

Françoise Burel, Jacques Baudry

Écologie du paysage

Concepts, méthodes et applications



34037



Editions
TEC
& **DOC**

ECL 7011

34037

Écologie du paysage ^③

*concepts, méthodes
et applications*

Françoise Burel,

ingénieur agronome, docteur ès sciences,
directeur de recherche au CNRS,
directrice de l'unité mixte de recherche
« Fonctionnement des écosystèmes
et biologie de la conservation »



Jacques Baudry,

ingénieur agronome, docteur ès sciences,
directeur de recherche à l'INRA,
directeur de l'unité SAD-Armorique
du département Systèmes agraires
et développement

Dessins

Yannic Le Flem

Photographies

Jacques Baudry

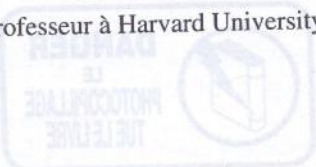
Préface

RTT Forman

professeur à Harvard University



34037



LONDRES

Editions
TEC
& **DOC**

NEW YORK

PARIS

11, rue Lavoisier
F 75384 Paris cedex 08

Table des matières

Remerciements	V
Foreword	VII
Préface	XI
Avant-propos : Des paysages passés aux paysages anthropisés actuels	XV
1. Introduction	XV
1.1. L'écologie du paysage : un nouveau regard sur les relations homme-nature	XV
1.2. Les paysages anthropisés, des systèmes dynamiques évoluant dans le temps et dans l'espace	XV
2. Origine et évolution de l'anthropisation	XVI
2.1. Rétrospective : les hominidae avant l'histoire.....	XVI
2.1.1. Le temps « long », domaine de la paléocéologie.....	XVI
2.1.2. Origine de l'homme et environnement.....	XVI
2.2. Le quaternaire, temps fort de la préhistoire	XVII
2.2.1. Les premiers européens	XVII
2.2.2. Le pléistocène : des hommes dans un environnement changeant	XVII
2.2.3. L'homme contre la nature	XXI
2.2.4. Le dernier cycle glaciaire-interglaciaire, aire-refuge, migration des hommes, recolonisation par les plantes et les animaux	XXI
3. Les paysages de l'ouest : un cas d'école	XXIII

Première partie

Introduction

Chapitre 1

Définition d'une discipline	3
1. Émergence de l'écologie du paysage dans l'histoire de l'écologie.....	5
1.1. Histoire de l'écologie de son origine aux années 1970.....	5
1.1.1. Autécologie.....	5
1.1.2. Synécologie.....	5
1.1.3. L'écologie des écosystèmes.....	6
1.2. L'émergence de l'écologie du paysage.....	7
1.2.1. Les premiers développements de l'écologie du paysage : la cartographie écologique.....	7
1.2.2. Des questions environnementales liées aux transforma- tions des paysages.....	10
2. Reconnaissance de l'hétérogénéité des systèmes écologiques.....	13
2.1. L'hétérogénéité dépend de la nature des éléments et de l'échelle à laquelle le système étudié est représenté.....	14
2.2. L'hétérogénéité est un facteur d'organisation des systèmes écologiques.....	17
2.3. L'hétérogénéité est à la fois spatiale et temporelle.....	17
2.4. De nouvelles méthodes pour prendre en compte l'hétérogénéité ..	17
3. Prise en compte des activités humaines dans les systèmes écologiques	19
3.1. La genèse des paysages agraires : exemple des bocages de l'ouest.....	19
3.2. La structure actuelle des paysages est la résultante de la dynamique passée.....	20
3.3. Les activités humaines sont le facteur principal d'évolution des paysages sur l'ensemble au niveau planétaire.....	23
4. Prise en compte explicite de l'espace et du temps.....	25
4.1. La représentation spatialement explicite des systèmes écologiques	25
4.2. La prise en compte du temps dans l'analyse des processus écologiques.....	27
4.2.1. La connaissance de l'histoire est nécessaire à la compré- hension des mécanismes évolutifs des systèmes « naturels » et donc à leur gestion.....	27
4.2.2. L'organisation actuelle peut être le reflet de conditions environnementales passées : il peut y avoir un délai d'adaptation des systèmes écologiques aux changements du milieu.....	28
4.2.3. La connaissance de l'état initial est fondamentale pour prévoir la dynamique d'un paysage.....	29

