

# LA PLACETTE D'OBSERVATION RENECOFOR EN FORÊT DE SAINT - HUGON (SP 38)

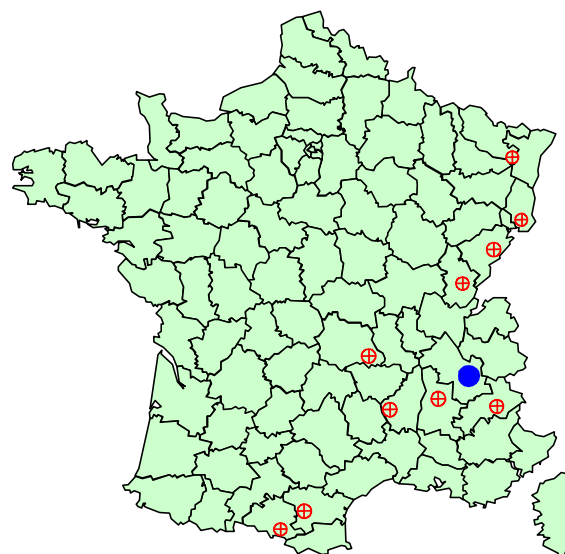
Période d'observation 1992-1998

## 1. Situation et sylviculture du peuplement

La placette SP 38 est composée d'un peuplement de sapin pectiné (*Abies alba*) mélangé à quelques épicéas communs (*Picea abies*), quelques hêtres (*Fagus sylvatica*) et quelques bouleaux verruqueux (*Betula pendula*). Cette futaie irrégulière, dont les âges varient de 52 à 168 ans (âge moyen à 1,3 m de l'essence principale en 2000) est issue de régénérations naturelles. Elle est située en zone de montagne, en forêt domaniale de Saint-Hugon, à 1100 m d'altitude, sur un terrain en pente (35 %), exposé est.

## 2. Histoire de la forêt et du peuplement

De 1150 à 1789 certaines parties de la forêt de Saint-Hugon étaient des zones de pâturage, d'extraction de litière et de minerai de fer. Ce massif a subi récemment plusieurs années de chablis (1936, 1960, 1981 et 1987). Depuis 1940 le peuplement a connu sept interventions sylvicoles.

