ulrich, 1999 : RENECOFOR, 7^{ème} bilan technique (période : 1er janvier 1997-31 décembre 1998). Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, 22 p.

f) Le réseau dans la presse écrite

Ouest France, 25 mai 1999 : Le Gâvre - un espace d'observation au milieu de la forêt

Le Messager, 5 août 1999 : Etude de l'écosystème et des richesses forestières du massif des Voirons : Le temps du diagnostic

2. Dégâts des tempêtes de fin décembre 1999

Il n'est pas nécessaire de rappeler ici le phénomène météorologique en lui-même en détail. Le 26 décembre 1999 une tempête est passée d'Ouest en Est dans la partie Nord du pays et le 27 décembre une deuxième tempête est passée dans le même sens dans la partie Sud du pays. On estime à l'heure actuelle qu'environ 140 millions de m³ de bois sont tombés, couvrant environ 3 à 4% de la superficie de la forêt française. Les dégâts subis par le réseau RENECOFOR sont en proportion plus importants que ceux de la forêt françaises. Cela tient essentiellement au fait que les placettes de notre réseau sont situées dans des futaies adultes.

Avertissement

A l'heure actuelle on ne parlera pas de placettes perdues ou à abandonner, même si le peuplement est entièrement ou quasi rasé. Une décision sur l'avenir des placettes les plus sinistrées (n°7-8) sera prise après avoir remis en état les moins sinistrées.

Les estimations financières faites ci-après supposent que l'ensemble des placettes sont maintenues dans le réseau, même si plusieurs d'entre elles seront constituées à terme d'une régénération. De même ces estimations supposent pour l'instant que tous les travaux de remise en état seront réalisés en 2000. Pour des raisons logistiques, un certain nombre de travaux seront cependant reportés en 2001.

Le bilan ci-après est le résultat de l'enquête écrite du 4 janvier 2000 et des relances téléphoniques. Les résultats sont présentés par placette dans le tableau 3 en annexe. Il ne sont pas toujours sûrs à 100%. A cause de la rapidité des estimations, les chiffres affichés dans le tableau 3 en annexe sont probablement entachés d'une erreur d'environ $\pm 10\%$. Une demande d'estimation plus réaliste sera lancée au milieu de l'année, pour ne pas perturber les agents locaux dans des travaux plus urgents.

Pour rappel :

- niveau 1 d'observation : toutes les placettes sont concernées
- niveau 2 d'observation : dans 27 des 102 placettes, en plus mesure des dépôts atmosphériques humides hors et sous forêt
- niveau 3 d'observation : dans 17 des 27 placettes de niveau 2, en plus suivi de la qualité des solutions de sol à 20 et 70 cm de profondeur

Tableau 4 : Bilan général des dégâts subis dans le réseau lors des tempêtes de fin 1999

Classe de placettes, en fonction du % d'arbres endommagés dans l'étage principal	Nombre de placette en fonction du niveau d'observation			Nombre total de placettes
	I	II	III	
1) Sans dommage :	35	5	8	48
2) Très légèrement endommagées ($\leq 5\%$, zones centrale et neutre) :	19	1	4	24
3) Moyennement endommagées ($>5\%$ et $\leq 30\%$, zones centrale et neutre) :	7	3	3	13
4) Fortement endommagées ($>30\%$ et $\leq 80\%$, zones centrale et neutre) :	7	1	1	9
5) Rasées ou quasi rasées ($>80\%$, zones centrale et neutre) :	7		1	8
TOTAL	75	10	17	102

Parmi les 27 placettes de niveau 2, seules celles de Brotonne (PS 76), d'Azerailles (près de Baccarat, HET 54a) et d'Haguenau (PS 67a) sont fortement touchées ou rasées. Les mesures des dépôts sous le couvert forestier y sont donc suspendues. Dans les placettes d'Azerailles et d'Haguenau, les mesures des solutions de sol sont également suspendues, car les bougies poreuses, permettant leur extraction, ont été arrachées par les racines des arbres. Dans la placette à Brotonne (PS 76), les collecteurs de pluviolessivats de la placette endommagée ont été déplacés dans une parcelle avoisinante, où le peuplement est resté debout. Les mesures de dépôts sous forêt ont repris dès la fin mars. A l'exception de la placette HET 54a, les mesures hors couvert n'ont pas été interrompues. Les quelques collecteurs cassés dans les autres placettes ont déjà été remplacés sans frais supplémentaires.

Les sites de mesures hors couvert forestier et toutes les *stations météorologiques* sont restés intacts.

Des deux placettes entièrement financées par l'ONF (PM 17 et PM 85), la placette PM 17 (niveau 3, Ile d'Oléron) a subi environ 30% de dégât et PM 85 est indemne. Les coûts d'exploitation, de remise en état des clôtures et de collecteurs de litière y sont estimés à 12 000 F.

