

> Etude internationale sur les parcs d'éco-innovation

Analyse de projets d'éco-innovation en zone industrielle ou urbaine



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



ECO-INNOVERA

> Etude internationale sur les parcs d'éco-innovation

Analyse de projets d'éco-innovation en zone industrielle ou urbaine

*Synthèse de la publication «International survey on eco-innovation parks»
www.bafu.admin.ch/uw-1402-e*

Impressum

Editeurs

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

ERA-NET ECO-INNOVERA

L'ERA-NET ECO-INNOVERA est soutenu par la commission européenne au moyen du 7^e programme-cadre (convention de subvention N° 266538). Plus d'informations sous: www.eco-innova.eu

Auteurs

Guillaume Massard; SOFIES; Olivier Jacquat et Daniel Zürcher, Section Innovation, OFEV

Avec des contributions de

Marie-Laure Pesch, Lucia Wagner, Daniel Hürlimann, Kevin Kohler, Ramon Wyrsch, Oliver Mathys (BAFU); Luc Jaquet, Ana Gonseth, Clément Guyot, Charlotte Thévenet, Frédéric Sciacca, Jérôme Laffely (SOFIES); Pinar Aker (TUBITAK); Suren Erkman (Lausanne University); Frank Boons, Wouter Spekink (Erasmus University Rotterdam); Ralf Isenmann (Munich University of Applied Sciences); Leenard Baas, Mats Eklund (Linköping University); Sabrina Brullot (Troyes University); Pauline Deutz (Hull University); Elena Romero Arozamena (University of Cantabria); Veerle Verguts (ILVO); Gijsbert Korevaar, Chris Davis (Delft University); Noel Brings Jacobsen (Roskilde University); Ines Costa (Instituto Superior Técnico)

Référence bibliographique

Massard G., Jacquat O., Zürcher D. 2014: Etude internationale sur les parcs d'éco-innovation. Analyse de projets d'éco-innovation en zone industrielle ou urbaine. Office fédéral de l'environnement et l'ERA-NET ECO-INNOVERA, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1402: 53 pp.

Graphisme, mise en page

Stefanie Studer, Künsten

Photo de couverture

Centrale électrique à biomasse, Trosa, Suède

© Guillaume Massard

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uw-1402-f

(il n'existe pas de version imprimée)

Cette synthèse est également disponible en allemand. Le rapport complet a été publié en anglais.

© OFEV 2014

> Table des matières

Abstracts	5
Avant-propos	7

1 Objectifs, méthodologie et enseignements tirés des projets de parcs d'éco-innovation	8
1.1 Objectifs et structure du rapport	8
1.2 Définition des parcs d'éco-innovation	10
1.2.1 De l'innovation à l'éco-innovation	10
1.2.2 Notions, méthodologies et procédures relatives à la gestion des parcs industriels	10
1.2.3 L'éco-innovation à l'échelle d'un parc / d'une zone industriels ou d'un quartier	14
1.2.4 Portée de l'étude	15
1.2.5 Eco-critères caractérisant les parcs d'éco-innovation	15
1.3 Facteurs de succès des parcs d'éco-innovation	17
1.4 Descripteurs appliqués aux études de cas	19
1.4.1 Description des pays	19
1.4.2 Informations générales sur les études de cas	20
1.4.3 Objectifs de la stratégie d'éco-innovation et éco-critères détaillés	20
1.5 Source des données	20
1.6 Analyse statistique des études de cas et tendances générales pour les parcs d'éco-innovation	21
1.6.1 Etat d'avancement des parcs d'eco-innovation	23
1.7 Aspects utiles pour le développement des parcs d'éco-innovation	26
1.7.1 Avantages des parcs d'éco-innovation	26
1.7.2 Eco-critères: analyse et modèles d'excellence	27
1.7.3 Facteurs de succès des parcs d'éco-innovation et de la gestion des zones industrielles	36
1.8 Conclusion: perspectives concernant la création et la gestion des pacs d'éco-innovation	41
1.8.1 Planification d'un parc d'éco-innovation	41
1.8.2 Transformation d'une zone industrielle existante en parc d'éco-innovation	43
1.8.3 Recommandations, synthèse et conclusions	44

Annexes	46
Liste des parcs d'éco-innovation	46

Bibliographie	51
Répertoires	53

> Abstracts

Eco-innovation strategies have been developed during the last two decades in many regions and countries to foster economic development and reduce environmental impacts. This study presents lessons learned from experiences on eco-innovation parks, encompassing sustainable industrial and urban projects at the park or district scale. Based on a defined set of eco-criteria, different combinations of environmental measures, business models and integrated developments leading to economic, environmental and social gains for the park and its surroundings have been identified.

Best practices and success factors are analyzed for 168 eco-innovation parks detailed for 27 countries. These case studies distributed among 18 European and 9 non-European countries highlight a set of positive impacts and feedbacks from existing or planned eco-innovation parks. Lessons learned from best practices are summarized and recommendations are made to advise park developer, operators and stakeholders on how to design and manage industrial parks or urban areas towards eco-innovation.

Keywords:

eco-innovation, industrial park,
industrial ecology, best
practices, success factors

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden in vielen Regionen und Ländern Öko-Innovationsstrategien erarbeitet, um die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern und Umweltbelastungen zu reduzieren. Diese Studie enthält die Erkenntnisse aus Erfahrungen bezüglich Öko-Innovationsparks, die nachhaltige industrielle und urbane Projekte auf Park- oder Stadtteilebene umfassen. Auf der Grundlage definierter Öko-Kriterien wurden verschiedene Kombinationen von Umweltmassnahmen, Geschäftsmodellen und integrierter Entwicklung ermittelt, die zu wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Vorteilen für den Park und dessen Umgebung führen.

Für 168 Öko-Innovations-Pärke in 27 Ländern wurden bewährte Praktiken und Erfolgsfaktoren analysiert. Diese Fallstudien, die sich auf 18 europäische und 9 nicht-europäische Länder verteilen, heben eine Reihe von positiven Auswirkungen und Rückmeldungen für bestehende oder geplante Öko-Innovationspärke hervor. Die Erkenntnisse aus den bewährten Praktiken werden zusammengefasst, und es werden Empfehlungen abgegeben, wie Entwickler, Betreiber und Anspruchsgruppen eines Parks in Bezug auf die Gestaltung und Führung von Industriparks oder städtischen Gebieten auf dem Weg zur Öko-Innovation beraten werden können.

Stichwörter:

Öko-Innovation, Industriepark,
industrielle Ökologie, bewährte
Praktiken, Erfolgsfaktoren

Au cours des vingt dernières années, des stratégies d'eco-innovation visant à favoriser le développement économique tout en réduisant les incidences sur l'environnement ont été formulées dans divers pays et régions. Cette étude présente les enseignements tirés de projets existants de parcs d'eco-innovation (projets industriels et urbains durables à l'échelle d'un parc industriel ou d'un quartier). Elle recense, sur la base d'eco-critères prédéfinis, les mesures environnementales, les modèles économiques et les développements intégrés qui génèrent des avantages économiques, environnementaux et sociaux pour les parcs considérés et les zones alentour.

L'étude analyse par ailleurs les meilleures pratiques et les facteurs de succès pour 168 parcs d'eco-innovation répartis dans 27 pays (18 pays européens et 9 pays non européens). Les cas étudiés font état d'impacts et de feedbacks positifs pour les parcs existants ou en cours de planification. Des recommandations sont enfin formulées à l'adresse des développeurs et des gestionnaires de parcs, ainsi que des parties prenantes en matière de conception et de gestion de parcs industriels/zones urbaines dans une optique d'eco-innovation.

Nell'ultimo ventennio, in molte regioni e Paesi sono state elaborate strategie nell'ambito delle ecoinnovazioni al fine di promuovere lo sviluppo economico e di ridurre il carico ambientale. Lo studio presenta le conoscenze acquisite sui parchi innovativi che ospitano progetti industriali e urbani ecosostenibili a livello di parco o di quartiere. In base a criteri ecologici predefiniti identifica le misure ambientali, i modelli aziendali e gli sviluppi integrati che generano vantaggi economici, ecologici e sociali per il parco esaminato e le zone adiacenti.

Lo studio analizza inoltre le migliori pratiche e i fattori di successo di 168 parchi innovativi sparsi in 27 Paesi (18 europei e 9 Paesi extra-europei). I casi analizzati evidenziano una serie di effetti e riscontri positivi per i parchi innovativi esistenti o previsti. Da qui vengono tratte raccomandazioni sulla consulenza da fornire a sviluppatori, gestori di un parco come pure a cerchie interessate in materia di pianificazione e gestione di parchi innovativi o di zone urbane dal punto di vista dell'eco-innovazione.

Mots-clés:

éco-innovation, parc industriel, écologie industrielle, meilleures pratiques, facteurs de succès

Parole chiave:

ecoinnovazione, parco industriale, ecologia industriale, migliori pratiche, fattori di successo

> Avant-propos

Lancé en octobre 2010, le réseau ECO-INNOVERA de l'espace européen de la recherche (EER) est soutenu par la Commission européenne au moyen du 7^e programme-cadre de recherche et de développement technologique. L'une des priorités d'ECO-INNOVERA est le soutien de la recherche et au développement en matière d'éco-innovation ainsi que la mise en œuvre d'une plateforme pour les chercheurs, les entreprises, les milieux politiques et la société civile. La Suisse est représentée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) au sein de la plateforme, qui est constituée de 20 régions et pays européens.

En Suisse, dans le cadre de la révision totale de loi fédérale sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation, un nouvel article prévoit que la Confédération soutienne la création d'un parc suisse d'innovation, notamment si celui-ci répond à un intérêt national supérieur et contribue à la compétitivité, à la gestion efficace des ressources et au développement durable (RS 420.1, art. 32). La mise en œuvre de ce nouvel article nécessite d'avoir une vue d'ensemble des différentes initiatives européennes et mondiales ainsi que des facteurs assurant le succès des parcs d'éco-innovation.

Dans le cadre d'ECO-INNOVERA, l'OFEV a lancé une étude internationale sur les parcs d'éco-innovation. L'étude porte sur les parcs industriels européens et non européens qui mettent en place des projets d'éco-innovation ou des symbioses industrielles. Les parcs d'éco-innovation sont des éco-cités ou des parcs éco-industriels constitués de zones mixtes d'habitation et d'activités économiques, optimisés d'un point de vue environnemental et visant une amélioration continue grâce à des collaborations avec le monde scientifique. Cette étude décrit plus de 160 projets sur la base de douze éco-critères. L'identification de huit facteurs de succès des parcs d'éco-innovation fournit un fondement solide au développement d'un futur parc suisse et pour d'autres initiatives internationales.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à établir ce rapport ainsi que le réseau ECO-INNOVERA de l'EER, qui a co-financé cette étude.

Christine Hofmann
Directrice suppléante
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 > Objectifs, méthodologie et enseignements tirés des projets de parcs d'éco-innovation

1.1 Objectifs et structure du rapport

La présente étude a été menée dans le cadre de l'ERA-Net (European Research Area network) ECO-INNOVERA, un programme visant à formuler des recommandations à l'adresse des secteurs de la recherche et de l'innovation et des acteurs de la politique environnementale afin de favoriser la mise en œuvre de l'éco-innovation en recherche et développement (R&D) et dans les domaines économique et social. L'objectif de l'analyse (module de travail 2.7 mené sous l'égide de l'Office fédéral de l'environnement, Confédération suisse) était d'identifier les projets d'éco-innovation menés à l'échelle internationale dans des parcs industriels et des zones urbaines et d'en examiner les impacts. Elle a permis de collecter des informations sur les projets qui développent des solutions intégrées pour améliorer leurs performances environnementales et socio-économiques (parcs industriels, zones urbaines, autres projets ayant une incidence spatiale).

Sur la base d'un jeu d'éco-critères, la présente étude internationale vise à:

- (i) donner une vue d'ensemble précise des projets d'éco-innovation en zone industrielle ou urbaine et pour objet le développement de systèmes intégrés et la promotion des coopérations entre les différents partenaires impliqués dans la zone définie, ce pour un grand nombre de pays (européens et non européens, voir le tab. 1),
- (ii) identifier les facteurs de succès de la création/gestion de parcs d'éco-innovation, et à
- (iii) recenser les critères d'efficacité en matière de développement et de gestion de projets d'éco-innovation en zone industrielle ou urbaine.

Le présent rapport comprend trois parties: La première partie précise la méthodologie de recherche utilisée, fournit les principaux résultats de l'analyse des projets internationaux et résume les enseignements tirés des différents projets de parcs d'éco-innovation. La section 1.2 donne une définition des parcs d'éco-innovation et récapitule les éco-critères choisis pour les caractériser. La section 1.3 présente les facteurs de succès décrits dans la littérature spécialisée et définis dans la présente étude. Les descripteurs des études de cas et des informations sur chaque cas sont fournis à la section 1.4. La section 1.5 aborde la méthodologie utilisée pour la réalisation de la présente étude, et précise la source et le degré de précision des données. L'analyse statistique des études de cas est présentée à la section 1.6. La section 1.7 récapitule les aspects utiles pour le développement de parcs d'éco-innovation et précise, pour chaque éco-critère et chaque facteur de succès, les pratiques contribuant au développement et à la gestion efficaces des parcs. Les conclusions et les perspectives sont énoncées à la section 1.8. L'accent est notamment mis sur les moyens de promouvoir le développe-

ment des parcs d'éco-innovation. Un certain nombre de recommandations sont également formulées dans cette section.

La deuxième partie décrit les projets menés dans les pays européens, la troisième partie ceux menés dans les pays non européens. Pour chaque section, les cas étudiés sont présentés par ordre alphabétique (voir tab. 1). L'étude décrit le contexte prévalant dans chaque pays en termes d'éco-innovation et fournit des informations détaillées sur les parcs d'éco-innovation considérés. Ces informations ne sont toutefois disponibles que dans la version complète du rapport (version anglaise).

Tab. 1 > Pays européens et non européens inclus dans l'étude

(ordre alphabétique)

Pays européens	Allemagne
	Autriche
	Belgique
	Bulgarie
	Danemark
	Espagne
	Finlande
	France
	Irlande
	Italie
	Luxembourg
	Pays-Bas
	Pologne
	Portugal
	Royaume-Uni
	Slovénie
	Suède
	Suisse
	Turquie
Pays non européens	Australie
	Chine
	Corée du Sud
	Emirats arabes unis
	Etats-Unis
	Inde
	Israël
	Japon

1.2 Définition des parcs d'éco-innovation

1.2.1 De l'innovation à l'éco-innovation

Basé sur la définition du programme-cadre pour la compétitivité et l'innovation de l'Union européenne, on entend par éco-innovation *«toute forme d'innovation visant à réaliser des progrès importants et démontrables vers la réalisation de l'objectif d'un développement durable respectueux de l'environnement grâce à une réduction des incidences sur l'environnement ou à une utilisation plus efficace et plus responsable des ressources naturelles, notamment l'énergie»* (Union Européenne 2006).

L'éco-innovation couvre les activités de R&D qui visent à développer des produits de qualité n'ayant aucun impact ou peu d'impact sur l'environnement, et à mettre en œuvre des processus de production et des services respectueux de l'environnement, de manière à passer d'une approche de cycle de vie linéaire (extraction – consommation – élimination) à une approche en circuit fermé (Wolf et al. 2012).

Les éco-innovations telles que les technologies, processus, produits et services verts, écologiques, durables ou propres sont intéressantes car elles apportent un gain de compétitivité en Europe. Elles présentent des avantages notables en termes d'investissements, de chiffre d'affaires, de pénétration du marché et de création d'emplois. Leur viabilité économique est désormais reconnue.

A l'échelle d'un parc ou d'une zone industriels, l'éco-innovation permet le regroupement d'entreprises et/ou d'institutions de R&D, ainsi que la gestion d'installations et de processus intégrant des technologies et des services environnementaux. La section 1.2.2 décrit les principales notions associées à l'éco-innovation dans les parcs et les zones industriels. Les zones mixtes combinant activités économiques (industrielles) et résidentielles dans un périmètre défini sont également prises en compte dans l'étude (voir la section 1.2.3).

1.2.2 Notions, méthodologies et procédures relatives à la gestion des parcs industriels

Outre des effets négatifs sur la santé et le bien-être de l'homme, la raréfaction des ressources non renouvelables, les émissions de polluants, les changements climatiques, l'utilisation du sol et le recul de la biodiversité ont un impact notable sur l'environnement et constituent des risques économiques pour le système industriel actuel (Erkman 2001). Depuis le milieu du XIX^e siècle, les activités industrielles sont regroupées sur des sites spécifiques, en marge des zones résidentielles et des zones d'exploitation agricole. Selon leur superficie, ces sites sont qualifiés de zones ou de parcs industriels. Le nombre de parcs industriels ne cesse d'augmenter dans le monde, notamment dans les pays industrialisés. Bon nombre de parcs industriels continuent d'être planifiés, aménagés et gérés en dehors de toute considération d'utilisation raisonnée des ressources et d'impact sur l'environnement. Les dommages environnementaux sont essentiellement dus à la demande de matières premières et d'énergie émanant des entreprises établies dans les parcs industriels, ainsi qu'aux activités de production et aux rejets industriels. Les exploitants de parcs industriels sont ainsi confrontés à bon

nombre d'aspects environnementaux liés tant au développement qu'à l'exploitation des parcs.