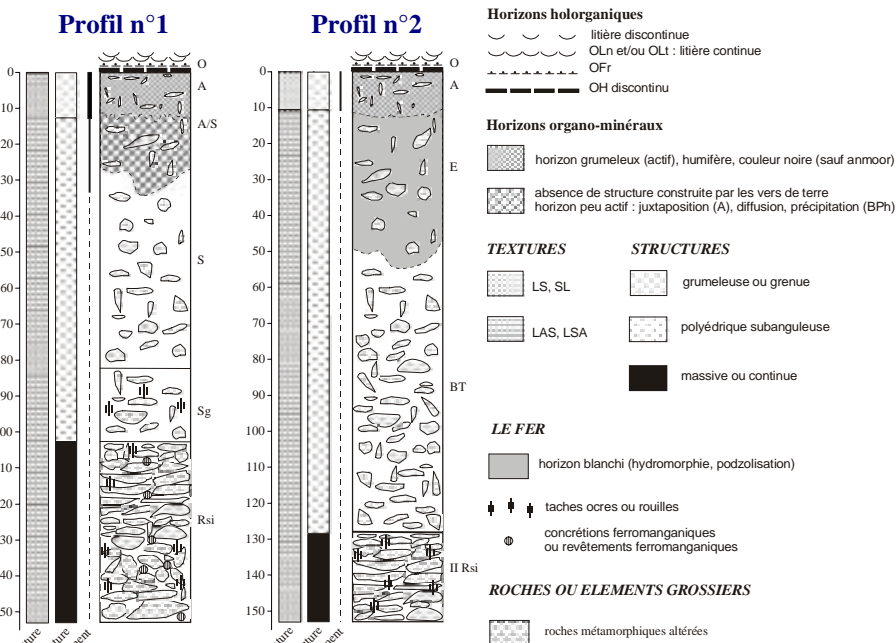


● Placette de St Hugon  
⊕ Autres placettes de sapin du réseau

## 3. La station

Du point de vue phytosociologique le peuplement se rattache au *Geranio nodosi-Fagenion sylvaticae*. L'inventaire floristique réalisé en 1994/95 recense 70 espèces, dont 8 dans la strate arborée, et 15 dans la strate muscinale. La diversité floristique totale de la placette est dans la moyenne des autres peuplements de sapin pectiné, mais en ce qui concerne la richesse en mousses, elle se situe dans les trois plus riches après SP 57 (Moselle) et SP 09 (Ariège). En 1994/95, l'influence du gibier sur la flore est très marquée. Un fort abroustissement à l'extérieur du grillage est visible. Les densités d'animaux sont à cette époque de 6 chevreuils pour 100 ha, de 1,5 cerfs pour 100 ha, de 8 sangliers pour 100 ha et de 0,7 chamois pour 100 ha.

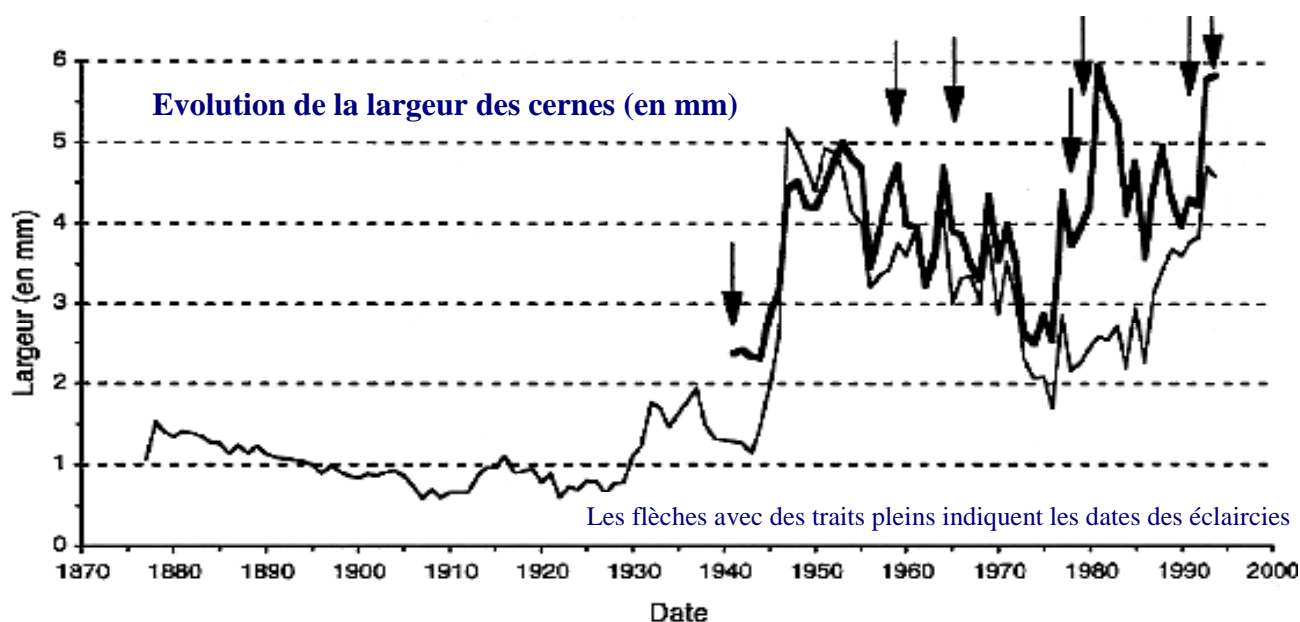
Le substrat géologique se compose de dépôts glaciaires limono-argilo-sableux fortement caillouteux reposant sur des schistes. Le peuplement étant implanté en milieu de versant, on note une variation dans l'évolution du sol sur une faible distance. Le profil n°1 (situé en amont de la placette) se caractérise par une texture limono-argilo-sableuse à sables grossiers, accompagnée d'une charge en éléments grossiers moyenne en surface, puis forte en profondeur. A partir d'un mètre de profondeur on observe des traces d'hydromorphie. Nous sommes en présence d'un sol brun acide colluvial (selon Duchaufour). Le profil n°2 (situé en aval de la placette) possède une texture limono-sableuse en surface accompagnée d'un enrichissement en argile à partir de 50 cm. Les horizons profonds sont fortement caillouteux. Nous sommes en présence d'un sol brun faiblement lessivé (selon Duchaufour). Pour les deux profils la prospection racinaire est bonne en surface mais diminue rapidement dans les horizons à forte charge en éléments grossiers.



