

LA PLACETTE D'OBSERVATION RENECOFOR EN FORÊT DE PAULHAC (PS 15)

Période d'observation 1992-2000

1. Situation de la placette

La placette PS 15 est située dans le Cantal, en forêt sectionale de Paulhac, commune de Chaudes-Aigues, sur un terrain plat, à 1000 m d'altitude. Cette zone de montagne appartient à la région IFN¹ de la Margeride.

2. Description du peuplement

Le peuplement possède un étage principal de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et un sous étage de hêtre commun (*Fagus sylvatica*), de sapin pectiné (*Abies alba*), de chêne sessile (*Quercus petraea*), d'alisier blanc (*Sorbus aria*) et de bouleau verruqueux (*Betula pendula*). Cette futaie régulière âgée de 67 ans (âge moyen à 1,3 m du sol, de l'étage principal en 2001), est issue d'une régénération artificielle (semis et plantation).

3. Histoire de la forêt et du peuplement

Avant 1932, l'actuelle forêt de Paulhac était une zone de prairie et de lande à callune. L'état boisé a débuté dans les années 1933-1935 après l'abandon des pâturages et les travaux de reboisement. Cette forêt a pour vocation la production de bois d'œuvre.

4. La station

Du point de vue phytosociologique le peuplement se rattache au *Luzulo sp. pl.-Fagion sylvaticae*. L'inventaire floristique réalisé en 1994/95 recense 54 espèces, dont 3 dans la strate arborée, et 41 dans la strate herbacées. La diversité floristique totale de la placette est la deuxième plus riche des peuplements de pin sylvestre du réseau (après PS 04 Alpes de Haute-Provence). Il faut attendre le prochain inventaire floristique, afin d'observer l'influence du gibier sur la flore (cerf : 3 à 5 animaux pour 100 ha en 1994). Le chevreuil et le sanglier seraient en faible densité.

Le matériau parental se compose d'altérites micaschisteuses. Le sol se caractérise par une texture² limono-sableuse à forte charge en éléments grossiers dès 40 cm. La prospection racinaire est bonne en surface et diminue rapidement dans les horizons très caillouteux. Dès 80 cm de profondeur la roche est présente, mais elle reste très fragmentée, des taches de réoxydation et de décoloration grises y sont visibles. Nous sommes donc en présence d'un sol brun acide pour le profil n° 1 et d'un sol brun ocreux humifère pour le profil n° 2 (selon Duchaufour). Le rapport carbone organique sur azote (C/N), est de 19 pour l'horizon 0-10 cm. Cela indique une activité biologique réduite (humus de forme moder), et se traduit par une faible minéralisation de l'azote. En 1995, les stocks dans la couche minérale (0-40 cm) sont de 84,5 t/ha pour le carbone organique, de 5,4 t/ha pour l'azote (les plus élevés des peuplements de pin sylvestre du réseau) et de 333,6 kg/ha pour le calcium. Les teneurs en bases échangeables³ sont bonnes en surface (0 à 10 cm) pour le calcium, le magnésium et le potassium, mais deviennent réduites en profondeur (10 à 40 cm). Cela est dû à une capacité d'échange cationique⁴ (CEC) assez faible, et un taux de saturation⁵ limité (<60%). Ce sol possède donc des potentialités chimiques moyennes.

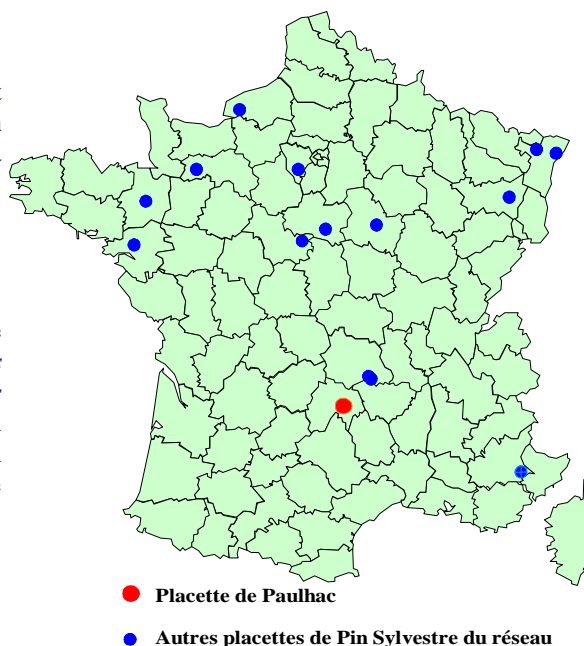
¹ = division territoriale, si possible traditionnellement reconnue, où règnent des conditions similaires d'un point de vue forestier