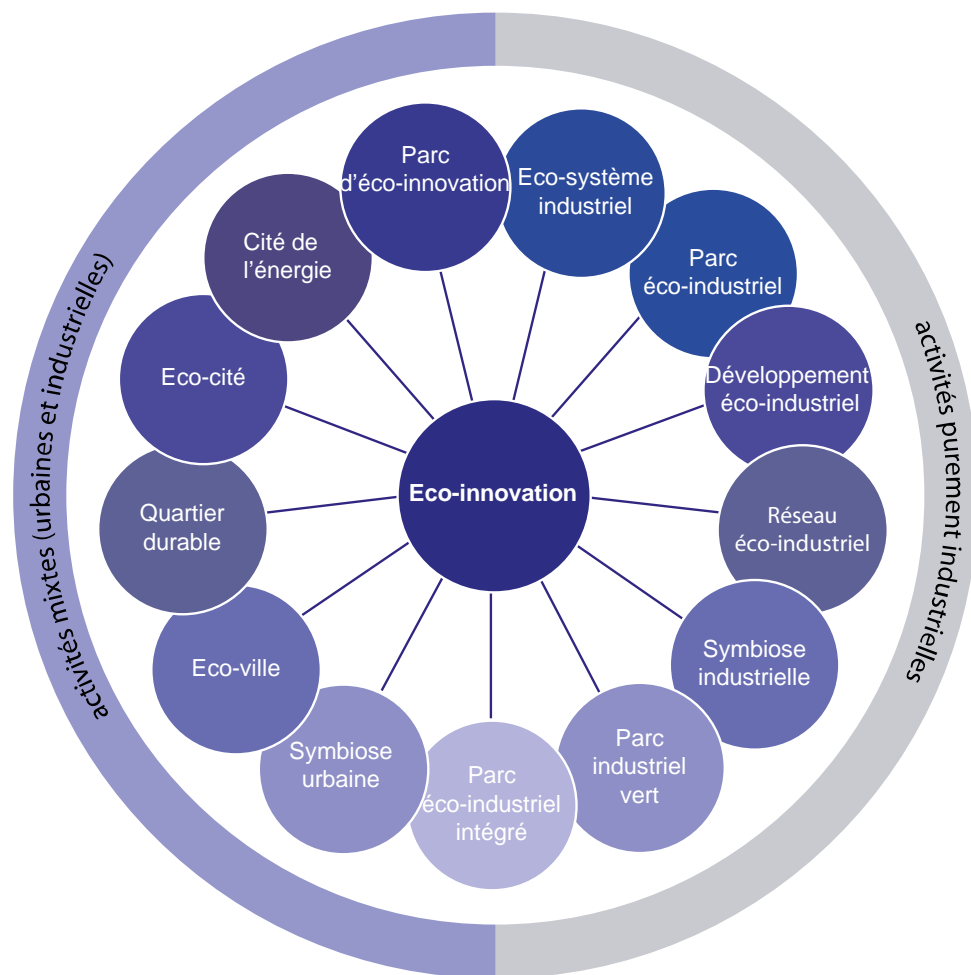
Il est rare que les activités économiques s'organisent de façon durable sans influence extérieure (support ou pression: réglementation, politique spécifique, raréfaction des ressources, etc.). Ce sont souvent les besoins urgents en termes de gestion des déchets, l'absence d'industrie de recyclage, le défaut de modernisation, la nécessité de procéder à un assainissement environnemental ou le faible engagement en faveur du développement territorial qui contraignent les régions à prendre des mesures d'ordre environnemental (Van Berkel et al. 2009b). Bon nombre de pays ne disposent pas encore des technologies end-of-pipe de base à l'échelle des entreprises ou des parcs (infrastructure de traitement des eaux usées, tri des déchets, technologies de recyclage).

Ces deux dernières décennies, on a assisté à un déclin rapide de nombreuses industries traditionnelles en Europe, une région qui dispose pourtant d'infrastructures end-of-pipe matures (industries minière, navale, automobile, etc.). Les zones industrielles doivent donc évoluer et se réinventer. Du fait de l'édiction de réglementations environnementales strictes et de la variabilité accrue des marchés, les économies n'ont d'autre choix que de se montrer innovantes et de créer de nouveaux modèles de production. Dans de nombreux pays, les zones industrielles soutiennent le développement économique. Elles peuvent donc être un moteur de la performance environnementale et de l'efficacité des ressources (Erkman 2001). De par leurs infrastructures mutualisées et leurs liens avec les institutions gouvernementales, elles offrent une base fertile pour l'introduction de meilleures pratiques environnementales. Elles sont également en mesure d'user de leur position dans la chaîne d'approvisionnement mondiale pour influencer sur les modes de fonctionnement des fournisseurs locaux.

Ces vingt dernières années ont vu l'émergence de diverses notions en lien avec l'éco-innovation. Les entreprises d'un parc industriel peuvent par exemple être amenées à définir des modèles collaboratifs sous la pression de politiques environnementales ou pour résoudre des problèmes spécifiques tels que la gestion des déchets (Pakarinen et al. 2010). Des collaborations entre les acteurs économiques d'une même zone industrielle peuvent aussi se développer de façon spontanée, comme à Kalundborg (Danemark): dans ce système industriel, chaque collaboration repose sur une base économique et a été négociée séparément (Ehrenfeld et al. 1997; Jacobsen et al. 2004). Les modèles collaboratifs au sein d'une zone industrielle – également connus sous les noms de réseaux éco-industriels, symbioses industrielles ou écosystèmes industriels – ne sont qu'un type d'éco-innovation applicable à l'échelle d'un parc industriel parmi tant d'autres.

Le tab. 2 et la fig. 1 définissent certaines des notions, méthodologies et procédures pouvant être considérées comme liées à l'éco-innovation lorsqu'elles s'appliquent à une zone industrielle ou mixte (association d'activités urbaines et industrielles).

Fig. 1 > Notions liées à l'éco-innovation (échelles différentes)



Tab. 2 > Terminologie/définition des notions liées à l'éco-innovation (échelles différentes)

Terminologie	Définition/particularités
Notions générales	
Eco-innovation	On entend par «éco-innovation» toute forme d'innovation visant à réaliser des progrès importants et démontrables vers la réalisation de l'objectif du développement durable grâce à une réduction des incidences sur l'environnement ou à une utilisation plus efficace et plus responsable des ressources naturelles, notamment l'énergie. La collaboration entre partenaires de projet (privés et publics) dans le domaine de la R&D est ici primordiale. Au sens de la présente étude, l'existence d'une collaboration en matière de R&D est considérée comme un aspect clé
Ecologie industrielle	L'écologie industrielle part de l'hypothèse qu'il est possible d'envisager le système industriel comme un cas particulier d'écosystème. Les systèmes industriels peuvent donc être décrits comme des systèmes particuliers de distribution des matériaux, de l'énergie et des flux d'information. Ils sont tributaires, pour leur fonctionnement, de ressources et de services fournis par la biosphère, dont ils ne peuvent être dissociés. L'écologie industrielle suggère de prendre exemple sur les écosystèmes naturels pour repenser les systèmes industriels. Elle propose des solutions pour transformer les parcs industriels en parcs éco-industriels (voir la définition ci-dessous) (Erkman 1997; Frosch et al. 1989; Tibbs 1993).

Terminologie	Définition/particularités
Zone industrielle (association d'activités industrielles/groupements d'entreprises)	
Ecosystème industriel	L'application la plus large du concept d'écologie industrielle consiste à décrire les complexes de production comme des écosystèmes industriels. Cette approche suggère que dans un mécanisme d'interactions entre les entreprises, les déchets de l'une peuvent devenir les matières premières d'une autre. L'objectif est de réduire les inefficacités et le volume de déchets produits en s'inspirant des écosystèmes naturels (Côté et al. 1995; Lowe et al. 1995).
Parc éco-industriel	Un parc éco-industriel est un groupement d'activités de production et de fourniture de services qui cherchent à améliorer leurs performances environnementales et économiques en coopérant dans la gestion des ressources et des problèmes environnementaux (énergie, eau, matières premières, etc.). En s'entraînant, les membres de la communauté s'efforcent d'obtenir un avantage supérieur à la somme des avantages individuels qui seraient obtenus par la seule amélioration de la performance de chacun des membres (Côté et al. 1998; Erkman 2001; Lowe 1997; Lowe et al. 1996).
Développement éco-industriel	Le développement éco-industriel constitue l'une des possibilités de mise en œuvre de mesures locales de développement durable. Il passe notamment par l'ancrage des entreprises dans leur environnement, la réduction des incidences sur l'environnement, le développement de l'emploi et l'offre de conditions de travail sécurisées. Le développement éco-industriel allie développement économique et régional d'une part, efficacité des ressources et protection de l'environnement d'autre part (Cohen Rosenthal, 2003; Deutz et al. 2004).
Réseau éco-industriel	Un réseau éco-industriel est un réseau régional d'échanges de ressources qui n'implique pas nécessairement de proximité géographique (Ruth et al. 2009). Ce terme est souvent utilisé comme synonyme de symbiose industrielle (voir ci-dessous).
Symbiose industrielle	La symbiose industrielle relève du domaine de recherche de l'écologie industrielle. Elle concerne les flux de matériaux et d'énergie des économies locales et régionales. La symbiose industrielle implique généralement la coopération d'entreprises de secteurs distincts dans le but de générer un avantage compétitif: échange physique de matériaux, d'énergie, d'eau et/ou de coproduits, mutualisation de services et d'infrastructures à l'échelle du parc industriel afin de réduire l'impact sur l'environnement et les coûts globaux de production (Massard, 2011; Pakarinen et al. 2010). Elle repose essentiellement sur la collaboration entre les acteurs et l'exploitation des synergies offertes par la proximité géographique (Chertow 2000).
Parc industriel vert	Les parcs industriels verts se concentrent sur l'efficacité des ressources à leur échelle. Les entreprises regroupées dans ce type de parc s'engagent généralement à utiliser des matériaux de construction durables et/ou recyclables, à opter pour des concepts et des systèmes de chauffage/climatisation énergétiquement efficaces, à aménager des espaces verts et à se conformer aux directives environnementales. Ce terme est parfois utilisé comme synonyme de parc éco-industriel (Roberts 2004).
Parc éco-industriel intégré	Ce terme peut être considéré comme un synonyme de parc éco-industriel. L'adjectif «intégré» renvoie à la cogénération et aux opportunités d'utilisation en cascade de l'énergie et de recyclage offertes par les modèles de collaboration interentreprises (Côté et al. 1998). Selon Roberts (2004), «intégré» fait également référence à l'élaboration de solutions d'écologie industrielle dans un contexte de pôles industriels.
Zone mixte (zone résidentielle et activités économiques)	
Symbiose urbaine	Le terme de «symbiose urbaine» fait écho à celui de symbiose industrielle. Il se rapporte à l'utilisation de coproduits (déchets) émanant des villes (ou des zones urbaines) comme alternatives dans les processus industriels. Comme la symbiose industrielle, la symbiose urbaine repose sur les opportunités de synergies procurant un avantage environnemental et économique (Van Berkel et al. 2009a; Van Berkel et al. 2009b).
Eco-ville	La notion d'éco-ville est née au Japon, qui en a fait un programme national. Applicables initialement à un site spécifique (efficacité des ressources), les mesures de management environnemental s'étendent ici à la symbiose industrielle et la symbiose urbaine (Van Berkel et al. 2009a; Van Berkel et al. 2009b).
Quartier durable (ou éco-quartier)	Les quartiers durables visent à créer des quartiers urbains denses et mixtes répondant à des objectifs de durabilité. Ils englobent entre autres la densité urbaine, la mobilité durable, la haute qualité environnementale des bâtiments et des infrastructures, la représentation intergénérationnelle et sociale, le bien-être, l'interaction sociale, les processus participatifs et le contrôle des coûts (Rey 2011).
Eco-cité	Ce terme fait référence à un environnement urbain où le volume d'inputs (ressources) et d'outputs (déchets) est réduit au maximum (Register 2002).
Cité de l'énergie	Le label «Cité de l'énergie» certifie les municipalités qui appliquent des politiques énergétiques durables. Il promeut le développement d'agents énergétiques renouvelables, la mobilité durable et l'utilisation efficiente des ressources naturelles (www.citedelenergie.ch/label.php).
Parc d'éco-innovation	Dans la présente étude, le terme «parc d'éco-innovation» englobe à la fois les parcs éco-industriels (PEI) et les zones éco-innovantes associant activités résidentielles et industrielles telles que les éco-cités et les éco-villes. Les parcs d'éco-innovation sont optimisés d'un point de vue environnemental (p.ex. installations pilotes et processus intégrant des technologies et services environnementaux) et visent une amélioration continue (p.ex. collaborations avec des institutions de R&D).

1.2.3 L'éco-innovation à l'échelle d'un parc / d'une zone industriels ou d'un quartier

Un parc éco-industriel est une zone au sein de laquelle des entreprises de production et de services coopèrent dans le but d'améliorer leur performance environnementale et économique (bénéfice collectif). Cette coopération passe essentiellement par une optimisation de la gestion des ressources: énergie, eau, matériaux, infrastructures, milieux naturels (Lowe et al. 1995).

Les aspects suivants étaient initialement pris en compte dans le développement des parcs éco-industriels (Lowe et al. 1996):

1. Simple modèle d'échange de coproduits ou réseau d'échanges (symbiose industrielle).
2. Regroupement d'activités de recyclage (récupération de ressources, entreprises de recyclage).
3. Groupement d'entreprises de technologies environnementales.
4. Groupement de fabricants de produits verts.
5. Parc industriel aménagé autour d'un seul thème environnemental (parc alimenté par de l'énergie solaire, p.ex.).
6. Parc doté d'une infrastructure/d'aménagements respectueux de l'environnement.
7. Développement mixte (industriel, commercial et résidentiel).

Les projets récents tendent à se concentrer sur les deux premiers points.

Les parcs éco-industriels présentent différents stades d'évolution, intégrant des processus système linéaires sans flux rétroactifs, des flux rétroactifs limités ou des flux de matériaux quasi cycliques (Pakarinen et al. 2010). Ils sont par ailleurs délimités spatialement. Les frontières géographiques peuvent être définies pour les entreprises ou les usines considérées (échelle micro-spatiale), un parc ou une zone industriels (échelle méso-spatiale) ou un réseau régional, voire un réseau de plus grande envergure (échelle macro-spatiale).

La présente étude s'intéresse essentiellement aux projets d'échelle méso-spatiale et à quelques projets d'échelle macro-spatiale (cas où les politiques et programmes régionaux influencent l'échelle méso-spatiale). Bien qu'il n'existe pas de définition standardisée du parc d'éco-innovation, ce terme est considéré dans bon nombre d'ouvrages comme synonyme de parc éco-industriel (Lowe 1997; Roberts 2004; Tudor et al. 2007). Dans le présent document, le terme «parc d'éco-innovation» est utilisé dans un sens plus large: il englobe à la fois les parcs éco-industriels (PEI) et les zones éco-innovantes associant activités résidentielles et industrielles telles que les éco-cités et les éco-villes. Les parcs d'éco-innovation sont optimisés d'un point de vue environnemental (p.ex. installations pilotes processus intégrant des technologies et services environnementaux) et visent une amélioration continue (p.ex. collaborations avec des institutions de R&D)

Definition parc d'éco-innovation

1.2.4 Portée de l'étude

La présente étude ne traite pas des parcs industriels organisés autour d'une seule technologie verte (éco-innovation) mais des parcs associant au moins deux mesures d'optimisation de la performance économique et environnementale (fig. 8). Ces mesures sont décrites à la section 1.2.5 (éco-critères).

Les groupements d'entreprises qui produisent des technologies environnementales (industrie cleantech) et les incubateurs d'éco-industries qui n'appliquent pas de politiques environnementales et/ou ne mènent pas d'activités environnementales sur site ne rentrent pas dans le cadre de la présente étude.

Les projets menés à l'échelle régionale sont décrits s'ils présentent une valeur ajoutée significative. Des cas novateurs de parcs mixtes associant activités industrielles et urbaines sont ainsi référencés. Les études de cas urbains se limitent à quelques projets incluant une gestion novatrice des ressources et quelques activités industrielles. L'étude ne considère pas les quartiers urbains, notamment les quartiers durables. Ces initiatives étant très nombreuses, il a été choisi de rapporter exclusivement sur les villes et sur les projets urbains plus vastes.

Enfin, certains cas novateurs de production et de distribution efficace de l'énergie sont analysés à l'annexe (voir le rapport complet en anglais).

1.2.5 Eco-critères caractérisant les parcs d'éco-innovation

Les approches de développement de parcs d'éco-innovation sont très variées. Les cadres culturels, institutionnels et politiques influencent les actions initiées dans les différents pays ou régions (Boons et al. 2009).

Si certains parcs industriels se concentrent uniquement sur un petit nombre d'activités telles que la gestion et le recyclage des déchets, d'autres tentent de se regrouper ou d'interagir afin de créer des flux d'énergie et de matériaux cycliques. Une étude au cours de laquelle 33 parcs éco-industriels ont été analysés a montré que 70 % des cas étudiés utilisent le terme de parc éco-industriel uniquement parce que le parc fait intervenir la construction verte ou qu'il développe des projets liés aux sciences et aux technologies de l'environnement. La majorité de ces parcs industriels ne semble pas promouvoir ni mettre en œuvre des échanges ou des partenariats (Adamides et al. 2009).

La présente étude s'attache à circonscrire la dimension environnementale des parcs d'éco-innovation. Les actions menées à l'échelle des parcs/zones industriels ou des quartiers visant à favoriser l'évolution vers un système industriel viable à long terme y sont définies via un ensemble d'éco-critères (tab. 3).

Il va de soi que les progrès réalisés en termes d'éco-innovation ne peuvent pas être évalués de la même manière dans les pays en transition, les pays émergents ou les pays développés. Considérées comme liées à l'éco-innovation dans un contexte, certaines mesures seront qualifiées de standard dans un autre. C'est pourquoi le contexte national

lié à l'éco-innovation est décrit brièvement pour chaque pays (2^e et 3^e parties du rapport complet en anglais).

Tab. 3 > Liste des éco-critères

Efficacité énergétique	Optimisation ou réduction de la consommation d'énergie (énergie alimentant les bâtiments/infrastructures, production industrielle).
Sources d'énergie renouvelables	Utilisation et/ou production sur site d'énergie renouvelable (énergie solaire, énergie éolienne, énergie hydraulique, énergie de cogénération, énergie produite à partir de déchets, géothermie, énergie marémotrice, biocarburants).
Gestion des déchets	Collecte sur site, transport, traitement sur site ou à l'extérieur, recyclage/élimination des déchets.
Gestion de l'eau	Traitement sur site des eaux usées, réduction/optimisation de la consommation d'eau (infrastructures et unités de production).
Flux de matériaux/produits chimiques	Exploitation de synergies et échange de matériaux (produits chimiques, déchets/rejets, etc.) entre les sociétés, collaborations interentreprises. Schéma input-output tel que défini pour la symbiose industrielle.
Biodiversité	Conservation de la biodiversité ou revitalisation des écosystèmes au sein de la zone industrielle/urbaine et aux alentours.
Mobilité/transports	Transport efficace et viable des biens ou des personnes avec le minimum d'incidence sur l'environnement (transports publics, véhicules électriques, véhicules hybrides plug-in, systèmes de covoiturage).
Utilisation du sol	Optimisation/réduction de l'utilisation du sol à des fins industrielles/pour l'infrastructure urbaine, revitalisation des terrains laissés à l'abandon.
Prévention de la pollution atmosphérique	Réduction des émissions polluantes par le recours à des processus de production plus propres ou l'introduction de technologies end-of-pipe.
Prévention du bruit	Réduction des émissions sonores par le recours à des processus de production plus propres ou l'introduction de technologies end-of-pipe.
Systèmes de management environnemental e	Certification et labellisation à l'échelle du parc industriel (normes environnementales: système ISO 14000 ou EMAS).
Culture/social/santé/sécurité	Culture: préservation de la diversité culturelle et valorisation des spécificités locales. Social: égalité des genres, réintégration professionnelle, services de gardes d'enfant, intégration des personnes handicapées. Santé et sécurité: établissement d'un environnement naturel / de travail propre et sûr dans la zone industrielle/urbaine et aux alentours.

1.3 Facteurs de succès des parcs d'éco-innovation

Au cours des dix dernières années, plusieurs cas de parcs éco-industriels et d'éco-systèmes industriels ont été étudiés à l'échelle régionale. L'objectif était notamment de définir les facteurs de succès susceptibles de faciliter l'initiation de nouveaux projets (Adamides et al. 2009; Cohen Rosenthal 2003; Costa et al. 2010a; Côté et al. 1998; Ehrenfeld et al. 1997; Erkman 2001; Gibbs et al. 2005; Gibbs et al. 2007; Mirata 2004; Sakr et al. 2011; Tibbs 1993; Tudor et al. 2007).

