

Etude du dépérissement dans la sapinière vosgienne

dans le cadre du programme DEFORPA.

Abrégé :

- SapVDep

Résumé :

- On a réuni ici deux ensembles de données récoltées selon le même protocole global, mais en deux temps et pour deux objectifs légèrement différents.
Premier temps : bilan de santé du sapin dans le massif vosgien, établi dans le cadre du programme français DEFORPA destiné à étudier, dans les années 1980, les dépérissements d'arbres attribués aux pluies acides. 1176 sapins âgés de 42 à 201 ans en 1984, répartis en 196 placettes de 6 sapins, distribuées régulièrement sur le massif vosgien constituent cet échantillon qui est totalement objectif vis à vis du dépérissement car il a été choisi avant la détection de ce phénomène, pour étudier les liaisons station-production de la sapinière vosgienne (voir étude SapVSp). Cette étude est la première à déceler, contre toute attente, une augmentation de la croissance radiale des arbres au XXe siècle.
Deuxième temps : une tendance à long terme de la croissance radiale ayant été détectée dans l'échantillon précédent, il a été décidé de le compléter en 1988, afin d'équilibrer les classes d'âge, par 79 placettes plus jeunes totalisant 474 arbres âgés de 7 à 83 ans, ce qui porte l'échantillon total à 275 placettes et 1650 arbres.
Cet ensemble combiné a donné lieu à de nombreuses publications.

Objectifs :

- Etablir un bilan de santé de la sapinière Vosgienne
- Identifier et dater les changements de la croissance des sapins, en particulier au cours de la seconde moitié du XXe siècle
- Identifier les facteurs de ces variations de croissance et de dépérissement éventuel de la sapinière vosgienne

Echantillonnage :

- Ré-échantillonnage sur la base des placettes de l'étude des relations station-production sur le sapin (SapVSp) : 187 placettes ont été réemployées telles quelles. Elles ont été carottées une deuxième fois (mêmes arbres ou non que la première fois, information non relevée), afin de faire des mesures de largeur de cernes. Le premier carottage, lors de l'étude SapVSp, n'avait servi qu'à compter l'âge des arbres. En raison de coupes, 9 placettes nouvelles ont été installées à proximité des placettes n° 3, 38, 43, 80, 94, 104, 129, 180 et 192, dans des conditions similaires. En absence de données précises sur la localisation de ces 9 placettes et pour tenir compte de cette incertitude sur la direction et la distance de déplacement, l'erreur sur leur localisation a été augmentée de 200 m par rapport à celle des placettes initiales. La placette 159, coupée depuis le 08/07/1982 n'a pu être ré-échantillonnée. On compte au total 196 placettes de 6 sapins (3 dominants et 3 codominants) réparties régulièrement sur le massif vosgien, couvrant toute la diversité des situations possibles : géographique, géologique, altitudinale, topographique, sylvicole. On a au total 1176 sapins de 42 à 201 ans.

- Cet échantillonnage a été complété, en 1988, par 79 placettes de 6 arbres, plus jeunes réparties dans la même zone, numérotées de 201 à 279, pour dégager les courbes de croissance radiale de l'effet de l'âge. Ces placettes sont réparties régulièrement sur le massif vosgien, choisies à vue, par prospection de terrain, de la même façon que pour l'échantillon initial. Cet échantillon couvre donc aussi toute la diversité des situations possibles : géographique, géologique, altitudinale, topographique, sylvicole. L'effectif de cet échantillon est de 474 sapins âgés de 7 à 83 ans (mesure 1,30m), carottés à 1,30m selon les 2 directions opposées perpendiculairement à la pente

Protocole de prélèvement et d'observation :

- Echantillonnage issu de SapVSp :
 - Carottage en 1984, 1 carotte par arbre, perpendiculaire à la pente.
 - Notation de la transparence et du jaunissement des houppiers de juillet à octobre 1984 par Roger Schipfer.
 - Mesure des carottes en 1985 au 1/10 mm à la machine d'Ecklund et encodage sur ZX 81.
 - L'interdatation des largeurs de cernes a été effectuée par Michel Becker probablement sur ZX 81. Les données disponibles sont issues de cette interdatation et non des fichiers bruts.