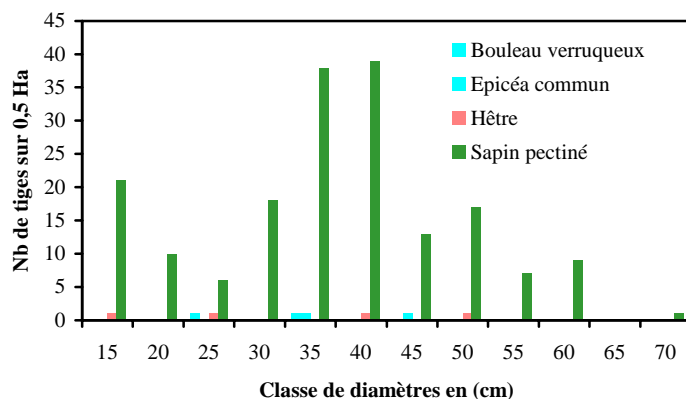
L'activité biologique est forte dans le premier horizon, mais les conditions climatiques font que les litières ne sont pas facilement transformées (amphimull). Le rapport carbone organique sur azote (C/N), est de 17 pour l'horizon 0-10 cm. Cela traduit une décomposition moyenne de l'humus et une minéralisation de l'azote réduite. En 1995, les stocks de carbone organique (60,7 t/ha), d'azote (3,8 t/ha) et de calcium (203 kg/ha) dans la couche minérale (0-40 cm) sont parmi les plus faibles des peuplements de sapin pectiné du réseau. Les teneurs en bases échangeables sont moyennes pour le calcium, faibles pour le magnésium et le potassium. Cela est dû à une faible capacité d'échange cationique (CEC), et un taux de saturation en base réduit (<20%). Ce sol possède donc des potentialités limitées. La réserve utile maximale, qui indique les possibilités de stockage du sol en eau disponible pour les plantes, est estimée à 80 mm pour une profondeur prospectée par les racines de 1 m, ce qui représente des potentialités faibles. Malgré ces réserves limitées nous découvrons que l'alimentation en eau des arbres reste correcte compte-tenu du faible déficit de pluviométrie (station de référence: Challes-les-Eaux) pendant la période de végétation (environ 25 mm hors couvert).

#### 4. Le peuplement d'un point de vue sylvicole

Dans ce peuplement on note la coexistence d'arbres d'âges très différents, 52 ans (âge moyen à 1,3 m de l'essence principale en 2000) pour le plus jeune et 168 ans (âge moyen à 1,3 m de l'essence principale en 2000) pour le plus ancien. Les arbres les plus âgés ont été fortement dominés pendant 60 à 70 ans. Ils ont été capables, suite à leur mise en lumière, de réagir très fortement et de retrouver pratiquement le niveau de croissance équivalent à celui observé pour les jeunes. Le cas extrême est un arbre de 168 ans (âge moyen à 1,3 m de l'essence principale en 2000) qui a poussé 110 ans sous couvert. Avant l'éclaircie de 1943 son diamètre sous écorce était de 12 cm. En 1994, son diamètre est de 57 cm, soit une augmentation de 45 cm en une cinquantaine d'années.



#### Distribution des diamètres par essence en 1995



irrégulière, fermée à forte représentation en arbres dominants, plus ou moins accompagnée d'un déficit en codominants, en dominés et à sous étage présent.

