



Christian Lévêque

Écologie

De l'écosystème
à la biosphère



21750/1

MASSON
SCIENCES



DUNOD

ECL 36

Écologie

De l'écosystème
à la biosphère



21750/1

21750 1/5



Christian Lévêque

est directeur de Recherches à l'IRD.

Il est responsable du programme
« Environnement, Vie et Sociétés » du CNRS

DUNOD

Table des matières



AVANT-PROPOS

VII

CHAPITRE 1 • LES NATURES DE L'ÉCOLOGIE

1.1	L'acte de naissance	1
1.2	L'écologie est-elle une science ?	2
1.3	Écologie des écosystèmes et/ou écologie des populations ?	3
1.4	L'écologie des écosystèmes : une discipline ou un champ scientifique ?	5
1.5	Écologie scientifique, écologie politique et sciences de l'environnement	7
1.6	La médiatisation de l'écologie et l'écologie catastrophe	9
1.7	Le concept d'écosystème et la recherche écologique en France	10
		12

PARTIE 1

LA CONSTRUCTION DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE EN ÉCOLOGIE DES ÉCOSYSTÈMES

CHAPITRE 2 • ORIGINE ET ÉVOLUTION DU CONCEPT D'ÉCOSYSTÈME

16

2.1	Les grands courants de l'écologie	17
2.2	Les précurseurs du concept d'écosystème	23
2.3	Le concept d'écosystème de Tansley	27
2.4	Mise en œuvre opérationnelle du concept d'écosystème : l'approche tropho-dynamique et son développement	29
2.5	L'écosystème objet	35
2.6	L'écosystème est-il un produit de la science occidentale ?	36

CHAPITRE 3 • DÉMARCHES ET PARADIGMES DE L'ÉCOLOGIE DES ÉCOSYSTÈMES

39

3.1	Science et non-science : la ligne de démarcation	40
3.2	Une finalité : rechercher l'ordre des choses	41
3.3	Métaphores et raisonnement analogique	48
3.4	Entre réductionnisme et holisme	50
3.5	Inductivisme et méthode hypothético-déductive	55
3.6	Approche déterministe ou stochastique ?	65

CHAPITRE 4 • MÉTHODES D'ÉTUDE DES ÉCOSYSTÈMES	69
4.1 Une science d'observation	70
4.2 L'approche comparative	76
4.3 L'approche expérimentale	78
4.4 Modélisation et simulation	84
PARTIE 2	
STRUCTURE ET ORGANISATION DES ÉCOSYSTÈMES	
CHAPITRE 5 • NOTION DE SYSTÈME ET TENTATIVES D'APPLICATION DES PRINCIPES DE LA PHYSIQUE EN ÉCOLOGIE DES ÉCOSYSTÈMES	90
5.1 Une notion fondamentale : l'approche systémique	92
5.2 La complexité	94
5.3 Théorie de l'information et cybernétique	97
5.4 Les apports de la thermodynamique	104
CHAPITRE 6 • RÔLE STRUCTURANT DES FACTEURS ABIOTIQUES	113
6.1 Les facteurs abiotiques : un système de contraintes	114
6.2 Processus de nature géologique	114
6.3 Le macroclimat	120
6.4 Le vent	124
6.5 Le feu	130
6.6 L'eau	133
6.7 Les facteurs abiotiques comme élément structurant des écosystèmes	135
CHAPITRE 7 • HIÉRARCHIES, NIVEAUX D'ORGANISATION ET TYPOLOGIE DES SYSTÈMES ÉCOLOGIQUES	139
7.1 Recherche d'un ordre dans la structure des écosystèmes	140
7.2 Niveaux d'organisation des systèmes biologiques	142
7.3 Exemples de structures hiérarchiques dans le fonctionnement des écosystèmes	148
7.4 Typologie et classification écologique	152
CHAPITRE 8 • NOTIONS D'ÉCHELLES SPATIALES ET TEMPORELLES ET LEURS CONSÉQUENCES	155
8.1 Le temps	156
8.2 Les unités écologiques spatialisées : une question d'échelles	161
8.3 Intégration des échelles spatiales et temporelles	168
8.4 Échelles d'observation et transferts d'échelles ?	179
8.5 La dynamique des structures spatiales : les fractales	184
CHAPITRE 9 • HÉTÉROGÉNÉITÉ SPATIALE ET VARIABILITÉ TEMPORELLE	187
9.1 Du paradigme des milieux homogènes à la reconnaissance de l'hétérogénéité	188
9.2 La découverte des « frontières » : les écotones	192

9.3	Les gradients	194
9.4	La variabilité temporelle : une caractéristique fondamentale des écosystèmes	196
9.5	Intégrer l'hétérogénéité spatiale et temporelle : l'écologie des paysages	201
9.6	Les communautés fragmentées	209

