

ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE ET TERRITORIALE

Fondements scientifiques
et bio-inspiration

Développer l'économie circulaire

Gérard Merlin
Julien Ramousse
Hervé Boileau



Table des matières

<i>Table des tableaux</i>	6
<i>Table des figures</i>	7
Chapitre 1. Introduction et généralités	9
1.1 Contexte et objectifs	9
1.2 Définitions et principales caractéristiques	11
1.2.1 Écologie industrielle et économie circulaire	13
1.2.1.1 Approche théorique	13
1.2.1.2 Exemple d'un développement d'écosystème industriel : Les ports	16
1.2.2 Écologie territoriale et relations territoriales.....	17
1.2.2.1 Définir un territoire et les relations en son sein.....	17
1.2.2.2 Évolution des relations au sein d'un territoire et criticité auto-organisée.....	20
1.2.2.3 Définir les limites d'un territoire : logique binaire et logique floue	21
1.2.2.4 Définir un territoire : choix de l'échelle ou étude multi-échelle	23
1.2.3 L'écologie territoriale, un socio-écosystème	23
1.3 Définitions d'écosystème, de la Nature et du naturel.....	24
1.3.1 Services écosystémiques	26
1.3.2 Comparaison écosystèmes « naturels » et EITn	29
Chapitre 2. Développement durable des écosystèmes	31
2.1 Le développement durable	31
2.2 Objectifs et cibles visées pour le développement durable des EITn	34
2.3 Mesures et évaluations du développement durable.....	40
2.3.1 Introduction à une approche quantitative de la durabilité.....	40
2.3.2 Indices de la durabilité	42
2.3.2.1 Mesure et évaluation : définition et caractéristiques	42
2.3.2.2 Qualités requises pour les indices	44
2.3.3 Principaux indices de développement durable	45
2.3.3.1 Indices planétaires (globaux)	45
2.3.3.2 Évaluation absolue de la durabilité et limites planétaires.....	45
2.3.3.3 Indices aux échelles non planétaires	50
2.3.4 Cadre et méthodes de développement d'un indice	51
2.3.5 Développement d'un indice composite de la durabilité de l'habitat.....	57
2.3.6 Indices de durabilité des écosystèmes urbains	62
2.3.7 Indice de qualité écologique.....	64

2.4 Évolution et développement durable : la flèche du temps.....	67
2.4.1 Une approche globale de la physique pour comprendre la réalité	67
2.4.1.1 Évolution et dissipation d'énergie.....	69
2.4.1.2 Évolution, énergie et information.....	71
2.4.2 Le développement durable, l'humain et la Nature	77
2.4.3 Stabilité (stationnarité) écologique et santé des écosystèmes	83
2.5 Éco-conception	89
2.5.1 Éco-conception et stratégie 4R	89
2.5.2 Éco-efficacité.....	90
 Chapitre 3. Approche écologique et métabolique des EITn.....	91
3.1 La démarche de bio-inspiration ou biomimétisme	91
3.1.1 Principes et concepts	91
3.1.2 Méthodes d'ingénierie pour une démarche bio-inspirée	93
3.1.2.1 Méthode guidée par le besoin	93
3.1.2.2 Méthode guidée par la connaissance.....	94
3.2 Métabolisme urbain et métabolisme territorial.....	99
3.3 Écologie urbaine	100
3.4 Précisions pour la notion de métabolisme en écologie territoriale et industrielle	100
3.5 Approche métabolique et écologique.....	101
3.6 Évolution et complexité écologique	107
3.6.1 Définir la complexité	107
3.6.2 Système complexe adaptatif ou auto-adaptatif.....	109
3.6.3 Organisation des systèmes vivants.....	116
 Chapitre 4. Structure et dynamique des EITn.....	119
4.1 Dynamique d'évolution des EITn	119
4.1.1 Dynamique de l'urbanisation	119
4.1.2 Criticité auto-organisée, complexité et chaos	122
4.2 Représentation de la complexité d'un EITi	133
4.2.1 Représentation par couches	133
4.2.2 Problème du choix de l'échelle ou de changement d'échelle	133
4.2.3 Fonctions et Dépendances fonctionnelles	134
4.2.4 Représentation par réseaux.....	136
4.2.5 Notion de temps de rétention et de recyclage dans un réseau	138
4.2.5.1 Approche dynamique (mécanistique).....	138
4.2.5.2 Approche probabiliste.....	140

Chapitre 5. Approche thermodynamique des écosystèmes	143
5.1 Préceptes thermodynamiques	143
5.1.1 Pourquoi la thermodynamique ?	143
5.1.2 Conservation de l'énergie (1 ^{er} principe)	145
5.1.2.1 Discussion autour de l'énergie interne et de l'enthalpie	146
5.1.2.2 Caractérisation de l'énergie interne pour un système non statique	148
5.1.3 Dégradation de l'énergie (2 ^e principe).....	150
5.1.4 Lien entre approche macroscopique et microscopique	156
5.1.4.1 Optimisation entropique des performances d'un système	163
5.1.4.2 État d'équilibre, état stationnaire et loi d'évolution.....	166
5.1.5 Approche thermodynamique en économie.....	170
5.2 Production et utilisation des énergies.....	173
5.2.1 Formes d'énergies	173
5.2.2 Chaines énergétiques	175
5.2.3 Analyse énergétique du système terrestre	180
5.3 Approches thermodynamiques des EITn et bio-inspiration	184
5.3.1 Éco-exergie.....	184
5.3.1.1 Caractéristiques de l'exergie.....	184
5.3.1.2 Exergie et écosystèmes naturels	187
5.3.1.3 Gradient d'exergie et complexité ordonnée.....	191
5.3.2 Résilience des écosystèmes et auto-organisation	193
5.3.2.1 Calcul de la résilience des écosystèmes	193
5.3.2.2 Analyse de réseau avec les paramètres de structure (topologie).....	195
5.3.2.3 Analyse de réseau avec les paramètres liés aux flux	197
5.3.3 Émergie	203
5.3.3.1 Principe.....	203
5.3.3.2 Opérations pour l'analyse de l'émergie.....	206
5.3.3.3 Rapports, indices et économie circulaire.....	208
5.3.3.4 Applications	209
 Chapitre 6. Conclusion.....	213
Chapitre 7. Références	215
 <i>Index.....</i>	<i>225</i>