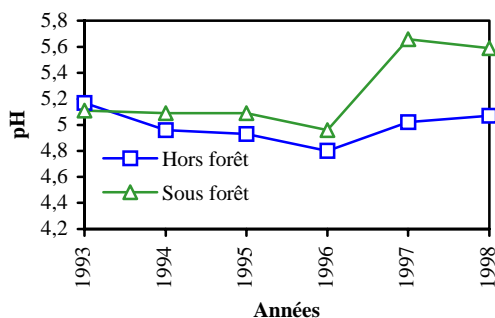
Dans sa globalité ce peuplement irrégulier possédait en 1995, 420 tiges/ha, la surface terrière était de 43 m<sup>2</sup>/ha, et le diamètre moyen de 34 cm. Les arbres de l'essence principale (sapin pectiné) présentent les caractéristiques dendrométriques suivantes : 400 tiges/ha, 41 m<sup>2</sup>/ha de surface terrière et un diamètre moyen de 34 cm.

En replaçant le peuplement dans la typologie des hêtraies-sapinières-pessières en Rhône-Alpes, on observe que le type actuel est une sapinière irrégulière, très fermée à forte représentation en arbres dominants, accompagnée d'un déficit en codominants, en dominés et surtout en sous étage. L'évolution souhaitable définie dans l'ouvrage intitulé "Guide de sylviculture pour la forêt de montagne" (Direction régionale Rhône-Alpes et STIR Alpes, 1997) est le passage à une sapinière

## 5. Les retombées atmosphériques entre 1993 et 1998

La **pluviosité** moyenne entre 1993 et 1998 est de 1449 mm hors couvert forestier et de 1008 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 30 %. Cette valeur est proche de la moyenne des autres peuplements de sapin pectiné du réseau.

### Evolution du pH de 1993 à 1998



est quasiment resté stable.

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 précipitations hors forêt représente 5,7 kg/ha/an. Le rôle de filtre joué par les houppiers explique les teneurs légèrement plus élevées pour les dépôts sous forêt avec 7,4 kg/ha/an. Mais cet enrichissement reste limité, en raison de la faible activité humaine dans la région. Cela conduit à l'émission restreinte de composés secs, se déposant sur les arbres.

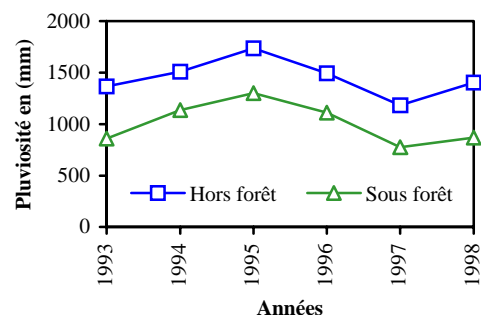
### Dépôts de 1993 à 1998

	Dépôts hors couvert	Dépôts sous couvert
Potassium (kg/ha/an)	0,8	19,3
Magnésium (kg/ha/an)	0,2	1
Chlorure (kg/ha/an)	3,3	6,1
Sodium (kg/ha/an)	2	1,7
Aluminium (g/ha/an)		159
Fer (g/ha/an)		57
Manganèse (g/ha/an)		831

Les **chlorures** et le **sodium** proviennent surtout de la mer. Cela explique les faibles dépôts à Saint-Hugon. Pour le chlorure nous avons les plus faibles teneurs du réseau hors forêt et les deuxièmes plus faibles sous forêt après SP 05 (Hautes-Alpes). Pour le sodium les valeurs hors forêt sont les troisièmes plus faibles du réseau après EPC 74 (Haute-Savoie) et SP 05 (Hautes-Alpes) et les deuxièmes plus faibles après SP 05 (Hautes-Alpes) sous forêt. 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.

