

les  
**Indicateurs de**  
**gestion**  
**durable**  
des forêts françaises



Edition 2000

### 2.1.2 Estimation des dépôts atmosphériques hors couvert et sous couvert forestier dans les stations du sous-réseau CATAENAT - 1993-98

Estimation des dépôts atmosphériques sous couvert forestier dans les stations du sous-réseau CATAENAT - Moyennes de la période 1993-98

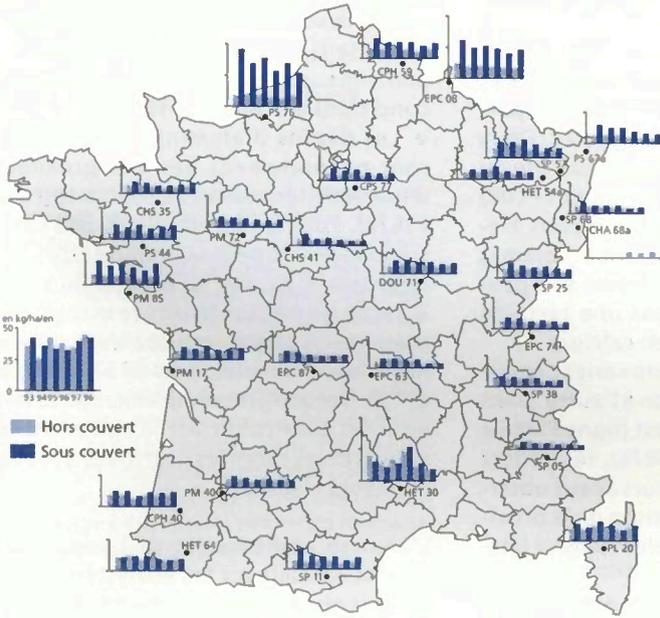
Placette	protons	chlorure	sulfate	nitrate	ammonium	azote total	sodium	potassium	magnésium	calcium	fer	aluminium	manganèse	pluiosité
	(H+)	(Cl)	(S-504)	(N-NO3)	(N-NH4)	N-NO3 et N-NH4	(Na)	(K)	(Mg)	(Ca)	(Fe)	(Al)	(Mn)	
	g/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	g/ha	g/ha	g/ha	mm
CHP 40	22,2	59,4	10,9	2,4	3,0	5,5	30,5	39,3	6,0	12,9	64	103	377	784
CHP 59	60,2	24,7	13,2	2,7	8,8	11,6	12,0	34,2	4,3	11,4	80	102	1 285	691
CHS 35	13,1	35,7	7,4	2,8	8,1	10,9	16,9	25,8	3,4	6,1	68	73	1 611	546
CHS 41	19,9	19,2	5,5	2,5	3,0	5,4	7,5	19,8	2,1	8,6	66	80	1 564	495
CPS 77	19,3	18,8	7,1	2,9	4,6	7,6	7,1	21,1	2,6	12,4	74	109	2 008	478
DOU 71	152,7	23,3	9,5	9,3	5,2	14,5	13,9	13,0	3,1	8,8	43	168	697	1 122
EPC 08	389,4	34,1	24,7	12,2	11,6	23,8	17,6	32,2	2,9	15,0	145	329	2 158	882
EPC 63	46,8	16,2	6,4	4,8	2,9	7,8	7,5	13,7	2,7	9,1	74	304	655	504
EPC 74	133,3	7,7	7,2	6,0	4,4	10,4	2,9	14,6	1,4	10,9	101	201	200	828
EPC 87	44,5	27,8	7,0	4,6	3,2	7,8	14,1	23,0	3,0	6,5	34	195	314	748
HET 30	288,8	38,1	18,4	8,6	7,0	15,6	21,9	26,5	3,9	20,6	58	399	619	2 273
HET 54a	48,6	10,3	8,1	5,9	5,4	11,3	4,2	22,7	1,3	6,8	37	109	601	612
HET 64	43,5	33,3	11,4	5,2	4,6	9,7	17,1	20,5	3,4	13,1	20	111	398	845
PL 20	93,0	110,4	12,2	3,9	0,9	4,8	63,0	12,7	9,3	20,0	67	657	453	1 001
PM 17	73,1	114,2	9,2	3,7	2,1	5,8	64,8	9,8	9,2	10,3	25	86	129	533
PM 40c	43,4	39,5	7,2	2,1	1,7	3,8	21,2	17,2	5,6	10,0	30	215	78	628
PM 72	38,3	30,6	7,0	5,3	8,4	13,7	15,8	12,1	2,9	6,9	27	97	304	569
PM 85	42,3	235,1	15,9	6,4	7,0	13,5	128,8	14,0	17,7	15,4	45	63	82	469
PS 44	79,6	83,4	10,5	3,9	8,0	12,0	45,2	19,2	6,4	7,2	45	246	180	552
PS 67a	165,1	12,6	10,8	7,3	8,2	15,4	5,2	17,5	1,9	9,4	60	336	1 672	470
PS 76	685,0	90,8	34,9	5,7	6,3	12,1	49,8	27,3	7,6	17,4	108	907	2 516	539
SP 05	4,3	6,0	4,5	0,3	0,4	0,7	1,6	29,8	2,0	12,9	54	249	89	566
SP 11	55,1	25,0	11,2	4,4	2,5	6,9	12,7	30,4	2,8	15,3	107	230	235	780
SP 25	100,0	14,9	9,0	6,5	5,2	11,7	6,9	24,3	2,0	12,4	74	255	407	1 193
SP 38	71,3	6,1	6,4	1,7	1,9	3,7	1,7	19,3	0,9	7,4	57	159	831	970
SP 57	158,8	13,8	11,2	5,4	3,7	9,0	5,5	23,1	1,1	7,8	58	207	3 147	692
SP 68	93,4	10,1	6,0	4,2	3,0	7,2	4,7	18,3	1,6	5,8	47	222	190	629
moyenne	111	42	11	5	5	10	22	22	4	11	62	230	844	755
médiane	60	25	9	5	5	10	14	20	3	10	58	201	453	629
mini	4	6	5	0	0	1	2	10	1	6	20	63	78	469
maxi	685	235	35	12	12	24	129	39	18	21	145	907	3 147	2 273