Bilan matériel et financier

Selon nos informations actuelles, de l'ordre de 700 des 5300 arbres numérotés (13,2%) sont des chablis. Un bilan plus précis ne pourra pas être donné avant le printemps de l'année 2001, car des inventaires complets sont prévus dans le programme 2000 du réseau à la fin de cette année.

Les coûts d'exploitation des chablis dans les placettes sont très variables, selon les possibilités locales de faire sortir les bois avec un lot lié à la parcelle (dans ces cas le coût est nul) ou non et selon les difficultés et précautions locales spéciales qui doivent être prises. Le coût total d'exploitation est estimé à **201 000 Francs**.

En proportion, les dégâts causés aux clôtures sont plus important que l'intensité des dégâts subis par les peuplements, car même peu d'arbres tombés peuvent fortement endommager une clôture. Les coûts affichés varient beaucoup d'une région à l'autre, selon les possibilités locales de faire faire les travaux en régie ou par une entreprise. Lors de l'installation du réseau en 1992/93, les prix variaient d'un facteur de 1 à 10, selon les régions et le niveau de difficultés techniques locales rencontrées (par exemple : terrain plat facilement accessible contre terrain accidenté et difficilement accessible). Le coût total de la remise en état est estimé à environ **400 000 Francs**.

Environ 150 des 1020 collecteurs de litière (14,7%) sont cassés, ce qui représenterait un coût d'environ 60 000 Francs. Dans 8 des placettes concernées le remplacement immédiat n'a pas de sens, car le peuplement entier a disparu. Ceci ramène le coût de remplacement immédiat des collecteurs à environ **27 000 Francs**.

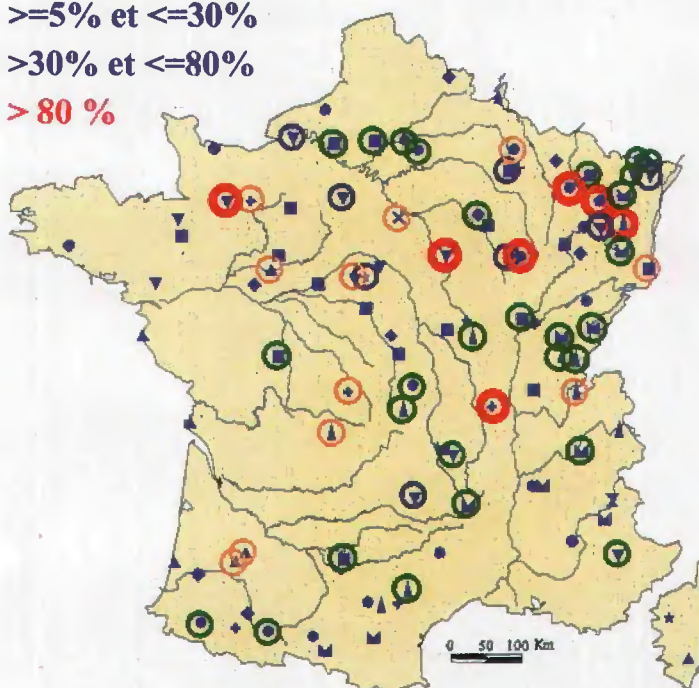
Le temps de personnel fonctionnaire à mobiliser en plus pour organiser et réaliser localement la remise en état est estimé à 125 hommes-jours d'agents techniques (4 jours par placette très touchée, 3 jours par placette moyennement touchée et 1 jour par placette faiblement touchée), ce qui conduit à un coût d'environ **200 000 Francs**.

L'estimation du coût immédiat de remise en état de l'ensemble du réseau, avec une marge d'erreur d'environ 15%, est donc de 828 000 Francs + 25% de frais généraux = **1 035 000 Francs hors taxes**.

2.1. Distribution spatiale des dégâts au sein du réseau

Pourcentage d'arbres tombés

- < 5%
- ≥ 5% et ≤ 30%
- > 30% et ≤ 80%
- > 80 %



- | | |
|---|--|
| ■ Chêne sessile (<i>Quercus petraea</i>) | ▲ Epicéa (<i>Picea abies</i>) |
| ◆ Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>) | ✦ Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) |
| ✕ Chêne sessile et chêne pédonculé en mélange | ✕ Mélèze (<i>Larix decidua</i>) |
| ● Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) | ▼ Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>) |
| ■ Sapin (<i>Abies alba</i>) | ▲ Pin Maritime (<i>Pinus pinaster</i>) |
| | ★ Pin laricio (<i>Pinus nigra laricio corsicana</i>) |

