

LA PLACETTE D'OBSERVATION RENECOFOR EN FORÊT DES VOIRONS (EPC 74)

Période d'observation 1992-1998

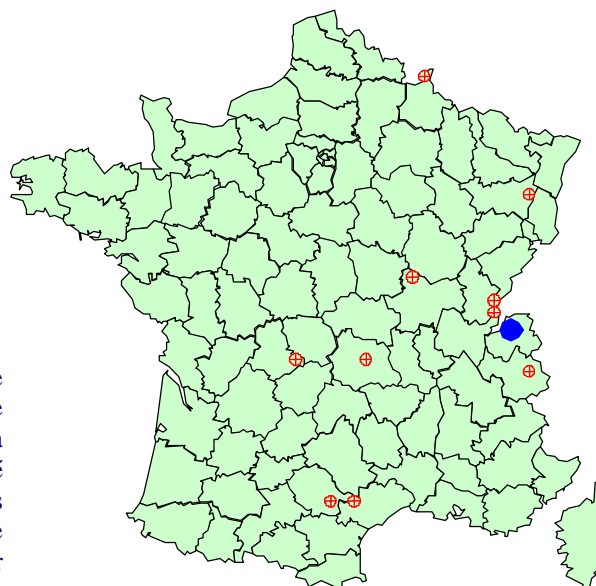
1. Situation et sylviculture du peuplement

La placette EPC 74 est composée d'un peuplement pur d'épicéa commun (*Picea Abies*). Cette futaie régulière, âgée de 79 ans (âge moyen à 1,3 m de l'étage dominant en 2000), est issue d'une plantation avec regarnis. Elle est située dans une zone de montagne, en forêt domaniale des Voirons, à 1200 m d'altitude sur un terrain en pente (20 %, exposition ouest).

2. La station

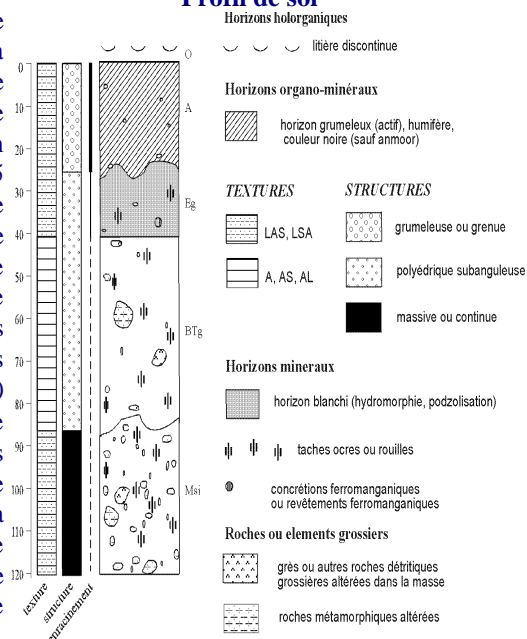
Du point de vue phytosociologique le peuplement se rattache au *Vaccinio sp.pl.-Piceenion abietis*. L'inventaire floristique réalisé en 1994/95 recense 102 espèces, dont 7 dans la strate arborée, et 86 dans la strate herbacée. La diversité floristique totale de la placette est importante. Il s'agit de la plus élevée du réseau pour les peuplements d'épicéa et de la cinquième toutes essences confondues. En 1994/95, l'influence du gibier sur la flore est très marquée. Un fort abrutissement à l'extérieur du grillage est visible. Les densités de sanglier, de chamois, de cerfs et de chevreuils seraient en augmentation depuis 1980 pour atteindre des niveaux élevés aujourd'hui.