La réduction des dépenses et l'amélioration des profits ont ainsi été identifiées comme les motivations principales des entreprises ayant opté pour un regroupement en parc éco-industriel et l'élaboration de stratégies d'éco-innovation (Jacobsen 2006; Karlsson et al. 2008). Cette motivation première figure dans la liste des facteurs de succès établie dans le cadre de cette étude sous le nom de valeur ajoutée économique (*valeur ajoutée*, voir le tab. 4).

L'implication des autorités gouvernementales dans le développement et la gestion du parc, l'existence et l'application de prescriptions environnementales favorisant les projets d'éco-innovation dans les zones industrielles et urbaines sont également capitales (Gibbs et al. 2007; Mirata 2004). Enfin, des incitations financières (réduction des baux, subvention au développement) peuvent permettre de lever certaines barrières économiques et aider à la planification et/ou à la mise en œuvre de mesures d'éco-innovation. Le cadre politique et réglementaire (*politique*) et les incitations financières (*incitations*) sont donc considérés comme facteurs de succès des parcs d'éco-innovation.

L'implication des acteurs économiques a par ailleurs été identifiée comme un élément déterminant depuis l'élaboration de stratégies d'optimisation de l'efficacité des ressources dans les années 1990 (Allenby 1999; Van Berkel et al. 1997). L'intensité et la qualité de la coopération entre les acteurs économiques et les parties prenantes locales sont des indicateurs clés de l'évaluation du potentiel de changement existant au sein des entreprises et des collaborations interentreprises telles que les symbioses industrielles (Heeres et al. 2004). De plus, Roberts (2004) souligne la nécessité de bénéficier du soutien d'une communauté et d'autres entreprises pour développer des écosystèmes industriels performants. L'ouverture, la communication et la confiance mutuelle entre les acteurs économiques sont donc primordiales pour les collaborations interentreprises (Baas et al. 2004; Chertow 2007). Les entreprises dotées de pouvoirs décisionnaires sur site bénéficient à ce titre d'un avantage de taille. Prérequis essentiels, la coopération, la communication et la coordination ont été regroupées dans la liste des facteurs de succès des parcs d'éco-innovation sous l'appellation «structures organisationnelles et institutionnelles» (*coordinateurs*).

Au niveau d'un réseau régional, l'accès à des technologies et des savoir-faire avancés grâce aux coopérations nouées avec des universités / grandes écoles et des instituts de recherche favorise l'émergence de synergies industrielles et permet de réduire les incidences sur l'environnement (Costa et al. 2010a; Costa et al. 2010b). La coopération avec des institutions scientifiques et technologiques (*coopération S&T*) est donc

considérée comme un facteur de succès des parcs d'eco-innovation dans le cadre de la présente étude.

La situation d'un parc industriel à proximité d'un centre urbain ou d'une ville d'importance ou d'un site d'exploitation de ressources ou d'importation constitue elle aussi un atout de taille (Jensen et al. 2012). Les opportunités de créer de nouveaux flux rétroactifs augmentent avec la pluralité des secteurs industriels et des activités économiques (Fiksel 2003; Korhonen et al. 2005). A une échelle spatiale plus vaste, il a par ailleurs été démontré que les parcs éco-industriels aménagés à des points d'interconnexion stratégiques (déchets, énergie, etc.) sont les plus performants (Gibbs et al. 2007). Les facteurs géographiques et l'infrastructure régionale (*situation*), ainsi que la diversité des activités économiques (*diversité*) figurent donc également dans la liste des facteurs de succès identifiés.

Depuis dix ans, l'eco-innovation et le développement éco-industriel sont devenus des stratégies de développement régional et de marketing, à l'échelle régionale comme à l'échelle des parcs industriels (Deutz et al. 2004; Potts 2010). La distinction entre parcs d'eco-innovation et autres types de parcs devient ainsi un critère de différenciation et de promotion du site. Le fait qu'un site soit clairement qualifié de parc d'eco-innovation est un atout à la fois pour les services de promotion du parc et les entreprises en termes d'image. Par ailleurs, les instances extérieures (universités, centres de recherche, consultants) qui aident les gestionnaires de parcs industriels à élaborer et à diffuser des informations sur l'intérêt des différents scénarios d'un point de vue environnemental contribuent elles aussi à renforcer l'image et la crédibilité des parcs. La qualification claire d'un site comme parc d'eco-innovation (*parc d'eco-innovation*) est donc considérée comme un facteur de succès dans le cadre de la présente étude.

Tout comme pour les éco-critères, les facteurs de succès sont attribués en considérant le contexte prévalant dans le pays considéré.

Tab. 4 > Facteurs de succès des parcs d'éco-innovation

Facteur de succès	Description/exemple	Nom abrégé
Valeur ajoutée économique	Volonté des entreprises de réduire leurs dépenses et/ou d'améliorer leurs profits par l'exploitation de synergies avec d'autres entreprises du parc (mise en œuvre, développement, perpétuation).	Valeur ajoutée
Cadre politique et réglementaire	Législation favorisant l'éco-innovation, le développement durable, les partenariats public-privé, politiques locales et régionales favorisant l'émergence de symbioses industrielles ou l'élaboration de stratégies de développement éco-industriel, associant des instruments réglementaires et des modèles innovants.	Politique
Incitations financières	Réduction des impôts et des taxes et octroi d'aides financières pour les sociétés engagées dans des pratiques durables.	Incitations
Structures organisationnelles et institutionnelles	Organisations et structures liées à l'exploitation du parc industriel. Instances de coordination: sociétés fournissant une plateforme de coopération, en charge de la coordination des parties prenantes / de services (services environnementaux, analyse des risques, information et formation, marketing et communication, aide à l'obtention de permis, services «plug and play») Contrôle par des autorités indépendantes, gestion des infrastructures mutualisées	Coordinateurs
Coopération avec des institutions scientifiques et technologiques	Coopération avec des universités, des institutions scientifiques/technologiques et des centres de recherche, partage de connaissances	Coopération S&T
Facteurs géographiques et infrastructure régionale	Situation géographique (à proximité d'un port, d'une autoroute, d'un centre urbain, d'un site historique ou naturel), infrastructure, taille, potentiel d'expansion.	Situation
Diversité des activités économiques	Diversité des activités économiques offrant des opportunités de flux rétroactifs. Présence d'entreprises de nature diverse (industrie du bois, centrales de cogénération, industries chimique et papetière, etc.).	Diversité
Désignation claire d'un site comme parc d'éco-innovation	Engagement ciblé, définition claire comme parc d'éco-innovation, différenciation par rapport aux autres parcs (auto-déclaration à vérifier) comme standards de marketing ou de communication.	Parc d'éco-innovation

1.4 Descripteurs appliqués aux études de cas

La littérature décrivant des cas de parcs éco-industriels est à la fois abondante et rare. L'écologie industrielle se contente le plus souvent de décrire des projets existants ou en cours de planification. Seules quelques études réalisées à l'échelle de parcs industriels fournissent des données significatives sur les stratégies d'éco-innovation mises en œuvre et des réflexions sur les aspects techniques, économiques et sociaux.

Les informations fournies dans la présente étude sont organisées de manière à permettre aux lecteurs d'identifier facilement les cas qui les intéressent au moyen des descripteurs, des éco-critères et des facteurs de succès. Les sections suivantes décrivent la façon dont l'étude se présente pour les 2^e et 3^e parties de la version anglaise.

1.4.1 Description des pays

Chaque section consacrée aux pays (2^e et 3^e parties) commence par présenter brièvement la législation et les politiques nationales de promotion de l'éco-innovation. Un bref aperçu historique et une description des principaux programmes de promotion

de l'éco-innovation sont aussi présentés. Les parcs industriels pour lesquels aucune donnée significative ou pertinente n'a été trouvée ne sont pas présentés dans les études de cas mais répertoriés dans l'analyse statistique sous les cas non détaillés (section 1.6).

1.4.2 Informations générales sur les études de cas

La même structure de présentation a été adoptée pour tous les projets. Les mêmes données générales sont ainsi disponibles pour chaque cas. Des informations sont tout d'abord communiquées sur l'organisation du parc: (i) type de parc (industriel, urbain ou mixte), (ii) taille du parc (ha), (iii) nombre d'entreprises ou de secteurs industriels représentés, (iv) nombre d'emplois et (v) nombre d'habitants (pour les parcs urbains/mixtes).

Les éco-critères identifiés (voir la description à la section 1.2.5) sont également répertoriés pour chaque cas. Les éco-critères non pertinents sont biffés. L'état d'avancement du projet est ensuite indiqué: (i) en cours de planification, (ii) en cours d'aménagement, (iii) opérationnel ou (iv) abandonné.

Enfin, l'initiateur et/ou le gestionnaire du projet sont précisés: (i) public, (ii) privé et (iii) partenariat public-privé (PPP).

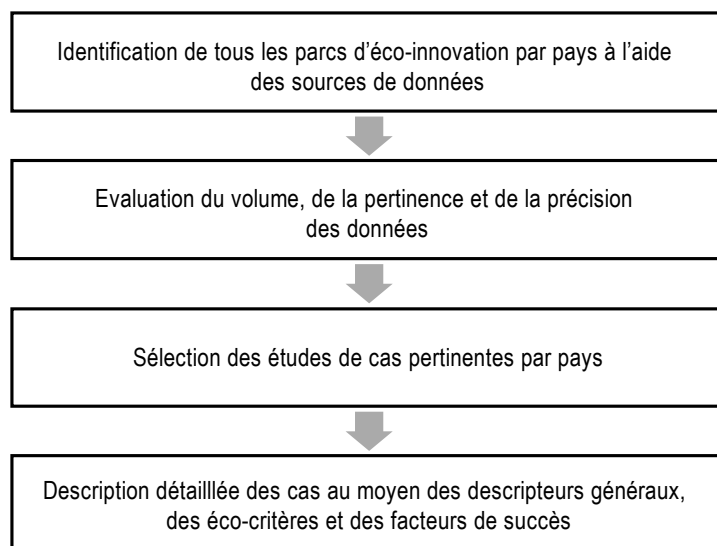
Les informations susmentionnées sont présentées dans un tableau en introduction des études de cas décrites aux 2^e et 3^e parties de l'étude (version anglaise). Le tableau recense également les références (publications et liens Internet) utilisées pour décrire chaque cas.

1.4.3 Objectifs de la stratégie d'éco-innovation et éco-critères détaillés

Chaque cas est ensuite présenté en détail (quatre paragraphes). Sont ainsi précisés l'origine du projet, les objectifs de la stratégie d'éco-innovation, les *facteurs de succès* identifiés (voir la description à la section 1.3) et les *perspectives* de développement du parc.

1.5 Source des données

La méthodologie appliquée pour collecter les données est décrite à la fig. 2. Les principales sources de données utilisées sont des articles de journaux de recherche révisés par des pairs: Journal of Industrial Ecology, Environmental Science and Technology, Journal of Cleaner Production, Resource, Conservation and Recycling, Progress in Industrial Ecology, Business and the Environment, Ecological Economics. Les sources de données comprennent également des rapports et des ouvrages décrivant des projets de parc d'éco-innovation (Lowe 2001; OECD 2009; Outters 2006; Siam 2005; Siemens 2009).

Fig. 2 > Méthodologie appliquée pour la collecte des données

Des contenus Internet ont également été utilisés comme sources de données (informations détaillées et récentes sur les cas étudiés). Certains sites fournissent d'ailleurs des listes d'études de cas issues de projets de recherche (liste non exhaustive):

- > Développement éco-industriel sur le pourtour méditerranéen: www.medmeid.eu/
- > Projet UE Siam: www.siamproject.it/
- > Projet UE ECOPADEV: www.ec.europa.eu/research/environment/print.cfm?file=/comm/research/environment/newsanddoc/article_3892_en.htm
- > Projet UE ECOSIND: www.gencat.cat/mediamb/sosten/ecosind/
- > Interreg IIIC: www.interreg3c.net/sixcms/detail.php?id=605#item20
- > CSRP Global Synergy Database: www.csrp.com.au/database/index.html
- > Projet UE SymNet: www.projectsymnet.eu/

Des contacts directs ont également été établis pour certains cas avec des institutions publiques ou des organisations académiques afin de connaître les développements récents et le stade de mise en œuvre des stratégies d'éco-innovation. Compte tenu du grand nombre de cas étudiés, il n'a pas été possible d'établir des contacts directs dans tous les pays ni pour toutes les études de cas.

1.6 Analyse statistique des études de cas et tendances générales pour les parcs d'éco-innovation

Dans le cadre de l'étude, un total de 302 parcs d'éco-innovation a été recensé. Conformément à la méthodologie décrite précédemment, un certain nombre de cas n'ont pas été détaillés. En effet, les données les concernant n'étant pas suffisamment significatives ou pertinentes, elles ne permettaient pas l'application précise de descripteurs. Le nombre de cas d'éco-innovation détaillés est donc de 168. Les 134 cas non détaillés

sont mentionnés uniquement dans la description des pays (voir le rapport complet en anglais).

Le tab. 5 indique le nombre de parcs industriels référencés par pays et les types de parcs étudiés. La plupart des cas concernent des parcs aux activités purement industrielles (131/168), les autres se répartissant entre les parcs à activités mixtes (28/168) ou strictement urbaines (9/168).

Tab. 5 > Répartition géographique des études de cas selon le type de parc

		Parcs référencés	Non détaillés	Détaillés comme études de cas			
		Total	Total	Total	Industriel(s)	Mixte(s)	Urbain(s)
Pays européens	Allemagne	40	15	25	24	1	0
	Autriche	4	1	3	2	0	1
	Belgique	10	3	7	6	1	0
	Bulgarie	2	1	1	1	0	0
	Danemark	5	2	3	0	2	1
	Espagne	15	3	12	9	3	0
	Finlande	9	4	5	5	0	0
	France	19	5	14	13	0	1
	Irlande	2	2	0	0	0	0
	Italie	18	9	9	7	2	0
	Luxembourg	2	0	2	0	1	1
	Pays-Bas	16	9	7	7	0	0
	Pologne	6	1	5	4	1	0
	Portugal	7	5	2	1	1	0
	Royaume-Uni	14	9	5	4	1	0
	Slovénie	1	0	1	1	0	0
	Suède	11	4	7	1	5	1
	Suisse	22	15	7	6	1	0
	Turquie	3	2	1	1	0	0
Pays non européens	Australie	8	4	4	4	0	0
	Chine	20	7	13	7	6	0
	Corée du Sud	7	0	7	6	0	1
	Emirats arabes unis	2	0	2	0	0	2
	Etats-Unis	17	6	11	7	3	1
	Inde	12	6	6	6	0	0
	Israël	2	1	1	1	0	0
	Japon	28	20	8	8	0	0
TOTAL		302	134	168	131	28	9
				168			

1.6.1 Etat d'avancement des parcs d'éco-innovation

Sur les 168 études de cas présentées, 131 parcs d'éco-innovation sont d'ores et déjà opérationnels, ou en partie opérationnels pour ceux qui sont encore en cours de développement. Certains sont en cours d'aménagement (21) ou de planification (12). Il se peut cependant qu'une part notable de projets en cours de planification n'ait pas été identifiée, les informations à ce stade de développement n'étant pas toujours disponibles. Les projets abandonnés s'expliquent par la réorientation stratégique, la pleine allocation du budget disponible ou le manque de matériaux pour la création d'une symbiose industrielle.

Fig. 3 > Etat d'avancement des parcs d'éco-innovation détaillés sous la forme d'études de cas

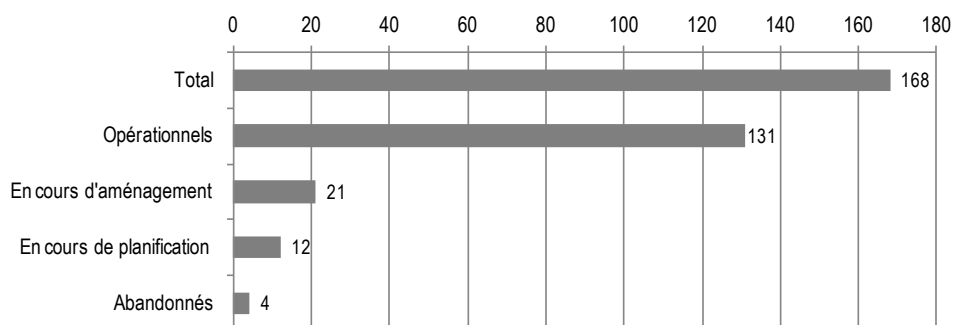


Fig. 4 > Carte des parcs d'éco-innovation en Europe (voir l'annexe et le tab. 6 pour plus de détails)