5. L'écologie du paysage s'est développée sur la base de théories scientifiques liées à l'écologie ou aux disciplines voisines.....	29
5.1. La théorie de la hiérarchie.....	30
5.2. Les théories de la physique des systèmes complexes : percolation, géométrie fractale.....	32
5.2.1. La théorie du chaos.....	32
5.2.2. La théorie de la percolation.....	32
5.2.3. La géométrie fractale.....	33
5.3. La théorie biogéographique des îles.....	34
5.4. La théorie des perturbations.....	36

Chapitre 2

L'écologie du paysage : définition d'une approche multi- disciplinaire	39
1. Le paysage de l'écologue.....	41
1.1. Le paysage, un concept au centre de nombreuses disciplines.....	42
1.2. Définitions.....	42
1.3. L'échelle du paysage.....	43
2. L'écologie du paysage : une démarche interdisciplinaire.....	45
2.1. Intégration de l'histoire de l'environnement et des sociétés : apport de la géomorphologie, de la paléo-écologie, de l'histoire (exemple de la baie du Mont-Saint-Michel).....	46
2.1.1. Les grandes étapes de la mise en place du site d'étude : la baie du Mont-Saint-Michel.....	48
2.1.2. Conclusion.....	51
2.2. Rôle des techniques mises en œuvre dans l'utilisation des terres : apport de l'agronomie et de l'anthropologie.....	53
2.2.1. La démarche de l'agronome.....	53
2.2.2. La démarche de l'anthropologue et de l'ethnologue.....	54
2.2.3. La notion de paysage culturel.....	55
2.3. La reconnaissance des structures passées et récentes du paysage : apport de la géographie.....	56
2.4. Les fonctionnements écologiques.....	57
3. L'écologie du paysage : transfert des résultats de la recherche fondamentale vers la biologie de la conservation, l'aménagement et la gestion de l'espace.....	58
3.1. Écologie du paysage et aménagement du territoire.....	59
3.2. Application à la gestion de l'espace.....	60
3.3. Applications à la conservation de la nature.....	60

Deuxième partie

Les paysages : structure et dynamique

Chapitre 3

L'analyse des structures spatiales	65
1. Les catégories d'éléments du paysage	70
2. De la placette échantillon dans un bois aux bois dans le paysage	72
3. La typologie des taches et corridors	73
4. Quelques notions de base sur les approches quantitatives	76
4.1. La taille des taches, la fragmentation	77
4.2. Les relations spatiales entre les taches : la connectivité	77
4.3. L'ensemble de la mosaïque : hétérogénéité	78
4.4. Les notions d'échelle et de hiérarchie	80
5. Mesure de l'hétérogénéité	82
5.1. Formule	82
5.2. Propriétés	83
6. La fragmentation	86
6.1. Approche structurale globale	87
6.2. Fragmentation et habitat disponible : approche analytique	89
6.3. Caractérisation des pixels et de leur contexte	92
Conclusion	93
7. La connectivité	95
7.1. Les réseaux de corridors	95
7.2. Effet de la présence de corridors boisés sur la connectivité entre bosquets	96
7.3. Analyse de la connectivité par la recherche de zones de plus grande perméabilité	98
7.4. Variation de la connectivité au cours du temps en zone agricole	100
7.5. Conclusion : les multiples facettes de la connectivité	100
8. Retour sur la dépendance d'échelle : apport de la géométrie fractale	102
8.1. Qu'est-ce qu'un objet fractal ?	102
Le rapport d'homothétie	102
8.2. Les méthodes de mesure	104
8.3. Exemples de fractales d'éléments du paysage	106
8.4. La dimension fractale des ressources	107
8.5. Les domaines fractals	107
8.6. Conclusion	109
9. Éléments de géostatistique	109
10. Typologies de structures paysagères	111
10.1. Les données de base	111
10.2. Les méthodes	113
10.3. Les résultats	113
10.4. Conclusion	116
11. Conclusion générale	117

Chapitre 4

Dynamique des paysages	119
1. Quelques questions sur l'organisation et la dynamique des paysages en partant de l'observation	122
2. Les changements d'utilisation des terres à l'échelle planétaire	122
3. Approches régionales des changements d'occupation du sol : variations selon les modes de mesure	125
3.1. L'évolution de l'occupation du sol en France depuis un siècle : une diversité de situations	126
3.2. Évaluation de l'évolution de l'occupation du sol dans l'ouest de la France : essai méthodologique	128
3.2.1. Les données statistiques	128
3.2.2. Représentation des trajectoires globales d'évolution	130
3.2.3. Conclusion	132
4. Approches locales des changements d'occupation du sol : importance de la spatialisation	133
4.1. Évolution d'un paysage de terrasses en zone méditerranéenne	134
4.1.1. Les données de base	134
4.1.2. Les évolutions	134
4.1.3. Conclusion	138
4.2. Évolution d'un paysage bocager, cas de Lalleu (Ille-et-Vilaine)	139
4.2.1. Le site d'étude	139
4.2.2. Les analyses et résultats	140
4.2.3. Conclusion	146
4.3. Évolution d'un paysage de rizière en Chine subtropicale	146
5. La dynamique des paysages de vallées : les cours d'eau et leurs corridors	149
6. La dynamique des paysages peu anthropisés	154
7. Des occupations du sol et des paysages en évolution, un phénomène général	159