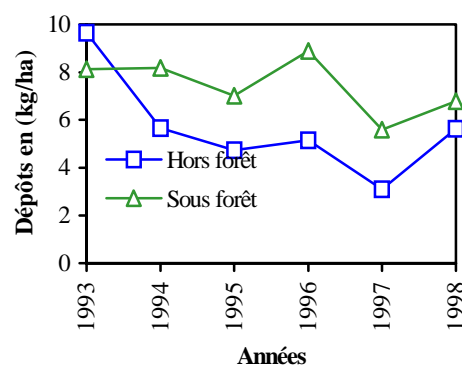
L'**aluminium**, le **manganèse** et le **fer** sont exclusivement analysés dans les précipitations sous couvert forestier. On observe pour ces éléments une grande variabilité des dépôts entre les années.

### Pluviosité hors et sous couvert forestier de 1993 à 1998



En absence de toute pollution, l'eau de pluie a un **pH** proche de 5,5. Le pH des précipitations hors couvert forestier est de 5. Sous couvert forestier on observe une augmentation (pH 5,3). Cette baisse de l'acidité est due à un enrichissement de l'eau en ions de nature alcaline, au contact des houppiers. De 1993 à 1996 les pH hors et sous couvert étaient très proches (5 à 5,1), mais en 1997 et 1998 le pH sous forêt a augmenté (5,6) alors que celui hors forêt

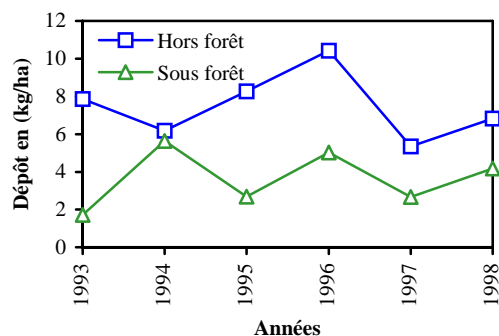
### Dépôts annuels en calcium de 1993 à 1998



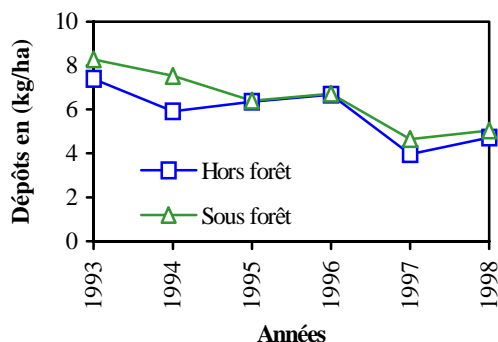
Pour le **potassium**, les dépôts hors forêt sont les deuxièmes plus faibles du réseau après SP 25 (Doubs), ceux sous forêt sont fortement enrichis lors du lessivage des houppiers. Cela est dû au fait que le potassium est l'élément le plus facilement lessivable du feuillage. Ce lessivage est un processus naturel faisant partie du cycle nutritif interne. Les teneurs en **magnésium** hors forêt sont les deuxièmes plus faibles du réseau après EPC 74 (Haute-Savoie) et celles sous forêt les premières.

Les dépôts en **azote** sous forme d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) sont très proches hors forêt. Par contre, ils sont plus importants en ammonium qu'en nitrate sous forêt. On remarque que les dépôts hors forêt (7,5 kg/ha/an) sont supérieurs aux dépôts sous forêt (3,7 kg/ha/an, les deuxièmes plus faibles du réseau après SP 05 (Hautes-Alpes)). 50 % des dépôts sous forêt sont apportés durant la période de végétation. Ils sont donc à disposition des végétaux, les 50 % qui se déposent l'hiver risquent d'être lessivés par le drainage. Cela peut expliquer en partie le fait que nous observons régulièrement du nitrate dans les solutions de sol à 70 cm. Les valeurs définissant la gamme des dépôts azotés ne causant pas d'eutrophisation<sup>2</sup> ou de déséquilibre nutritif vont de 2,8 à 14 kg/ha/an, en fonction de la richesse des sols. Les apports mesurés à Saint-Hugon (3,7 kg/ha/an) sont compris dans cette gamme, il y a donc un risque d'eutrophisation. Il faut noter l'irrégularité des dépôts aussi bien sous forêt que hors forêt.