(Source : ONF (moyenne 1993-98), gestionnaire du réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers) et du sous-réseau CATAENAT (Charge Acide Totale d'origine Atmosphérique dans les Ecosystèmes Naturels Terrestres) ; les placettes sont identifiées par leur essence principale (CHS pour le chêne sessile, CHP pour le chêne pédonculé, CPS pour le chêne pédonculé et le chêne sessile en mélange, HET pour le hêtre, EPC pour l'épicéa, PS pour le pin sylvestre, PM pour le pin maritime, PL pour le pin laricio, DOU pour le douglas, SP pour le sapin pectiné), puis par leur département d'implantation)

→ **Nota :** La priorité donnée aux peuplements résineux pour l'installation de ce sous-réseau Cataenat ne peut vraisemblablement que majorer l'importance des dépôts sous couvert. Par ailleurs la légitimité d'une moyenne des 27 placettes est extrêmement douteuse, même si elle est parlante ; c'est pourquoi il est souhaitable de prendre également en considération la médiane, c'est à dire la valeur pour laquelle la moitié des placettes ont leurs données au dessus et la moitié en dessous.

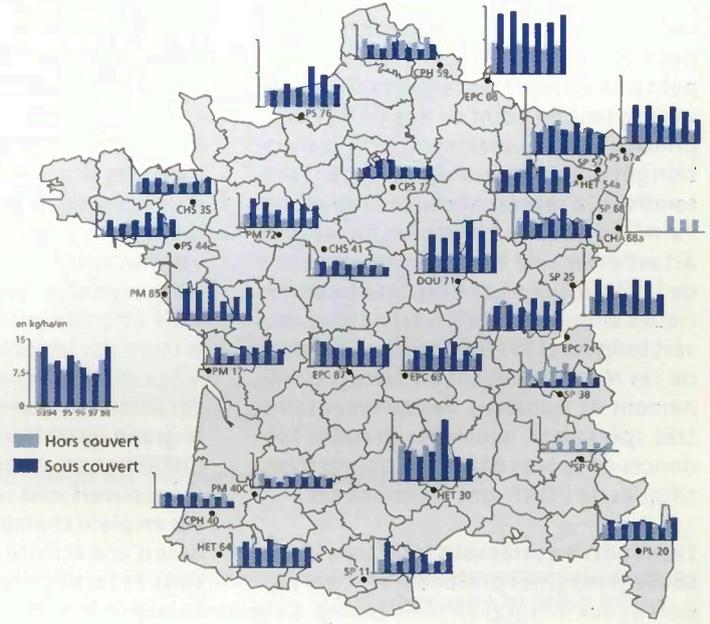
### RENECOFOR - CATAENAT

Evolution des dépôts atmosphériques annuels de sulfate (S-SO<sub>4</sub>) hors et sous couvert forestier de 1993 à 1998