Les dates exactes des prélèvements de carottes et de notations de transparence et jaunissement des houppiers n'ont pas été conservées. On a indiqué dans la base une date moyenne entre le début et la fin des observations. La plage d'incertitude sur la date est toute la période comprise entre le début et la fin des observations.

Les carottages ont été réalisés par Roger Schipfer aidé de diverses personnes. Les notations de houppier ont été homogénéisées *a posteriori* par M. Becker, qui avait relevé des hétérogénéités entre le début et la fin des notations.

Les relevés floristiques, les mesures dendrométriques n'ont pas été refaits et se trouvent dans l'étude SapVSp.

- Echantillonnage des arbres plus jeunes :
 - Choix des placettes, dendrométrie, carottage, relevé floristique et notation de transparence et de jaunissement, effectués par Roger Schipfer et François Gérémià du 9/5 au 28/6/1988.
 - Relevé floristique :

Le relevé floristique est fait dans la zone des arbres carottés, sur 8 à 10 ares. Ses limites n'ont pas été matérialisées et sa forme peut être très variable, plutôt allongée le long d'une courbe de niveau. Dans les peuplements trop sombres, on a complété le relevé par des espèces présentes hors placette, dans la trouée la plus proche. Dans ce cas, on n'a pas indiqué de coefficient, mais seulement leur présence par la lettre P.

On a distingué 7 strates :

dénomination	abrégé	définition
Strate arborescente haute	AH	utilisé dans les seules placettes 249 et 279, où les sapins étaient répartis dans deux strates arborescentes, l'une située entre 9 et 13 de mètres (dans laquelle les arbres ont été carottés), l'autre de sapins âgés et plus hauts que 20 m. AH correspond à la strate la plus haute.
Strate arborescente	A	ligneux >7m
Strate arbustive et herbacées	a/h	abondance-dominance entre 0 à 7 m des espèces ligneuses présentes dans les deux strates arbustive et herbacée ou dans l'une des deux (strate herbacée, en dessous de 50 cm et en strate herbacée de 50 cm à 7m).
Strate arbustive	a	abondance-dominance en dessous de 7 m des espèces ligneuses absentes en dessous de 50 cm et présentes entre 50 cm et 7 m. Cette strate n'est utilisée que pour les espèces principales (sapin, épicéa, et quelques autres espèces variables selon les relevés). Les espèces secondaires ont été notées en a/h même si elles n'étaient pas présentes en dessous de 50 cm (exemple : ronce).
Strate herbacée	h	espèces herbacées, y compris plantules de ligneux
Strate muscinale	m	bryophytes humicoles
Germinations	g	Plantules d'arbre

Les coefficients indiqués sont ceux de l'échelle de Braun-Blanquet ci-dessous :

coefficient	définition
+	Espèce rare que l'on peut manquer.
1	Espèce de recouvrement < 5% de la surface du relevé et que l'on ne peut pas manquer.
2	Espèce très abondante couvrant moins de 5% de la surface, ou couvrant entre 5 et 25 % de la surface du relevé
3	Espèce couvrant entre 25 et 50% de la surface du relevé
4	Espèce couvrant entre 50 et 75% de la surface du relevé
5	Espèce couvrant entre 75 et 100% de la surface du relevé

- Les arbres ont été choisis de façon subjective parmi les dominants et codominants, sur une surface de 10 à 15 ares. Les arbres sont en général choisis proches d'une courbe de niveau, de façon à limiter les variations topographiques.
- On a prélevé 2 carottes par arbre, à 1,30m, dans les 2 directions, perpendiculaires à la pente. Leurs cernes ont été mesurés en 1988 au 1/10 mm. Le cerne le plus récent mesuré est celui de 1983, les cernes ultérieurs ont été ignorés pour faciliter l'intégration des séries chronologiques dans le jeu de données des vieux arbres.