### Dépôts annuels en azote total<sup>1</sup> de 1993 à 1998



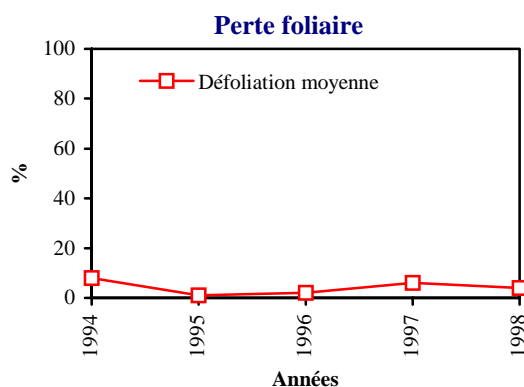
### Dépôts annuels en soufre de 1993 à 1998



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<sup>3</sup> pour le soufre en France, selon la sensibilité de l'écosystème (3,2 kg/ha/an et 16 kg/ha/an). Les dépôts hors (5,8 kg/ha/an) et sous forêt (6,4 kg/ha/an, parmi les plus faibles du réseau) sont compris entre ces valeurs seuils. Ces dépôts présentent des valeurs très proches. Cela signifie qu'il y a peu d'enrichissement en soufre via les dépôts secs sur le feuillage. Nous observons une tendance à la diminution des dépôts de 1993 à 1998.

En 1996, une étude sur les concentrations de dix métaux lourds (**arsenic, cadmium, chrome, cuivre, fer, mercure, nickel, plomb, vanadium, zinc**) et d'un radio élément (le **césium 137**<sup>4</sup>) dans les mousses, a été réalisée. Aucune pollution aux métaux lourds n'a été observée sur ce site. Le césium 137 est un élément radioactif produit par l'industrie nucléaire. Il n'est pas présent à l'origine dans notre environnement, mais on le trouve dans les mousses de ce site (140 Bq/Kg de matière sèche).

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



Les défoliations observées sur les 36 arbres « observations » restent quasiment inexistantes depuis le début de la surveillance. Certains arbres possédaient de légères colorations anormales sur leurs aiguilles en 1996 (4 %), en 1997 (21 %) et en 1998 (12 %). Les raisons de ces colorations pourraient être pour 1997, les gels tardifs de mai. Pour ce qui concerne les teneurs foliaires en éléments, cette placette se caractérise tout d'abord par des valeurs en calcium (5,9 mg/g entre 1993 et 1997) supérieures au seuil optimal. Ensuite par des valeurs se situant entre les seuils d'alimentation critique et optimal pour le phosphore (1,7 mg/g, les plus élevées des placettes de sapin pectiné du réseau, entre 1993 et 1997), le magnésium (1,3 mg/g entre 1993 et 1997), le potassium (5,2 mg/g entre 1993 et 1997) et l'azote (14,4 mg/g, les plus élevées des placettes de sapin pectiné du réseau, entre 1993

et 1997). Enfin par des teneurs situées entre le seuil indicatif de carence et critique pour le soufre (1 mg/g, entre 1993 et 1997). Toutes ces valeurs restent stables dans le temps.

<sup>1</sup> azote sous forme d'ammoniac + azote sous forme de nitrate.

<sup>2</sup> Enrichissement des milieux en éléments nutritifs (phosphate, nitrate, etc) pouvant entraîner un dysfonctionnement de l'écosystème en cas d'excès.

<sup>3</sup> Si ces charges sont dépassées, il y a un risque de déstabilisation des écosystèmes.

<sup>4</sup> = métal rare, dont l'un des isotopes (élément dont le noyau atomique diffère par le nombre de neutrons, mais ayant le même nombre de protons, d'électrons et possédant les mêmes propriétés chimiques), le césium 137 est produit par la fission nucléaire (division d'un noyau d'atome lourd en plusieurs fragments).

Bq = unité de mesure de la radioactivité, 1 Becquerel = 1 désintégration d'atome par seconde.