² = classement des particules de sol en fonction de leur taille

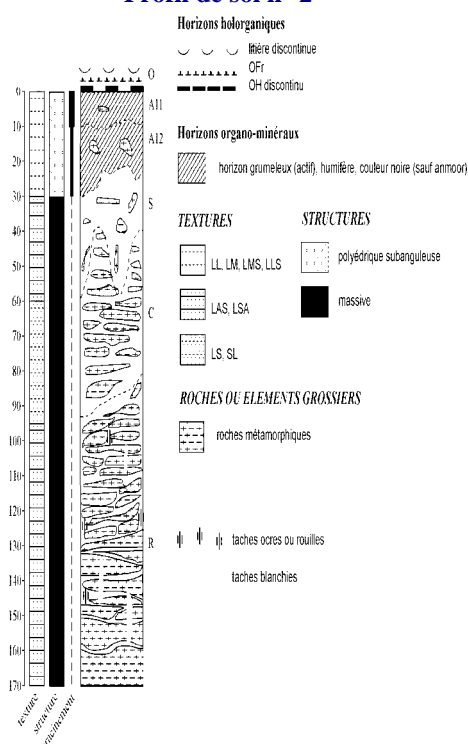
³ = quantité de cation basique (Ca^{2+} , Mg^{2+} et K^+) contenue dans le sol

⁴ = quantité maximale de cations qu'un sol peut absorber

⁵ = rapport entre la somme des bases échangeables (Ca, Mg, K) et la capacité d'échange cationique (en %)