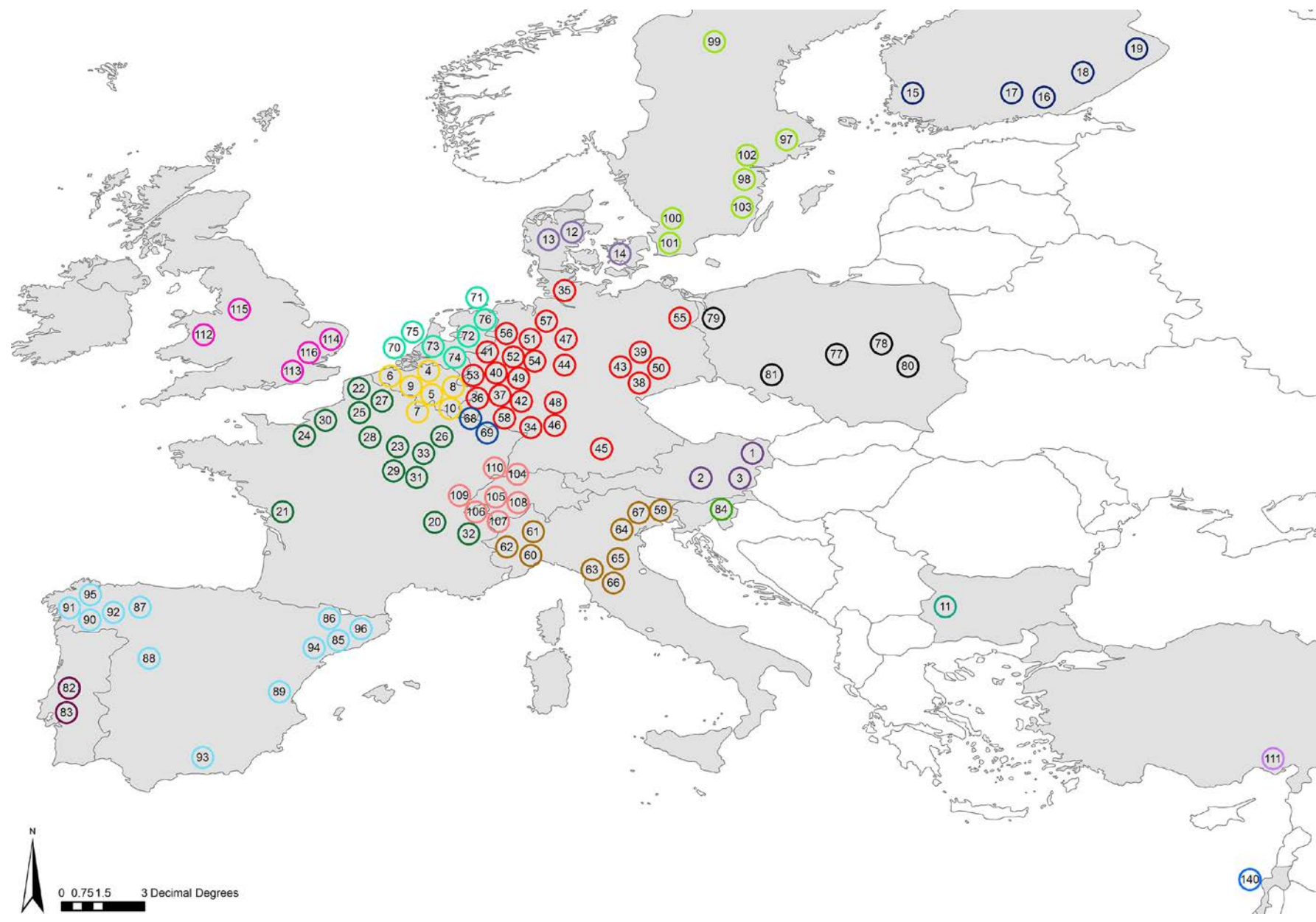
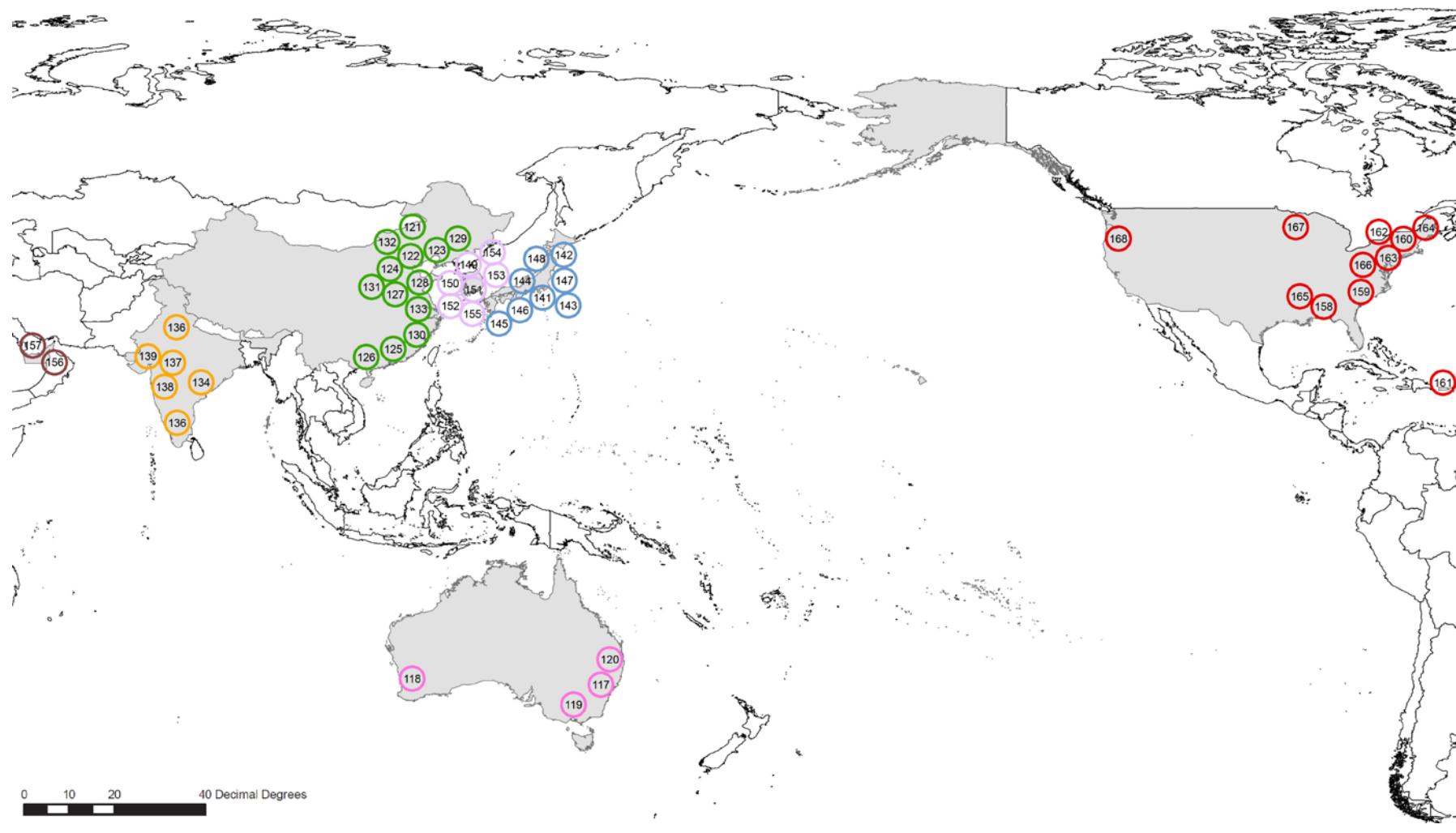


Fig. 5 > Carte des parcs d'éco-innovation en dehors de l'Europe (voir l'annexe et le tab. 7 pour plus de détails)

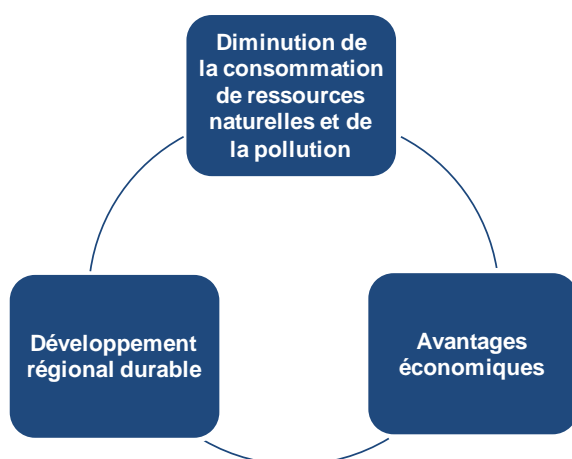


1.7 Aspects utiles pour le développement des parcs d'éco-innovation

1.7.1 Avantages des parcs d'éco-innovation

Dans tous les pays analysés dans le cadre de la présente étude, les parcs industriels jouent un rôle clé en matière de consommation de ressources naturelles et de problématiques environnementales. Ils peuvent donc avoir des conséquences pour le système dans son ensemble, avec des incidences sur divers flux de matériaux/d'énergie. Les études de cas font état d'impacts et de feedbacks positifs pour les parcs d'éco-innovation. Ces sites sont décrits comme attentifs à leur consommation de ressources, aux rejets polluants, aux avantages économiques et au développement régional (fig. 6).

Fig. 6 > Les trois avantages des parcs d'éco-innovation



Diminution de la consommation de ressources naturelles et de la pollution

1. Diminution de l'apport d'énergie et de matériaux à l'échelle des unités de production et du parc industriel.
2. Amélioration de la productivité des matériaux pour les acteurs économiques
3. Réduction du volume de déchets et d'émissions à l'échelle des unités de production et du parc.
4. Réduction des coûts et création de synergies entre la production et la distribution, au sein de la chaîne de création de valeur.

Avantages économiques

1. L'utilisation efficiente des ressources génère un revenu additionnel pour les acteurs économiques et des économies de coûts (énergie, matériaux, gestion des déchets, conformité avec la législation environnementale).
2. L'utilisation efficiente des ressources réduit la dépendance du marché vis-à-vis des ressources non renouvelables et importées.
3. Les stratégies d'éco-innovation réduisent les responsabilités et les risques en termes de santé et de sécurité.

4. La participation à des projets d'éco-innovation confère un avantage compétitif aux entreprises sur le marché «vert» émergent.
5. La gestion dynamique du parc d'éco-innovation peut améliorer l'adaptabilité et la flexibilité des entreprises face aux modifications réglementaires.
6. L'image de marque des entreprises et du parc dans son ensemble s'en trouve améliorée.

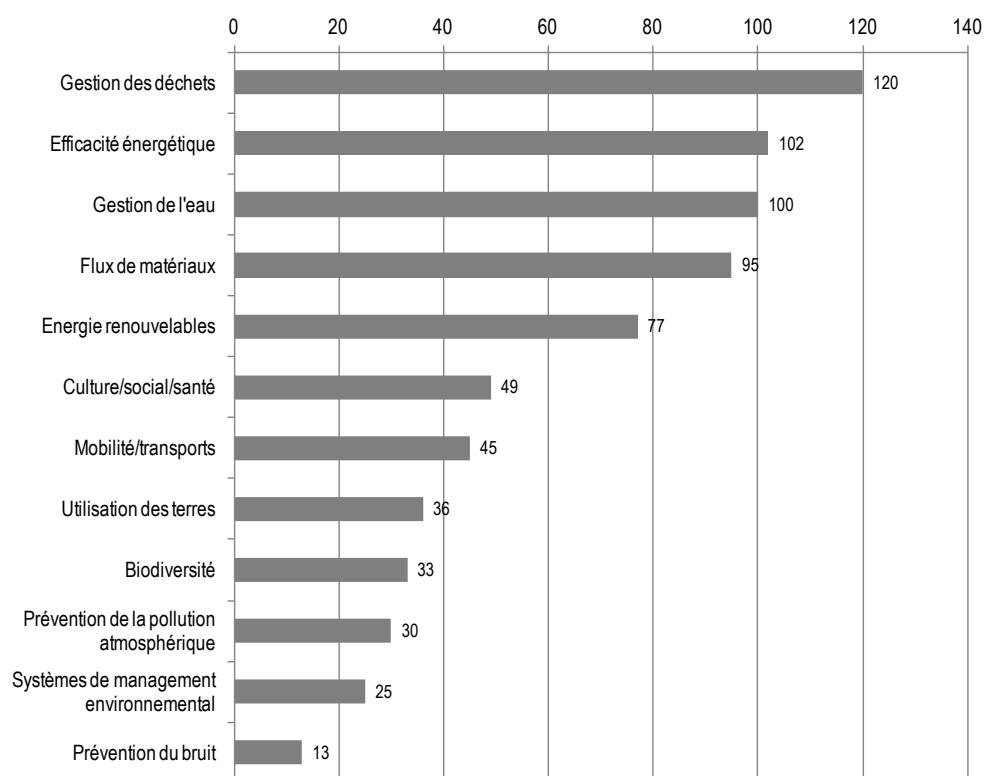
Développement régional durable

1. Les parcs d'éco-innovation contribuent à renforcer les économies régionales en promouvant l'innovation et la diversité aux échelles locale et régionale.
2. Les stratégies d'éco-innovation réduisent la dépendance de la région vis-à-vis des ressources non renouvelables et améliorent son adaptabilité par rapport à la raréfaction des ressources.

1.7.2 Eco-critères: analyse et modèles d'excellence

Parmi tous les cas étudiés ceux qui illustrent le mieux les tendances actuelles et font apparaître les meilleures pratiques en termes de développement ultérieur ont été sélectionnés. Ces exemples particulièrement innovants et performants sont détaillés ci-après, par éco-critère. La fig. 7 présente l'occurrence des éco-critères dans les 168 parcs recensés dans le cadre de la présente étude.

Fig. 7 > Occurrence des éco-critères dans les études de cas



Comme le montre l'occurrence des cinq premiers éco-critères, les solutions éco-innovantes sont essentiellement planifiées ou mises en œuvre pour optimiser l'utilisation des matériaux, de l'énergie ou de l'eau (fig. 7)

A l'exception des flux de matériaux, ces critères sont considérés comme faisant partie des stratégies standards de développement et de gestion dans les parcs industriels conventionnels. Les informations disponibles ne faisant pas toujours ressortir la composante novatrice, il se peut que l'occurrence concomitante des éco-critères ne reflète que partiellement un mode novateur de gestion des ressources.

La disponibilité d'informations permettant de caractériser chaque cas est cruciale pour l'établissement des statistiques. Le fait que le critère «gestion des déchets» apparaisse dans 120 cas sur 168 (fig. 7) évoque que dans 48 cas, la gestion des déchets n'est pas une activité prédominante. Ce chiffre pourrait toutefois aussi s'expliquer par un déficit d'informations sur certains cas au moment de la réalisation de l'étude.

La gestion des déchets apparaît comme le principal éco-critère appliqué à l'échelle des parcs d'éco-innovation (répertorié dans 120 parcs d'éco-innovation sur 168, occurrence abrégée ci-après sous la forme 120/168). On peut donc en conclure que la majorité des parcs d'éco-innovation dispose sur place d'un système de collecte des déchets et de processus interne et externe de traitement (recyclage) ou d'élimination. Ces infrastructures peuvent être des installations publiques ou privées de gestion des déchets ou des plateformes de recyclage comme l'exemple novateur Eco World Styria (Autriche, Parc N° 2). Un autre bon exemple est celui du parc industriel des Deux Synthe (France, Parc N° 22), où les entreprises ont généré d'importantes économies d'échelle en mutualisant les services de collecte des déchets ordinaires et dangereux.

Eco-critère n° 1: gestion des déchets

Les parcs d'activités chimiques constituent d'autres exemples réussis de gestion des déchets. De tels parcs générant par nature des déchets potentiellement dangereux, ils ont souvent besoin de les traiter ou de les éliminer directement sur site. Le parc chimique Infrapark Baselland (Suisse, Parc N° 110) a ainsi mis en place un vaste programme de traitement des déchets incluant l'incinération des déchets et le prétraitement des eaux résiduelles sur place, le nettoyage des tambours, la régénération des solvants, ainsi qu'un bassin de rétention. L'incinérateur peut traiter entre 14 000 et 16 000 tonnes de déchets spéciaux et industriels par an (déchets gazeux, liquides et solides), générant 400 à 450 térajoules de chaleur sous la forme de vapeur, et d'eau à très haute et haute température. L'installation de prétraitement des eaux résiduelles est quant à elle à même de traiter des eaux à forte teneur en composants organiques toxiques et en métaux lourds. L'Infrapark Baselland propose ce service non seulement aux entreprises établies dans le parc mais aussi à d'autres entreprises chimiques d'Europe. D'autres parcs chimiques ont mis en place des systèmes similaires: les parcs chimiques allemands de Dormagen (Parc N° 40), Krefeld-Uerdingen (Parc N° 41), Leverkusen (Parc N° 42) et Marl (Parc N° 51) et le parc industriel Höchst (Parc N° 48), ainsi que la zone industrielle de Bâle (Parc N° 105) et le parc chimique Cimo de Monthey (Parc N° 107), tous deux en Suisse. Ces systèmes sont le plus souvent gérés par des entreprises de services spécialisées qui encouragent l'exploitation de synergies entre les entreprises et contribuent à réduire les coûts d'exploitation.

Depuis la reconnaissance internationale du principe du pollueur-payeur, les industries sont tenues de prendre des mesures pour contrôler leurs rejets. Les systèmes de gestion des déchets restent toutefois très coûteux à mettre en œuvre pour une entreprise seule. D'où l'intérêt des plateformes interentreprises offrant des services mutualisés de traitement des déchets qui permettent de réaliser des économies substantielles et d'optimiser les systèmes logistiques.

L'efficacité énergétique arrive au deuxième rang des éco-critères par ordre d'importance (102/168). Objectif affiché de la plupart des industries, elle permet de réaliser des économies substantielles – un avantage notable à l'heure de l'augmentation des prix de l'énergie. Etroitement liée à d'autres éco-critères, l'efficacité énergétique est souvent une conséquence – à l'échelle d'un parc industriel tout du moins – des modèles de récupération des déchets mis en place, de symbioses industrielles ou d'une amélioration des transports et des systèmes logistiques. Elle a pour principal résultat la diminution des émissions de polluants. L'efficacité énergétique constitue également une composante essentielle des systèmes de management environnemental.

Eco-critère n° 2:

efficacité énergétique

Il existe différents moyens d'optimiser l'efficacité énergétique à l'échelle d'un parc industriel. Les mesures individuelles, appliquées par les entreprises du parc, incluent généralement la construction de bâtiments énergétiquement efficaces ou la mise en place de processus de production performants. Elles sont généralement associées à un contrôle de la consommation énergétique. Les approches intégrées offrent de meilleurs résultats même si elles sont parfois plus complexes à mettre en œuvre. Dans plusieurs pays européens, des systèmes centralisés et interconnectés de production et de distribution d'énergie faisant appel à des sources d'énergie alternatives ont été observés à l'échelle de parcs industriels ou de quartiers urbains. La société BASF a ainsi développé un système intégré d'optimisation de l'efficacité énergétique pour l'industrie chimique. Au nombre de six, les sites BASF de production intégrée (concept de «Verbund») établissent des connexions entre les unités de production et encouragent l'exploitation de synergies. Le «Verbund» de Ludwigshafen (Allemagne), détaillé dans la présente étude (Allemagne, Parc N° 34), permet d'économiser jusqu'à 1,5 million de tonnes d'équivalent pétrole, soit une réduction des émissions de CO₂ de l'ordre de 3,4 millions de tonnes chaque année (BASF 2013b).

La gestion de l'eau (100/168), qui inclut le traitement des eaux résiduelles ou la réduction de la consommation d'eau, arrive en troisième position, derrière les solutions liées à la gestion des déchets et à l'efficacité énergétique.

Eco-critère n° 3: gestion de l'eau

Les plupart des activités industrielles utilisent de l'eau. La pression exercée sur les ressources en eau dépend dans une large mesure de la situation géographique du site (abondance des ressources, disponibilité des infrastructures adéquates) ainsi que de la qualité de l'eau et des volumes rejetés et alimentant les processus industriels.

En termes de consommation d'eau, des systèmes efficaces et novateurs de récupération d'eau ou d'utilisation de l'eau en cascade ont été recensés. Dans la ville de Kalundborg (Danemark, Parc N° 14), 3 millions de m³ d'eau sont économisés chaque année grâce à des symbioses industrielles (Kalundborg Symbiosis 2013). La zone industrielle de Port Melbourne (Australie, Parc N° 119) met quant à elle l'accent sur la réutilisation, l'eau étant une ressource rare dans la région. Entre 2001 et 2009, elle a ainsi réussi à écono-

miser près de 24 % d'eau (Enviroehub 2013). De nouveaux systèmes de collecte des eaux pluviales et des modèles de récupération et de traitement des eaux industrielles sont à l'étude. Par ailleurs, la mise en place de réseaux d'eau non potable (eau de rivière filtrée mais non traitée) est envisagée pour les activités industrielles, comme dans la zone industrialo-portuaire du Havre (France, Parc N° 24).

Concernant les eaux résiduelles, les solutions les plus efficaces consistent à réduire en amont les quantités de produits chimiques ou d'autres substances pouvant de parvenir dans les rejets de production, ou de séparer les coproduits (produits chimiques) à la source afin de favoriser la réutilisation des eaux ou leur traitement selon des méthodes spécifiques.

Pour obtenir des résultats optimaux, ces mesures doivent être associées à un prétraitement centralisé sur site. Plus les mesures appliquées en amont sont efficaces, plus le prétraitement l'est également. La bioraffinerie des Sohettes (France, Parc N° 26) a par exemple mis en place des systèmes de récupération de la condensation et de traitement des eaux résiduelles.

