



Écologie forestière

Hans-Jürgen Otto



34038



INSTITUT POUR LE DEVELOPPEMENT FORESTIER

ECL 32

34038

③

Écologie forestière



Hans-Jürgen Otto

Traduction : Matthis Kempf et Anne Piantanida

Révision par l'auteur et M. Brice de Turkheim



34038



1998

INSTITUT POUR LE
DÉVELOPPEMENT
FORESTIER

SOMMAIRE

Préface	3
Présentation	5
Note de l'éditeur	6
Remarques préliminaires	11
1 L'écologie forestière dans le champ des sciences de la nature	14
1.1 Signification, contenu, développement et buts de l'écologie forestière	14
1.2 Principes méthodologiques de l'écologie forestière	15
1.2.1 Considérations générales et définitions	15
1.2.2 Le concept d'écosystème forestier	17
1.2.2.1 Organisme et écosystème	17
1.2.2.2 Contenu du concept d'écosystème et autres concepts	18
Bibliographie du chapitre 1	21
2 L'environnement abiotique et son influence sur la forêt	23
2.1 Les facteurs de l'environnement abiotique	23
2.1.1 L'atmosphère	24
2.1.2 L'énergie solaire : rayonnement, lumière, chaleur	25
2.1.3 Le cycle de l'eau	25
2.1.4 Formations géologiques	29
2.1.5 Altération, pédogénèse, disponibilité des nutriments	31
2.1.6 La force de pesanteur	32
2.1.7 Zones de montagne, formes de relief, expositions	33
2.2 L'action de l'environnement sur la forêt et ses éléments	35
2.2.1 Combinaison de facteurs optimale et limitante	35
2.2.1.1 Complexes de facteurs	35
2.2.1.2 Facteurs-clé et facteurs concomitants	36
2.2.1.3 Niveau de facteurs optimal, haute intensité d'action	36
2.2.1.4 Bas niveau des facteurs, faible intensité d'action	37
2.2.1.5 Facteurs minimum et excès	39
2.2.2 Effets conjugués des facteurs déterminants de croissance dans le climat régional	43
2.2.3 Stations forestières	45
2.2.4 Stabilité et changements des influences de l'environnement	47
2.2.4.1 Changements paléoclimatiques (du pléistocène à l'an mil)	47
2.2.4.2 Variabilité climatique dans les temps historiques (1000 à 1950)	51
2.2.4.3 Fluctuations de facteurs agissant à court terme	55
2.3 L'adaptation de la forêt et de ses éléments à l'environnement	57
2.3.1 Le principe antagonistique : pression d'élimination et résistance à l'élimination	60
2.3.2 L'apparence extérieure de l'arbre : le phénotype	61
2.3.2.1 Les formes fondamentales et leur rapport aux facteurs de l'environnement	61
2.3.2.2 Adaptations phénotypiques	64
2.3.3 Exigences écologiques et caractères spécifiques des essences : le génotype	68

2.3.3.1	Aires d'extension, exigences stationnelles et potentiel écologique des essences	68
2.3.3.2	Limites d'aire à l'intérieur de régions forestières fermées	77
2.3.3.3	Le génotype et sa variabilité comme base de l'adaptation	79
2.3.3.4	Conditions stationnelles et diversité	86
2.3.4	La vitalité des arbres et des forêts	88
2.3.5	Evolution : variabilité, sélection, adaptation	90
2.3.5.1	Variabilité	90
2.3.5.2	Principes d'évolution en cas de milieu stable ; sélection et adaptation	91
2.3.5.3	Dynamique d'évolution en cas de modification dirigée du milieu	95
2.3.5.4	Coévolution et préadaptation	98
2.3.5.5	Perturbations du milieu et vitesse d'évolution	101
2.3.6	Le concept de niche	104
2.3.6.1	Le principe d'exclusion réciproque (ou principe de Gause)	104
2.3.6.2	Définition du concept de niche	106
2.3.6.3	Formation des niches, arrangement des niches, modification des niches	109
2.3.6.4	Glissement de niche - Annidation	111
2.3.6.5	Exemples de divergence, d'occupation, de défense et d'exclusion de niches	113
2.3.7	Les formations forestières de la Terre en tant qu'expression des influences de l'environnement	117
2.3.7.1	Vue générale	119
2.3.7.2	La forêt ombrophile tropicale sempervirente de plaine	120
2.3.7.3	La forêt boréale de conifères	124
2.3.7.4	Forêts de feuillus de la zone tempérée fraîche	129
2.3.7.5	Régions forestières européennes	135
2.3.8	Limites naturelles de la forêt et des arbres	139
2.3.8.1	Limites absolues de la vie et écotone de la limite forestière	139
2.3.8.2	Classification des limites de la forêt et des arbres	140
2.3.8.3	Etagement en altitude des limites forestières climatiques	141
2.3.8.4	Physionomie des limites des arbres ou de la forêt	143
2.3.8.5	Action des facteurs limitants et réactions des arbres et des forêts	145
2.3.8.6	Comparaison des limites forestières polaire, de moyenne montagne et alpine	150
2.3.8.7	Stabilité et inconstance des limites de la forêt	152
2.3.9	Résumé synoptique : le principe de diversité des essences en fonction des stations	154
2.4	Rétroactions écologiques de la forêt sur l'environnement	155
2.4.1	Forêt et climat mondial	155
2.4.2	Forêt et environnement local	161
2.4.2.1	Forêt et freinage du vent	161
2.4.2.2	Forêt et nivellement des températures	162
2.4.2.3	Forêt et bilan hydrique régional	165
2.4.2.4	Forêt et érosion du sol	166
2.4.2.5	Atténuation de nuisances anthropiques : bruit et pollution atmosphérique	168
	Bibliographie du chapitre 2	169
3	La structure spatiale et l'organisation interne des écosystèmes forestiers	178
3.1	Spécificité de l'écosystème forestier par rapport à d'autres écosystèmes	179