Le substrat géologique se compose d'altérites de schistes et de grès. Le sol se caractérise par une texture limono-sablo-argileuse à limono-argilo-sableuse en fonction des horizons. Des traces de décoloration et des taches d'oxydation indiquent une hydromorphie temporaire. Nous sommes donc en présence d'un pseudogley (selon Duchaufour). Le rapport carbone organique sur azote (C/N), est de 15 pour l'horizon 0-10 cm. Cela traduit une bonne activité biologique (présence de vers de terre) et une minéralisation de l'azote correcte (humus: eumull à mésomull). En 1995, les stocks en carbone organique dans la couche minérale (0-40 cm) sont de 110,7 t/ha, ceux en azote de 8,7 t/ha et ceux en calcium de 11,2 t/ha. Les teneurs en bases échangeables sont bonnes pour le calcium, le magnésium et moyennes pour le potassium. Cela est lié à une capacité d'échange cationique (CEC) satisfaisante, et un taux de saturation élevé ($\approx 100\%$). Ce sol possède donc de fortes potentialités. La réserve utile maximale, qui indique les possibilités de stockage du sol en eau disponible pour les plantes, varie de 110 à 140 mm pour une profondeur prospectée par les racines de 60 à 80 cm, ce qui représente des potentialités moyennes. En comparant cette réserve au déficit de pluviométrie d'Annemasse pendant la période de végétation (environ 70 mm hors couvert), nous découvrons qu'il n'existe pas dans l'année de période de stress hydrique pour la végétation.



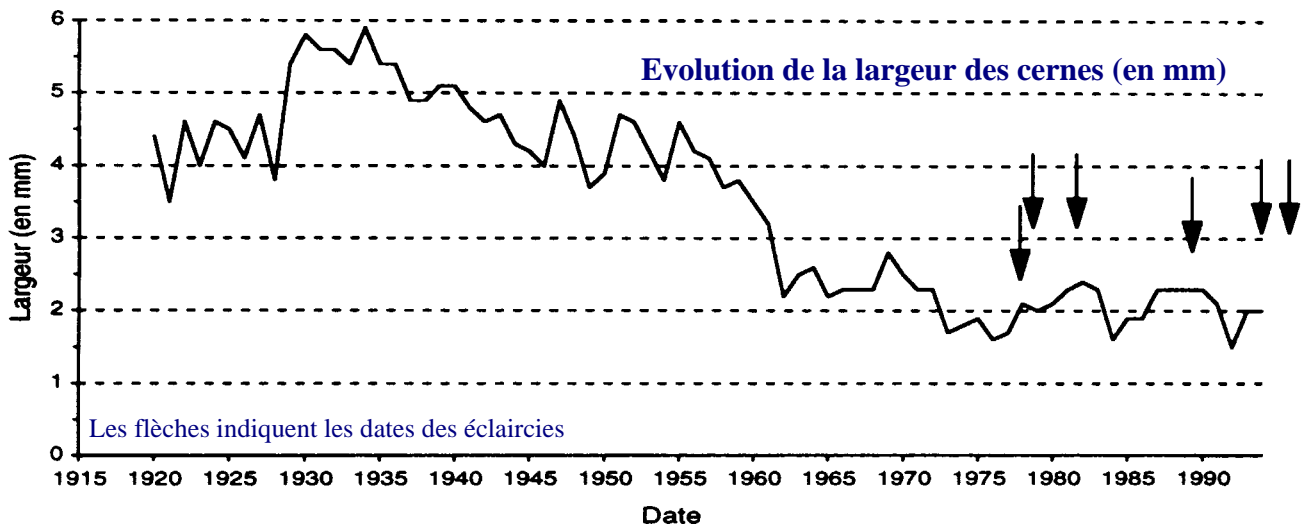
- Placette des Voirons
- ⊕ Autres placettes d'épicéa commun du réseau

Profil de sol

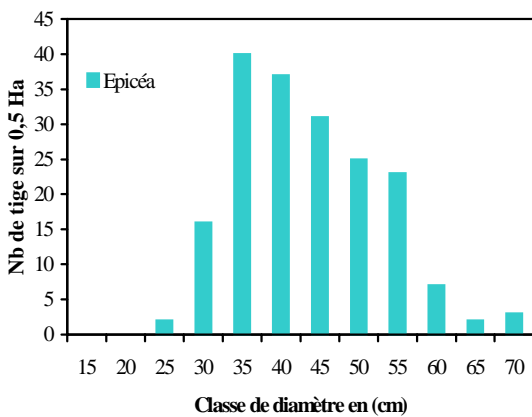


3. Le peuplement d'un point de vue sylvicole

De l'origine à 1978, les largeurs des cernes ont diminué assez régulièrement exprimant ainsi l'effet biologique normal de l'âge, mais également l'effet d'une compétition très importante due à l'absence d'éclaircie durant les 60 premières années de vie des arbres (route forestière créée seulement en 1975). Depuis 1978, 6 éclaircies ont eu lieu et la croissance s'est stabilisée autour de 2 mm/an. L'accroissement radial moyen pour la période 1920-1994 est de 3,44 mm/an.



