

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR LES ENTREPRISES

COMMENT RÉPONDRE A VOS BESOINS TOUT EN PROTÉGEANT LA BIODIVERSITÉ ?

JOËL HOUDET, MARC BARRA & CHARLES GERMANEAU

Les entreprises se retrouvent aujourd'hui dans une situation paradoxale face à la crise écologique. Elles contribuent, volontairement ou non, à l'érosion croissante de ce qui constitue, dans de nombreuses circonstances, le socle de leur avantage concurrentiel et de leur création de valeur : **la biodiversité**.

Pour l'entrepreneur, le monde vivant renvoie en effet à des objets qu'il gère, transforme et commercialise, comme dans le cas des industries agro-alimentaires, textiles ou forestières. Source majeure d'innovation, comme dans le cas des biotechnologies, la biodiversité conditionne souvent une part importante du chiffre d'affaires de l'entreprise, en particulier via sa dépendance aux services écosystémiques tels que les ressources biologiques renouvelables et épuisables, la régulation du climat ou celle du cycle de l'eau. Comment faire face aux risques et opportunités liés à la dégradation des écosystèmes ? Ce cahier technique s'insère dans le cadre des travaux de Synergiz portant sur la réalisation d'une plateforme internet sur les écosystèmes urbains. Il vise (a) à présenter l'ingénierie écologique comme un outil indispensable pour aider les entreprises à gérer leurs interdépendances aux écosystèmes, et (b) à proposer un cadre d'analyse multicritère pour que son développement adhère à des principes rigoureux, partagés par l'ensemble des parties prenantes.

L'INTERDEPENDANCE DES ENTREPRISES A LA BIODIVERSITE ET AUX SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Innovation conceptuelle majeure des années 90 (Daily 1997; Costanza et al., 1997), l'expression service écosystémique (SE) permet de rendre tangible l'interdépendance du social et de l'économique à la biosphère. Très récemment mis à la portée du secteur privé, en France comme à l'étranger (Hanson et al., 2008 ; Houdet 2008), ce concept renvoie aux bénéfices que les entreprises retirent de leurs interactions avec le monde vivant (biodiversité) et inanimé (géodiversité¹).

Il invite ainsi les entreprises à prendre explicitement conscience de leurs dépendances spatiales et temporelles aux écosystèmes, parmi lesquelles on peut notamment mentionner (adapté de Haines-Young et al., 2009) :

- **Les services d'approvisionnement** : ressources alimentaires (viandes, boissons), matières biotiques (bois, gènes, molécules médicinales) et abiotiques (minéraux), énergies biotiques (agrocarburants, ressources fossiles) et abiotiques (éolien, marémotrice, hydroélectrique) ;
- **Les services culturels** : activités récréatives (tourisme), pédagogiques, spirituelles ou religieuses et scientifiques (recherche et développement) ;
- **Les services de régulation** : régulation des interactions entre organismes vivants (ex. pollinisation des fleurs et arbres fruitiers, contrôle des ravageurs et pathogènes) et des conditions biophysiques (ex. qualités de l'air, des sols, des eaux, régulation du climat local et global), protection contre les risques naturels (ex. protection des mangroves contre les raz-de-marée) et processus d'assimilation des déchets et pollutions (ex. zones humides). Les bénéfices qu'en retirent les entreprises sont souvent indirects (ex. dépendance d'une entreprise vendant des produits alimentaires au SE de la qualité des sols, car ce dernier influence l'activité de ses fournisseurs, les agriculteurs) et non visibles à l'œil nu (ex. le rôle des phytoplanctons dans la régulation du climat) mais n'en demeurent pas moins indispensables au fonctionnement des activités économiques.



Figure 1 : abeille collectant du pollen (Jon Sullivan, pdphoto.org)

¹ La géodiversité désigne la diversité du monde abiotique (ou inanimé). Le néologisme « géodiversité » est composé du préfixe géo (qui signifie la terre) et du terme diversité. Le concept intègre la diversité géologique (roches, minéraux, fossiles), géomorphologique (formes du relief) et pédologique (sols), ainsi que l'ensemble des processus dynamiques qui les génèrent (Gray 2004).