L'eau est enfin un agent énergétique utilisé dans les réseaux de chauffage et de climatisation/refroidissement, comme le montrent les symbioses industrielles reposant sur des échanges de flux de matériaux mises en place dans plusieurs parcs industriels (voir l'annexe A1 du rapport complet en anglais).

L'optimisation des flux de matériaux (95/168) est un éco-critère souvent associé à la gestion des déchets à l'échelle d'un parc ou d'une zone industriels. Les échanges de flux de matériaux (ou symbioses industrielles) vont généralement de pair avec d'autres éco-critères tels que l'efficacité énergétique, la gestion des déchets et la gestion de l'eau. Lorsque plusieurs collaborations interentreprises sont établies sur un même site, des échanges de matériaux spontanés permettent de réaliser des économies notables de ressources. Dans l'éco-parc industriel de Harjavalta (Finlande, Parc N° 15) ou la zone industrielle d'Uimaharju (Finlande, Parc N° 19), des fonderies, des usines chimiques et énergétiques et un groupement d'entreprises de l'industrie du bois exploitent des réseaux d'échanges depuis plus d'un demi-siècle. Dans les pays en développement, des systèmes informels tendent parfois à encourager les échanges et la récupération de matériaux. C'est notamment le cas dans la zone industrielle de Nanjangud (Inde, Parc N° 135). A Kalundborg (Danemark, Parc N° 14), les premières symbioses se sont constituées d'elles-mêmes avant d'être gérées collectivement. Il en existe aujourd'hui une trentaine. Dans de nombreux pays industrialisés et quelques pays émergents comme l'Inde ou la Chine, la tendance est depuis 2000 à la planification et à la promotion des symbioses industrielles. Bon nombre de projets privés ou initiés par les gouvernements visent à faciliter les collaborations interentreprises, comme illustré ci-après. A Genève (projet Ecosite, Suisse, Parc N° 109), un cadre réglementaire relatif aux échanges de flux de matériaux, d'eau et d'énergie a vu le jour sous une forte impulsion politique. Au Royaume-Uni, le National Industrial Symbiosis Program (NISP) (Parc N° 114) encourage les entreprises à ne pas envoyer leurs déchets à la décharge en promouvant les collaborations. Dans la zone industrielle de Kwinana (Australie, Parc N° 118), un partenariat public-privé a permis l'établissement de 47 coopérations jusqu'en 2007. Initié par le gouvernement, le projet Ulsan EIP (Corée du Sud, Parc N° 153) est un autre exemple réussi d'échanges optimisés de flux de matériaux. Ce

Eco-critère n° 4: flux de
matériaux / produits chimiques

projet s'inscrit dans un programme national de parc éco-industriel favorisant l'exploitation de synergies. Un programme similaire est en cours de développement en Chine.

La grande occurrence des activités d'optimisation de l'efficacité énergétique et de l'utilisation de sources renouvelables d'énergie (77/168) montre que les stratégies des parcs d'éco-innovation font la part belle aux problématiques liées à l'énergie.

Eco-critère n° 5: sources
d'énergie renouvelables

Les zones industrielles et urbaines qui regroupent un grand nombre d'entreprises de nature diverse présentent un grand potentiel en termes de production d'énergie renouvelable. L'enjeu est de garantir la fiabilité et la régularité de l'approvisionnement en énergie renouvelable sans que cela nuise à la compétitivité du site. Le meilleur moyen consiste généralement à mutualiser les infrastructures à l'échelle du parc ou à réutiliser l'énergie obtenue par combustion des déchets et des coproduits (production combinée de chaleur et d'énergie), ce qui en retour génère de nouvelles sources de revenus.

Le parc cleantech de Händelö (Suède, Parc N° 98) combine idéalement la récupération de déchets et les technologies de production de biocarburants. L'usine de production d'énergie du site est alimentée à 53 % par de la biomasse, à 43 % par des déchets urbains et à 4 % par du charbon, auxquels viennent s'ajouter de petites quantités de pétrole en cas de pic de production. L'installation produit 1,1 TWh de chaleur (alimentation du système de chauffage du quartier urbain) et de vapeur (alimentation d'une usine de production d'éthanol située à proximité), ainsi que 300 GWh d'électricité (injection dans le réseau électrique). Des synergies similaires impliquant des industries bioénergétiques sont exploitées dans le bioparc de Terneuzen (Pays-Bas, Parc N° 70).

Dans la vallée solaire de Dezhou (Chine, Parc N° 124), les bâtiments, l'éclairage public, les transports et les équipements de dessalement ou de climatisation sont alimentés exclusivement par des technologies solaires. Ces solutions sont plutôt adaptées à l'industrie tertiaire et aux bâtiments administratifs. A l'exception d'installations utilisant la biomasse (groupement finnois d'entreprises de l'industrie du bois, Parc N° 18 et N° 19) ou de la vallée solaire de Dezhou, les grands projets de production d'énergie renouvelable sont assez rares à l'échelle des parcs industriels. Si les infrastructures mutualisées sont plus efficaces et économiquement viables à l'échelle du parc, elles sont aussi plus difficiles à exploiter, ce qui implique souvent l'intervention d'entreprises extérieures. Cela étant, même si les projets se limitent pour l'heure à des installations pilotes de petite taille, la tendance est clairement à la production d'énergie renouvelable au sein même des parcs industriels (éolien et solaire essentiellement). Une tendance qui pourrait bien favoriser le regroupement de petites installations de production d'énergie renouvelable (éoliennes, solaires, à biomasse etc.) fournissant des quantités suffisantes d'énergie thermique et électrique pour alimenter les industries et les zones résidentielles alentour.

Cet éco-critère n'est pas l'un des plus révélateurs de l'étude (49/168). Si plusieurs parcs intègrent des infrastructures proposant des offres culturelles et sociales (garde d'enfants, loisirs, activités sportives), peu d'entre eux ont développé une véritable approche intégrée. Quelques sites font exception, comme l'éco-vallée à Dyfi (Royaume-Uni, Parc N° 112). Dans la vallée de Dyfi, une politique de régénération communautaire durable visant la promotion du patrimoine culturel et environnemental local a été mise en place: plusieurs organisations communautaires participent au développe-

Eco-critère n° 6:
culture/social/santé/sécurité

ment durable des activités industrielles dans la vallée, l'accent étant mis sur l'agriculture et le tourisme durables. Parmi les champs d'action, citons la promotion du commerce équitable, d'offres de logement abordables et durables, d'événements culturels et sociaux, ainsi que de programmes éducatifs à destination des adultes et des enfants (Ecodyfi 2013). Au sein du Verbund BASF de Ludwigshafen (Allemagne, Parc N° 34), un centre d'activités devrait voir le jour d'ici la fin 2013. Ce centre proposera diverses offres autour de la vie professionnelle et familiale, des activités sportives, des programmes promouvant des modes de vie plus sains, des services d'accompagnement social, des soins infirmiers et des services de garde d'enfants (BASF 2013a). Dans la zone industrielle de Macrolotto 1, à Prato (Italie, Parc N° 66), une approche sociale intégrée et innovante a été adoptée: la crèche aménagée sur le site propose aux familles divers services gratuits (laverie, aide aux courses, etc.).

En matière de santé et de sécurité, l'existence de bonnes conditions de travail s'explique souvent par l'édiction de prescriptions environnementales à l'échelle des parcs industriels. Ces aspects sont également pris en compte par la plupart des certifications SME (systèmes de management environnemental, voir également l'éco-critère n° 11).

Différents moyens d'améliorer la performance des transports et la performance logistique ont été observés à l'échelle des parcs industriels et des quartiers urbains (45/168). Des systèmes intégrés favorisent par exemple l'utilisation de carburants alternatifs. A Linköping (Suède, Parc N° 102), une ville de près de 100 000 habitants, la plupart des transports publics et des taxis roulent au biogaz produit localement. Ce biogaz est obtenu à partir des déchets collectés auprès des cantines et des restaurants. Lancée en 2001 par la municipalité, cette initiative a permis de réduire de 3422 tonnes le volume annuel de déchets incinérés et de produire 1 334 580 m³ de biogaz (soit 12,65 GWh) et des biofertilisants.

Eco-critère n° 7:
mobilité/ transports

L'existence d'un bon réseau de transports publics constitue un atout pour les zones industrielles en termes de compétitivité et d'impact sur l'environnement. Un avantage dont bénéficient généralement les parcs industriels établis à proximité de centres urbains. En complément, des offres de covoiturage sont proposées à l'échelle des parcs industriels dans de nombreux pays.

En Europe, les centres logistiques sont bien souvent intégrés aux parcs industriels, offrant de nombreux services aux entreprises établies sur ces sites. C'est le cas au Verbund BASF de Ludwigshafen (Allemagne, Parc N° 34), dans la zone industrielle de As Gándaras (Espagne, Parc N° 92) ou au parc industriel Synergy (Australie, Parc N° 120), où un entrepôt partagé a été aménagé pour centraliser les services logistiques et optimiser les transports. A Els Pedregals (Espagne, Parc N° 87), un centre logistique automatisé est en cours de planification.

Dans certains cas, la reconversion des friches industrielles ou l'optimisation de l'utilisation du sol a été l'objectif affiché pour la création du parc ou de la zone considérés (36/168). Dans une optique d'optimisation de l'utilisation du sol, plusieurs parcs industriels se sont ainsi développés dans des zones laissées à l'abandon. Le CAMP CO₂-Zero (Allemagne, Parc N° 36) et la communauté de Devens (Etats-Unis, Parc N° 160) se sont établis sur les terrains d'anciennes bases militaires, tandis que le London Sustainable Industries Park (Royaume-Uni, Parc N° 116) a été aménagé pour

Eco-critère n° 8: utilisation du sol

revitaliser une friche industrielle et créer des synergies avec les quartiers urbains environnants.

D'autres projets visent à décontaminer et redévelopper d'anciens sites industriels pollués. C'est le cas par exemple du parc éco-industriel de Tiexi, à Shenyang (Chine, Parc N° 129), et du complexe industrialo-portuaire de Keystone (Etats-Unis, Parc N° 163), tous deux établis sur les sites d'anciennes aciéries. Un autre cas intéressant est celui du Royal Phoenix Redevelopment Project (Etats-Unis, Parc N° 166), réalisé sur un ancien site industriel textile caractérisé par une forte pollution des sols et des eaux. Ce projet s'inscrit dans l'initiative Superfund Redevelopment Initiative (SRI) de l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA), un programme national destiné à encourager la reconversion des sites de dépôt de déchets dangereux (EPA 2013).

Enfin, le 22@Barcelona (Espagne, Parc N° 85) est un exemple réussi de réhabilitation à l'échelle d'un quartier urbain. La mise en œuvre de schémas novateurs d'aménagement du territoire et de développement économique a en effet permis de revitaliser une friche industrielle à deux pas du centre de Barcelone. La tendance est donc à l'optimisation de l'utilisation du sol et à la densification des zones industrielles.

A l'inverse des éco-critères susmentionnés, la conservation de la biodiversité ou la revitalisation du territoire occupé par les parcs industriels reste un éco-critère peu observé dans les cas étudiés (33/168). Si dans un souci d'amélioration de l'environnement de travail, l'aménagement d'espaces verts entre en ligne de compte dans la conception de nouveaux parcs d'éco-innovation, l'application de mesures globales et efficaces de préservation de la biodiversité ou de revitalisation reste plutôt rare.

Eco-critère n° 9: biodiversité

Quelques parcs industriels ont cependant développé des mesures de protection de la biodiversité. Ainsi, le parc technologique et logistique de Vigo (Espagne, Parc N° 91) a élaboré un programme visant à restaurer des aires forestières sur le site et dans les régions alentour. Le parc industriel de As Gándaras (Espagne, Parc N° 92) a lui aussi inclus dans ses programmes environnementaux la conservation des zones humides et du lagon voisins. En 2011, l'éco-ville de Kitakyushu (Japon, Parc N° 144) s'est vue intégrée au projet «Cité du futur» en raison de sa forêt urbaine et de ses projets de «forêts dans la ville» favorisant la création d'espaces verts au cœur de la zone industrielle.

Un projet intéressant a par ailleurs été développé en Suisse par la fondation Nature&Economie (Natur und Wirtschaft 2013). La fondation propose ses services aux entreprises des parcs industriels afin de créer des zones naturelles autour des infrastructures industrielles. Au total, 23 millions de m² de sol réparties entre 300 entreprises ont pu être revitalisées grâce à cette initiative.

Des normes de pollution atmosphérique sont définies aux niveaux national et supranational pour tous les pays considérés dans la présente étude. Il est donc rare que des mesures de réduction de la pollution soient prévues en sus à l'échelle des parcs industriels (30/168). Dans nombre de cas, la prévention et l'atténuation de la pollution atmosphérique sont la conséquence de l'utilisation efficiente des ressources ou de la création de symbioses industrielles (diminution du volume de matériaux/produits

Eco-critère n° 10: prévention de la pollution atmosphérique

utilisés induisant une baisse de l'émission de polluants, réintégration des déchets dans le système de production). Certaines mesures visant à réduire la pollution atmosphérique sont des solutions end-of-pipe. Ces mesures sont généralement moins efficaces en termes de coûts et ont une incidence moindre sur la performance environnementale que les mesures préventives destinées à améliorer l'efficacité de la production.

Sur certains sites toutefois, des mesures spécifiques ont été prises pour réduire la pollution atmosphérique, comme dans le parc chimique de Knapsack (Allemagne, Parc N° 37). Sur ce site, un service centralisé a été créé en 1961 pour toutes les questions liées à la qualité de l'air et de l'eau afin d'améliorer la performance environnementale du parc. A l'Infrapark Baselland (Suisse, Parc N° 110), la production de produits chimiques et agrochimiques spéciaux génère des émissions de composés organiques. Ces émissions sont collectées, prétraitées et utilisées par le centre énergétique du site pour l'incinération des déchets industriels solides et/ou liquides et des déchets spéciaux. Le parc chimique de Krefeld-Uerdingen (Allemagne, Parc N° 41) recourt quant à lui à diverses technologies pour contrôler la pollution atmosphérique, parmi lesquelles un système innovant de filtration. Le parc industriel de Schwedt (Allemagne, Parc N° 55) a développé des infrastructures spéciales pour réduire les rejets d'hydrocarbures et mis en œuvre un système de contrôle des émissions polluantes.

L'absence de standard pour la définition des parcs éco-industriels et la faible application des normes de type ISO 14000 à l'échelle des parcs industriels explique la faible occurrence de cet éco-critère pour les cas étudiés (25/168). Si les certifications EMS ne sont pas directement liées à l'application de technologies cleantech innovantes ni à l'élaboration de schémas intégrés complexes, elles obligent les parcs industriels à s'intéresser à bon nombre d'aspects de la performance environnementale. Les parcs d'eco-innovation appliquant un système de management environnemental répondent en général à d'autres éco-critères également.

Aujourd'hui, il n'est pas rare de voir des parcs industriels certifiés selon des normes environnementales internationales telles que la norme ISO 14001 ou le système européen EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), alors que ces certifications étaient récemment encore plutôt appliquées à l'échelle des entreprises. Plusieurs études de cas illustrent bien cette tendance. Certains sites tels que le parc industriel de la Plaine de l'Ain (France, Parc N° 29) ou le parc technologique de Galice (Parque Tecnológico Galicia Tecnópolis, Espagne, Parc N° 90), tous deux certifiés ISO 14001 et EMAS, sont même des pionniers en la matière en Europe. La tendance à la certification s'observe aussi en dehors du continent européen: depuis la fin des années 1990, la Chine a mis en place un programme national de zones de démonstration certifiées ISO 14000. La plupart des parcs sont certifiés sur la base de leur performance en termes de gestion opérationnelle, mais l'EMS peut également s'appliquer dès la phase de planification. La certification ISO 14001 a ainsi été accordée pour la conception, la réalisation et le marketing du projet de zone d'activité artisanale de Croix-Fort (France, Parc N° 21), une initiative de la collectivité territoriale publique. Un prestataire de services d'un parc industriel peut par ailleurs être certifié (cas du parc d'activités chimiques et pharmaceutiques de Wuppertal en Allemagne, Parc N° 54), ce qui peut avoir un impact sur les activités de toutes les entreprises du site.

Eco-critère n° 11: systèmes de management environnemental (SME)

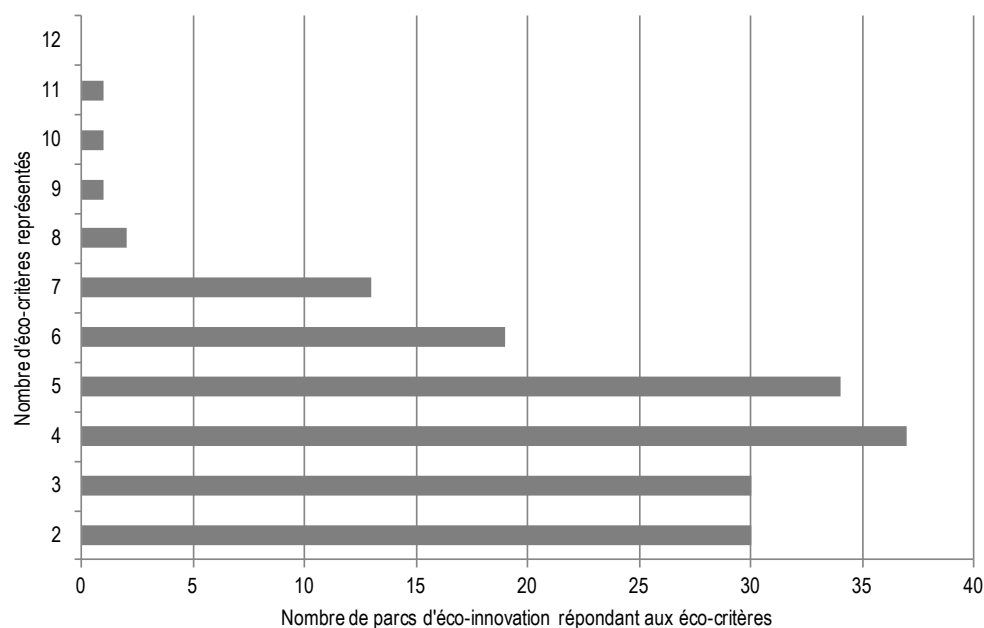
Outre les certifications ISO 14001 et EMAS, d'autres certifications environnementales ont été identifiées à l'échelle des parcs industriels. Dans la vallée solaire de Dezhou (Chine, Parc N° 124), un système pilote de management énergétique (EnMS) a été mis en place récemment. Le projet de reconversion des friches industrielles du port de Moerdijk (Pays-Bas, Parc N° 73) est certifié Ecoports, une certification SME européenne élaborée spécifiquement pour les ports. Pour les parcs éco-industriels, plusieurs pays ont lancé leurs propres initiatives (label national «Environmental Equipped Industrial Area» (EEIA) en Italie, système de certification chinois basé sur un ensemble d'indicateurs). Cela étant, une certification reconnue au niveau international fait toujours défaut.