Depuis le début des observations, des dorges et du gui sont présents sur certains arbres de cette placette. Le *Melampsorella caryophyllacearum* est un champignon sous cortical qui perturbe le fonctionnement des bourgeons contaminés. Ces derniers se ramifient activement et donnent naissance à des proliférations appelées « balais de sorcière ». Lorsque la contamination atteint l'axe principal, ces renflements chancreux sont appelés « chaudron » ou « dorge ». Des fructifications apparaissent à la face inférieure des aiguilles de sapin en juin, sous forme de vésicules blanches laissant échapper des spores orangées qui migrent sur les feuilles des caryophyllacées. Une fois sur les caryophyllacées, divers stades succèdent jusqu'à l'apparition au printemps suivant des basidiospores, qui, transportées par le vent et les insectes, contaminent les bourgeons des sapins. Le gui est une plante chlorophyllienne hémiparasite. Grâce à ses organes de fixation et de succion, le gui puise l'eau et les sels minéraux nécessaires à son développement dans la sève de l'hôte, assurant sa propre assimilation en carbone par la photosynthèse. Des cordons sous-corticaux assurent la multiplication végétative de la plante permettant la colonisation. Les fleurs mâles et femelles, sont portées par des pieds différents, les fruits produits sont disséminés par les oiseaux.

Les retombées totales de litière varient de 1,9 t/ha à 4,2 t/ha. Plus de la moitié de cette masse provient des aiguilles de sapin pectiné (1,1 à 2 t/ha). La masse restante est composée de branches de sapin pectiné (0,1 à 0,8 t/ha), d'écaillles de cônes de sapin pectiné (18 à 1336 kg/ha) et d'éléments des essences secondaires (0,1 à 0,2 t/ha). Les fortes chutes de branches de l'année 1996 (0,8 t/ha) s'expliquent par de fortes précipitations neigeuses et des pointes de vent enregistrées les 21 et 22 juin 1996 (115 et 137 km/h). La fructification de 1997 est faible (18 kg/ha d'écaillles de cônes). Les gels tardifs de mai (période de floraison) combinés à une plus faible pluviosité en forêt (770 mm) en sont les causes principales.

## Conclusion

Malgré une richesse chimique du sol limitée et la présence du gui et des « dorges », les arbres semblent en bonne santé. L'alimentation foliaire du peuplement est satisfaisante, les défoliations et les colorations anormales restent faibles. Pour un grand nombre d'éléments chimiques les apports moyens par les précipitations se situent parmi les plus faibles du réseau. Cette zone est peu soumise aux agents polluants. Seuls les dépôts de soufre et d'azote pourraient poser des problèmes à long terme. Le soufre intervient dans les mécanismes d'acidification des sols, mais en raison de la baisse des émissions industrielles, les dépôts soufrés devraient dans l'avenir continuer à diminuer. L'azote intervient dans les mécanismes d'eutrophisation des milieux.

La deuxième campagne d'analyse des sols prévue pour 2003-2005 est une étape importante pour juger de l'évolution des sols. De même, le nombre d'années de suivi dans les autres 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.

## Mesures réalisées et périodicité

Type de mesures	Périodicité	Réalisation	Nombre de données recueillies sur la placette de Saint - Hugon
Analyses foliaires	Années impaires	STIR + INRA	1 819
Pédologie et Chimie des sols	10 ans	Pédologue + STIR + INRA	3 126
Santé des arbres	Annuel	DSF	4 562
Dendrométrie	5 ans	STIR	23 563
Inventaire floristique	10 ans	Botaniste	3 703
Météorologie	Semi-horaire	Station météo	2 321 371
Mesure des dépôts atmosphériques et solution de sol	Mensuel	Responsable + Labo	30 485
Phénologie	1 fois par an	Responsable	10
Récolte des chutes de litières	3 fois par an	Responsable + STIR	786
Evolution de la grande faune	Annuel	Responsable	649