Distribution des diamètres par essence en 1995

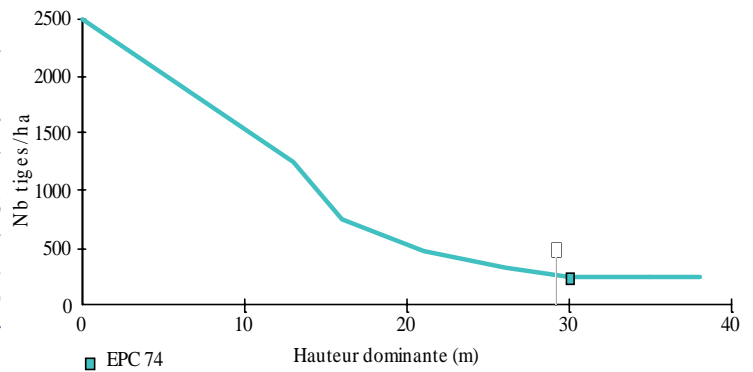


Dans sa globalité cette futaie régulière (riche en bois moyen (30, 35, 40)) possédait en 1995, 370 tiges/ha, la surface terrière était de 57 m²/ha (élevée), et le diamètre moyen de 44 cm.

Pour les 36 arbres « observations » le diamètre moyen est de 48 cm en 1995, avec une hauteur moyenne de 30 m. Nous obtenons un coefficient d'élancement (H/d) de 63 en 1995, qui indique une bonne stabilité vis à vis des risques de chablis.

Le diamètre dominant (56 cm), est supérieur au diamètre moyen des 36 arbres « observations ». En utilisant la hauteur moyenne des 36 arbres "observations" comme hauteur dominante, nous la sous-estimons donc. Nous allons tout de même considérer que la hauteur moyenne en 1995 des 36 arbres « observations » équivaut à la hauteur dominante, afin d'identifier la norme sylvicole de "référence". En comparant le peuplement, (Ho = 30 m et les 370 tiges/ha) à la norme "cernes fins" pour l'épicéa commun du Bulletin technique n°31, nous observons que la densité est proche de la norme.

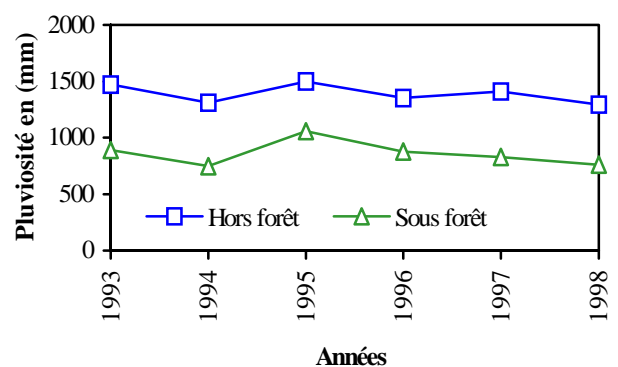
Comparaison avec le guide sylvicole



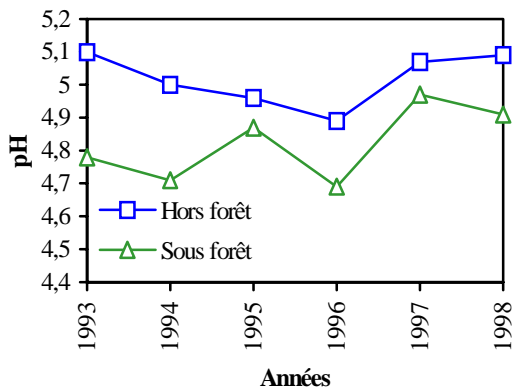
4. Les retombées atmosphériques entre 1993 et 1998

La **pluviosité** moyenne de 1993 à 1998 est de 1389 mm hors couvert forestier et de 861 mm sous couvert. Les cimes des arbres jouent le rôle d'un filtre, en raison de leur surface réceptrice sur laquelle les faibles pluies restent et s'évaporent. L'interception moyenne des cimes de ce peuplement avoisine donc les 40 %. Ce peuplement d'épicéa bénéficie d'une répartition assez régulière des précipitations.