2.2. Présentation photographique des dégâts les plus importants (25 placettes)

CHS 51 - Forêt domaniale de Chatrices - CHAMPAGNE-ARDENNE



CHS 68 - Forêt domaniale de la Hardt - ALSACE



DOU 23 - Forêt sectionale du Maupuy - LIMOUSIN



DOU 61 - Forêt domaniale d'Ecouvès - HAUTE et BASSE NORMANDIE



DOU 69 - Départementale de Brou - RHONE-ALPES



EPC 87 - Forêt sectionale de Monteil - LIMOUSIN



EPC 88 - Forêt sectionale de Laveline - LORRAINE



HET 21 - Forêt domaniale de Lugny - BOURGOGNE



HET 52 - Forêt domaniale d'Auberive - CHAMPAGNE-ARDENNE



HET 54a - Forêt domaniale des Hauts Bois - LORRAINE



HET 54b - Forêt domaniale de Haye - LORRAINE



HET 55 - Forêt domaniale de Lachalade - LORRAINE



PL 41 - Forêt domaniale de Lamotte-Beuvron - CENTRE



PM 17 - Forêt des Saumonards - POITOU-CHARENTES



PM 40b - Forêt communale d'Arx - AQUITAINE



PM 40c - Forêt communale de Losse - AQUITAINE



PM 72 - Forêt domaniale de Bercé - PAYS DE LA LOIRE



PS 15 - Forêt sectionale de Paulhac - AUVERGNE



PS 41 - Forêt domaniale de Lamotte Beuvron - CENTRE



PS 61 - Forêt domaniale d'Andaines - HAUTE et BASSE NORMANDIE



PS 67a - Indivise de Haguenau - ALSACE



PS 76 - Forêt domaniale de Brotonne - HAUTE et BASSE NORMANDIE



PS 78 - Forêt domaniale de Rambouillet - ILE DE FRANCE



PS 88 - Forêt communale de Bruyères - LORRAINE



PS 89 - Forêt domaniale de Pontigny - BOURGOGNE



3. Les moyens humains du réseau (1991 à 1999)

3.1. Centre de coordination

En sus du personnel permanent, Mademoiselle Catherine Cluzeau et Monsieur Luc Croisé, chargés d'étude sur des contrats à durée déterminée, ont réalisé le rapport sur les analyses foliaires. Monsieur Croisé a ensuite commencé à travailler sur le projet de cartographie des dépôts en France (voir point 1.2.3). Monsieur Sébastien Cecchini, anciennement service national vert a été embauché en tant qu'emploi jeune avec la fonction de technicien polyvalent du réseau. Il est chargé de la gestion du stock de matériel, la rédaction de fiches synthétiques individuelles des placettes, le suivi technique des mesures des concentrations d'ozone avec des capteurs passifs, la saisie des fiches des observations sanitaires et l'aide sur le terrain pour des projets ponctuels.

L'activité administrative se concentre surtout autour de la gestion financière, la gestion des conventions, la bonne exécution des observations et mesures, l'encadrement du personnel technique à tous les niveaux et les contacts obligatoires avec les partenaires et utilisateurs externes (chercheurs et ministères surtout), indépendamment des contacts techniques ou scientifiques. Beaucoup de temps a été consacré par E. Ulrich pour représenter la France lors des réunions des différents groupes d'experts des domaines couverts par les réseaux de suivi intensif des écosystèmes forestiers. Le travail administratif occupe près de 80% de l'activité du centre de coordination.

3.2. Sections Techniques Interrégionales

La contribution des STIR est essentielle et importante pour le réseau. En dehors du travail de « routine », dont nous nous efforçons de garantir et maintenir, voire augmenter la qualité, les STIR ont été beaucoup sollicitées pour l'échantillonnage foliaire dans toutes les placettes, le traitement des échantillons de litière et le contrôle des placettes situées dans leur inter-région. Le résultat des travaux réalisés par les STIR est toujours très satisfaisant.

Au total, 7,5 jours d'ingénieurs, 200 jours de techniciens et 58 jours d'emplois jeunes ont été nécessaires pour accomplir l'ensemble des tâches. Ils ont parcouru au total 45 077 km.

3.3. Responsables locaux

Le travail des responsables et suppléants est le pilier du réseau. Les responsables des placettes de niveau 1 ont essentiellement été sollicités pour la récolte des chutes de litière, pour l'aide lors de l'échantillonnage foliaire sur les placettes. La majorité des responsables ont également participé aux observations de la phénologie.

Dans les placettes de niveaux 2 et 3 les responsables et suppléants ont échantillonné chaque semaine les pluies, pluviolessivats et solutions de sol.

En 99, les agents techniques ont passé au total 1043 jours (contre 1179 en 98), les techniciens 175 jours (contre 246 en 98) et les ouvriers forestiers 83 jours (contre 61 jours en 98) sur les placettes.

3.4. Activités des notateurs et correspondants-observateurs

Le temps passé par les notateurs du réseau européen (notation de défoliation et de jaunissement) et les correspondants-observateurs du DSF (observations des symptômes pathologiques et entomologiques) appartenant à l'ONF est estimé à 90 hommes-jours (contre 87 en 98).

3.5. Placettes du littoral atlantique financées par l'ONF

Les travaux dans les deux placettes de pin maritime de niveau 3 d'observation situées en Charente-Maritime (Ile d'Oléron) et Vendée (Notre-Dame-de-Monts), ont été réalisés comme dans les autres placettes du réseau.