- L'interdatation des largeurs de cernes a été effectuée visuellement par Michel Becker sur micro-ordinateur, à l'aide de ses propres programmes. Les données disponibles sont les moyennes des 2 cernes, issues de cette interdatation et non des fichiers bruts. En conséquence, le rayon a été numéroté « 0 », et on a indiqué cela en remarque.
- Point commun à ces 2 échantillons :
 - Tous les arbres sont dominants ou codominants, mais la distinction entre ces deux catégories n'a pas été notée sur le terrain. Donc, tous les statuts sociaux ont été codés : « 23 » (« dominant ou codominant ») dans la base.
 - Les positions topographiques ont été abrégées ainsi : plateau : P, haut de pente : HP, mi-pente : MP, bas de pente : BP, fond de vallon : V.
 - Par souci d'homogénéité, les largeurs de cerne, les largeurs d'aubier et les distances à la moelle ont été encodées en 1/100 mm, mais les mesures n'ont été faites qu'au 1/10 de mm.

Publications :

BECKER M., 1985. Le dépérissement du sapin dans les Vosges. Quelques facteurs liés à la détérioration des cimes. *Revue forestière française*, 37, 4, 281-287.

BECKER M., 1986. Bilan de santé actuel et rétrospectif de la sapinière vosgienne. Approche dendroécologique. *Colloque DEFORPA*, I.N.R.A., Nancy-Champenoux, janvier 1986, 163-168.

BECKER M., 1987. Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologique. *Annales des Sciences forestières*, 44, 4, 379-402.

BECKER M., 1987. La santé de la forêt: le sapin témoigne. *La Recherche*, 191, 1096-1098.

BECKER M., 1987. *Etude écologique et dendrochronologique du dépérissement du sapin dans les Vosges*. Programme DEFORPA, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, Ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, Commission des Communautés européennes, vol. 1, 83-96.

BECKER M., 1987. *Etude du dépérissement du sapin dans les Vosges*. Convention ONF-INRA, Rapport d'avancement des recherches, 23 p.

BECKER M., LÉVY G., 1988. A propos du dépérissement des forêts: climat, sylviculture et vitalité de la sapinière vosgienne. *Revue forestière française*, 40, 5, 345-358.

BECKER M., 1988. Vitalité actuelle et passée de la forêt: le rôle majeur du climat. *INRA Mensuel*, n°39, oct. 1988, p. 3.

BECKER M., 1988. Tendances à long terme et crises de vitalité de la sapinière vosgienne. Rôle du climat, des déficits d'alimentation en eau et de la structure des peuplements. *Journées de travail DEFORPA*, Nancy, 24-26 févr. 1988, 2-49 à 2-65.