Au-delà de ces **dépendances** aux écosystèmes², les entreprises partagent avec leurs parties prenantes (clients, pouvoirs publics, actionnaires) la responsabilité pour l'érosion croissante de la biodiversité sur le plan mondial.

Les causes directes et indirectes de la dégradation des écosystèmes ont largement été documentées : surexploitation des ressources, destruction des milieux, introductions volontaires ou non d'espèces exotiques à caractère envahissant, changements climatiques, pollutions localisées ou diffuses (MA 2005).

Les changements dans le fonctionnement des écosystèmes qui en résultent affectent la disponibilité des services écosystémiques dans l'espace et le temps, avec des conséquences (rétroactions) directes et indirectes sur les entreprises qui en tiraient des bénéfices.

C'est pourquoi l'on parle de l'**interdépendance** (dépendances et impacts) des entreprises à la biodiversité et aux services écosystémiques (BSE ; **Tableau 1**).

Les illustrations offertes par le **Tableau 1** nous permettent de souligner deux points fondamentaux :

1. Les entreprises ont tout intérêt à investir dans le maintien de la disponibilité de la biodiversité et des services écosystémiques dont elles dépendent, directement et indirectement, de manière à pouvoir en bénéficier à des prix abordables dans le futur. Par exemple, compte tenu des coûts et impacts environnementaux associés à l'aquaculture – une alternative à la pêche que l'on peut considérer comme une fuite en avant, la bonne gestion des écosystèmes marins et des stocks de poissons (collaborer pour enrayer les causes fondamentales du pillage des océans) devient progressivement une priorité pour les pêcheurs et l'industrie agroalimentaire.
2. Les entreprises doivent faire face à leurs responsabilités et mettre en œuvre des actions socialement équitables pour diminuer leurs pressions sur les écosystèmes, à la fois pour leurs propres survies et pour l'ensemble de la société qui subit leurs externalités.

L'ingénierie écologique³ peut apporter des solutions concrètes à ces défis.

Secteurs d'activités	Dépendances aux services écosystémiques	Pressions sur les services écosystémiques
Pêche / Aquaculture	Directes : diversité des espèces de poisson, régulation des maladies, capacité de reproduction du vivant	Directes : surexploitation (pêcheries), pollutions (aquaculture)
Agriculture / Agroalimentaire	Directes : ressources animales et végétales renouvelables, fertilité des sols, disponibilité en eau, régulation du climat et des maladies	Directes : empreinte foncière, uniformisation des milieux (monocultures), pollutions dans les sols et eaux
Sylviculture	Directes : ressources végétales renouvelables, fertilité des sols, régulation des maladies et du climat	Directes : uniformisation des milieux (futaies régulières mono-spécifiques), modifications des propriétés des sols, Sélection génétique des essences
Industries extractives	Directes : ressources minérales et fossiles non renouvelables, eaux	Directes : destruction et dégradation et fragmentation des milieux (mines, forages, routes), émissions dans les eaux, l'air, les sols
Grande et petite distribution	Directes : multiples ressources renouvelables et non-renouvelables Indirectes : SE dont dépendent leurs fournisseurs (climat, sols, eaux)	Directes : empreinte foncière, déchets, émissions Directes / indirectes : cumul des impacts sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits
Industries du textile, de l'habillement, du cuir	Directes : peaux des animaux de qualités variables Indirectes : SE dont dépendent leurs fournisseurs (climat, sols, eaux)	Directes : empreinte foncière, déchets, émissions Directes / indirectes : cumul des impacts sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits, dont uniformisation des milieux par leurs fournisseurs

Tableau 1 : exemples de dépendances et impacts, directs et indirects, vis-à-vis des services écosystémiques pour les principaux secteurs d'activités (voir suite du tableau à la page 3).