3.6. Temps passé par le personnel du Département Recherche et Développement

Tableau 5 : Récapitulatif des *jours* travaillés pour le réseau par le personnel du Département Recherche et Développement

Années	Chef du département (B. Vannière, B. Roman-Amat)	Temps E. Ulrich+ assistant scientifique	Temps Ingénieurs STIR	Temps M. Lanier	Temps Tech- niciens STIR	Temps Objecteurs ou Service National Vert (STIR)	Temps Objecteurs ou Service National Vert (Fontainebleau)	km par- cours
1990-1992	80	245	296	185	408		0	193 818
1993	30	205	422	205	465		70	119 511
1994	20	205	66	205	425		245	110 827
1995	20	205	112	205	313	260	294	98 801
1996	20	390	15	194	393	128	376	79 589
1997	20	390	109	194	202	64	390	78 521
1998	20	390	15	194	337	125	420	75 863
1999	20	423	8	194	200	58	174	46 858
TOTAL	230	2 462	1 043	1 576	2 743	635	1 969	803 788
TOTAL			3 735	TOTAL	4 319	Total	2 604	
Ing.				Techn.		Objecteurs		

3.7. Temps passé dans les régions

Tableau 6 : Récapitulatif des *jours* travaillés pour le réseau par le personnel des régions (responsables, suppléants et ouvriers forestiers) ; les jours passés avant 1993 ont été estimés, car nous ne disposions pas encore d'une comptabilité analytique

Années	Temps de Techniciens	Temps d'Agents	Temps d'Ouvriers
1993 (extrapolé à partir de 61 récapitulatifs annuels reçus au lieu de 100)	161	1 090	224
1994	111	854	77
1995	192	1 130	136
1996	221	1 180	80
1997	157	989	77
1998	246	1 179	61
1999	175	1 043	83
TOTAL	1 263	7 365	738

Toutes catégories confondues, le réseau a nécessité en 9 ans au minimum 20 024 hommes-jours de travail et 803 788 km, ce qui correspond à environ 98 personnes à plein temps pendant un an, ayant fait une fois l'aller-retour vers la lune (distance moyenne terre→lune : 384 400 km).

4. Planning 2000

En plus du fonctionnement courant du réseau, nous continuerons à mettre l'accent principalement sur :

- l'amélioration de la qualité des travaux,
- le maintien de notre présence sur le terrain (30 placettes du réseau à visiter lors de travaux),
- l'amélioration de la gestion quotidienne de la base de données,

Voici un aperçu non exhaustif des opérations exceptionnelles de l'année prochaine :

- Réparation d'une grande partie des dommages causés par les tempêtes de fin décembre 1999
- Début de l'évaluation multi-critères du réseau, qui sera concentrée sur le développement de modèles hydrologiques surtout dans les placettes CATAENAT
- Début du projet d'essai de cartographie des dépôts atmosphériques au niveau de la France
- Inventaire quinquennal et mesures dendrométriques complètes sur toutes les placettes
- Elargissement des mesures des concentrations d'ozone à l'aide des capteurs passifs, de 11 à 26 sites
- Début de la rédaction de descriptions synthétiques, placette par placette, de nos connaissances actuelles en vue d'une meilleure information des gestionnaires
- Début de l'établissement de tarifs de minéralomasse, stockée dans la biomasse aérienne sur pied (exception faite du feuillage), des hêtraies du réseau ; à partir de 2001, il est envisagé de faire ces inventaires sur 1 à 2 hêtraies par an, suivis d'analyses chimiques de tous les compartiments des arbres, afin de calculer leur contenu total en minéraux ; ce projet s'inscrit dans le cadre de la gestion durable des éléments minéraux des forêts
- Publication d'un *Flash* n°3
- Publication du rapport sur les dépôts atmosphériques au sein de RENECOFOR (1993-1998)
- Finaliser la publication ADEME sur « Les retombées atmosphériques en France de 1993 à 1998 »

5. Budget 2000

Le budget prévisionnel 2000, décidé en septembre 1999 par les financeurs français du réseau, est de 8,39 MF H.T.. Le détail des opérations de ce budget se trouve dans le Tableau 7, en annexe. Les travaux exceptionnels de ce budget sont : (i) les observations floristiques quinquennales, (ii) les mesures dendrométriques et inventaires quinquennaux, (iii) la numérotation individuelle d'environ 32 000 arbres (iv) l'extension des mesures d'ozone.

A la suite des dégâts occasionnés par les tempêtes de fin 1999, l'Union Européenne a décidé d'accepter l'intégralité de notre budget, afin de nous permettre de remettre en état les placettes endommagées. De plus, la DERF a volontairement augmenté sa contribution de cette année de 300 KF (donc 1,3 MF au lieu de 1 MF). Ceci devrait nous permettre de remettre en état presque l'intégralité des placettes, à l'exception bien sûr des quelques placettes entièrement rasées.