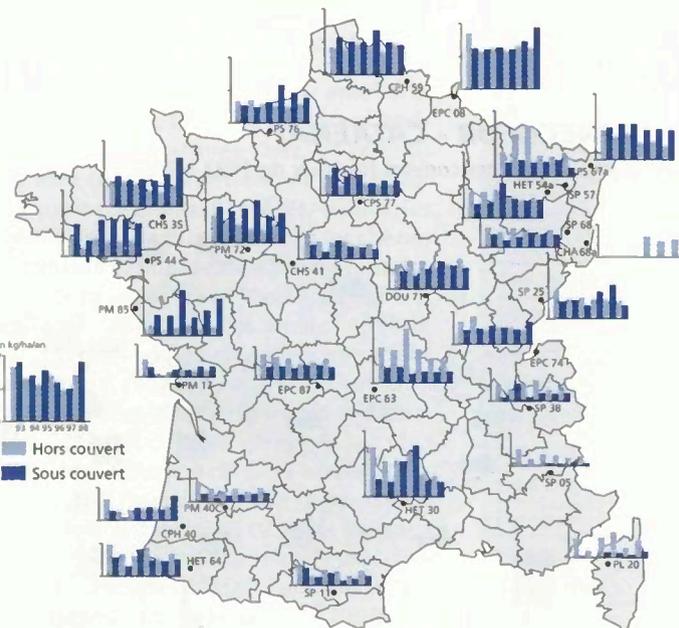
### RENECOFOR - CATAENAT

Evolution des dépôts atmosphériques annuels de nitrate (N-NO<sub>3</sub>) hors et sous couvert forestier de 1993 à 1998



### RENECOFOR - CATAENAT

Evolution des dépôts atmosphériques annuels d'ammonium (N-NH<sub>4</sub>) hors et sous couvert forestier de 1993 à 1998



### RENECOFOR - CATAENAT

Evolution du pH dans les pluies hors et sous couvert forestier de 1993 à 1998



(Source : ONF, gestionnaire du réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers) et du sous-réseau CATAENAT (Charge Acide Totale d'origine Atmosphérique dans les Ecosystèmes Naturels Terrestres) ; les placettes sont identifiées par leur essence principale (CHS pour le chêne sessile, CHP pour le chêne pédonculé, CPS pour le chêne pédonculé et le chêne sessile en mélange, HET pour le hêtre, EPC pour l'épicéa, PS pour le pin sylvestre, PM pour le pin maritime, PL pour le pin laricio, DOU pour le douglas, SP pour le sapin pectiné), puis par leur département d'implantation)

**Commentaire :**

le sous-réseau CATAENAT, mis en place par l'ONF fin 1992, a pour objectif principal l'analyse de l'impact des dépôts atmosphériques sur les écosystèmes forestiers. Il est constitué de 27 placettes réparties sur l'ensemble de la France métropolitaine et représentant des situations variées tant du point de vue de l'essence principale du peuplement que de la situation géographique, sans pour autant prétendre à la représentativité statistique. Parmi les mesures effectuées, on dispose actuellement de 6 années d'estimation de la pluviosité et des dépôts atmosphériques annuels hors couvert et sous couvert forestier (1993-98). L'analyse détaillée de ces résultats devant paraître prochainement et appelant des commentaires très spécialisés, seules les grandes tendances dégagées dans les rapports scientifiques de l'ONF sont mentionnées.

Les dépôts mesurés sous forêt sont le plus souvent modifiés profondément par rapport à ceux mesurés en plein champ. Cela est dû à plusieurs facteurs dont l'importance est variable : nature de la pollution, essence, présence de brouillard, écoulement le long du tronc, absorption ou récrétion variable d'éléments par le feuillage. L'ensemble de ces facteurs conduit en général à une augmentation nette des dépôts sous forêt, sauf pour les composés azotés (surtout l'ammoniac) qui ont tendance, dans les régions où le niveau n'est pas très élevé, à diminuer du fait de l'absorption par le feuillage. Les échanges cationiques à la surface des feuilles peuvent également diminuer les dépôts de protons sous couvert forestier. D'autre part, les dépôts sont souvent plus importants sous résineux - à l'exception du mélèze - que sous feuillus dans le même massif, du fait de la persistance du feuillage résineux en hiver.