² Les écosystèmes constituent des ensembles biologiques et physiques dynamiques, capables d'autorégulation et qui procèdent à la fois des lois de la thermodynamique et des théories de l'évolution (Abbadie et Latélin, 2004).

³ Certains préfèrent le terme de « génie écologique ». Pour clarifier les propos, on peut évoquer l'ingénierie écologique pour désigner la science, et de fait, la manipulation des systèmes vivants à toutes échelles et le génie écologique pour évoquer le métier, lequel met en application les recherches en écologie.

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR LES ENTREPRISES

COMMENT RÉPONDRE A VOS BESOINS TOUT EN PROTÉGEANT LA BIODIVERSITÉ ?

Secteurs d'activités	Dépendances aux services écosystémiques	Pressions sur les services écosystémiques
Industries du bois, papier et imprimerie	Directes : bois et dérivés, eaux, matières végétales et animales (encres) Indirectes : SE dont dépendent leurs fournisseurs (climat, sols, eaux)	Directes : empreinte foncière, déchets, émissions (airs, sols, eaux) Directes / indirectes : cumul des impacts sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits, dont uniformisation des milieux par leurs fournisseurs
Industrie chimique, cosmétique et pharmaceutique	Directes : matières premières végétales et animales, eaux, ressources fossiles Indirectes : SE dont dépendent leurs fournisseurs (climat, sols, eaux)	Directes : empreinte foncière, déchets, émissions (airs, sols, eaux) Directes / indirectes : cumul des impacts sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits, dont uniformisation des milieux par leurs fournisseurs, dont surexploitation d'espèces rares
Industrie du plastique et dérivés du pétrole	Directes : ressources fossiles	Directes : empreinte foncière, émissions dans l'air (gaz-à-effets de serre), les eaux et les sols Directes / indirectes : cumul des impacts sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits
Métallurgie	Directes : ressources minérales et fossiles (énergie)	Directes : empreinte foncière, émissions dans les airs (gaz-à-effets de serre), les eaux et les sols Directes / indirectes : cumul des impacts sur l'ensemble du cycle de vie de leurs produits
Production et distribution d'énergie	Directes : ressources épuisables (fossiles : ex. pétrole, gaz, charbon, uranium) et sources renouvelables (vent, soleil, hydroélectricité)	Directes : empreinte foncière (ex. barrages hydroélectriques) et fragmentation des milieux (ex. réseaux de transport d'électricité), émissions (gaz-à-effet de serre) Indirectes : pressions des nouvelles activités économiques rendues possibles
Production, distribution et assainissement des eaux	Directes : cycle de l'eau (précipitations, capacité de traitement / stockage des bassins versants), activité microbienne et capacité d'assimilation des charges résiduelles par les milieux aquatiques en aval	Directes : pollutions résiduelles ou non traitées, artificialisation des sols et cours d'eaux
Traitement et gestion des déchets, dépollution	Directes : activité microbienne, structure et nature des sols	Directes : pollutions sous forme de bioaccumulation ou de rejets dans les nappes phréatiques
Construction et aménagement du territoire	Directes : matières premières renouvelables (bois) ou non (minerai, sables), propriétés physiques des sols (stabilité), régulation contre les risques naturels (inondations, éboulements, tremblements de terre), climat (températures, pluviométrie), proximité à des services culturels (espaces verts, paysages)	Directes : destruction, minéralisation (imperméabilisation des sols) et fragmentation des milieux, introductions d'espèces exotiques (jardins) effet de serre) Indirectes : pressions des nouvelles activités économiques rendues possibles
Activités financières et d'assurance	Directes : nourriture et boissons des salariés Indirectes : celles des entreprises assurées ou financées	Directes : destruction, minéralisation (imperméabilisation des sols) et fragmentation des milieux, introductions d'espèces exotiques (jardins) effet de serre) Indirectes : pressions des nouvelles activités économiques rendues possibles
Industries de la santé humaine	Directes : développement du système immunitaire, développement psychosocial, bactéries auxiliaires (digestion), régulation des maladies	Directes : sélection génétique des populations microbiennes, déplacements des espèces et transformation des milieux (sources de nouvelles maladies)
Tourisme et activités récréatives	Directes : services culturels (paysages, terroirs, chasse), régulation du climat (ensoleillement pour le tourisme balnéaire, enneigement pour l'industrie du ski), nourriture et boissons (gastronomie locale)	Directes : surexploitation des ressources (espèces menacées, eaux), pollutions (déchets, émissions des voitures), dégradation des milieux (sur-fréquentation) Indirectes : celles des infrastructures nécessaires (routes, bâtiments)