3.2	Les structures forestières et leurs effets écologiques	180
3.2.1	Schémas de base de la structure verticale des forêts	180
3.2.1.1	Futaies à un seul étage	180
3.2.1.2	Forêts à plusieurs étages	181
3.2.1.3	Forêts irrégulières par bouquets (« Femelwald »)	182
3.2.1.4	Forêts jardinées (« Plenterwald »)	182
3.2.2	Schémas de base de la structure horizontale des forêts	183
3.2.2.1	Pluralité des structures et régions forestières	184
3.2.2.2	Comparaison de la structure des forêts vierges et des forêts exploitées	185
3.2.2.3	Lisières internes et externes des forêts	187
3.2.3	Forêts monospécifiques et forêts mélangées	189
3.2.3.1	Exemples d'absence de mélange, naturel ou non	189
3.2.3.2	Structures des mélanges	190
3.2.3.3	Caractères des essences et structures des mélanges	192
3.2.4	Multiplicité des structures au cours du temps	193
3.2.4.1	Exemples de modifications structurelles dans la durée	193
3.2.4.2	Analyses structurelles	194
3.2.5	Communautés forestières naturelles	196
3.2.5.1	Définitions et concepts	196
3.2.5.2	Caractérisation écologique des régions forestières par les communautés forestières naturelles	200
3.2.6	Effets écologiques de diverses structures forestières	204
3.2.6.1	Lois générales	204
3.2.6.2	Freinage du vent et bilan de l'air en forêt	206
3.2.6.3	Bilan radiatif	209
3.2.6.4	Bilan thermique en forêt	216
3.2.6.5	Régime hydrique en forêt	223
3.2.6.6	Effets de la forêt sur le sol	231
3.2.6.7	Structures forestières et habitats de la faune	233
3.2.6.8	Effets de lisières	245
	Bibliographie du chapitre 3	248
4	Le développement chronologique des écosystèmes forestiers	255
4.1	Forces motrices de la dynamique forestière	255
4.1.1	Interaction positive	255
4.1.1.1	Symbiose	256
4.1.1.2	Relations probiotiques	260
4.1.1.3	Interactions sociales positives	260
4.1.2	Interaction négative	261
4.1.2.1	Opposition ou antagonisme	261
4.1.2.2	Allélopathie	262
4.1.2.3	Compétition ou concurrence	262
4.1.3	Le rapport neutre : tolérance	265
4.2	Changements de la forêt à court et moyen terme	266
4.2.1	Plantes et autres organismes producteurs de biomasse	267
4.2.1.1	Le développement des populations d'arbres	268
4.2.2	Consommateurs de plantes et d'animaux	269