Les mesures intégrées de prévention du bruit sont davantage mises en œuvre à l'échelle des entreprises que des parcs industriels (13/168). A l'instar de l'éco-parc de Hong-Kong (Chine, Parc N° 125), les parcs industriels peuvent néanmoins prendre des dispositions pour encourager la réduction du bruit chez les entreprises établies sur leur périmètre. Les gestionnaires des parcs peuvent par ailleurs dresser des cartes de niveau sonore pour identifier les sources de bruit et proposer des solutions ciblées. Plusieurs parcs industriels européens ayant participé au projet Ecomark (Ecomark 2013) ont été invités à prendre des mesures de prévention du bruit et ont cartographié les niveaux sonores (Parcs N° 90, 92, 94 et 95).

Parmi les autres exemples de mesures prises à l'échelle des parcs industriels, citons l'aménagement d'espaces verts afin de réduire la pollution sonore et atmosphérique (parc industriel de Padoue en Italie, Parc N° 64).

Eco-critère n° 12: prévention du bruit

Fig. 8 > Répartition des éco-critères entre les parcs d'éco-innovation



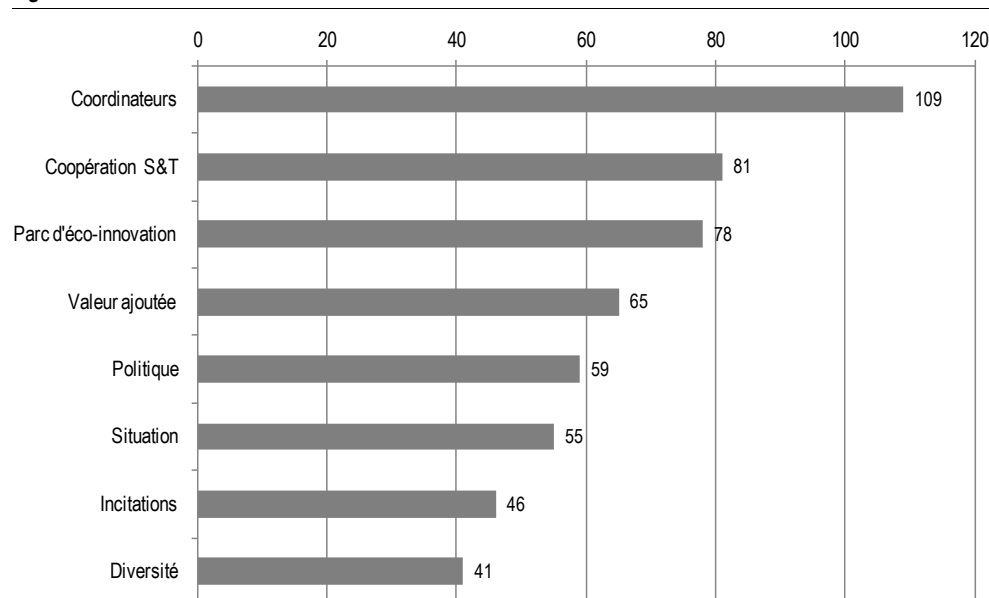
Les activités de la majorité des parcs d'éco-innovation répertoriés intègrent entre deux et cinq éco-critères (fig. 9). Seuls une minorité de parcs suivent une approche holistique (identification de huit éco-critères ou plus): le London Sustainable Industries Park (huit éco-critères, Parc N° 116, Royaume-Uni), Masdar city (huit éco-critères, Parc N° 157, Emirats arabes unis), Organic City (neuf éco-critères, Parc N° 69, Luxembourg), l'éco-cité de Tianjin (dix éco-critères, Parc N° 131, Chine) ou la cité cleantech de Malmö (onze éco-critères, Parc N° 101, Suède). Menées principalement en zone urbaine, ces initiatives sont en cours de réalisation ou de développement. Un parc d'éco-innovation pleinement opérationnel qui prenne en compte tous les aspects de l'éco-innovation n'a donc pas été identifié.

1.7.3 Facteurs de succès des parcs d'éco-innovation et de la gestion des zones industrielles

L'étude a mis en évidence que la clé de la réussite du développement et de la gestion des parcs d'éco-innovation réside essentiellement dans la volonté des entreprises d'améliorer notablement leur position économique ainsi que dans la coordination des activités de gestion et la mise en place d'activités de recherche et développement.

La fig. 9 présente la répartition des facteurs de succès pour les 168 projets détaillés (description des facteurs de succès: voir la section 1.3).

Fig. 9 > Occurrence des facteurs de succès dans les cas étudiés



Le facteur de succès présentant la plus grande occurrence est lié à la structure organisationnelle et institutionnelle des parcs d'éco-innovation (coordinateurs identifiés dans 109 parcs d'éco-innovation sur 168, occurrence abrégée ci-après sous la forme 109/168). Bon nombre de projets réussis intègrent un organe chargé de coordonner les contacts et les collaborations entre les entreprises (plateforme de conseil et de discussion ou centre de gestion pour les infrastructures et les services mutualisés). Au premier stade d'un projet, le coordinateur a essentiellement pour mission de recruter les

Facteur de succès n° 1:
structures organisationnelles et
institutionnelles (*coordinateurs*)

entreprises participantes, d'inciter les entreprises du secteur privé à s'engager (prise en charge des analyses coûts-bénéfices), de fournir une assistance politique et managériale et des services de formation et d'information, ainsi que de promouvoir le développement du projet. Malheureusement, ces missions sont rarement menées à bien pour des raisons d'épuisement des budgets. C'est pourquoi l'entité désireuse d'initier des activités d'éco-innovation doit nommer ou constituer un organe de coordination efficace et légitime jouant un rôle de facilitateur. D'après cette étude, l'existence d'un organe de coordination sur site apparaît comme le principal facteur de succès des parcs d'éco-innovation. Un tel organe contribue en effet à renforcer la confiance et à encourager le dialogue entre les parties prenantes.

Les instances de coordination décrites dans les études de cas sont soit (i) des entités issues de partenariats public-privés (PPP) actives comme facilitateur à l'échelle du parc industriel (services publics, prestataires de services, entreprises clés du parc comme les producteurs d'énergie ou les associations d'acteurs économiques), soit (ii) des institutions publiques actives à une échelle géographique plus vaste mais développant des projets et des politiques spécifiques pour les zones industrielles ou urbaines, voire pour un ensemble de zones industrielles établies aux alentours d'une agglomération.

Les deux solutions peuvent se révéler efficaces, selon les structures préexistantes et le contexte institutionnel et culturel local. Si les politiques publiques encouragent clairement l'amélioration de l'efficacité des ressources et l'élaboration de solutions novatrices, la fourniture de services publics et de services en général pourrait être renforcée dans les zones industrielles.

Dans bon nombre de parcs d'éco-innovation matures, les organes de coordination proposent les services suivants:

- > Elaboration de modèles économiques
- > Elaboration et gestion de projet
- > Contrôle des risques
- > Communication, activités de sensibilisation, réseautage social
- > Contacts avec l'administration
- > Gestion des infrastructures et des services mutualisés
- > Promotion économique et promotion du site
- > Assistance à l'établissement des entreprises

S'il intègre des technologies de l'information et de la communication, l'organe de coordination peut également faciliter l'identification d'opportunités d'éco-innovation et contrôler la performance du réseau sur la durée (Grant et al. 2010). Dans tous les cas, des compétences spécifiques sont nécessaires pour assurer le dialogue entre la direction des entreprises et les ingénieurs. Pour avoir une vue d'ensemble des services pouvant être proposés par un organe de coordination, référez-vous aux parcs gérés par Infraser (Allemagne, Parcs N° 37 et N° 48) ou au cas du site chimique Cimo de Monthey (Suisse, Parc N° 107).

Outre la mise en place d'une instance de coordination, l'éco-innovation à l'échelle d'un parc industriel requiert souvent le développement ou l'adaptation de nouveaux systèmes et technologies pour un contexte spécifique. La possibilité pour les entreprises de concevoir de nouveaux produits conjointement avec un partenaire scientifique est à ce titre essentielle. C'est pourquoi la coopération avec des institutions scientifiques et technologiques favorisant l'adaptation et la mise en œuvre de solutions éco-innovantes est le deuxième facteur de succès des parcs d'éco-innovation (81/168). A titre d'exemple, citons le centre de gestion durable des ressources (Centre for Sustainable Resource Processing, CSRP) de l'Université Curtin en Australie, qui a aidé la Kwinana Industrial Association (KIA) à identifier le potentiel de symbiose industrielle entre les acteurs économiques (voir Parc N° 118). De telles collaborations viennent souvent s'ajouter à des programmes éducatifs et contribuent à former de nouvelles générations de professionnels.

Ces types de programmes sont généralement axés sur des thématiques techniques et d'ingénierie ou sur la protection de l'environnement. Il serait donc utile que les écoles d'ingénieurs et de commerce intègrent des connaissances organisationnelles et économiques liées aux parcs d'éco-innovation.

La qualification d'un parc industriel comme parc d'éco-innovation ou parc éco-industriel sert essentiellement la promotion économique et le développement régional (78/168). En effet, la mission de bon nombre de services de promotion économique est d'attirer les entreprises plutôt que de promouvoir l'éco-innovation. L'idée est donc d'élaborer des stratégies qui incitent les entreprises à mutualiser les infrastructures (réduction des coûts d'investissement) et de mettre en avant l'intérêt de l'efficacité des ressources et du recours aux agents énergétiques renouvelables pour la résilience économique régionale.

La valeur ajoutée économique apportée par les activités interentreprises permettant de réduire les dépenses et/ou d'améliorer les profits semble être une autre raison essentielle du regroupement des entreprises au sein de parcs industriels (65/168). L'éco-innovation visant souvent à élaborer des solutions d'optimisation de l'utilisation des ressources, il n'est pas rare que les coûts d'investissement correspondants constituent un frein à l'établissement des entreprises dans un parc ou une zone industriels. Tout l'enjeu est donc d'élaborer des solutions économiquement viables pour les parties prenantes. Qu'elle soit réalisée par l'organe de coordination en place ou par un consultant, l'analyse coûts-bénéfices est essentielle car elle incite les entreprises à mettre en œuvre des décisions économiquement saines et respectueuses de l'environnement. De même, l'établissement d'entreprises dans le parc industriel favorisera l'installation d'autres entreprises aux activités complémentaires (voir également le facteur de succès n° 8: diversité).

Parmi les autres facteurs favorisant l'éco-innovation, l'aide juridique, réglementaire et institutionnelle apportée par le gouvernement central ou local semble nettement plus importante que les incitations financières (59/168 contre 46/168).

Diverses politiques sont susceptibles de créer une dynamique de changement contribuant au succès d'un parc d'éco-innovation. Les autorités peuvent donc jouer un rôle clé dans l'aménagement des parcs d'éco-innovation si elles édictent des réglementations et prennent des mesures de contrôle des incidences sur l'environnement. L'appli-

Facteur de succès n° 2:
coopération avec des institutions
scientifiques et technologiques
(coopération S&T)

Facteur de succès n° 3:
désignation claire d'un site
comme parc d'éco-innovation
(parc d'éco-innovation)

**Facteur de succès n° 4: valeur
ajoutée économique (valeur
ajoutée)**

Facteur de succès n° 5:
cadre politique et réglementaire
(politique)

cation du principe pollueur-payeur a par exemple clairement favorisé le développement de l'industrie du recyclage et la constitution des premières symbioses industrielles en Europe, de la ville de Kalundborg notamment (Danemark, Parc N° 14).

Les mesures de contrôle ne sont pas les seuls instruments des politiques publiques. Au cours des dix dernières années, bon nombre de pays européens ont développé des mesures d'incitation visant à favoriser et à initier des changements au sein des entreprises. Malheureusement, les projets pilotes menés pour améliorer l'efficacité des ressources à l'échelle des parcs industriels sont très souvent limités dans le temps. Afin que les changements s'opèrent à long terme, ce type d'activités devraient être incluses dans les énoncés de mission des services publics.

Bon nombre de stratégies de développement régional se concentrant sur les aspects économiques et l'emploi, la situation géographique d'un parc et l'infrastructure régionale disponible peuvent influencer sur la mise en œuvre de l'éco-innovation. Comme celui des secteurs industriels représentés, le choix de l'emplacement d'un nouveau parc d'éco-innovation doit intervenir au moment de l'élaboration de la politique de développement régional et des décisions d'aménagement du territoire (Jensen et al. 2012). Ces choix influenceront notamment sur la chaîne logistique des entreprises, la commercialisation et l'accès à des ressources spécifiques. Localement, la sélection de terrains industriels aura une incidence directe sur l'efficacité des ressources aux stades ultérieurs de développement (55/168). La planification de nouvelles zones industrielles impose donc de considérer la gestion des flux de matériaux et d'énergie au tout début de la stratégie de développement régional.

Facteur de succès n° 6: facteurs géographiques et infrastructure régionale (*situation*)

Les incitations financières peuvent également favoriser la mise en œuvre de l'éco-innovation. Des modèles de financement innovants ou des partenariats public-privé peuvent par exemple être proposés (Sakr et al. 2011; Van Berkel et al. 2009a). Certains mécanismes de prise en charge des risques financiers (prêts temporaires à taux zéro) peuvent accroître notablement le taux de réussite d'un projet et raccourcir sa durée de développement tout en garantissant le financement. Des incitations peuvent également être proposées aux entreprises sous la forme d'une assistance technique ou organisationnelle. C'est le cas par exemple du National Industrial Symbiosis Programme au Royaume-Uni (section 2.18), qui propose aux entreprises des services gratuits de conseil afin d'éviter la mise en décharge des déchets. Ces services sont financés par le gouvernement britannique sur la base des bénéfices générés par l'augmentation annuelle de la taxe nationale sur les décharges. L'étude fait cependant apparaître que les incitations financières ne jouent qu'un rôle secondaire dans le succès des parcs d'éco-innovation (46/168).

Facteur de succès n° 7: incitations financières (*incitations*)

La prise en compte des parcs d'éco-innovation dans les stratégies de développement régional contribue à diversifier les activités et à faire émerger de nouvelles industries. Les avantages pour les entreprises membres d'un parc d'éco-innovation sont nombreux: réduction notable des coûts d'exploitation, conception, architecture et construction durables, coopération, innovation, développement de nouvelles technologies, partage des savoir-faire (Deutz et al. 2004; Gibbs et al. 2007).

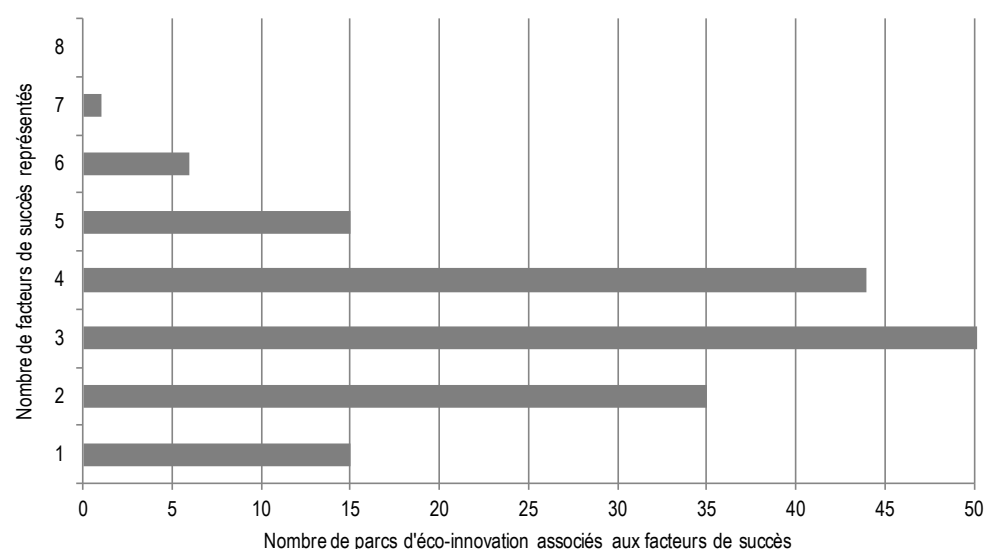
Facteur de succès n° 8: diversité des activités économiques (*diversité*)

Des modèles novateurs de collaboration interentreprises seront plus à même de se développer dans un environnement multi-activités ayant déjà mis en place des systèmes de récupération des déchets et d'échanges de matériaux et d'énergie dans une perspec

tive à long terme. Les réseaux collaboratifs pouvant être optimisés à mesure de l'établissement de nouvelles entreprises, la diversité des activités économiques ne figure pas parmi les premiers facteurs de succès des parcs d'éco-innovation (41/168).

La fermeture ou le déménagement d'entreprises pourrait toutefois remettre en cause l'ensemble du système si un réseau interdépendant s'est constitué au sein du parc. Tout comme les autres types de parcs industriels, les parcs d'éco-innovation doivent pouvoir s'adapter aux évolutions économiques. L'existence d'un organe de coordination actif joue un rôle majeur dans l'incitation au changement et contribue à la mise en œuvre durable de l'éco-innovation au sein d'un parc industriel.

Fig. 10 > Répartition des facteurs de succès entre les parcs d'éco-innovation



Pour la quasi-totalité des parcs d'éco-innovation étudiés, une combinaison de facteurs de succès a été identifiée (fig. 10), confirmant l'idée selon laquelle l'approche multi-niveaux favorise le développement et la mise en œuvre de l'éco-innovation. Les parcs éco-industriels Mipo and Onsan (projet Ulsan, Corée du Sud, Parc N° 153) montrent le plus grand nombre de facteurs de succès.

Un parc industriel ne peut se muer en parc d'éco-innovation que si les conditions adéquates sont réunies. Dans nombre de cas étudiés, on observe que le déficit de données sur le potentiel ou sur l'utilité des innovations techniques et organisationnelles ainsi que les doutes exprimés par les entreprises constituent les principaux obstacles à la réalisation de projets d'éco-innovation. D'où la nécessité de communiquer sur les parcs d'éco-innovation qui ont fait leurs preuves pour obtenir le soutien de la communauté et du secteur privé.