Tableau 1 : exemples de dépendances et impacts, directs et indirects, vis-à-vis des services écosystémiques pour les principaux secteurs d'activités (voir début du tableau à la page 2).

LES STRATEGIES D'ENTREPRISE EN MATIERE DE SERVICES ECOSYSTEMIQUES

Les entreprises sont confrontées, de manière consciente ou non, à deux types de questionnements pour élaborer et mettre en œuvre leurs stratégies en matière de services écosystémiques (**Tableau 2**). D'une part, comment gérer les services écosystémiques (SE) qui influencent mes activités ; ces influences pouvant être sources de bénéfices ou de surcoûts ? D'autre part, comment gérer les attentes de mes parties prenantes par rapport aux bénéfices que je retire des SE (appropriation, destruction, gestion) et aux impacts que je peux avoir sur la biodiversité remarquable⁴ et la disponibilité de SE utiles à d'autres personnes morales ou physiques ?

- Réparation de dommages ou atténuation de pressions sur les écosystèmes causés par autrui (approche corrective et non préventive des pressions anthropiques) : ex. traitement des eaux usées, stockage de déchets, mesures compensatoires pour un projet industriel ou d'infrastructure.

Aussi, on peut se demander **pourquoi** et **comment** les entreprises pourraient faire évoluer leurs stratégies afin de réconcilier leurs activités avec la biodiversité ?

DÉPENDANCES		IMPACTS	
Gestion des SE influençant l'activité		Gestion des parties prenantes par rapport aux SE	
Sécurisation des bénéfices issus des services écosystémiques contribuant aux revenus	Évitement des dommages dus aux changements de disponibilité de services écosystémiques	Évaluation de la responsabilité juridique: du respect de la réglementation aux actions volontaires	Maîtrise des impacts sur la biodiversité remarquable et les services écosystémiques utiles à d'autres personnes physiques ou morales

Tableau 2 : la gestion des interdépendances (dépendances et impacts) d'une organisation à la biodiversité et aux services écosystémiques.

Or, pour la plupart des entreprises, maximiser son retour sur investissement, développer ou maintenir son avantage concurrentiel ne se traduit pas par des investissements et des innovations en faveur du maintien de la disponibilité des SE, dont la biodiversité comme service culturel. Il s'agit bien pour elles de retirer un maximum de bénéfices – et d'éviter toute forme de surcoût – de leurs interactions avec le monde vivant et inanimé ; ce qui se traduit aujourd'hui essentiellement par quatre modèles d'usage des écosystèmes qui agissent en synergie sur le plan territorial (Houdet 2010) :

- Appropriation de ressources renouvelables (pêcheries, agriculture, foresterie) et épuisables (ressources fossiles),
- Artificialisation ou destruction de systèmes écologiques (urbanisation, infrastructures),
- Homogénéisation de systèmes biologiques (monocultures, aquaculture),

POURQUOI ?
ANTICIPER DE NOUVEAUX RISQUES ET OPPORTUNITÉS

Depuis la décision VIII/17 à Curitiba en mars 2006 dans le cadre de la Conférence des Parties (CdP) 8 de la Convention sur la diversité biologique (CDB), les entreprises ont été progressivement invitées à contribuer activement aux objectifs internationaux en matière de biodiversité (Houdet 2008). Pour cela, elles doivent faire face à plusieurs nouveaux enjeux parmi lesquels on retrouve:

- La manière dont elles contribuent à la conservation et à l'utilisation durable de la diversité biologique ainsi qu'au maintien de la disponibilité des services écosystémiques;
- La prise en compte du partage équitable des avantages qui découlent des ressources génétiques ([protocole de Nagoya](#));
- La traduction des objectifs internationaux en matière de biodiversité dans leurs stratégies et activités quotidiennes.

