

# Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	V
<b>Foreword</b> .....	VII
<b>Préface</b> .....	XI
<b>Avant-propos : Des paysages passés aux paysages anthropisés actuels</b>	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 paléoécologie.....	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

<b>Définition d'une discipline</b> .....	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*

<b>L'écologie du paysage : définition d'une approche multi-disciplinaire</b> .....	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

<b>L'analyse des structures spatiales</b> .....	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

<b>Dynamique des paysages</b>	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

<b>Organisation des paysages</b>	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

<b>Introduction</b> .....	209
---------------------------	-----

#### Chapitre 6

<b>Le fonctionnement des populations au niveau du paysage</b> —	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
<b>Références bibliographiques</b> .....	317
<b>Glossaire</b> .....	349
<b>Index</b> .....	355