6. Conclusions

En 1999, le réseau a pu continuer à consolider son fonctionnement courant avec l'arrivée de Sébastien Cecchini, tout en rationalisant encore plusieurs tâches (par exemple : suivi administratif, saisie et contrôle des données, amélioration des programmes de calculs faisant gagner du temps de calcul...). L'activité de publication s'est maintenue à un niveau élevé et régulier, ce qui contribue au succès de ce réseau, notamment avec la publication des *Flash*.

L'évaluation des données du réseau est entrée dans une nouvelle étape plus synthétique. Le projet de cartographie des dépôts atmosphériques totaux en France et celui sur l'établissement de bilans hydriques et minéraux (voir bilan de 1998, Ulrich, 1999), qui est toujours en cours, en sont un très bon exemple.

Il est d'une importance primordiale de garantir à long terme la qualité des travaux : c'est le seul moyen pour rendre possible la détection d'évolutions parfois lentes, mais pas pour autant sans importance pour le fonctionnement des écosystèmes. Beaucoup d'énergie est donc investie par l'ensemble des quelques 220 acteurs directs pour maintenir cet objectif.

D'un point de vue technico-scientifique on peut constater que le réseau est toujours un des projets de référence en Europe et qu'il est bien considéré par une large communauté scientifique. Ses atouts principaux sont l'organisation unifiée au niveau national et la progression des opérations selon un planning annuel relativement bien respecté.

L'année 2000 sera par contre fortement perturbée par la réparation des dommages causés dans la moitié des placettes du réseau. Ces dommages modifient, plus ou moins fortement selon le domaine, non seulement le fonctionnement régulier et un certain nombre d'objectifs initiaux, mais contribuent également à élargir notre horizon sur les « vraies grandes » perturbations du fonctionnement des écosystèmes forestiers. Ces tempêtes nous permettront (ou nous forceront) certainement de tenir compte des grands phénomènes naturels.

L'année 2000 est une année décisive du point de vue de la pérennité du soutien européen : le règlement européen 3528/86, qui a déjà été prolongé à deux reprises et permettant le financement à hauteur de 50% du réseau RENECOFOR, arrive à son terme au 31 décembre 2001. La préparation d'un nouveau règlement, qui devrait élargir l'horizon de l'ancien (de la pollution atmosphérique vers les changements multiples plus globaux) est en cours de préparation. Il s'agit en 2000 de sensibiliser les parlementaires européens pour le projet d'un nouveau règlement ainsi que les organisations non-gouvernementales, qui voteront ou influenceront le vote de fin 2000 ou début 2001. Il s'agit donc là d'un travail intensif et délicat.

Dans les années à venir l'investissement des scientifiques, afin de valoriser le travail accompli jusqu'à ce jour, est de plus en plus nécessaire, ainsi que leur soutien moral pour défendre l'intérêt et l'utilité de ce réseau vis-à-vis des bailleurs de fonds. La valeur intellectuelle de RENECOFOR augmente de manière exponentielle avec le nombre d'années de son existence.

7. Annexes

Tableau 3 : Bilan des dégâts causés par les tempêtes du 26 au 28 décembre 1999 dans les placettes du réseau RENECOFOR - état des connaissances du 10 février 2000