⁴ La biodiversité remarquable correspond « à des entités (des gènes, des espèces, des habitats, des paysages) que la société a identifiées comme ayant une valeur intrinsèque et fondée principalement sur d'autres valeurs qu'économiques » (Chevassus-au-Louis et al., 2009, p. 7).

	Risques	Opportunités
Opérationnel	Rareté et hausse du coût des intrants Baisse de rendement ou de productivité Perturbation des activités	Performance et efficacité accrues par rapport à la consommation d'intrants Procédés industriels aux moindres impacts
Réglementaire et juridique	Moratoire sur l'accès aux ressources Quotas réduits Amendes Droits d'usage payants Suspension de permis ou de licences Refus de délivrance de permis Poursuites judiciaires	Nouveaux produits respectueux de la réglementation Influences sur la politique gouvernementale Permis officiel d'extension des activités
Réputation	Préjudice de marque ou d'image Autorisation d'exploiter un site refusée	Amélioration de l'image ou différenciation de la marque
Marchés et produits	Evolution des préférences et comportements des consommateurs et clients potentiels (secteurs privés et publics)	Nouveaux produits ou services Marchés pour les produits certifiés Nouvelles sources de revenus issus d'écosystèmes gérés ou détenus : ex. marchés de paiement pour services écosystémiques
Financier	Coûts du capital plus élevé Modalités de crédit plus contraignantes Conditionnalité des subventions	Accès à des fonds éthiques (investissement socialement responsable) Taux d'emprunts bonifiés

Tableau 3 : typologie non exhaustive des risques et opportunités associés aux changements de disponibilité des services écosystémiques (Hanson et al., 2008, p. 24).

En conséquence, les entreprises sont de plus en plus nombreuses à se mobiliser (Briand 2010; Houdet 2008 ; PwC 2010; TEEB 2010; Phantarangsi et al., 2011), allant parfois au-delà de la réglementation en raison des attentes grandissantes de leurs parties prenantes⁵. Cela implique de pouvoir comprendre et anticiper les risques et opportunités qui sont associés aux services écosystémiques (Grigg et al., 2009; Hanson et al., 2008 ; Mulder 2007). Le **Tableau 3** en résume les enjeux sur différents plans : financier, opérationnel, réglementaire et juridique, commercial (marchés et produits), et de l'image (réputation).

Quel que soit le secteur d'activité considéré, les entreprises font face à des opportunités ou à des contraintes par rapport à leurs dépendances et impacts en matière de biodiversité et de SE. Raisonner en termes d'interdépendance à la biodiversité leur permettrait de profondément renouveler leur diagnostic stratégique interne (facteurs clefs de succès) et externe (opportunités, contraintes, positionnement par rapport aux concurrents) (Houdet 2010): il s'agit aux dirigeants et à leurs équipes de s'intéresser à l'infrastructure écosystémique de l'entreprise, c'est-à-dire à l'ensemble

des éléments des écosystèmes avec lesquels celle-ci interagit (dépendances, impacts), pour cibler les interactions clefs, avec le vivant et le non-vivant, qu'elle doit entretenir, maîtriser ou favoriser pour maintenir ou développer son avantage concurrentiel. Dans leurs anticipations des changements inévitables face aux enjeux de biodiversité, l'ingénierie écologique pourrait s'imposer comme une source de réponses tangibles pour construire de nouvelles stratégies organisationnelles et s'approprier de nouvelles méthodes de travail.