- Les dépôts de protons (acidité directe) hors et sous forêt sont en majorité faibles car ils restent, dans toutes les placettes, inférieures à 1 kg (Keq)/ha/an. Les maxima observés sous forêt se situent au Mont Aigoual (HET30), dans les Ardennes (EPC08) et en Seine-Maritime (PS76). C'est dans cette dernière placette que l'effet filtre du peuplement se manifeste le mieux.
- Le sulfate reste à l'heure actuelle le composé acidifiant principal de la plupart des précipitations. Dès que les dépôts de sulfate dépassent 4 à 16 kg/ha/an, selon la richesse des sols, des effets non négligeables sur l'acidification des sols fores-

ters peuvent être observés. La poursuite de la politique de réduction des émissions de SO<sub>2</sub>, amorcée en 1980, semble se traduire par une légère diminution des dépôts mais un recul de 10 années sera nécessaire pour confirmer ce résultat.

A quelques exceptions près, les dépôts de sulfate sous couvert sont toujours plus élevés qu'en plein champ, traduisant parfaitement l'effet filtre des arbres. Deux placettes situées à proximité d'un site ou d'une région industriels (PS76 et EPC08) présentent des dépôts sous couvert élevés, susceptibles de causer des problèmes à l'écosystème forestier, même s'ils peuvent être compensés dans une certaine mesure par les apports en calcium.

- Les dépôts d'ammonium varient considérablement d'une région à l'autre. Dans le grand quart Nord-Ouest (ligne PM85 à CHP59) et en Alsace (PS67a), les dépôts sous couvert sont supérieurs à ceux observés en plein champ, en raison de la proximité d'une activité agricole intensive (élevage et fertilisation).

La légère augmentation des émissions de NH<sub>3</sub> observée par le CITEPA depuis 1994 ne semble pas avoir d'effet sur l'évolution des dépôts.

Les apports de nitrate les plus importants se situent dans le quart Nord-Est de la France, avec parfois un doublement des quantités sous couvert forestier (EPC08, PS67a, DOU71). Aucune tendance n'est décelable de 1993 à 1998. Ce sont également les placettes EPC08 et PS67a - si l'on excepte le Mont-Aigoual soumis à une pluviosité

exceptionnelle - qui présentent les dépôts d'azote total les plus élevés, susceptibles de conduire à un dysfonctionnement de l'écosystème.

- Les dépôts de sodium et de chlorure, lorsqu'ils sont élevés (PL20, PM17, PM85), traduisent essentiellement l'influence maritime, soumettant les arbres à des conditions extrêmes de salinité.
- Les dépôts d'aluminium importants sont généralement liés à la proximité d'une activité industrielle polluante (PS76, PS67a). Pour la placette PL20, une cause très ponctuelle peut sans doute être invoquée (trafic routier ou érosion du sol).
- Parmi les métaux lourds, le manganèse présente les dépôts les plus élevés, notamment dans les placettes SP57, PS76 et EPC08. Des analyses complémentaires sont en cours pour confirmer le lien entre ces dépôts et les carences nutritives des peuplements résineux.

L'analyse approfondie de l'impact des dépôts annuels sur les écosystèmes étudiés est en cours. Elle nécessite la prise en compte des données suivantes : description pédologique des sols, analyse de la chimie des sols, caractérisation dendrométrique, évolution de la nutrition foliaire et de l'état de santé des peuplements sur plusieurs années et synthèse sur une partie de la production primaire de minéralomasse. La plupart de ces informations ont déjà fait l'objet de rapports de synthèse détaillés, domaine par domaine.

**RENECOFOR - CATAENAT**

Evolution de la pluviosité hors couvert forestier de 1993 à 1998

(Source : ONF, gestionnaire du réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers) et du sous-réseau CATAENAT (Charge Acide Totale d'origine Atmosphérique dans les Ecosystèmes Naturels Terrestres) ; les placettes sont identifiées par leur essence principale (CHS pour le chêne sessile, CHP pour le chêne pédonculé, CPS pour le chêne pédonculé et le chêne sessile en mélange, HET pour le hêtre, EPC pour l'épicéa, PS pour le pin sylvestre, PM pour le pin maritime, PL pour le pin laricio, DOU pour le douglas, SP pour le sapin pectiné), puis par leur département d'implantation)