Placettes endommagées		Dommages au peuplement					Dommages au matériel			
Code Union Européen	Code français	% de chablis dans la placette central	% de chablis dans la zone neutre	% de chablis dans le reste de la parcelle	Nombre d'arbres numérotés chablis	Coût d'exploitation des chablis : placette centrale (F. H.T.)	Nombre de collecteurs de litière détruits	Coût de remplacement de collecteurs	% de clôture endommagée	Coût de remise en état clôture (F. H.T.)
1	CHP 10	1	0	2	1	2 000	0	0	100	6 000
14	CHS 21	0	0		1	500	1	400	10	500
15	CHS 27	5	5	5	2	2 000	0	0	30	3 000
18	CHS 51	80	80	80	52	10 000	10	4 000	100	20 000
19	CHS 57a	2	10	10	2	4 000	1	400	20	2 500
20	CHS 57b	2	1	1	2	500	0	0	0	0
23	CHS 61	1	1	10	1	1 000	0	0	20	1 000
24	CHS 68	25	50	60	17	0	3	1 200	70	15 000
26	CHS 81	1	0	1	0	0	0	0	20	2 000
27	CHS 86	5	5	5	6	0	2	800	15	11 127
29	CPS 67	5	5	5	0	1 000	0	0	25	1 800
30	CPS 77	10	5	1	6	0	3	1 200	30	10 000
31	DOU 23	20	20	20	11	0	3	1 200	60	12 000
33	DOU 61	15	15	20	10	10 000	5	2 000	50	10 000
35	DOU 69	95	95	95	52	0	10	4 000	100	20 000
38	EPC 34	1	1	1	1	500	0	0	1	1 000
39	EPC 39a	5	5	5	2	1 000	0	0	15	2 000
40	EPC 39b	1	1	1		1 000	0	0	0	0
41	EPC 63	2	2	7	1	3 500	0	0	15	6 000
42	EPC 71	2	2	5	4	1 500	1	400	15	2 000
44	EPC 74	10	7	10	1	5 200	2	800	25	5 000
46	EPC 87	16	20	30	14	0	5	2 000	40	20 000
47	EPC 88	100	100	100	52	0	10	4 000	100	15 000
48	HET 02	2	1	1	2	0	0	0	15	4 000
49	HET 03	5	25		5	0	0	0	25	5 000
53	HET 21	50	50	35	35	8 000	2	800	95	20 000
58	HET 52	90	90	40	41	0	10	4 000	100	8 500
59	HET 54a	100	100	100	52	10 000	10	4 000	100	20 000
60	HET 54b	100	100	100	52	10 000	10	4 000	100	20 000
61	HET 55	20	10	10	12	8 000	3	1 200	75	7 500
62	HET 60	5	5	5	3	5 000	0	0	15	3 000
63	HET 64	5	2	5	5	4 000	2	800	10	1 000
64	HET 65	12	8	5	2	2 000	2	800	20	4 000
70	PL 41	50	20	5	14	10 000	4	1 600	75	9 000
73	PM 40b	20	20	20		4 000	0	0	100	4 000
74	PM 40c	20	20	20		3 000	0	0	20	3 000
75	PM 72	28	20	15	14	2 000	3	1 200	30	5 400
76	PS 04	1	0	0	0	500	1	400	0	0
77	PS 15	50	50	40	30	0	1	400	100	8 400
79	PS 41	10	40	30	3	5 000	0	0	75	1 000
82	PS 61	100	100	100	52	10 000	10	4 000	100	20 000
83	PS 63	5	10	30	0	0	0	0	10	3 200
84	PS 67a	50	60	60	20	22 000	5	2 000	70	10 000
85	PS 67b	5	5	5	1	2 000	2	800	15	2 000
86	PS 76	70	70	50	23	10 000	7	2 800	100	14 000
87	PS 78	40	50	50	10	10 000	5	2 000	100	15 000
88	PS 88	70	70	80	34	12 000	10	4 000	100	20 000
89	PS 89	90	90	90	38	10 000	4	1 600	75	20 000
91	SP 07	2	2	2	0	2 000	0	0	2	1 000
94	SP 25	2	10	1	2	0	1	400	25	2 500
97	SP 39	1	0	0	1	300	0	0	0	0
98	SP 57	5	5	2	10	5 000	1	400	15	2 000
100	SP 68	5	5	10	1	3 000	0	0	50	2 000
TOTAL	53				700	201 500	149	59 600		401 427

Tableau 7 : RENECOFOR - Budget 2000 révisé après les tempêtes de décembre 1999

Tâches	Budget initial				Nouveau budget	
	Dépenses personnel STIRs 2000	Dépenses Régions (personnel et matériel) 2000	Dépenses au centre de coordination 2000	Dépenses totales en 2000	Changement du budget OUI/NON	Nouveau budget
1	2	3	4	5=2+3+4	6	7
NIVEAU 1						
1) Chef de projet (E. Ulrich, y compris secrétariat et comptabilité)			686 932	686 932	NON	686 932
2) Techniciens d'appui (M. Lanier + S. Cecchini)			500 391	500 391	NON	500 391
3) Animation-encadrement (formation, réunion d'information, mailings, etc.); sont inclus les observations phénologiques (environ 130 KF)			548 856	548 856	NON	548 856
4) Editions, Impression (impression de deux rapports de la série "RENECOFOR" et de deux <i>Flash</i>)			150 000	150 000	NON	150 000
5) Notations de la défoliation et de la coloration anormale		196 875		196 875	OUI	173 250
6) Observations des symptômes pathologiques et entomologiques		196 875		196 875	NON	196 875
7) Echantillonnage de litière, séchage et pesée	92 400	656 250		748 650	OUI	651 326
8) Réseau météorologique : fonctionnement et maintenance de 25 stations		32 813	564 386	597 198	NON	597 198
9) Maintenance générale des placettes		131 250	110 000	241 250	OUI	1 035 000
NIVEAUX 2 et 3						
10) Matériel de maintenance niveaux 2+3			66 000	66 000	NON	66 000
11) Echantillonnage hebdomadaire et réunions annuelles		992 310	99 000	1 091 310	OUI	1 051 310
12) Analyses d'eaux de pluie et des solutions de sol			1 496 000	1 496 000	OUI	1 418 000
NOUVEAUTES (opérations ponctuelles)						
13) Observations floristiques quinquennales sur l'ensemble du réseau			517 000	517 000	NON	517 000
14) Numérotations des 32 000 arbres du réseau, selon décision du groupe d'experts		336 000	203 000	539 000	OUI	431 200
15) Mesures dendrométriques quinquennales dans l'ensemble du réseau	577 500	126 000		703 500	OUI	633 150
16) Mesures d'ozone dans 25 placettes avec capteur passif		52 500	65 000	117 500	NON	117 500
TOTAL	669 900	2 720 873	5 006 565	8 397 338		8 773 989

Tableau 8 : RENECOFOR Bilan des financements externes (selon les conventions) et de la contribution de l'Office National des Forêts