- BECKER M., 1988. Evolution à long terme de la croissance radiale dans divers écosystèmes forestiers. Les causes possibles. *Réunion G.I.S. Biologie forestière*, Nancy, 15 déc. 1988, 4 p.
- BECKER M., 1988. Ecology and management of Vosges forests. *Int. Symposium on Forest Tree Physiology*, Nancy, Oct. 25-30th 1988, *Field Trip in the Vosges Mountains*, 7 p.
- BECKER M., BOUCHON J., LÉVY G., 1988. Bilan de santé actuel et rétrospectif des forêts vosgiennes par l'étude des accroissements annuels (sapin pectiné -*Abies alba* Mill.- et épicéa commun -*Picea abies* [L.] Karst.). In *Etude du dépérissement des forêts*, Convention Ministère de l'Agriculture - INRA, Rapport final, 1-1 à 1-24.
- BECKER M., LANDMANN G., LÉVY G., 1989. Silver fir decline in the Vosges Mountains (N.E. France): role of climate and silviculture. *Water, Air and Soil Pollution*, 48, 77-86.
- BECKER M., 1989. The role of climate on present and past vitality of silver fir forests in the Vosges mountains of northeastern France. *Canadian Journal of Forest Research*, 19, 1110-1117.
- BECKER M., 1989. Le dépérissement des forêts: importance du climat et de la sylviculture. *Compte-rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 75, 5, 11-28.
- BECKER M., LÉVY G., 1989. A proposito del deperimento delle foreste: clima, selvicoltura e vitalità dell'abetina dei Vosgi. *L'Italia Forestale e Montana*, 44, 2, 85-106.
- BECKER M., LANDMANN G., LÉVY G., 1989. Importance des facteurs climatiques, sylvicoles et stationnels dans le dépérissement du sapin dans le Massif Vosgien (N.E. France). in *Air Pollution and Forest Decline* (J.B. BUCHER and I. BUCHER-WALLIN, eds.). *Proc. 14th Int. Meeting for Specialists in Pollution Effects on Forest Ecosystems*, Interlaken, Switzerland, Oct. 2-8, 1988. Birmensdorf, 1989, 227-282.
- BECKER M., 1989. Apports des études dendroécologiques en 1988. *Journées de travail DEFORPA*, Nancy, 23 févr., 2-3 mars, et Paris, 23 mars 1989, 19 p.
- BECKER M., 1989. Vitalité actuelle et passée de la forêt: le rôle majeur du climat. Communication invitée. In *International Conference and Workshops on Climatic Fluctuations and their socio-economic Impact concerning Countries around the Atlantic Ocean*. November 13-17, 1989, Toulouse, France.
- BECKER M., 1990. Sensibilité des écosystèmes forestiers aux facteurs climatiques. Approche dendroécologique. *Bulletin de la Société d'Ecophysiologie*, 15, 2, 91-101.
- BECKER M., BRAEKER O.U., KENK G., SCHNEIDER O., SCHWEINGRUBER F.H., 1990. Kronenzustand und Wachstum von Waldbäumen im Dreiländereck Deutschland - Frankreich - Schweiz in den letzten Jahrzehnten. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 11, 263-266 et 272-274.
- BECKER M., BRAEKER O.U., KENK G., SCHNEIDER O., SCHWEINGRUBER F.H., 1990. Aspect des houppiers et croissance des arbres au cours des dernières décennies dans

les régions frontalières d'Allemagne, de France et de Suisse. *Revue forestière forestière*, 42, 3, 284-300.

BECKER M., 1990. Sensibilité des écosystèmes forestiers aux facteurs climatiques et aux pratiques sylvicoles. Approche dendroécologique. (communication invitée). In: C. CAMIRE, W. HENDERSHOT et D. LACHANCE (éd.). *Le dépérissement des érablières: causes et solutions possibles*, C.R.B.F., Fac. for. géom., Univ. Laval, Québec, 9-19.

BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., GIROMPAIRE L., LÉVY G., MUHL N., PICARD J.F., RAMEAU J.C., ULRICH E., 1991. Santé et productivité actuelles et passées des écosystèmes forestiers: les apports de la dendroécologie. In *Journées de Travail DEFORPA: Le Bilan*, Pulnoy (54), 8-10 octobre 1991.

BECKER M., 1991. Incidence des conditions climatiques édaphiques et sylvicoles sur la croissance et la santé des forêts. In: *Les recherches en France sur le dépérissement des forêts*, Programme DEFORPA, 2e rapport, ENGREF, Nancy, 25-41. ISBN 2-85710-027-2.

BECKER M., 1991. Impact of climate, soil and silviculture on forest growth and health. In: *French Research into Forest Decline*, DEFORPA Programme, 2nd report, ENGREF, Nancy, 23-38. ISBN 2-85710-033-7.

BECKER M., 1991. *Dépérissement et croissance du sapin pectiné dans le Jura et dans les Vosges*. Convention Direction de l'Espace rural et de la Forêt / INRA n°88/8. Rapport final, mars 1991, 1.1-1.21.

BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., PICARD J.F., ULRICH E., 1992. Growth trends in various broadleaved and coniferous trees in northeastern France from the mid 19th century. *6th European Ecological Congress*, Marseille, 7-12 Sept. 1992, *Mésogée*, 52, p. 24.

BECKER M., SERRE-BACHET F., 1992. Modification de la productivité des peuplements forestiers en réponse aux changements de l'environnement. In: G. LANDMANN (ed.), *Les recherches en France sur les écosystèmes forestiers. Actualités et perspectives.*, Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, Paris, 45-46.