Pluviosité hors et sous couvert forestier de 1993 à 1998



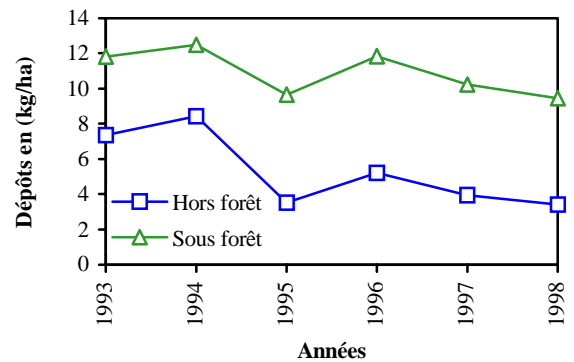
Evolution du pH de 1993 à 1998



En absence de toute pollution, l'eau de pluie a un **pH** proche de 5,5. Pour la placette, le pH des précipitations hors couvert forestier est de 5, celui des précipitations sous couvert forestier est légèrement plus acide ($\approx 4,8$). Cette diminution est due au fait que l'eau s'enrichit au contact des houppiers d'ions de nature acide.

Parmi les cations basiques, le **calcium** est l'élément phare, car il domine dans la majorité des sols forestiers et joue un rôle essentiel dans leur capacité à résister à l'acidification. Son apport par les précipitations est donc un grand avantage. L'apport en calcium dans les dépôts hors forêt est de 5,3 kg/ha/an. Le rôle de filtre joué par les houppiers explique les teneurs plus élevées pour les dépôts sous forêt avec 10,9 kg/ha/an. Pour l'ensemble des autres éléments nous observons ce même rôle de filtre joué par les houppiers, avec des ampleurs différentes.

Dépôts annuels en calcium de 1993 à 1998



Dépôts de 1993 à 1998

	Dépôts hors couvert	Dépôts sous couvert
Potassium (kg/ha/an)	0,9	14,6
Magnésium (kg/ha/an)	0,2	1,4
Chlorure (kg/ha/an)	3,6	7,7
Sodium (kg/ha/an)	1,6	2,9
Aluminium (g/ha/an)		201
Fer (g/ha/an)		101
Manganèse (g/ha/an)		200

Les dépôts de **potassium** hors et sous forêt font partie des plus faibles du réseau.

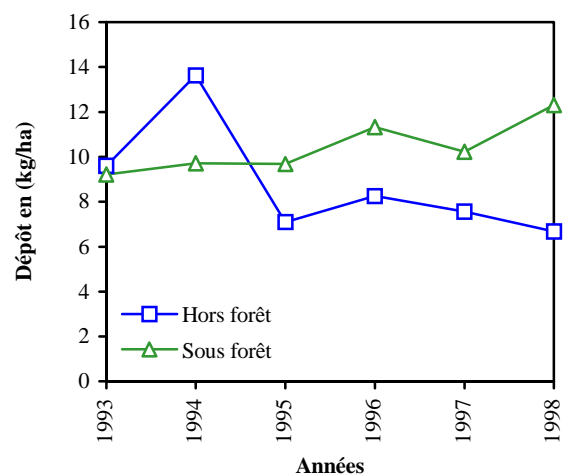
Pour le **magnésium** les dépôts hors forêt sont les moins élevés du réseau, ceux sous forêt sont les quatrième plus bas après SP 38 (Isère), SP 57 (Moselle) et HET 54a (Meurthe et Moselle).

Les **chlorures** et le **sodium** proviennent surtout de la mer. Cela explique le peu de dépôts aux Voirons. Les dépôts de chlorure hors forêt sont les deuxième moins importants du réseau après SP 38 (Isère), ceux sous forêt sont les troisième plus faibles derrière SP 05 (Hautes-Alpes) et SP 38 (Isère). Le chlorure d'origine marine associé généralement au sodium ou au

potassium n'a pas d'effet acidifiant. Par contre, s'il est émis seul (incinération de PVC par exemple) il se combine avec l'eau pour donner de l'acide chlorhydrique. Les dépôts de sodium hors forêt sont les moins élevés du réseaux après SP 05 (Hautes-Alpes), et ceux sous forêt sont les troisième plus faibles derrière SP 05 (Hautes-Alpes) et SP 38 (Isère).