Organisme	Intitulé de la convention ou n°	Date de la notification	Durée de la convention	Montant en ECU H.T.	Montant en Francs TTC (si la convention a été passée en TTC)	Montant en Francs H.T.	TOTAL (par organisme)	TOTAL (cumul)	%
Union Européenne	n° 90.60.FR.0020	28/06/90	5/90-5/92	424 622,00		2 777 027,88			
	n° 91.60.FR.0020	31/05/91	7/91-8/94	823 868,00		5 344 596,49			
	n° 92.60.FR.0030	28/07/92	7/92-7/95	16 333,00		105 955,44			
	n° 94.60.FR.0020	14/03/94	7/94-12/95	767 869,00		4 981 319,78			
	n° 96.60.FR.0020	28/02/96	01/96-12/97	1 045 040,50		6 791 083,90			
	n° 97.60.FR.0020	09/07/97	31/12/97	91 854,00		598 069,00			
	n° 98.60.FR.0020	30/03/98	31/12/98	580 584,00		3 832 416,00			
	n° 99.60.FR.0020	04/06/99	31/12/00	524 909,00		3 443 177,33			
							27 873 645,81	27 873 645,81	46,24
Ministère de l'Agriculture et de la Pêche DERF	arrêté	14/12/90	12/90-5/92			1 000 000,00			
	convention DERF 44.92	06/12/93	12/93-1/94		1 800 000,00	1 517 706,58			
	arrêté	15/11/94	11/94-2/96			1 300 000,00			
	arrêté	12/12/95	12/95-12/95			1 223 975,00			
	convention DERF 61.21.0	31/07/96	7/96-2/97			1 000 000,00			
	conv. DERF n°01.40.02/9	30/05/97	29/01/97			1 000 000,00			
	conv. DERF n°01.40.13/9	03/07/98	03/03/99			1 000 000,00			
	conv. DERF n°61.21.01/9	21/06/99	20/02/00			1 000 000,00			
	conv. DERF n°61.21.07/9	14/12/99	13/06/00			200 000,00			
							9 241 681,58	37 115 327,39	15,33
Ministère de l'Environnement	n° 91032	08/04/91	4/91-3/92		800 000,00	674 536,26			
	n° 93256	12/10/93	10/93-9/94		400 000,00	337 268,13			
	n° 94145	02/12/94	12/94-5/96		300 000,00	252 951,10			
	n° 95091	28/07/95	7/95-1/97		300 000,00	252 951,10			
	n°97101	05/11/97	04/08/99		200 000,00	168 634,06			
							1 686 340,64	38 801 668,03	2,80
ADEME (AQA)	n° R91-1	20/03/91	4/91-3/93		150 000,00	126 475,55			
	n° 2 63 0009	31/12/92	12/92-11/93			200 000,00			
	n° 3 93 0014	19/11/93	11/93-2/94		150 000,00	126 475,55			
	n° 4 93 0020	17/11/94	11/94-5/96			150 000,00			
	n° 96 93 022	20/09/96	9/96-5/97			275 000,00			
	n° 97 93 012	09/07/97	08/01/99		250 000,00	207 296,85			
	n° 98 93 025	17/12/98	16/06/00		400 000,00	331 674,96			
							1 416 922,90	40 218 590,93	
Office National des Forêts								20 065 397,07	33,28
TOTAL du budget 1991 à 1999								60 283 988,00	

Tableau 9 : RENECOFOR Conventions de financement - bilan des facturations par l'ONF