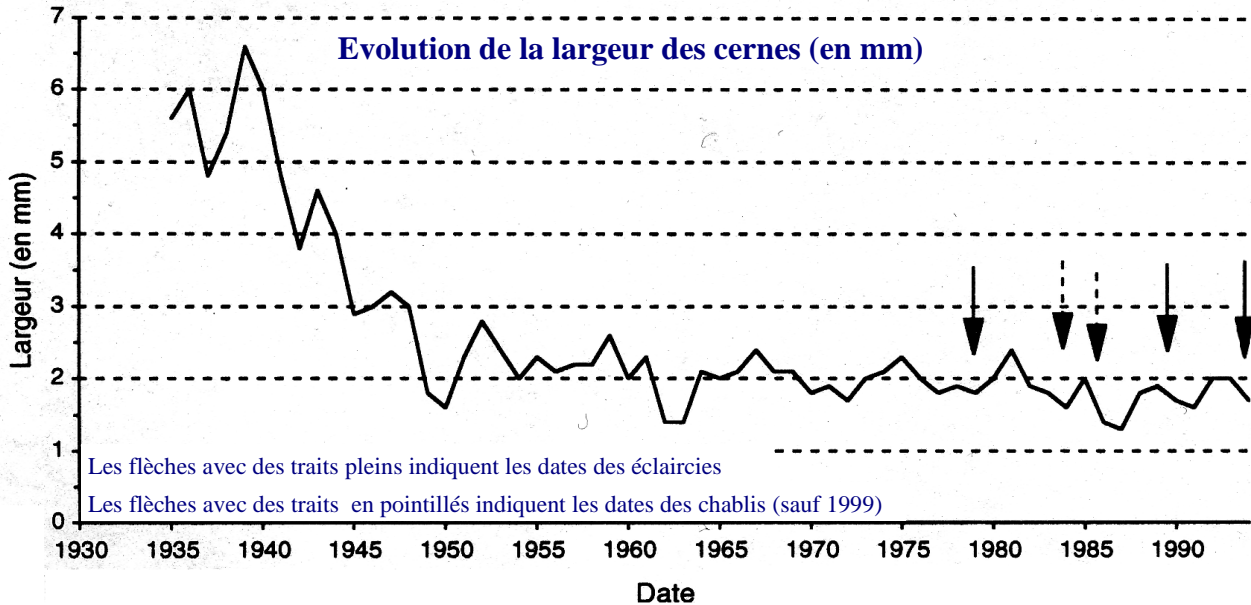
Profil de sol n° 2



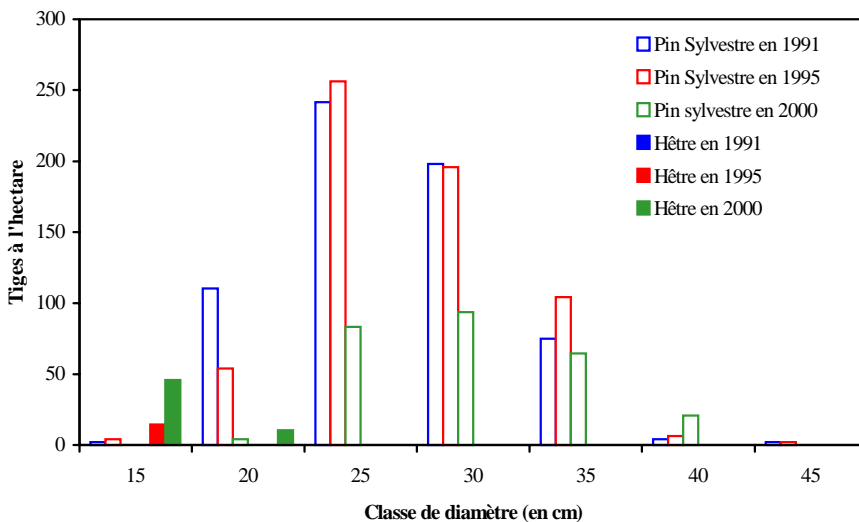
La réserve utile maximale, qui indique les possibilités de stockage du sol en eau disponible pour les plantes, est estimée à environ 80 mm pour une profondeur prospectée par les racines de 80 cm, ce qui représente des potentialités faibles. Mais cette réserve correspond au déficit de pluviométrie de St Flour pendant la période de végétation. La placette étant plus haute en altitude que St Flour la pluviométrie y est plus importante. D'après ces éléments on peut s'attendre à ce que le peuplement ne connaisse pas de problème d'alimentation hydrique majeur.

5. Le peuplement d'un point de vue sylvicole

Dans leur phase juvénile (5 premières années) les arbres de la placette située en forêt de Paulhac possédaient l'une des plus fortes croissances en diamètre des peuplements de pin sylvestre du réseau. Puis cette croissance a fortement chuté, passant de 6 mm en 1941 à 1,6 mm en 1950. Depuis cette date l'accroissement en diamètre est relativement faible, de l'ordre de 1,7 mm/an. En plus de l'effet biologique lié à l'âge, la forte chute de croissance semble due à l'absence d'éclaircie pendant plus de 40 ans. L'accroissement radial moyen est de 2,5 mm/an sur la période 1935-1994. Celui de la période 1980-1994 est de 1,8 mm/an.



Distribution des diamètres par essence en 1991, en 1995 et en 2000



La diminution du nombre de pins sylvestre entre 1991 et 1995 est due à une éclaircie réalisée en 1995. Au cours de cette coupe 17 % des tiges ont été prélevées, la surface terrière des pins sylvestres est passée de 40 m²/ha avant éclaircie à 34 m²/ha après éclaircie.

Dans sa globalité le peuplement possédait en 2000 (après tempête), 320 tiges/ha, la surface terrière était de 21 m²/ha, et le diamètre moyen de 24 cm (calculé à partir de la surface terrière).