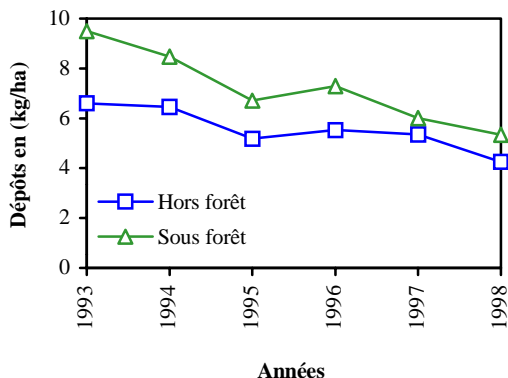
L'**aluminium**, le **manganèse** et le **fer** sont exclusivement analysés dans les précipitations sous couvert forestier. Les dépôts en fer sont parmi les plus forts du réseau et ceux en manganèse parmi les plus faibles.

Les dépôts en **azote** sous forme d'ammonium ($N-NH_4^+$) sont supérieurs à ceux sous forme de nitrate ($N-NO_3^-$) hors couvert. La tendance s'inverse sous couvert. Les dépôts hors forêt d'azote minéral total¹ représentent 8,8 kg/ha/an et les dépôts sous forêt s'élèvent à 10,4 kg/ha/an. 60 % des dépôts sous forêt sont apportés durant la période de végétation. Ces dépôts sont donc à disposition des végétaux et risquent moins d'être lessivés par le drainage. Les valeurs définissant les limites des dépôts azotés, au-dessus desquelles il existe des risques d'eutrophisation ou de déséquilibre nutritif sont de 2,8 et 14 kg/ha/an, en fonction de la richesse des sols. Les apports mesurés aux Voirons (10,4 kg/ha/an) sont compris dans cette gamme, il y a donc un risque d'eutrophisation.

Dépôts annuels en azote total¹ de 1993 à 1998

¹ L'azote minéral total = azote sous forme d'ammoniac + azote sous forme de nitrate.

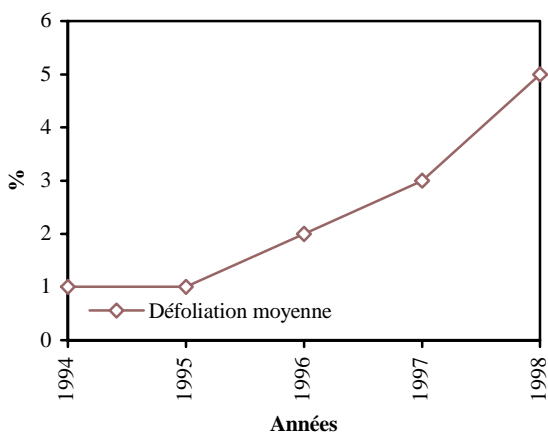
Dépôts annuels en soufre de 1993 à 1998



Les dépôts en **soufre** sous forme de sulfate proviennent essentiellement de sources industrielles, ils contribuent à l'acidification des milieux. Il existe deux seuils, qui correspondent aux limites haute et basse des charges critiques pour le soufre en France, selon la sensibilité de l'écosystème (3,2 kg/ha/an et 16 kg/ha/an). Les dépôts hors (5,6 kg/ha/an) et sous forêt (7,2 kg/ha/an) sont compris entre ces valeurs seuils. Nous observons une tendance à la diminution des dépôts de 1993 à 1998.

5. L'état sanitaire, les chutes de litière et les teneurs foliaires en nutriments

Perte foliaire



Les défoliations observées sur les 36 arbres « observations » n'ont augmenté que faiblement depuis le début de la surveillance. Ces faibles défoliations et l'absence de colorations anormales sur le feuillage s'expliquent par l'inexistence d'attaques d'insectes et de champignons.