PARTIE 3

FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES

CHAPITRE 10 • DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS ET DES ÉCOSYSTÈMES : DE L'ÉQUILIBRE DE LA NATURE AUX SYSTÈMES AUTORÉGULÉS		216
10.1	Brève histoire de la notion d'équilibre	217
10.2	L'équilibre de la nature	219
10.3	Les théories de l'équilibre basées sur les relations intra et interspécifiques	223
10.4	Les théories des successions	232
10.5	Stabilité et résilience des écosystèmes	238
10.6	Équilibre dynamique des écosystèmes et rôle des perturbations	245
10.7	Les systèmes dynamiques non linéaires et le chaos déterministe	251
10.8	Les écosystèmes sont-ils des systèmes auto-organisés ?	255
10.9	Conclusion	262
CHAPITRE 11 • FLUX DE MATIÈRE ET D'ÉNERGIE DANS LES ÉCOSYSTÈMES		263
11.1	Flux de matière et d'énergie dans les écosystèmes	264
11.2	Production et productivité des écosystèmes	267
11.3	Production primaire	269
11.4	Production secondaire	277
11.5	Organisation des réseaux trophiques	280
11.6	Théories du contrôle du fonctionnement des écosystèmes par les réseaux trophiques	291
CHAPITRE 12 • DIVERSITÉ BIOLOGIQUE ET FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES		303
12.1	La diversité biologique	305
12.2	Diversité génétique et adaptation des systèmes biologiques aux changements de l'environnement	307
12.3	Rôle des espèces dans les écosystèmes	314
12.4	Hypothèses concernant le rôle de la diversité biologique dans le fonctionnement des écosystèmes	324
12.5	Rôle de la diversité biologique dans les cycles des nutriments	326
12.6	Diversité des espèces et production biologique	333
12.7	Rôle des communautés biologiques dans le fonctionnement des écosystèmes	339
12.8	Modifications de la composition des peuplements et conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes	345
CHAPITRE 13 • LES GRANDS CYCLES BIOGÉOCHIMIQUES		351
13.1	Le cycle du carbone	354
13.2	Le cycle de l'azote	361

13.3	Le phosphore	366
13.4	Le soufre	369
13.5	Les autres éléments	372
13.6	Interactions entre cycles biogéochimiques	374

PARTIE 4

L'ÉCOLOGIE GLOBALE

CHAPITRE 14 • ÉCOLOGIE GLOBALE : LA DYNAMIQUE DE LA BIOSPHERE	380
14.1 Origines du concept de biosphère	381
14.2 Le système Terre et l'écologie globale	382
14.3 L'hypothèse Gaïa et la géophysologie	384
14.4 Changements globaux	386
14.5 La biosphère comme objet d'étude	390
CHAPITRE 15 • LE SYSTÈME CLIMATIQUE ET SA VARIABILITÉ	393
15.1 Bilan radiatif de la Terre et l'effet de serre	395
15.2 La machine thermique	398
15.3 Variabilité spatiale et temporelle des climats	405
15.4 Modélisation du système climatique	413
15.5 Le climat à venir	417
CHAPITRE 16 • INTERACTIONS BIOSPHERE/ATMOSPHERE ET CONSÉQUENCES SUR LES ÉQUILIBRES GLOBAUX	421
16.1 Structure et composition de l'atmosphère	422
16.2 Origine et évolution de l'atmosphère	423
16.3 Éléments traces résultant de l'activité biogénique et anthropique	426
16.4 Aérosols et effet albédo	439
16.5 Cycle de l'eau et échanges d'énergie surface/atmosphère	441
CHAPITRE 17 • RÉPONSES DES ÉCOSYSTÈMES AUX ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES : DES CONNAISSANCES DU PASSÉ AUX CHANGEMENTS À VENIR	447
17.1 Que nous apprend l'étude du passé : paleoclimatologie, paléoécologie et paléoenvironnements	448
17.2 Paléoenvironnements anciens	453
17.3 Réactions des écosystèmes lors des derniers cycles glaciaires	457
17.4 Conséquences écologiques du réchauffement climatique en cours	472
17.5 Conséquences potentielles du changement climatique en France	484
BIBLIOGRAPHIE RESTREINTE	485
INDEX	497

Christian Lévêque

ÉCOLOGIE De l'écosystème à la biosphère

L'écologie scientifique est d'abord une science d'observation qui mobilise un grand nombre de disciplines comme la zoologie, la botanique, la géologie, la climatologie, l'hydrogéologie, ... Elle peut être divisée en deux domaines d'étude complémentaires : la biologie des populations et l'écologie des écosystèmes.

Cet ouvrage fait la synthèse des connaissances en écologie des écosystèmes. Il est organisé en quatre grandes parties. La première présente les méthodes d'études de la recherche, lesquelles s'appuient sur l'observation, l'expérimentation et la modélisation. Elle est suivie d'une introduction au concept d'écosystème. Les différents thèmes de recherches actuels sont ensuite abordés : hiérarchies écologiques, homogénéité/hétérogénéité, rôle de la diversité biologique, échelles spatiales et temporelles... Enfin, l'ouvrage se termine par une présentation du fonctionnement global de la biosphère dans une perspective historique.

Les notions théoriques sont illustrées par de très nombreux exemples présentés en encarts (certains en anglais, lorsque tirés d'articles originaux qui sont maintenant des références).

Ce livre est destiné aux étudiants des seconds cycles (universités et grandes écoles), ainsi qu'aux chercheurs et aux enseignants désirant disposer des concepts modernes de l'écologie des écosystèmes.

CHRISTIAN LÉVÊQUE est directeur de Recherches à l'IRD (ex ORSTOM). Il est actuellement responsable du programme « Environnement, Vie et Sociétés » du CNRS.



MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE

Illustration de couverture : Lionel Auvergne



9 782100 052325

ISBN 2 10 005232 2
Code 045232

<http://www.dunod.com>