La plupart des pays qui intègrent dans leurs stratégies nationales des programmes d'éco-innovation et de développement des parcs éco-industriels (Corée du Sud, Chine et Etats-Unis) tendent à élargir le champ des actions initiées dans le cadre de projets pilotes. La communication ciblée sur les projets réussis contribue à la reproduction des

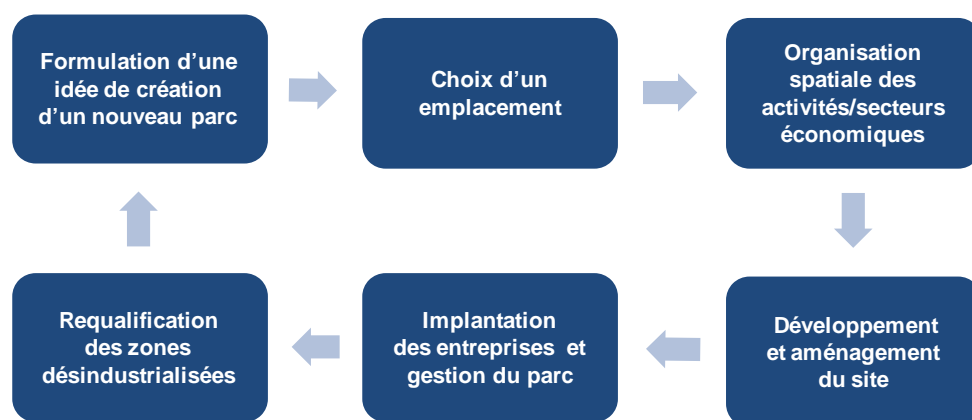
meilleures pratiques et à leur reprise dans d'autres villes et régions (Chertow 2007; Mathews et al. 2011; Park et al. 2008; Shi et al. 2012)

1.8

Conclusion:**perspectives concernant la création et la gestion des parcs d'éco-innovation**

Favoriser le développement de l'éco-innovation impose de considérer chacune des six étapes du cycle de vie d'un parc industriel comme une opportunité d'action (fig. 11). Les acteurs publics et privés en charge des stratégies de protection de l'environnement, d'aménagement du territoire et de développement économique doivent développer conjointement des activités et des prescriptions visant à favoriser l'émergence de modèles organisationnels et économiques innovants aux phases de planification, de conception, de réalisation, de gestion et de requalification du développement industriel. La réalisation d'un développement industriel durable et innovant passe par un équilibre des aspects de gouvernance, de ressources, ainsi que des questions écologiques, économiques et communautaires. Cette section propose les méthodologies et les outils utiles pour planifier de nouvelles zones industrielles et faire évoluer les zones industrielles existantes vers des parcs d'éco-innovation.

Fig. 11 > Cycle de vie d'un parc industriel



1.8.1

Planification d'un parc d'éco-innovation

Plusieurs cas étudiés font état d'une prise en compte de l'éco-innovation au stade de planification, c'est-à-dire avant l'établissement des entreprises (bassin industriel de Nogent, France, Parc N° 14; région éco-industrielle du Chablais, Suisse, Parc N° 106; El Pedregals, Espagne, Parc N° 87; parc écologique industriel de la vallée Hunter, Australie, section 3.1.1). Concevoir et planifier un parc d'éco-innovation impose de considérer l'éco-innovation à chacune des étapes de développement du projet:

1. Elaboration d'un plan d'affectation et d'un plan directeur
2. Validation par les autorités compétentes
3. Contrôle et optimisation de l'aménagement du territoire
4. Mise en place des instances de gouvernance de la zone

5. Réalisation de plans sectoriels, d'aménagement et d'allocation détaillés (infrastructure)
6. Consultation par les services gouvernementaux
7. Réalisation d'une enquête publique

La mise en œuvre de l'éco-innovation doit notamment être prise en compte lors de l'élaboration du plan d'affectation (étape 1) et de la définition des instances de gouvernance et des infrastructures (étapes 4 et 5). Le plan d'affectation constitue un document de référence regroupant les instructions et les dispositions relatives à l'efficacité des ressources et à la logistique, ainsi que les mesures environnementales spécifiques. Outre les objectifs de développement économique, le plan d'affectation peut spécifier les normes environnementales devant être respectées à l'échelle du parc (parc éco-industriel, parc zéro émissions, etc.). Bon nombre de pays européens procèdent à des évaluations environnementales stratégiques pour renforcer la collaboration entre les urbanistes, les planificateurs et les experts environnementaux. Cela permet notamment de prendre en compte les aspects environnementaux durant les phases de planification, de développement et de validation des projets et programmes (OFEV 2013). Aujourd'hui, on tend à impliquer dans les projets un grand nombre de spécialistes de manière à couvrir le plus de compétences possibles (éco-critères tels que définis dans la présente étude):

- > Ecologie industrielle (approche systémique des activités économiques)
- > Symbiose industrielle (développement de la collaboration interentreprises)
- > Planification de l'utilisation de l'énergie à l'échelle du territoire (promotion des énergies renouvelables, utilisation en cascade de l'énergie, efficacité énergétique)
- > Gestion de l'eau
- > Gestion des déchets
- > Mobilité, fret et logistique
- > Conservation du paysage et de la biodiversité
- > Prévention du bruit
- > Protection de l'air
- > Gestion des risques industriels

En procédant à des analyses des flux de matériaux pour les activités programmées, il est possible d'identifier des solutions permettant d'améliorer l'efficacité des ressources avant l'établissement des entreprises. Le fait d'incorporer de telles opportunités de symbioses industrielles dès la phase de planification peut mettre en évidence les proximités géographiques susceptibles de créer une valeur ajoutée économique et environnementale. La proximité entre des entreprises complémentaires permet de réduire les transports. Le regroupement des entreprises facilite l'accès aux réseaux partagés d'information et de connaissances, les synergies et les partenariats entre les entreprises, ainsi que l'accès aux marchés, aux ressources et aux institutions de soutien. Le concept de regroupement étant axé sur les interdépendances et les liens fonctionnels entre les acteurs d'une même chaîne de création de valeur, le fait même de se regrouper favorise l'innovation.

Des structures innovantes de gouvernance sont également nécessaires pour fournir des services aux entreprises et ainsi inclure des mesures d'éco-innovation à l'échelle du parc (section 1.7.3). Si le type d'instance de coordination peut être déterminé lors de

l'évaluation environnementale stratégique, les activités de coordination devront être gérées à un stade ultérieur.

Enfin, les possibilités concrètes détaillées lors de la phase de planification devront être transposées en modèles économiques viables dans les plans d'aménagement. Les infrastructures mutualisées et les réseaux doivent notamment être précisés, une marge de développement étant ménagée pour d'autres réseaux. Planifier des infrastructures mutualisées permet non seulement de réduire les coûts d'investissement pour toutes les entreprises du parc mais aussi de réduire les risques financiers. L'objectif est d'inciter au changement en proposant des mesures incitatives et en développant un solide cadre de collaboration qui motive les entreprises et de réduire les risques dus à des actions isolées.

1.8.2 Transformation d'une zone industrielle existante en parc d'éco-innovation

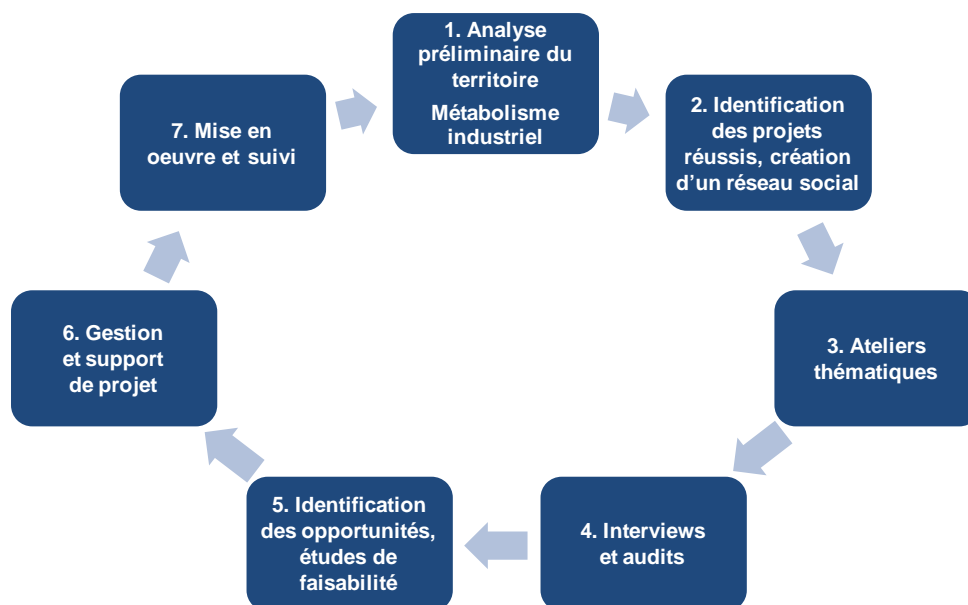
L'analyse statistique des éco-critères montre l'importance de l'évaluation des flux de matériaux et d'énergie afin de créer une symbiose industrielle et de mettre en place des stratégies d'optimisation de l'efficacité des ressources. Les bases centralisées de données sur les flux de matériaux et d'énergie constituent des outils efficaces de transformation des systèmes industriels linéaires en systèmes en circuit fermé, inspirés des écosystèmes biologiques.

La constitution d'un réseau social et d'un groupement d'acteurs économiques – conditions de la mise en œuvre de la collaboration interentreprises et de l'éco-innovation – passe par la création préalable d'une instance de gestion du projet (facteur de succès n° 1). Comme mentionné à la section 1.7.3, un prestataire de services, une institution publique ou un consultant externe peut jouer à ce niveau un rôle de facilitateur (fig. 12), une approche adoptée dans différents pays (Adoue 2004; Chertow 2007; Costa et al. 2010a; Erkman 2001; Grant et al. 2010; Lowe 1997; Massard 2011; Van Beers et al. 2005). Le temps nécessaire pour la mise en œuvre de solutions d'éco-innovation varie considérablement d'un cas à un autre: instantanéité pour les «simples» échanges de ressources, cinq à dix ans pour la création d'infrastructures mutualisées.

Différents outils de stockage et d'analyse des données sur les flux de matériaux et d'énergie ont été conçus pour aider les facilitateurs et les spécialistes dans leurs tâches. Si la plupart permettent d'identifier le potentiel de symbiose industrielle, certains incluent des fonctionnalités de gestion de projet et d'évaluation technique ou des systèmes d'information géographique (Grant et al. 2010).

Des outils d'analyse environnementale et d'analyse sociale du cycle de vie devraient par ailleurs être utilisés de façon plus systématique comme aides à l'élaboration de modèles économiques adaptés.

Fig. 12 > Méthodologie appliquée pour le développement d'une collaboration interentreprise



Selon Massard 2011

1.8.3 Recommandations, synthèse et conclusions

Les parcs d'éco-innovation visent à favoriser le regroupement d'entreprises ayant des installations pilotes et des processus intégrant des technologies et services environnementaux, incluant parfois des institutions de R&D. Douze dimensions de l'éco-innovation et les facteurs liés aux projets à succès ont été identifiés à l'échelle des parcs industriels.

Les recommandations suivantes récapitulent les meilleures pratiques en termes de création de parcs d'éco-innovation ou de transformation d'une zone industrielle en parc d'éco-innovation:

- > Communiquer sur les exemples réussis de parcs d'éco-innovation afin de gagner le soutien des secteurs public et privé.
- > Mettre en place une instance de coordination légitime et efficace qui facilitera et promouvra la mise en œuvre des opportunités d'éco-innovation identifiées
- > Collaborer avec des institutions scientifiques et technologiques pour accélérer l'adaptation et la mise en œuvre de solutions éco-innovantes ou pour en faciliter l'élaboration.
- > Proposer des solutions économiquement viables pour les entreprises grâce à un cadre politique ou des modèles de financement innovants (partenariats public-privé, p. ex.).
- > Choisir l'emplacement du parc et les principaux secteurs industriels (influence sur l'efficacité des ressources aux stades ultérieurs de développement), planifier les nouvelles zones industrielles en prenant en compte les flux de matériaux et d'énergie, la mobilité et les transports dès la phase d'élaboration de la stratégie de développement régional (évaluation stratégique de l'impact sur l'environnement).

Plan organisationnel

- > Mettre en place des infrastructures mutualisées adaptées à la demande sur site pour la production et la distribution d'énergie: production et distribution de chaleur et de vapeur pour les processus industriels (usine de cogénération alimentée par des déchets et de la biomasse), production d'électricité d'origine renouvelable; mettre en place des infrastructures de collecte et de (pré)traitement des eaux résiduelles.
- > Constituer un réseau partagé d'approvisionnement en eau non potable afin d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et faire des économies d'eau portable, attirer des entreprises de recyclage des déchets utilisant des technologies de pointe (traitement des déchets spéciaux des entreprises du site).
- > Identifier les activités locales de recyclage pour évaluer l'opportunité de développer soit des contrats de collecte groupée des déchets soit une plateforme intégrée de gestion des déchets pour l'ensemble du parc et les zones alentour.
- > Créer des incubateurs d'entreprises afin d'attirer les entreprises de production innovantes; proposer des services partagés entre les entreprises du site (salles de réunion, cafétéria, garderie pour enfants, soins infirmiers, loisirs, programmes de formation, contrôles sécurité, covoiturage, etc.).

Plan technique

Les recommandations ci-dessus complètent les mesures mises en œuvre à l'échelle des entreprises comme l'éco-conception de produits et autres actions de production propre et d'optimisation de l'efficacité des ressources (p.ex. construction durable, efficacité énergétique, efficacité et récupération de l'eau).

Dans la mesure où il n'existe pas de méthodes standardisées d'évaluation quantitative et qualitative des solutions éco-innovantes mises en œuvre, le succès immédiat et à long terme des parcs d'éco-innovation reste difficile à évaluer et à comparer. Compte tenu de la diversité des structures économiques et institutionnelles existant de par le monde, définir des normes spécifiques aux zones industrielles demeure fort compliqué. La législation chinoise semble être la seule qui propose un ensemble d'indicateurs permettant de définir un parc comme étant un parc éco-industriel. Les principaux indicateurs concernent les mesures d'optimisation de l'efficacité des ressources comme la consommation d'eau et d'énergie, le volume d'eaux résiduelles et de déchets solides par unité de valeur ajoutée, le taux de réutilisation des déchets solides et liquides, l'existence d'une installation centralisée de traitement des eaux ou d'un système de management environnemental à l'échelle du parc (Geng et al. 2008; Van Berkel 2010). Des initiatives similaires pourraient voir le jour dans un avenir proche dans d'autres pays, fournissant une base solide pour la création d'une norme internationale de contrôle des parcs d'éco-innovation.

Vers une norme internationale
pour les parcs d'éco-innovation

> Annexes

Liste des parcs d'éco-innovation

Tab. 6 > Liste des parcs d'éco-innovation européens

voir également la carte fig. 4.

Pays	Nom du cas	N° sur la carte	Type de parc	Etat du project
Autriche	Aspern – Cité-lac de Vienne	1	urbain	en cours d'aménagement
Autriche	Eco World Styria	2	industriel	opérationnel
Autriche	Ecoparc Hartberg Steiermark	3	industriel	opérationnel
Belgique	Parc scientifique Créalys®	4	industriel	opérationnel
Belgique	Parc Ecolys®	5	industriel	en cours d'aménagement
Belgique	Parc d'affaires Evolis	6	mixte	en cours d'aménagement
Belgique	Parc industriel Galaxia	7	industriel	opérationnel
Belgique	Parc industriel Kaiserbaracke	8	industriel	opérationnel
Belgique	Parc de Monceau-Fontaines	9	industriel	opérationnel
Belgique	Parc industriel de Tenneville	10	industriel	en cours d'aménagement
Bulgarie	Parc d'affaires Sofia	11	industriel	opérationnel
Danemark	Eco-cité d'Aarhus	12	urbain	opérationnel
Danemark	Parc industriel de Herning-Ikast	13	mixte	en cours de planification
Danemark	Cité durable de Kalundborg	14	mixte	opérationnel
Finlande	Parc éco-industriel de Harjavalta	15	industriel	opérationnel
Finlande	Parc éco-industriel de Kymi	16	industriel	opérationnel
Finlande	Projet MABU (Material Business)	17	industriel	opérationnel
Finlande	Parc éco-industriel de Rantasalmi	18	industriel	opérationnel
Finlande	Zone industrielle d'Uimaharju	19	industriel	opérationnel
France	Vallée de la Chimie	20	industriel	opérationnel
France	Parc d'activité artisanale de Croix-Fort	21	industriel	en cours d'aménagement
France	Parc industriel des Deux Synthe	22	industriel	opérationnel
France	Parc Grand Troyes	23	industriel	opérationnel
France	Zone industrialo-portuaire du Havre	24	industriel	opérationnel
France	Parcs industriels de Lagny-sur-Mame et La Courtilière	25	industriel	opérationnel
France	Bioraffinerie des Sohettes	26	industriel	opérationnel
France	Lille City	27	urbain	opérationnel
France	Bassin industriel de Nogent	28	industriel	en cours de planification
France	Parc industriel de la Plaine de l'Ain	29	industriel	opérationnel
France	Parc industriel de Port-Jérôme	30	industriel	opérationnel
France	Ecopôle Bois de la Roche-en-Brénil	31	industriel	opérationnel
France	Technopôle de Métropole Savoie	32	industriel	opérationnel
France	Parc industriel de Torvilliers	33	industriel	opérationnel
Allemagne	BASF Verbund, site de Ludwigshafen	34	industriel	opérationnel

Pays	Nom du cas	N° sur la carte	Type de parc	Etat du project
Allemagne	Parc industriel Bayer de Brunsbüttel	35	industriel	opérationnel
Allemagne	Camp CO ₂ -Zero	36	industriel	en cours d'aménagement
Allemagne	Parc industriel chimique de Knapsack	37	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc chimique et industriel de Zeitz	38	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc chimique de Bitterfeld Wolfen	39	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc chimique de Dormagen	40	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc chimique de Krefeld-Uerdingen	41	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc chimique de Leverkusen	42	industriel	opérationnel
Allemagne	Dow Value Park	43	industriel	opérationnel
Allemagne	Felsenpark	44	industriel	abandonné
Allemagne	Parc industriel de Gertshofen	45	industriel	opérationnel
Allemagne	Gewerbenetzwerk Pfaffengrund	46	industriel	opérationnel
Allemagne	Honeywell Seelze	47	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc industriel Höchst	48	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc industriel Kalle Albert	49	industriel	opérationnel
Allemagne	InfraLeuna, Leuna	50	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc chimique de Marl	51	industriel	opérationnel
Allemagne	Neue Bahnstadt, Opladen	52	mixte	en cours d'aménagement
Allemagne	Parc industriel d'Oberbruch	53	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc d'activités chimiques et pharmaceutiques de Wuppertal	54	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc industriel de Schwedt	55	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc zéro émissions de Bottrop	56	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc zéro émissions de Brême	57	industriel	opérationnel
Allemagne	Parc zéro émissions de Kaiserslautern	58	industriel	opérationnel
Italie	Parc industriel d'Amaro (Area Industriale di Amaro)	59	industriel	opérationnel
Italie	Parc industriel de Cairo Montenotte (Area Industriale di Cairo Montenotte)	60	industriel	opérationnel
Italie	Envipark (Parco Scientifico Tecnologico per l'Ambiente)	61	industriel	opérationnel
Italie	Zone industrielle de Lucento (Area Industriale Lucento)	62	mixte	opérationnel
Italie	Parc Navicelli di Pisa (Area Navicelli di Pisa)	63	industriel	opérationnel
Italie	Parc industriel de Padoue (Zona Industriale di Padova, ZIP)	64	industriel	opérationnel
Italie	Parc industriel de Ponte Rizzoli (Area Industriale di Ponte Rizzoli)	65	industriel	opérationnel
Italie	Parc industriel Prato 1 de Macrolotto (1° Macrolotto Industriale di Prato)	66	industriel	opérationnel
Italie	Parc agroalimentaire San Daniele s.c.a.r.l. (Parco-Agro-Alimentare di San Daniele s.c.a.r.l.)	67	mixte	opérationnel
Luxembourg	Eco-parc Windhof	68	mixte	opérationnel
Luxembourg	Organic City	69	urbain	en cours de planification
Pays-Bas	Bioparc Terneuzen	70	industriel	opérationnel
Pays-Bas	Parc chimique de Delfzijl	71	industriel	opérationnel
Pays-Bas	Parc industriel et d'affaires Emmtec	72	industriel	opérationnel
Pays-Bas	Moerdijk	73	industriel	opérationnel
Pays-Bas	Rietvelden – De Vutter (RiVu)	74	industriel	opérationnel
Pays-Bas	Projet Rotterdam Harbor INES	75	industriel	opérationnel
Pays-Bas	Parc d'affaires de Groningen-Sud	76	industriel	opérationnel