Figure 2 : mine d'or de Beal Mountain (Nevada) en voie de réhabilitation (Photo : A. Berger)

⁵ Voir le sondage IFOP, réalisé pour le WWF, qui porte sur l'image véhiculée par les entreprises en matière de biodiversité : URL : http://www.ifop.com/media/poll/1258-1-study_file.pdf

COMMENT ?

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE OU COMMENT
INVESTIR DANS LA BIODIVERSITÉ POUR
RÉPONDRE A DE NOUVEAUX BESOINS

QU'EST CE QUE L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE ?

Dès 1962, Odum définissait l'expression comme « *une manipulation environnementale faite par l'homme [...] pour contrôler des systèmes dans lesquels les forces énergétiques principales proviennent de sources naturelles* » (Jones et al. 2008). Pour Gosselin (2008), elle est la « *composante écologique d'un projet d'aménagement et / ou de gestion [...] en accord avec l'évolution des connaissances et des méthodes en écologie* ». Plus récemment, plusieurs experts du CNRS réunis lors du séminaire de Cargèse, en 2007⁶, désignent l'ingénierie écologique comme le corpus des savoirs et techniques mobilisables pour « *la gestion de milieux et la conception d'aménagements durables, adaptatifs, multifonctionnels, inspirés de, ou basés sur, les mécanismes qui gouvernent les systèmes écologiques (auto-organisation, diversité élevée, structures hétérogènes, efficacité d'utilisation de l'énergie et de la matière élevée)* ».

De nombreux secteurs d'activités pourraient s'approprier l'ingénierie écologique. Par une gestion éclairée des écosystèmes (espèces ingénieurs⁷, groupes fonctionnels⁸), l'ingénierie écologique offrirait l'opportunité aux entreprises de pouvoir faire face aux nouveaux risques et opportunités identifiés dans la partie précédente, notamment dans la réalisation de leurs projets industriels, la conception de leurs produits et la gestion de leurs actifs fonciers. De nombreuses entreprises en ont d'ailleurs déjà fait l'expérience, via des projets pilotes ou dans le cadre de leurs programmes de Recherche & Développement (Houdet 2008).

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE À TRAVERS DES
EXEMPLES SIMPLES

Les entreprises peuvent chercher à améliorer progressivement leurs pratiques en développant des alternatives à leurs procédés de production conventionnels, comme dans le cas du traitement des eaux et des déchets.



Figure 3 : restauration de récif corailien par la méthode Reefball (Reefball, <http://www.reefball.com>)

Elles peuvent aussi saisir de nouvelles opportunités commerciales fondées via la valorisation de pratiques favorables à la biodiversité (communication, marketing, nouvelles prestations ou produits), comme dans le cas du secteur de la construction : ex. toitures et murs végétalisés, phytoremédiation des eaux usées, valorisation des continuités écologiques, restauration des cours d'eaux, évitement des impacts sur les espaces remarquables et compensation des impacts sur la biodiversité ordinaire. Les exemples qui suivent (Tableau 4, p.7) témoignent ainsi des **réponses apportées par l'ingénierie écologique pour répondre aux nouveaux besoins de leurs parties prenantes**.



Figure 4 : toiture végétalisée du City Hall de Chicago, Etats-Unis (Wikipedia)

⁶ Programme ANGD - 2 au 6 avril 2007 - Ingénierie écologique : des concepts aux perspectives pour la recherche.

⁷ Les espèces ingénieurs structurent l'environnement dans lequel elles évoluent : vers de terre et sols, castors et rivières (Byers et al., 2006 ; Jones et al., 1994).

⁸ Un groupe fonctionnel est composé d'espèces ayant une influence similaire au sein de l'écosystème : ex. prédateurs, plantes capturant certains types de nutriments.

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR LES ENTREPRISES
COMMENT RÉPONDRE A VOS BESOINS TOUT EN PROTÉGEANT LA BIODIVERSITÉ ?