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

	Valeur minimum du réseau	Placette de Saint - Hugon	Valeur maximum du réseau
Nb d'espèces végétales (peuplements de sapin)	37	70	119
Stocks de carbone organique dans le sol (0 - 40 cm)	7,8 t/ha	60,7 t/ha	188,9 t/ha
Stocks d'azote dans le sol (0 - 40 cm)	0,6 t/ha	3,8 t/ha	15,7 t/ha
Stocks de calcium dans le sol (0 - 40 cm)	18,1 kg/ha	202,9 kg/ha	21085,4 kg/ha
Pluviosité moyenne hors forêt (de 1993 à 1998)	720 mm	1449 mm	2766 mm
Pluviosité moyenne sous forêt (de 1993 à 1998)	508 mm	1008 mm	2450 mm
pH des précipitations hors forêt (de 1993 à 1998)	4,83	4,99	5,71
pH des précipitations sous forêt (de 1993 à 1998)	3,94	5,25	6,19
Apport en calcium dans les précipitations hors forêt (de 1993 à 1998)	2,6 kg/ha/an	5,7 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	7,4 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	7,5 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	3,7 kg/ha/an	23,8 kg/ha/an
Apport en soufre dans les précipitations hors forêt (de 1993 à 1998)	3,7 kg/ha/an	5,8 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	6,4 kg/ha/an	34,9 kg/ha/an
Teneurs foliaires des peuplements de sapin en azote (de 1993 à 1997)	12,3 mg/g	14,4 mg/g	14,4 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de sapin en potassium (de 1993 à 1997)	5,1 mg/g	5,2 mg/g	7,2 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de sapin en phosphore (de 1993 à 1997)	0,9 mg/g	1,7 mg/g	1,7 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de sapin en magnésium (de 1993 à 1997)	0,6 mg/g	1,3 mg/g	1,6 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de sapin en soufre (de 1993 à 1997)	0,9 mg/g	1 mg/g	1 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de sapin en calcium (de 1993 à 1997)	3,9 mg/g	5,9 mg/g	10,3 mg/g
(g ms = gramme de matière sèche) (Bq/Kg ms = becquerel par kilogramme de matière sèche)	<b>Valeur minimum en Europe</b>	<b>Placette de Saint - Hugon</b>	<b>Valeur maximum en Europe</b>
Teneurs en arsenic dans les mousses (en 1996)	0,001 µg/g ms	0,2 µg/g ms	17,6 µg/g ms
Teneurs en cadmium dans les mousses (en 1996)	0,01 µg/g ms	0,2 µg/g ms	8,4 µg/g ms
Teneurs en chrome dans les mousses (en 1996)	0,04 µg/g ms	2,7 µg/g ms	438 µg/g ms
Teneurs en cuivre dans les mousses (en 1996)	0,4 µg/g ms	6 µg/g ms	650 µg/g ms
Teneurs en fer dans les mousses (en 1996)	18,2 µg/g ms	260 µg/g ms	18600 µg/g ms
Teneurs en mercure dans les mousses (en 1996)	0,001 µg/g ms	0,05 µg/g ms	1,33 µg/g ms
Teneurs en nickel dans les mousses (en 1996)	0,03 µg/g ms	2,1 µg/g ms	235 µg/g ms
Teneurs en plomb dans les mousses (en 1996)	0,22 µg/g ms	11,21 µg/g ms	443 µg/g ms
Teneurs en vanadium dans les mousses (en 1996)	0,14 µg/g ms	1,6 µg/g ms	54,2 µg/g ms
Teneurs en zinc dans les mousses (en 1996)	1 µg/g ms	30 µg/g ms	850 µg/g ms
Teneurs en césium dans les mousses (en 1996, en France)	0 Bq/Kg ms	140 Bq/Kg ms	726 Bq/Kg ms

**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.
- 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, 319p.
- 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.
- L. Galsomies, D. Savanne, M.-A. Letrouit, S. Ayrault, B. Charre, 1999°: ADEME - Retombées atmosphériques de métaux en France : estimation par dosage dans des mousses , ISBN 2-86817-349-7, 187 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.
- R. Ponce, E. Ulrich, F. Garnier, 1998 : RENECOFOR - Essai de synthèse sur l'histoire des 102 peuplements du réseau. Editeur : Office National des Forêts, Département des Recherches Techniques, ISBN 2 - 84207 - 133 - 6, 237 p.