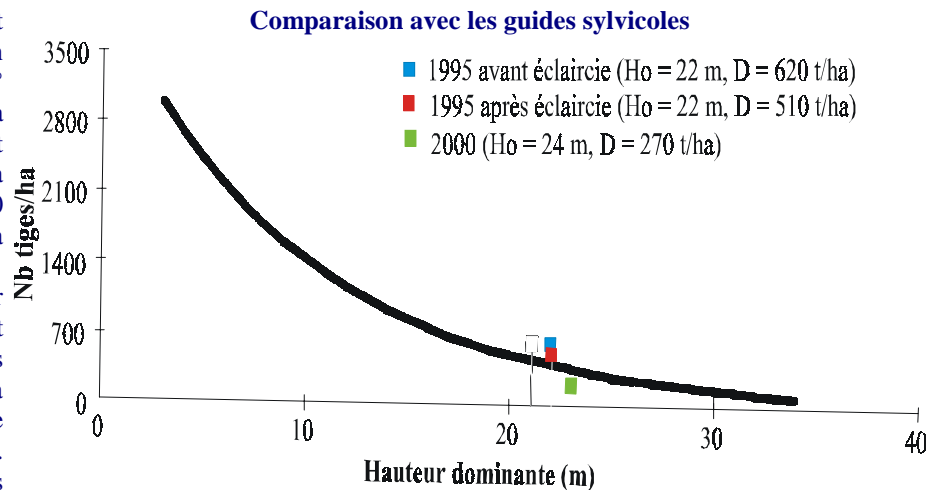
Les arbres de l'essence dominante (pin sylvestre) ont une structure régulière, ils présentent les caractéristiques dendrométriques suivantes :

270 tiges/ha, 19 m²/ha de surface terrière. L'arbre moyen⁶ (des pins sylvestre) possède un diamètre (Dg) de 30 cm et une hauteur (Hg) de 22 m. Nous obtenons un coefficient d'élancement (Hg/Dg) de 73 en 2000 et de 72 en 1995. En 1995 cela suggérait une bonne stabilité vis à vis des risques de chablis. La tempête du 27 décembre 1999 a détruit près de 50 % du peuplement, soit 240 tiges/ha de pin sylvestre (répartition homogène des chablis).

⁶ = arbre qui possède la surface terrière moyenne

En comparant le peuplement à la norme moyenne pour le pin sylvestre du Bulletin technique n° 31, nous observons qu'en 1995 la densité après éclaircie était légèrement supérieure à la norme. La sous densité visible en 2000 provient des dégâts causés par la tempête du 27 décembre 1999.

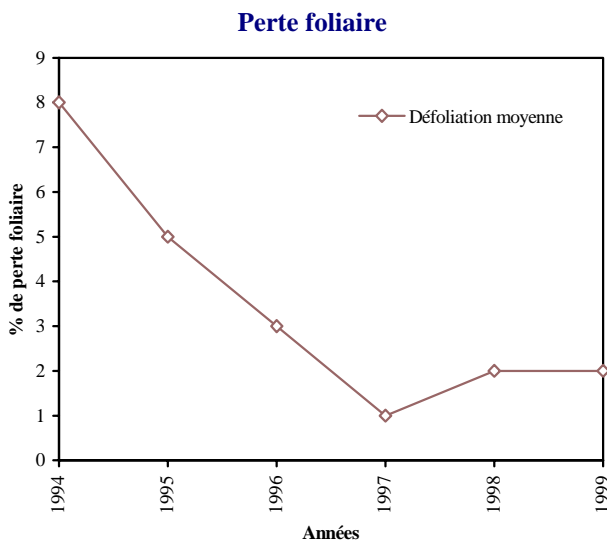
En 2000, Le facteur d'espacement, qui est le rapport entre l'espace moyen entre les arbres d'un peuplement et la hauteur dominante⁷ de ce peuplement est assez élevé (27 %). Il indique un fort intervalle entre les arbres.



6. Retombées atmosphériques de métaux lourds

En 1996, une étude a été réalisée sur les concentrations de dix métaux lourds (**arsenic, cadmium, chrome, cuivre, fer, mercure, nickel, plomb, vanadium, zinc**) et d'un radio élément (le **césium⁸ 137**) dans les mousses. 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 (31 Bq/kg de matière sèche). La limite européenne pour la commercialisation des denrées alimentaires est fixée à 600 Bq/kg de matière fraîche.