Secteurs d'activités	Champ d'application de l'ingénierie écologique	Exemples de réalisations
Pêche / Aquaculture	Ingénierie marine et « jardinage » des récifs coralliens	Restauration des récifs coralliens par la méthode des Reefballs , aux États-Unis
Agriculture / Agroalimentaire	Polyculture - élevage Agroforesterie Espèces auxiliaires indigènes pour lutter contre les pestes animales ou végétales	Systèmes de polyculture-élevage en France ⁹ . L'agroforesterie et la rotation des cultures en Europe ¹⁰ .
Industries extractives	Réhabilitation des carrières en fin de vie	Restauration de carrières en fin de vie : cas d'une entreprise de génie écologique .
Chimie, cosmétique et pharmaceutique	Agriculture urbaine, éco-mimétisme via la production d'emballages dégradables et compostables	Ingénierie de bactéries capables de transformer les déchets organiques en « bio-plastiques » compostables ¹¹ : les avancées de la recherche .
Production d'énergie	Traitement biologiques des déchets pour la production de biogaz	Usine de production de biogaz et compostage de déchets fermentescibles : expérience de Lille Métropole .
Traitement des eaux usées	Lagunage et phytoremédiation	Phytoremédiation à l'aide d'association de bactéries et plantes adaptées : la zone libellule de Lyonnaise des eaux .
Construction et aménagement du territoire	Confection d'agro-matériaux Insertion paysagère Surfaces végétalisées Ecologie industrielle (synergies de flux d'énergie et de matières entre entreprises)	Maximiser la productivité des parcelles minéralisées par la création de surfaces végétalisées : retours d'expérience de toitures végétalisées . Rétablissement de connectivités écologiques par la construction de passages à faune.

Tableau 4 : exemples de projets s'inspirant des principes de l'ingénierie écologique pour différents secteurs d'activités (Cliquez sur les liens hypertextes pour accéder à la page du projet).



Figure 5 : exemple de polyculture en France - Moisson de blé dans des peupliers adultes (photo : Christian Dupraz)

En d'autres termes, l'ingénierie écologique, c'est avant tout **créer et maintenir les conditions d'expression du potentiel évolutif de la biodiversité** ; c'est-à-dire lui laisser de l'espace et du temps au cœur de nos écosystèmes urbains, périurbains et ruraux, en repensant profondément nos modes de vie et de travail.

⁹ Téléchargez le guide technique et recueil d'expériences du programme « Agriculture & Biodiversité » de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO): [Agriculture & Biodiversité – Comment améliorer la biodiversité sur votre exploitation ?](#)

¹⁰ Dupraz, C. ; Capillon, A. 2005. L'agroforesterie : une voie de diversification écologique de l'agriculture européenne ? Cahier d'étude DEMETER - Economie et Stratégies agricoles. Paris, France. 11p.

¹¹ Delft University of Technology (2010, November 21). Researchers train bacteria to convert bio-wastes into plastic. ScienceDaily.

VERS UNE GRILLE MULTICRITÈRE DE RÉFÉRENCE POUR ÉVALUER LES FINALITÉS DES ACTIVITÉS DES ENTREPRISES

Si le concept d'ingénierie écologique commence aujourd'hui à s'imposer comme un véritable atout marketing pour nombre d'entreprises, **on constate l'absence de référentiel commun pour concevoir, suivre et évaluer la performance écologique des projets** : les initiatives naissent au gré des opportunités, sans méthodologie commune et sans contrôle par un tiers indépendant. Il ne s'agit pas de questionner les démarches souvent louables des acteurs concernés mais bien de proposer un cadre méthodologique permettant de les aider à s'assurer de la qualité de leurs actions.

Comme nous l'avons expliqué précédemment, gérer ou exploiter un espace terrestre ou aquatique pour des services écosystémiques spécifiques, générant des retours sur investissement plus importants que d'autres, implique des arbitrages : ces derniers peuvent conduire à l'épuisement desdits SE ou générer la perte des fonctions et processus écosystémiques à la base de la disponibilité d'autres SE qui sont utiles à d'autres personnes physiques ou morales.