Chapitre 5

Organisation des paysages	161
1. Les catégories de modèles	163
2. La notion d'organisation	166
2.1. L'organisation spatiale de la mosaïque paysagère	166
2.2. L'organisation de la mosaïque paysagère vis-à-vis d'autres facteurs	166
2.2.1. Les bases de mesures informationnelles	167
2.2.2. Les divers types d'information	167
2.3. Exemple	170

3. L'organisation écologique des paysages	172
3.1. L'organisation spatiale des systèmes de production agricole dans la région d'Ottawa (Canada).....	172
3.1.1. Données de base	172
3.1.2. Résultats.....	174
3.1.3. Notion de niche paysagique.....	174
3.2. Organisation d'un paysage agricole dans le Pays d'Auge (Normandie, France)	177
3.2.1. Facteurs d'organisation du paysage le long d'un transect ..	177
3.2.2. Facteurs d'organisation du paysage.....	180
4. Des exploitations agricoles à la diversité des paysages	181
4.1. Des exploitations à la diversité des éléments du paysage	182
4.1.1. La diversité des prairies permanentes dans le Pays d'Auge, Normandie	182
4.1.2. La diversité des bordures de champ dans des bocages armoricains	186
Les données de base	186
La caractérisation des types de physionomie des bordures de champs	188
Hiérarchie des facteurs explicatifs de la physionomie des bordures de champ.....	189
Relation entre physionomie et variables explicatives.....	190
Physionomie de bordures de champ et caractéristiques des exploitations	190
Physionomie des bordures de champ et structure des haies et inter-champs.....	191
Physionomie des bordures de champ et caractéristiques des parcelles	191
4.1.3. Des éléments du paysage inclus dans les exploitations agricoles.....	191
4.2. L'organisation de l'utilisation des terres dans des bocages armoricains.....	191
4.2.1. Principes généraux d'utilisation des terres dans une exploitation d'élevage.....	191
4.2.2. Étude de cas	196
Les données disponibles.....	196
Les résultats	196
Conclusion.....	197
5. Approche générale de la dynamique et de l'organisation des paysages agraires	202
6. Dynamique et (ré) organisation des paysages : approche pluri-échelle et pluridisciplinaire.....	204

Troisième partie

Les processus écologiques
au sein des paysages

Introduction	209
<i>Chapitre 6</i>	
Le fonctionnement des populations au niveau du paysage	211
1. La théorie des taches et le fonctionnement des métapopulations.....	214
1.1. Le concept de métapopulation	214
1.1.1. Définitions	214
1.1.2. Les différents modèles conceptuels	215
1.2. Métapopulations et paysage	217
1.2.1. La taille des taches.....	217
1.2.2. L'isolement des taches.....	217
1.2.3. Les lisières et leur configuration.....	219
1.2.4. Le rôle des corridors	220
1.2.5. Les flux géniques	221
2. Les espèces multi-habitat	223
2.1. Les mouvements journaliers entre éléments du paysage	225
2.2. Les mouvements saisonniers entre éléments du paysage.....	226
2.3. Les unités fonctionnelles.....	228
3. Les mouvements dans les paysages	229
3.1. Une approche hiérarchique des mouvements.....	229
3.2. Quantification du mouvement : intensité et nature	230
3.3. La connectivité ou perméabilité des paysages	231
3.3.1. L'arrangement spatial des taches, théorie de la percolation	233
3.3.2. La perméabilité de l'espace entre les taches d'habitat favorable (matrice).....	233
3.4. Les corridors	235
3.4.1. La structure du corridor	236
3.4.2. La connectivité du réseau	238
3.4.3. Les corridors dans le fonctionnement des métapopulations	238
4. Dynamique du paysage et fonctionnement des populations	240
4.1. Délai pour l'extinction	241
4.2. Retard à la colonisation.....	243
5. Les modèles de population utilisés en écologie du paysage	246
5.1. Les objectifs des modèles	247
5.1.1. Les modèles spatialisés de dynamique des populations	247
5.1.2. Les modèles de distribution spatiale des populations ou des individus	247
5.1.3. Les modèles basés sur les propriétés fonctionnelles du paysage	248
5.2. Prise en compte de l'espace	248