7. L'état sanitaire des arbres, les chutes de litière et les teneurs foliaires en nutriments



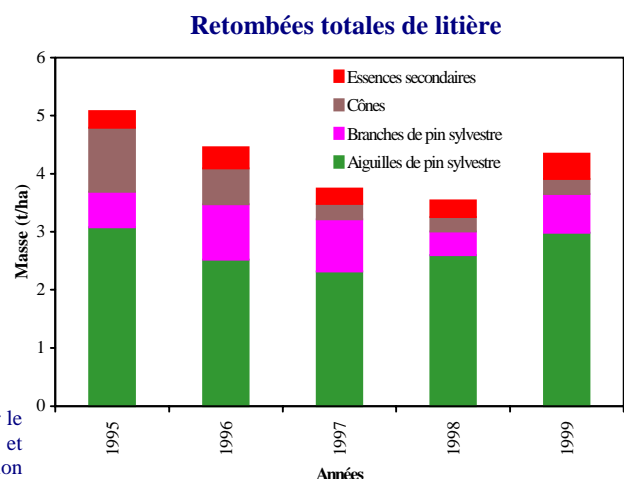
Les défoliations moyennes observées sur les 36 arbres "observations" sont faibles, elles sont inférieures à 10 % depuis 1994. Aucune coloration anormale n'a été détectée depuis le début de la surveillance.

En 1994 et 1995, quelques arbres présentent des chancres provoqués par une rouille vésiculeuse de l'écorce des pins à deux aiguilles. Ce champignon est un parasite qui nécessite la présence de deux hôtes : le pin et une plante herbacée. Au printemps, les spores issues des herbacées vont se déposer sur les pins. Le mycélium pénètre dans le rameau et après plusieurs années, entraîne la formation d'un chancre. Ces renflements chancreux entraînent des risques de casse mécanique et l'installation d'autres agents pathogènes. De plus, ils peuvent aboutir à la mort de l'arbre par annelation.

De 1993 à 1997 les teneurs foliaires moyennes en calcium (2,5 mg/g), en potassium (7,1 mg/g) et en azote (15,7 mg/g) sont proches ou supérieures au seuil optimum. Celles pour le magnésium (0,9 mg/g) se situent entre le seuil critique et le

seuil optimum. Par contre, les valeurs du soufre (1 mg/g) et du phosphore (1,4 mg/g) sont entre le seuil de carence et le seuil critique. Ces teneurs en éléments restent constantes dans le temps.

Les retombées totales de litière varient de 3,5 t/ha à 5,1 t/ha. 65 % de cette masse provient des aiguilles de pin sylvestre (2,3 à 3,1 t/ha). La masse restante est composée des branches de pin sylvestre (410 à 954 kg/ha) et des éléments appartenant aux essences secondaires (260 à 440 kg/ha). Le nombre de cônes produits est très variable d'une année à l'autre (292 000 cônes/ha en 1995 et 76 000 cônes/ha en 1998).



⁷ = hauteur moyenne des 100 plus gros arbres sur un hectare

⁸ = 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

Conclusion

Malgré une alimentation minérale dans le sol moyenne, la diversité floristique, l'état sanitaire du peuplement et la nutrition foliaire sont globalement satisfaisants.

Il sera intéressant de suivre les évolutions liées à la tempête du 27 décembre 1999, car elle a fortement modifié le peuplement. L'évolution de la flore après la mise en lumière, de l'état sanitaire des arbres et les modifications des cycles des éléments dans le sol sont les principaux points à observer.

Actuellement le nombre d'années de suivi dans les différents domaines est encore trop faible pour évaluer une tendance réelle. Ceci prouve l'importance d'un suivi à long terme.