Pour ce qui concerne les teneurs foliaires en nutriments, ce peuplement se caractérise tout d'abord par des teneurs faibles en soufre (0,8 mg/g entre 1993 et 1997) et en magnésium (0,9 mg/g entre 1993 et 1997) (entre le seuil indicatif de carence et le seuil critique). Ensuite, par des teneurs en azote (13,8 mg/g entre 1993 et 1997) et en phosphore (1,3 mg/g entre 1993 et 1997) qui sont comprises entre le seuil indicatif critique et optimal. Enfin, par des valeurs élevées en potassium (5,8 mg/g entre 1993 et 1997) et en calcium (5,7 mg/g entre 1993 et 1997) (supérieur au seuil optimal).

Les retombées totales de litière varient de 3,9 t/ha/an à 6,4 t/ha/an. Près de 70 % de cette masse provient des aiguilles d'épicéa

(2,5 à 4,9 t/ha/an). La masse restante est composée des branches d'épicéa (0,4 à 0,9 t/ha/an), des cônes (0,4 à 1 t/ha/an) et des éléments n'appartenant pas à l'épicéa (sous étage, ...) (90 à 270 kg/ha/an). La production de cônes semble régulière (28 000 à 58 000 par ha et par an).

Conclusion

Ce peuplement reçoit pour la plupart des éléments chimiques de faibles retombées atmosphériques, sauf pour le fer, l'azote et le soufre. L'azote est un élément fertilisant, facilement lessivable. Ce phénomène intervient dans le processus d'eutrophisation des milieux. Le soufre entre dans les mécanismes d'acidification des sols. En raison de la baisse des émissions industrielles, les dépôts soufrés devraient dans l'avenir continuer à diminuer.

La bonne adaptation des arbres à la station (pluviosité abondante, bien répartie et sol fertile) débouche sur l'absence de colorations anormales sur le feuillage et d'attaques parasitaires. Malgré cela les teneurs foliaires en soufre, magnésium (malgré des stocks du sol importants pour le magnésium) restent faibles et celles en azote et phosphore moyennes.

Dans les peuplements purs d'épicéa commun, les retombées des aiguilles, qui ont une décomposition lente, donnent généralement des humus épais (moder voire mor), ce n'est pas le cas sur cette placette. Le rapport carbone organique sur azote (C/N) est de 15 pour l'horizon 0-10 cm, ce qui indique une bonne activité biologique et une minéralisation de l'azote correcte (humus: eumull à mésomull). La deuxième campagne d'analyse des sols prévue pour 2003-2005 est donc une étape importante pour juger de l'évolution du sol.

Le nombre d'années de suivi dans les différents domaines (retombées atmosphériques, analyses foliaires, état sanitaire, ...) est encore trop faible pour évaluer une tendance réelle. Ceci prouve l'importance d'un suivi à long terme.

¹ Si ces charges sont dépassées, il y a un risque de déstabilisation des écosystèmes.

Comment se situe la placette par rapport au reste du réseau ?

	Valeur minimum du réseau	Placette des Voirons	Valeur maximum du réseau
Nb d'espèces végétales (peuplements d'épicéa)	18	102	102
Stocks de carbone organique dans le sol (0-40 cm)	7,8 t/ha	110,7 t/ha	188,9 t/ha
Stocks d'azote dans le sol (0-40 cm)	0,6 t/ha	8,7 t/ha	15,7 t/ha
Stocks de calcium dans le sol (0-40 cm)	18,1 kg/ha	11207,4 kg/ha	21085,4 kg/ha
Pluviosité moyenne hors forêt (de 1993 à 1998)	720 mm	1389 mm	2766 mm
Pluviosité moyenne sous forêt (de 1993 à 1998)	508 mm	861 mm	2450 mm
pH des précipitations hors forêt (de 1993 à 1998)	4,83	5,02	5,71
pH des précipitations sous forêt (de 1993 à 1998)	3,94	4,82	6,19
Apport en calcium dans les précipitations hors forêt (de 1993 à 1998)	2,6 kg/ha/an	5,3 kg/ha/an	15,1 kg/ha/an
Apport en calcium dans les précipitations sous forêt (de 1993 à 1998)	5,8 kg/ha/an	10,9 kg/ha/an	20,6 kg/ha/an
Apport en azote dans les précipitations hors forêt (de 1993 à 1998)	3,7 kg/ha/an	8,8 kg/ha/an	15,8 kg/ha/an
Apport en azote dans les précipitations sous forêt (de 1993 à 1998)	0,7 kg/ha/an	10,4 kg/ha/an	23,8 kg/ha/an
Apport en soufre dans les précipitations totales hors forêt (de 1993 à 1998)	3,7 kg/ha/an	5,6 kg/ha/an	15,9 kg/ha/an
Apport en soufre dans les précipitations sous forêt (de 1993 à 1998)	4,5 kg/ha/an	7,2 kg/ha/an	34,9 kg/ha/an
Teneurs foliaires des peuplements d'épicéa en azote (de 1993 à 1997)	12,7 mg/g	13,8 mg/g	17,2 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements d'épicéa en potassium (de 1993 à 1997)	4,3 mg/g	5,8 mg/g	7,4 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements d'épicéa en phosphore (de 1993 à 1997)	1,1 mg/g	1,3 mg/g	1,9 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements d'épicéa en magnésium (de 1993 à 1997)	0,7 mg/g	0,9 mg/g	1,3 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements d'épicéa en soufre (de 1993 à 1997)	0,8 mg/g	0,8 mg/g	0,9 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements d'épicéa en calcium (de 1993 à 1997)	2,1 mg/g	5,7 mg/g	8,3 mg/g