Chapitre 7

Relations interspécifiques et biodiversité dans les paysages —	251
1. Les relations interspécifiques	253
1.1. Compétition entre espèces	253
1.2. La prédation	254
1.3. Pollinisation - interactions durables	256
2. La biodiversité	257
2.1. La biodiversité dans les paysages agraires	259
2.1.1. Conséquences écologiques de l'intensification de l'agriculture	259
2.1.2. Conséquences écologiques de la déprise agricole	265
2.2. La biodiversité dans les paysages « naturels »	268

Chapitre 8

Les flux géochimiques dans les paysages —	273
1. Les zones tampon	275
1.1. Le principe des zones tampon	276
1.1.1. La rétention d'azote	276
1.1.2. Les autres effets tampon	276
2. Les phénomènes érosifs et la structure du paysage	277
3. Les transferts dans les bassins versants	279
3.1. Le calcul de bilan de minéraux	279
3.2. Approche structurale	280
3.3. Approches fonctionnelles	281
4. Conclusion	284

Quatrième partie

Applications à l'aménagement

Chapitre 9

Application des concepts de l'écologie du paysage à la gestion de l'espace et à l'aménagement —	287
1. Le concept de corridor appliqué à l'aménagement	289
1.1. La forme et la nature des corridors	291
1.2. Le réseau européen de corridors et la stratégie pan-européenne	292
1.2.1. Le réseau ECONET	292
1.2.2. La stratégie pan-européenne pour le maintien de la diversité biologique et des paysages	294
1.2.3. Un exemple de réseau au niveau national : le cas des Pays-Bas	294

1.3. Les corridors entre parcs nationaux ou réserves naturelles : un outil ciblé pour la conservation des espèces	296
1.3.1. Quelques exemples de principes généraux de mise en place de corridors	296
Mise en place, localisation	297
Gestion, entretien	297
Largeur et longueur	297
1.3.2. Quelques réalisations de corridors pour la faune	297
Le corridor pour la faune du Rio Grande	297
Un corridor international entre l'Italie et la Suisse	299
1.4. Le mouvement des « greenways »	299
1.4.1. Un bref historique	299
1.4.2. Définition et diversité des greenways	301
1.4.3. Quelques exemples	301
2. La prise en compte des concepts de l'écologie du paysage dans la mise en place des infrastructures de transport	304
2.1. Impacts d'une infrastructure linéaire	304
2.1.1. Modification des habitats	304
2.1.2. Émissions et effet source	304
2.1.3. Effet puits	305
2.1.4. Isolement	306
2.1.5. Connexion	306
2.2. Les mesures de réduction, les mesures compensatoires	307
2.2.1. Choix du tracé	307
2.2.2. Les mesures compensatoires : diminution de l'effet barrière et de la mortalité	307
3. L'aménagement des paysages ruraux	309
3.1. Principes de génie écologique	310
3.2. Structures et mécanismes relatifs à la biodiversité	310
3.3. Structures et mécanismes relatifs à la qualité de l'eau	310
3.4. La mise en œuvre de nouvelles méthodes d'aménagement	311
3.5. La loi paysage : esthétique et fonctionnement écologique	313

Références bibliographiques	317
--	-----

Glossaire	349
------------------------	-----

Index	355
--------------------	-----



Unique référence francophone sur le sujet, *Écologie du paysage* propose une approche originale de l'écologie des paysages agricoles en articulant étroitement les activités humaines et les fonctionnements écologiques. Il s'appuie en effet sur la culture mixte d'agronome et d'écologue des auteurs, ainsi que sur leur double compétence théorique et opérationnelle. L'ouvrage permet ainsi d'analyser les conséquences environnementales des activités humaines d'une part, et d'étudier ces activités humaines dans une perspective environnementale d'autre part.

Rigoureux et pragmatiques, Françoise Burel et Jacques Baudry y développent : les principaux concepts ; les méthodes d'analyses spatiales partant d'un point de vue écologique ; les facteurs des dynamiques paysagères ayant des incidences écologiques. Les bases théoriques et empiriques des relations entre les structures spatiales des paysages et des processus tels que les dynamiques de population, les assemblages d'espèces, les flux biogéochimiques y sont explicitées. Des exemples d'application des concepts de l'écologie du paysage dans divers pays sont présentés.

2-7430-0305-7



9782743003050