4.2.2.1	Évolution et dynamique des populations d'homéothermes	272
4.2.2.2	Développement et dynamique des populations d'insectes	276
4.2.3	Fragmentation de la matière végétale et décomposition (destructeurs)	280
4.2.3.1	Le réseau trophique	280
4.2.3.2	Communautés de décomposeurs dans des forêts sur sols acides, assez riches	283
4.2.4	Le bouclage du cycle des matières par les minéralisateurs et les humificateurs (décomposeurs)	285
4.2.4.1	Composition et vie de la couche d'humus	285
4.2.4.2	Processus morphologiques et chimiques de la décomposition de la litière	286
4.2.4.3	Conditions de décomposition, durée de décomposition, formes et quantités d'humus	289
4.2.5	Flux d'énergie et de matière	290
4.2.5.1	Flux énergétique	291
4.2.5.2	Flux de matière	295
4.2.6	Maillage	298
4.2.7	Équilibre et instabilité des domaines fonctionnels	300
4.3	Transformations à long terme de la forêt	301
4.3.1	Conditions de la dynamique des successions	303
4.3.2	Exemples de formes de variabilité, de changement de phase et de successions dans des forêts exploitées et des forêts primaires	305
4.3.2.1	Formes de variabilité de communautés forestières terminales d'épicéa et de hêtre de l'étage montagnard dans le Harz occidental	305
4.3.2.2	Changements de phase et successions dans des forêts de pins sylvestres de la Lande de Lunebourg	308
4.3.2.3	Stades de succession proches de la forêt terminale dans des forêts mixtes de hêtre, frêne, érable sycomore sur roche-mère riche en bases	314
4.3.2.4	La succession dans des forêts primaires à douglas, tsuga hétérophylle et thuya géant de l'Ouest des Etats-Unis	316
4.3.2.5	Succession dans une forêt primaire de montagne à <i>Pinus contorta</i> (pin de Murray), <i>Picea engelmannii</i> (épicéa de l'Arizona), <i>Abies lasiocarpa</i> (Subalpine fir) dans le Parc national du Yellowstone/Etats-Unis	318
4.3.3	Inhibitions, perturbations et effondrements dans les écosystèmes forestiers	321
4.3.3.1	Inhibitions (handicaps)	321
4.3.3.2	Perturbations	322
4.3.3.3	Effondrements	347
4.3.4	Sénescence, dépérissement, mort, renaissance	348
4.3.4.1	Sénescence et dépérissement d'arbres et de forêts	349
4.3.4.2	Forêt morte	354
4.3.4.3	Renaissance de la forêt	358
4.3.5	Stabilité et élasticité des écosystèmes forestiers	361
4.3.5.1	Définition et contenu des concepts	361
4.3.5.2	Modèle du développement de l'élasticité et de la stabilité en forêt	364
4.3.6	Concept de dynamique de succession à variables multiples	370
	Bibliographie du chapitre 4	377
	Index	384
	Complément bibliographique	391

« Crois-moi, car j'en ai fait l'expérience,
« Tu trouveras davantage dans les forêts que dans les livres.
« Les arbres et le sol t'apprendront ce qu'aucun maître ne te dira... »
Bernard de Clairvaux



© IDF

Un traité complet d'écologie forestière est enfin publié en français, grâce à la traduction du livre du professeur Otto. Cet ouvrage, unique en son genre, est basé sur une longue pratique, tant dans le domaine de la sylviculture que dans l'enseignement universitaire.

Est-il besoin de présenter l'auteur ? Enseignant chercheur en écologie forestière à l'université de Göttingen depuis 1984 puis à Dresde en 1992, il n'a cessé d'étudier les forêts et leur fonctionnement. Il a eu souvent l'occasion d'y observer des catastrophes, dues ou non à l'activité humaine, comme les dépérissements forestiers qui ont soulevé l'émotion que l'on sait depuis 15 ans. Il y a acquis la conviction qu'on ne saurait parler du développement des arbres et des forêts qu'à condition de prendre en compte les perturbations de toutes sortes qui peuvent les affecter. D'où le parti pris, dans son ouvrage, de mettre l'accent sur des cas concrets observés en forêt.



Pro Silva France a fourni son soutien pour traduire *Waldökologie*.
Pro Silva France, F 67140 - Truttenhausen

L'arbre et la forêt sont la préoccupation de l'IDF depuis plus de trente ans.

La recherche appliquée, le développement, la formation, la vulgarisation constituent notre activité, qui répond aux demandes formulées sur le terrain.

Au service des professionnels de la forêt et de l'arbre, une équipe d'ingénieurs travaille non seulement sur la sylviculture des feuillus et des résineux, mais aussi sur les haies, les arbres

d'alignement et de parc, l'écologie et le paysage... Avec un souci constant : conseiller des techniques économiques adaptées à chaque situation.

Vous pouvez connaître nos travaux grâce à la revue *Forêt-entreprise*, aux livres, vidéos, logiciels... que vous pouvez vous procurer auprès de notre service de vente ou chez les libraires. Catalogue disponible sur demande à l'adresse ci-dessous.

ISBN : 2 904740 65 1



INSTITUT POUR LE DÉVELOPPEMENT FORESTIER
23 avenue Bosquet 75007 Paris
Tél 01 40 62 22 81 - Fax 01 45 55 98 54