Mesures réalisées et périodicité

Type de mesures	Périodicité	Réalisation	Nombre de données recueillies sur la placette des Voirons
Analyses foliaires	Années impaires	STIR + INRA	1 241
Pédologie et Chimie des sols	10 ans	Pédologue + STIR + INRA	2 007
Santé des arbres	Annuel	DSF	2 316
Dendrométrie	5 ans	STIR	13 683
Inventaire floristique	10 ans	Botaniste	7 700
Mesure des dépôts atmosphériques	Mensuel	Responsable + Labo	16 033
Phénologie	Annuel	Responsable	10
Récolte des chutes de litières	3 fois par an	Responsable + STIR	495
Évolution de la grande faune	Annuel	Responsable	437
Météorologie	Semi-horaire	Station météo	1 094 970

Pour en savoir plus:

- A. Brêthes, E. Ulrich (coordinateurs), 1997 : RENECOFOR - Caractéristiques pédologiques des 102 peuplements du réseau, observations de 1994/95. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 112 - 3, 573 p.
- C. Cluzeau, E. Ulrich, M. Lanier, F. Garnier, 1998 : RENECOFOR - Interprétation des mesures dendrométriques de 1991 à 1995 des 102 peuplements du réseau. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 151 - 4, 309 p.
- E. Ulrich, M. Lanier, 1996 : RENECOFOR - Notice de présentation du Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 021 - 6, 38 p.
- E. Ulrich, M. Lanier, D. Combes, 1998 : RENECOFOR - Dépôts atmosphériques, concentrations dans les brouillards et dans les solutions du sol (sous-réseau CATAENAT) - Rapport scientifique sur les années 1993 à 1996. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 134 - 4, 135 p.
- F. Lebourgeois, 1997 : RENECOFOR - Etude dendrochronologique des 102 peuplements du réseau. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 075 - 5, 307 p.
- J.-F. Dobremez, S. Camaret, L. Bourjot, E. Ulrich, A. Brêthes, P. Coquillard, G. Dumé, J.-L. Dupouey, F. Forgeard, C. Gauberville, J. Gueugnot, J.-F. Picard, J.-M. Savoie, A. Schmitt, J. Timbal, J. Touffet, M. Trémolières, 1997 : RENECOFOR - Inventaire et interprétation de la composition floristique des 101 peuplements - campagne 1994/95. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 111 - 5, 513 p.
- L. Croisé, C. Cluzeau, E. Ulrich, M. Lanier, A. Gomez, 1999 : RENECOFOR - Interprétation des analyses foliaires réalisées dans les 102 peuplements du réseau de 1993 à 1997 et premières évolutions interdisciplinaires. Editeur : Office National des Forêts, Département Recherche et Développement, ISBN 2-84207-189 - 1, 413 p.
- Q. Ponette, Ulrich, E., Brêthes, A., Bonneau, M., Lanier, M., 1997 : RENECOFOR - Chimie des sols dans les 102 peuplements du réseau, campagne de mesures 1993/95. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 100 - X, 427 p.