LANDMANN G., BECKER M., DELATOUR C., DREYER E., DUPOUEY J.L., 1993. Oak dieback in France: historical and recent records, possible causes, current investigations. *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, Bd. 5 "Zustand und Gefährdung der Laubwälder", 97-114.

BECKER M., 1993. Réponse des arbres aux variations du climat dans l'Est de la France. *Sécheresse* 4, 241-244.

BECKER M., LE TACON F., LÉVY G., 1993. Conjonction des facteurs naturels et des pratiques sylvicoles dans le dysfonctionnement des écosystèmes forestiers. *Journées Scientifiques et Techniques : Les dépérissements des arbres forestiers. Causes connues et inconnues*, INRA, Centre de Nancy, 29-30 juin 1993.

- LANDMANN G., BECKER M., RIOM J., MICHAUX A, RAMEAU J.C., BONNEAU M, 1993. Relations avec les conditions écologiques dans les Vosges. In : ***Pollution atmosphérique et dépérissement des forêts dans les montagnes françaises, symptomatologie et écologie du dépérissement, relations du dépérissement avec l'écologie et la sylviculture.*** Programme DEFORPA, Rapport 1992, M. BONNEAU et G. LANDMANN (Eds), Nancy, INRA, 107-109.
- LANDMANN G., BECKER M., BERT G.D., 1993. Relations avec les types de peuplements et la sylviculture dans les Vosges et le Jura. In : ***Pollution atmosphérique et dépérissement des forêts dans les montagnes françaises, symptomatologie et écologie du dépérissement, relations du dépérissement avec l'écologie et la sylviculture.*** Programme DEFORPA, Rapport 1992, M. BONNEAU et G. LANDMANN (Eds), Nancy, INRA, 121-122.
- BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., PICARD J.F., ULRICH E., 1993. La croissance radiale des peuplements. Etudes dendroécologiques In : ***Pollution atmosphérique et dépérissement des forêts dans les montagnes françaises, symptomatologie et écologie du dépérissement, relations du dépérissement avec l'écologie et la sylviculture.*** Programme DEFORPA, Rapport 1992, M. BONNEAU et G. LANDMANN (Eds), Nancy, INRA, 123-124.
- BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., PICARD J.F., ULRICH E., 1994. Tendances à long terme observées dans la croissance de divers feuillus et résineux du Nord-Est de la France depuis le milieu du 19^{ème} siècle. Colloque Agrométéorologie de l'INRA, "Forêt et Climat", Paris, 12-13 mai 1993. *Revue forestière française*, 46, 4, 335-341.
- DUPOUEY J.L., BADEAU V., BECKER M., BERT G.D., PICARD J.F., 1994. Long-term trends in tree-ring growth of trees in France: a synthesis. International Tree-Ring Conference, Tucson, USA, May 17-21, 1994.
- BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., PICARD J.F., ULRICH E. Growth trends in various broadleaved and coniferous trees in northeastern France from the mid 19th century. In Bellan-Santini D., Bonin G. & C.C. Emig (Eds), 1995. *Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems.* Lavoisier Publishing, Paris, 819 pp.
- LANDMANN G., PIERRAT J.C., BECKER M., BERT G.D., BONNEAU M., SOUCHIER B., 1995. Crown damage in Norway spruce and silver fir: relation to site and stand factors in the French mountains. In: *Forest Decline and Air Pollution Effects in the French Mountains*, G. LANDMANN and M. BONNEAU (Eds), 82-119.
- BECKER M., BERT G.D., LANDMANN G., LÉVY G., RAMEAU J.C., ULRICH E., 1995. Growth and decline symptoms of silver fir and Norway spruce in northeastern France: relation to climate, nutrition and silviculture. In: *Forest Decline and Air Pollution Effects in the French Mountains*, G. LANDMANN and M. BONNEAU (Eds), 120-142.
- BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., DUPOUEY J.L., PICARD J.F., ULRICH E., 1995. Long-term changes in forest productivity: the dendroecological approach. In: *Forest Decline and Air Pollution Effects in the French Mountains*, G. LANDMANN and M. BONNEAU (Eds), 143-156.