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

	Valeur minimum du réseau	Placette de Paulhac	Valeur maximum du réseau
Nb d'espèces végétales (peuplements de pin sylvestre)	18	54	74
Stocks de carbone organique dans le sol (0-40 cm)	7,8 t/ha	84,5 t/ha	188,9 t/ha
Stocks d'azote dans le sol (0-40 cm)	0,6 t/ha	5,4 t/ha	15,7 t/ha
Stocks de calcium dans le sol (0-40 cm)	18,1 kg/ha	333,6 kg/ha	21 085,4 kg/ha
Teneurs foliaires des peuplements de pin sylvestre en azote (de 1993 à 1997)	11,7 mg/g	15,7 mg/g	20,3 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de pin sylvestre en potassium (de 1993 à 1997)	5,2 mg/g	7,1 mg/g	7,1 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de pin sylvestre en phosphore (de 1993 à 1997)	1,1 mg/g	1,4 mg/g	1,6 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de pin sylvestre en magnésium (de 1993 à 1997)	0,6 mg/g	0,9 mg/g	1,2 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de pin sylvestre en soufre (de 1993 à 1997)	0,7 mg/g	1 mg/g	1,3 mg/g
Teneurs foliaires des peuplements de pin sylvestre en calcium (de 1993 à 1997)	1,6 mg/g	2,5 mg/g	3,5 mg/g
(g ms = gramme de matière sèche) (Bq/Kg ms = becquerel par kilogramme de matière sèche)	Valeur minimum en Europe	Placette de Paulhac	Valeur maximum en Europe
Teneurs en arsenic dans les mousses (en 1996)	0,001 µg/g ms	0,1 µg/g ms	17,6 µg/g ms
Teneurs en cadmium dans les mousses (en 1996)	0,01 µg/g ms	0,1 µg/g ms	8,4 µg/g ms
Teneurs en chrome dans les mousses (en 1996)	0,04 µg/g ms	1,8 µg/g ms	438 µg/g ms
Teneurs en cuivre dans les mousses (en 1996)	0,4 µg/g ms	5,9 µg/g ms	650 µg/g ms
Teneurs en fer dans les mousses (en 1996)	18,2 µg/g ms	335 µg/g ms	18 600 µg/g ms
Teneurs en mercure dans les mousses (en 1996)	0,001 µg/g ms	0,04 µg/g ms	1,33 µg/g ms
Teneurs en nickel dans les mousses (en 1996)	0,03 µg/g ms	2,58 µg/g ms	235 µg/g ms
Teneurs en plomb dans les mousses (en 1996)	0,22 µg/g ms	3,83 µg/g ms	443 µg/g ms
Teneurs en vanadium dans les mousses (en 1996)	0,14 µg/g ms	1,1 µg/g ms	54,2 µg/g ms
Teneurs en zinc dans les mousses (en 1996)	1 µg/g ms	26 µg/g ms	850 µg/g ms
Teneurs en césium dans les mousses (en 1996, en France)	0 Bq/Kg ms	31 Bq/Kg ms	726 Bq/Kg ms

Mesures réalisées et périodicité

Type de mesures	Périodicité	Réalisation	Nombre de données recueillies sur la placette de Paulhac
Analyses foliaires	Années impaires	STIR + INRA	340
Pédologie et Chimie des sols	10 ans	Pédologue + STIR + INRA	1 874
Santé des arbres	Annuel	DSF	7 384
Dendrométrie	5 ans	STIR	21 199
Inventaire floristique	10 ans	Botaniste	5 040
Phénologie	1 fois par an	Responsable	8
Récolte des chutes de litières	5 fois par an	Responsable + STIR	447
Evolution de la grande faune	Annuel	Responsable	1 318

Pour en savoir plus:

- Brêthes. A, Ulrich. E (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.
- Cluzeau. C, Ulrich. E, Lanier. M, Garnier. F, 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.
- Croisé. L, Cluzeau. C, Ulrich. E, Lanier. M, Gomez. M, 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.
- Dobremez. J-F, Camaret. S, Bourjot. J, Ulrich. E, Brêthes. A, Coquillard. P, Dumé. G, Dupouey. J-L, Forgeard. F, Gauberville. C, Gueugnot. J, Picard. J-F, Savoie. J-M, Schmitt. A, Timbal. J, Touffet. J, Trémolières. M, 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.
- Galsomies. L, Savanne. D, Letrouit. M-A, Ayrault. S, Charre. B, 1999°: ADEME - Retombées atmosphériques de métaux en France : estimation par dosage dans des mousses , ISBN 2-86817-349-7, 187 p.
- Lebourgeois. F, 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.
- Ponce. R, Ulrich. E, Garnier. F, 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.
- Ponette. Q, 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.
- Poulin. F, Ulrich. E, Lanier. M, 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.
- Ulrich. E, Lanier. M 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.