Pays	Nom du cas	N° sur la carte	Type de parc	Etat du project
Pologne	Parc industriel de Boruta Zgierz	77	industriel	opérationnel
Pologne	Business Garden Varsovie	78	mixte	en cours d'aménagement
Pologne	Parc industriel de Police	79	industriel	opérationnel
Pologne	Parc de production de Pulawy	80	industriel	opérationnel
Pologne	Parc industriel de Wroclaw	81	industriel	opérationnel
Portugal	Parc éco-industriel de Relvão	82	industriel	opérationnel
Portugal	Projet ResiSt	83	mixte	en cours d'aménagement
Slovénie	EKO-PARK d.o.o. Lendava	84	industriel	en cours d'aménagement
Espagne	22@Barcelona	85	mixte	opérationnel
Espagne	Cicle Pell	86	industriel	en cours de planification
Espagne	Els Pedregals	87	industriel	en cours de planification
Espagne	Parc de l'Alba	88	mixte	opérationnel
Espagne	Parc technologique de Valence	89	industriel	opérationnel
Espagne	Parc technologique de Galice	90	industriel	opérationnel
Espagne	Parc technologique et logistique de Vigo	91	industriel	opérationnel
Espagne	Parc industriel As Gándaras	92	industriel	opérationnel
Espagne	Parc industriel d'Alfacar	93	industriel	opérationnel
Espagne	Parc industriel El Congost	94	industriel	opérationnel
Espagne	Parc industriel O Ceao	95	industriel	opérationnel
Espagne	Zone industrielle Santa Perpètua de Mogoda	96	mixte	en cours de planification
Suède	Hammarby Sjöstad	97	urbain	opérationnel
Suède	Ile Händelö	98	industriel	opérationnel
Suède	Compté de Jämtland	99	mixte	opérationnel
Suède	Symbiose industrielle de Landskrona	100	mixte	abandonné
Suède	Malmö Cleantech City	101	mixte	opérationnel
Suède	Norrköping et Linköping	102	mixte	opérationnel
Suède	Réseau Södra Cell – Mönsterås	103	mixte	opérationnel
Suisse	Zone industrielle de Bâle	104	industriel	opérationnel
Suisse	Parc industriel de Bulle	105	industriel	opérationnel
Suisse	Région éco-industrielle du Chablais	106	industriel	en cours de planification
Suisse	Parc chimique Cimo de Monthey	107	industriel	opérationnel
Suisse	Parc éco-industriel de Daval	108	industriel	abandonné
Suisse	Ecosite workgroup	109	mixte	opérationnel
Suisse	Infrapark Baselland	110	industriel	opérationnel
Turquie	Programme d'éco-efficacité (production plus écologique)	111	industriel	Opérationnel
Royaume-Uni	Eco-parc de Dyfi	112	mixte	opérationnel
Royaume-Uni	Green Park	113	industriel	opérationnel
Royaume-Uni	Humber Industrial Symbiosis Programme	114	industriel	opérationnel
Royaume-Uni	Ince park	115	industriel	en cours de planification
Royaume-Uni	London Sustainable Industries Park	116	industriel	en cours d'aménagement

Tab. 7 > Liste des parcs d'éco-innovation non européens*voir également la carte fig. 5.*

Pays	Nom du cas	N° sur la carte	Type de parc	Etat du projet
Australie	Parc éco-industriel de la vallée Hunter	117	industriel	en cours de planification
Australie	Parc industriel de Kwinana	118	industriel	opérationnel
Australie	Zone industriel de Port Melbourne	119	industriel	en cours d'aménagement
Australie	Parc industriel Synergy	120	industriel	opérationnel
Chine	Complexe industriel de Tianjin	121	industriel	opérationnel
Chine	Eco-cité de Caofeidian	122	mixte	en cours d'aménagement
Chine	Dalian Development Area (DDA)	123	mixte	opérationnel
Chine	Vallée solaire de Dezhou	124	mixte	opérationnel
Chine	Eco-parc de Hong-Kong	125	industriel	opérationnel
Chine	Guitang Group	126	industriel	opérationnel
Chine	Parc éco-industriel de démonstration de Lubei	127	industriel	opérationnel
Chine	Part 1	128	industriel	opérationnel
Chine	Parc éco-industriel du nouveau quartier de Tiexi-Shenyang	129	industriel	opérationnel
Chine	Parc industriel de Suzhou	130	mixte	opérationnel
Chine	Eco-cité de Tianjin	131	mixte	en cours d'aménagement
Chine	Zone de développement technique et économique de Tianjin (TEDA)	132	mixte	opérationnel
Chine	Zone de développement économique de Yixing (YEDZ)	133	industriel	opérationnel
Inde	Zone économique spéciale d'Andhra Pradesh	134	industriel	opérationnel
Inde	Zone industrielle de Nanjangud	135	industriel	opérationnel
Inde	Zone industrielle de Narela	136	industriel	opérationnel
Inde	Naroda by-product exchange	137	industriel	opérationnel
Inde	Zone industrielle de Talaja	138	industriel	opérationnel
Inde	Parc industriel de Vatva	139	industriel	opérationnel
Israël	Parc Matam	140	industriel	opérationnel
Japon	Eco-ville d'Aichi	141	industriel	opérationnel
Japon	Eco-ville d'Akita	142	industriel	opérationnel
Japon	Eco-ville de Kawasaki	143	industriel	opérationnel
Japon	Eco-ville de Kitakyushu	144	industriel	opérationnel
Japon	Eco-ville de Minamata	145	industriel	opérationnel
Japon	Eco-ville de Naoshima	146	industriel	opérationnel
Japon	Parc éco-industriel de Fujisawa	147	industriel	en cours de planification
Japon	Parc éco-industriel de Kokubo	148	industriel	opérationnel
Corée du Sud	Parcs éco-industriels de Banwol et Shiwha	149	industriel	opérationnel
Corée du Sud	Parc éco-industriel de Chengju	150	industriel	opérationnel
Corée du Sud	Cité verte de Gwangju	151	urbain	opérationnel
Corée du Sud	Réseau de parcs éco-industriels Macheon-Chilseo-Sangpyeong	152	industriel	opérationnel
Corée du Sud	Parcs éco-industriels Mipo & Onsan (projet Ulsan)	153	industriel	opérationnel
Corée du Sud	Parc éco-industriel de Pohang	154	industriel	opérationnel
Corée du Sud	Parc éco-industriel de Yeosu	155	industriel	opérationnel
Emirats arabes unis	Al Naseem	156	urbain	en cours d'aménagement

Pays	Nom du cas	N° sur la carte	Type de parc	Etat du projet
Emirats arabes unis	Masdar City	157	urbain	en cours d'aménagement
Etats-Unis	Part 3. By-Product Synergy Central Gulf Coast Project	158	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Parc éco-industriel de Camden	159	mixte	en cours d'aménagement
Etats-Unis	Communauté planifiée de Devens	160	mixte	opérationnel
Etats-Unis	Symbioses industrielles de Guayama (Puerto Rico)	161	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Intervale Food Center	162	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Complexe industrialo-portuaire de Keystone	163	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Parc éco-industriel de Londonderry	164	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Red Hills Ecoplex	165	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Royal Phoenix Redevelopment Project	166	mixte	en cours d'aménagement
Etats-Unis	Parc éco-industriel de Silver Bay	167	industriel	opérationnel
Etats-Unis	Twelve West	168	urbain	opérationnel

> Bibliographie

- Adamides E.D. and Mouzakitis Y. 2009: Industrial ecosystems as technological niches. *Journal of Cleaner Production* 17, 172–180.
- Adoue C. 2004: Méthodologie d'identification de synergies éco-industrielles réalisables entre entreprises sur le territoire français, Université de technologie de Troyes.
- Allenby B. 1999: Industrial ecology, policy framework and implementation. Prentice Hall, NJ, Upper Saddle River.
- Baas L.W. and Boons F.A. 2004: An Industrial Ecology project in practice: exploring the boundaries of decision-making levels in regional industrial systems. *Journal of Cleaner Production* 12, 1073–1085.
- BASF: BASF invests in structural infrastructure at the Ludwigshafen Site 18.07.2013, www.basf.com/group/pressrelease/P-11-393.
- BASF: Verbund. Unique Verbund concept – a competitive advantage for BASF 18.07.2013, www.factbook.basf.com/basf-the-chemical-company/verbund.html.
- Boons F.A. and Howard-Grenville J.A. 2009: The social embeddedness of Industrial Ecology. Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham.
- Chertow M. 2000: Industrial Symbiosis: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment* 25, 313–337.
- Chertow M.R. 2007: «Uncovering» Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 11, 11–30.
- Cohen Rosenthal E. 2003: Eco-industrial strategies: unleashing synergy between economic development and the environment. Greenleaf Publishing Limited.
- Costa I. and Ferrão P. 2010a: A case study of Industrial Symbiosis development using a middle-out approach. *Journal of Cleaner Production* 18, 984–992.
- Costa I., Massard G., Agarwal A. 2010b: Waste management policies for Industrial Symbiosis development: case studies in European countries. *Journal of Cleaner Production* 18, 815–822.
- Côté R.P. and Cohen-Rosenthal E. 1998: Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production* 6, 181–188.
- Côté R.P. and Hall J. 1995: Industrial parks as ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 3, 41–46.
- Deutz P. and Gibbs D. 2004: Eco-industrial development and economic development: industrial ecology or place promotion? *Business strategy and the environment* 13, 347–362.
- Ecodyfi: About Ecodyfi 18.07.2013, www.ecodyfi.org.uk/ecodyfi.htm.
- Ecomark: Ecomark 18.07.2013, www.ecomarkproject.eu/.
- Ehrenfeld J., Gertler N. 1997: Industrial Ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology* 1, 67–79.
- Enviroehub: Your Local Water Snapshot 18.07.2013, www.enviroehub.com.au/uploads/climate-conversations/3207_Port_Melbourne_Fact_Sheet_Final.pdf
- EPA: Sites in Reuse in Virginia 18.07.2013, www.epa.gov/superfund/programs/recycle/live/region3_va.html.
- Erkman S. 1997: Industrial Ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production* 5, 1–10.
- Erkman S. 2001: Industrial ecology: a new perspective on the future of the industrial system. *Swiss Medical Weekly* 131, 531–538.
- Fiksel J. 2003: Designing resilient, sustainable systems. *Environmental Science, Technology* 37, 5330–5339.
- Frosch R.A., Gallopoulos N. 1989: Strategies for manufacturing. *Scientific American* 261, 144–152.
- Geng Y., Zhang P., Côté R.P., Fujita T. 2008: Assessment of the national eco-industrial park standard for promoting Industrial Symbiosis in China. *Journal of Industrial Ecology* 13, 15–26.
- Gibbs D., Deutz P. 2005: Implementing Industrial Ecology? Planning for eco-industrial parks in the USA. *Geoforum* 36, 452–464.
- Gibbs D., Deutz P. 2007: Reflections on implementing Industrial Ecology through eco-industrial park development. *Journal of Cleaner Production* 15, 1683–1695.
- Grant G.B., Seager T.P., Massard G., Nies L. 2010: Information and communication technology for Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 14, 740–753.
- Heeres R.R., Vermeulen W.J.V., de Walle F.B. 2004: Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. *Journal of Cleaner Production* 12, 985–995.
- Jacobsen N.B. 2006: Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of Industrial Ecology* 10, 239–255.
- Jacobsen N.B., Anderberg S. 2004: Understanding the evolution of industrial symbiotic networks: the case of Kalundborg. In: van den Bergh, J. (Ed.), *Economics of Industrial Ecology*. MIT Press, Cambridge.
- Jensen P.D., Basson L., Hellawell E.E., Leach M. 2012: 'Habitat' Suitability Index mapping for Industrial Symbiosis planning. *Journal of Industrial Ecology* 16, 38–50.
- Kalundborg Symbiosis 2013: Result examples 19.07.2013, www.symbiosis.dk/en/content/example-results.
- Karlsson M., Wolf A. 2008: Using an optimization model to evaluate the economic benefits of Industrial Symbiosis in the forest industry. *Journal of Cleaner Production* 16, 1536–1544.

- Korhonen J., Snäkin J.-P. 2005: Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application. *Ecological Economics* 52, 169–186.
- Lowe E.A. 1997: Creating by-product resource exchanges: strategies for eco-industrial parks. *Journal of Cleaner Production* 5, 57–65.
- Lowe E.A. 2001: Eco-industrial park handbook for Asian developing countries, Report to Asian Development Bank. Indigo Development.
- Lowe E.A., Evans L.K. 1995: Industrial Ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 3, 47–53.
- Lowe E.A., Moran S.R., Holmes D.B. 1996: Fieldbook for the development of eco-industrial parks. Indigo Development & Research Triangle Institute.
- Massard, G., 2011. Les symbioses industrielles: une nouvelle stratégie pour l'amélioration de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques par les activités économiques, Ph.D. thesis, Université de Lausanne..
- Mathews J.A., Tan H. 2011: Progress toward a circular economy in China. *Journal of Industrial Ecology* 15, 435–457.
- Mirata M. 2004: Experiences from early stages of a National Industrial Symbiosis Programme in the UK: determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner Production* 12, 967–983.
- Natur und Wirtschaft. Natur und Wirtschaft 23.07.2013, www.naturundwirtschaft.ch/.
- OECD 2009: Sustainable manufacturing and eco-innovation, framework, practices and measurement; Sythesis report Eco-innovation. OECD.
- OFEV: Evaluation environnementale stratégique (EES) www.bafu.admin.ch/uvp/01065/index.html?lang=fr.
- Outters M. 2006: Guide de recommandations pour la planification et la gestion des zones industrielles avec l'écologie industrielle. Ecosind.
- Pakarinen S., Mattila T., Melanen M., Nissinen A., Sokka L. 2010: Sustainability and Industrial Symbiosis – The evolution of a Finnish forest industry complex. *Resources, Conservation and Recycling* 54, 1393–1404.
- Park H.-S., Rene E.R., Choi S.-M., Chiu A.S.F. 2008: Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea – From spontaneous evolution to systematic expansion of Industrial Symbiosis. *Journal of Environmental Management* 87, 1–13.
- Potts T. 2010: The natural advantage of regions: linking sustainability, innovation, and regional development in Australia. *Journal of Cleaner Production* 18, 713–725.
- Register R. 2002: Ecocities: building cities in balance with nature. Berkeley Hills Books, Berkeley.
- Rey E. 2011: Quartiers durables: Défis et opportunités pour le développement urbain, OFEN et ARE (Ed.). Confédération Suisse, Berne.
- Roberts B.H. 2004: The application of Industrial Ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study. *Journal of Cleaner Production* 12, 997–1010.
- Ruth M. and Davidsdottir B. 2009: The dynamics of regions and networks in industrial ecosystems. Edward Elgar, Cheltenham, U.K.
- Sakr D., Baas L., El-Haggar S., Huisinigh D. 2011: Critical Success and Limiting Factors for Eco-Industrial Parks: Global Trends and Egyptian Context. *Journal of Cleaner Production* 19, 1158–1169.
- Shi H., Tian J., Chen L. 2012: China's quest for eco-industrial parks, Part I. *Journal of Industrial Ecology* 16, 8–10.
- SIAM 2005: Coinvolgimento dei soggetti europei per la diffusione del progetto SIAM, rapporto finale task 3, Life04 ENV/IT/000524.
- Siemens 2009: European Green City Index – Assessing the environmental impact of Europe's major cities, Munich, Germany.
- Tibbs H. 1993: Industrial Ecology – An environmental agenda for industry, Global Business Network, C.A.
- Tudor T., Adam E., Bates M. 2007: Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review. *Ecological Economics* 61, 199–207.
- Union Européenne 2006: Decision No 1639/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 2006 establishing a Competitiveness and Innovation Framework Programme (2007 to 2013). *Official Journal of the European Union* 310, 15–40.
- van Beers D., Bossilkov A., van Berkel R. 2005: Capturing Regional Synergies in the Kwinana Industrial Area – 2005 Status Report, Centre for Sustainable Resource Processing, Centre of Excellence, Curtin University of Technology.
- van Berkel R. 2010: Quantifying sustainability benefits of Industrial Symbioses. *Journal of Industrial Ecology* 14, 371–373.
- van Berkel R., Fujita T., Hashimoto S., Fujii M. 2009a: Quantitative assessment of Urban and Industrial Symbiosis in Kawasaki, Japan. *Environmental Science & Technology* 43, 1271–1281.
- van Berkel R., Fujita T., Hashimoto S., Geng Y. 2009b: Industrial and Urban Symbiosis in Japan: analysis of the eco-town program 1997–2006. *Journal of Environmental Management* 90, 1544–1556.
- van Berkel R., Willems E., Lafleur M. 1997: Development of an Industrial Ecology toolbox for the introduction of Industrial Ecology in enterprises – I. *Journal of Cleaner Production* 5, 11–25.
- Wolf M.-A., Pant R., Chomkamsri K., Sala S., Pennington D. 2012: The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook. European Commission, Luxembourg.

> Répertoires

Figures

Fig. 1	
Notions liées à l'éco-innovation (échelles différentes)	12
Fig. 2	
Méthodologie appliquée pour la collecte des données	21
Fig. 3	
Etat d'avancement des parcs d'éco-innovation détaillés sous la forme d'études de cas	23
Abb. 4	
Carte des parcs d'éco-innovation en Europe (voir l'annexe et le Tab. 6 pour plus de détails)	24
Abb. 5	
Carte des parcs d'éco-innovation en dehors de l'Europe (voir l'annexe et le Tab. 7 pour plus de détails)	25
Fig. 6	
Les trois avantages des parcs d'éco-innovation	26
Fig. 7	
Occurrence des éco-critères dans les études de cas	27
Fig. 8	
Répartition des éco-critères entre les parcs d'éco-innovation	35
Fig. 9	
Occurrence des facteurs de succès dans les cas étudiés	36
Fig. 10	
Répartition des facteurs de succès entre les parcs d'éco-innovation	40
Fig. 11	
Cycle de vie d'un parc industriel	41
Fig. 12	
Méthodologie appliquée pour le développement d'une collaboration interentreprise	44

Tables

Tab. 1	
Pays européens et non européens inclus dans l'étude	9
Tab. 2	
Terminologie/définition des notions liées à l'éco-innovation (échelles différentes)	12
Tab. 3	
Liste des éco-critères	16
Tab. 4	
Facteurs de succès des parcs d'éco-innovation	19
Tab. 5	
Répartition géographique des études de cas selon le type de parc	22
Tab. 6	
Liste des parcs d'éco-innovation européens	46
Tab. 7	
Liste des parcs d'éco-innovation non européens	49