ANNEE	Organisme	Intitulé de la convention ou n°	Date de la facture	Montants facturés (en F.H.T.)	Sous-totaux (par année)	TOTAL (cumul)
1991	Mini Agri	arrêté du 20/12/1990	avr-91	300 000,00	300 000,00	300 000,00
1992	Union Européenne	90.60.FR.00.20	déc-92	809 710,00		
		91.60.FR.00.20	déc-92	1 262 419,00		
	Mini Agri	arrêté du 20/12/1990	nov-92	684 067,82		
	Mini Environnemt	n°91032 - 1er acompte	mai-92	303 541,32		
		n°91032 - 2ème acompte	mai-92	303 541,32		
	ADEME	n°R91-1	juil-92	126 475,55	3 489 755,01	3 789 755,01
1993	Union Européenne	90.60.FR.00.20	juil-93	337 230,80		
		91.60.FR.00.20	juil-93	638 355,38		
	Mini Agri	2ème arrêté	déc-93	1 517 706,58		
	Mini Environnemt	n°91032 - solde	juil-93	67 453,63		
		n°93256- 1er acompte	nov-93	152 610,25		
	ADEME	n°2 63 009	juil-93	200 000,00	2 913 356,64	6 703 111,65
1994	Union Européenne	90.60.FR.00.20	juin-94	865 497,63		
		91.60.FR.00.20	juin-94	1 511 930,12		
	Mini Agri	avenant n°1 à la conv. cadre	nov-94	390 000,00		
	Mini Environnemt	n° 93256 - 2ème acompte	avr-94	150 931,06		
		n° 93256 -solde	oct-94	33 726,81		
		n° 94145 - 1er acompte	déc-94	107 786,66		
	ADEME	n° 3.930014	mai-94	126 475,55		
		n° 4.930020 - 1er acompte	déc-94	37 500,00	3 223 847,83	9 926 959,48
1995	Union Européenne	90.60.FR.00.20 (*)	avr-95	762 696,46		
		91.60.FR.00.20 (*)	avr-95	949 642,81		
		94.60.FR.00.20 (*)	avr-95	1 220 462,00		
	Mini Agri	Solde aven. n°1 conv. cadre	oct-95	910 000,00		
		arrêté du 12/12/95	déc-95	367 192,00		
	Mini Environnemt	n° 94145 - 2ème acompte	août-95	58 940,29		
		n° 95091 1er acompte	sept-95	74 627,00		
	ADEME	n° 4.930020 - 2ème acompte	août-95	75 000,00	4 418 560,56	14 345 520,04
1996	Union Européenne	91.60.FR.00.20 (*)	mars-96	1 015 736,84		
		92.60.FR.00.30 (*)	mars-96	105 576,51		
		94.60.FR.00.20 (*)	mars-96	3 726 017,10		
	Mini Agri	Solde arrêté du 12/12/95	mars-96	856 783,00		
		n°61.21.0 du 31/7/96	nov-96	600 000,00		
	Mini Environnemt	n° 94145 - solde	avr-96	101 082,50		
		n° 95091 2ème acompte	mars-96	90 000,00		
	ADEME	n° 4.930020 - solde	avr-96	37 500,00		
		n° 9693022 - 1er acompte	oct-96	41 250,00	6 573 945,95	20 919 465,99
1997	Union Européenne	96.60.FR.00.20	avr-97	4 010 971,50 <-- montant facturé		
	Mini Agri	n°61.21.0 du 31/7/96	fev-97	400 000,00		
		n° 01.40,02/97 du 29/5/97	juil-97	600 000,00		
	Mini Environnemt	n°95091 du 28/07/95	juin-97	99 502,49		
		n° 97101 1er acompte	nov-97	49 751,24		
	ADEME	n° 9693022 du 20/09/96	avr-97	233 750,00		
		n° 9793012 du 14/05/97	juin-97	31 094,53	5 425 069,76	26 344 535,75
1998	Union Européenne	96.60.FR.002.0	mai-98	3 773 136,50 <-- montant facturé		
		97.60.FR.002.0	mai-98	535 534,50 <-- montant facturé.		
	Mini Agri	n° 01.40,02/97 du 29/5/97	mai-98	400 000,00		
		n° 01.40,13/98 du 3/7/98	juil-98	600 000,00		
	Mini Environnemt	n°97101 du 5/11/97	mai-98	116 086,24		
	ADEME	n° 9793012 du 14/05/97	mai-98	176 202,32	5 600 959,56	31 945 495,31
1999	Union Européenne	98.60.FR.002.0	mai-98	4 009 119,00 <-- montant facturé		
	Mini Agri	n° 01.40.13/98 du 30/7/98	avr-99	400 000,00		
		n° 61.21.01/99 du 7/6/99	juil-99	600 000,00		
	ADEME	n° 9893025 du 17/12/98	juin-99	165 837,48	5 174 956,48	36 820 451,79

(*) Il s'agit des montants versés par l'Union Européenne et ne pas des montants facturés à cause du taux variable de l'ECU entre le moment de la facturation et celui du virement

Crédit photographique (couverture)

E. Ulrich (toutes, sauf les deux photos de PM 17)

J. Gauvrit (deux photos de PM 17, page 20)

Légendes des photos de la couverture

Thème " Dégâts des tempêtes dans le réseau RENECOFOR "

En haut à gauche : Chêne déraciné, attaqué par la collybie à pied en fuseau (*Collybia fusipes*), dans la placette de Fontainebleau (CPS 77)

En haut à droite : Dégâts en forêt sectionale de Maupuy (DOU 23)

Milieu haut à gauche : Inventaire des dégâts en forêt départementale de Brou (DOU 69)

Milieu haut à droite : Traitement des urgences en forêt sectionale de Monteil (EPC 87)

Milieu bas à gauche : Dégagement par cheval en forêt domaniale de Lachalade (HET 55)

En bas à gauche : On garde le moral en forêt domaniale d'Auberive (HET 52)

En bas à droite : Le dernier arbre numéroté survivant (mais pas pour longtemps...) de la placette en forêt domaniale d'Andaine (PS 61)

Exemplaires imprimés : 1000



Office National des Forêts

Direction Technique
Département Recherche et Développement
Réseau RENECOFOR

Boulevard de Constance - 77300 Fontainebleau
Tél : +33 (0) 1 60 74 92 25 - Fax : +33 (0) 1 64 22 49 73
E-mail : dtc5onf@calvanet.calvacom.fr