A titre d'exemple, chercher à optimiser la production de biomasse, via des plantations d'essences exotiques à croissance rapide pour maximiser la séquestration du CO₂ et le nombre de crédits carbone disponibles pour la vente, conduit bien souvent à la réduction du débit des cours d'eau, à des changements climatiques régionaux (baisse des précipitations) et à l'augmentation de la salinité et de l'acidité des sols (ex. Jackson et al., 2005). De même, au titre de favoriser le SE de pollinisation, qui contribue à hauteur de plusieurs milliards d'US\$ à l'agriculture mondiale (ex. Allsopp et al., 2008), suite à des déclinés dramatiques de populations d'abeilles sauvages et domestiques (ex. Potts et al., 2010), on investit massivement dans la maîtrise du cycle de vie de souches résistantes d'abeilles domestiques (ruches commerciales d'*Apis mellifera*) au lieu de :

- chercher à enrayer systématiquement les causes sous-jacentes de ces déclinés ;
- d'investir dans la restauration des conditions favorables au maintien de la diversité des espèces d'abeilles sauvages à l'échelle des territoires (reconstitution des habitats, réintroductions).

S'il existe de nombreuses situations où les arbitrages portant sur les SE conduisent légitimement, compte tenu des cadres législatifs en vigueur, à des usages des écosystèmes optimisant l'appropriation d'un seul type de SE – typiquement les entreprises s'appropriant des ressources épuisables ou renouvelables relevant de services d'approvisionnement (agriculture intensive privilégiant les monocultures, exploitations

minières, pêcheries), il serait contreproductif, au regard des objectifs revendiqués par les promoteurs de nouveaux marchés liés aux SE, que certaines firmes cherchent à exploiter ces opportunités commerciales en ignorant, volontairement ou non, les externalités négatives que leurs choix peuvent générer. Typiquement, défricher des forêts tropicales ou profiter de l'avancée des frontières agricoles (accès à du foncier bon marché) pour développer des plantations mono-spécifiques à vocation de production d'agrocarburants constituent des pratiques contestables sur le plan éthique, en particulier si l'objectif organisationnel officiel ou revendiqué est de « lutter contre les changements climatiques », ou, pire encore, si cela implique l'exclusion ou l'expulsion forcée de communautés locales¹².

Aussi, pour conclure, Synergiz propose que l'ingénierie écologique se développe :

1. Sur la base d'un **cadre d'analyse multicritère et transversal** pour comprendre et (à terme) quantifier les arbitrages d'entreprise en matière de SE (**Tableau 5**), c'est-à-dire en cherchant à évaluer les dépendances et impacts aux BSE simultanément ;
2. En **une boîte à outils pour la conception, la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation des finalités de tout type de projet d'entreprise**, du lancement d'un produit à la gestion de ses actifs fonciers et nouveaux projets industriels ;
3. Via **l'usage d'indicateurs** permettant aux entreprises d'identifier, prendre en compte et de gérer les **espèces** (y compris sur le plan génétique), **groupes fonctionnels** et **processus écosystémiques favorisés** ou **impactés** par leurs activités, vers la mise en œuvre de stratégies de (a) *réconciliation avec la biodiversité* et (b) *de maintien / restauration des SE utiles à leurs parties prenantes*.

Intégrés aux processus de décision et système de gestion de l'entreprise, une telle ingénierie permettrait de repenser profondément les systèmes d'information de l'entreprise, notamment sur le plan des cahiers des charges de tout type de contrat, la comptabilité de gestion ou encore le reporting annuel aux parties prenantes (bilans et comptes de résultats, rapports Développement Durable, rapports intégrés).

Dans le cadre de la réalisation de sa plateforme internet sur les Ecosystèmes Urbains, Synergiz visera à tester cette démarche via plusieurs études de cas. Parmi celles-ci, on peut mentionner l'agriculture, la construction, les pêcheries / l'aquaculture, les études d'impacts et mesures compensatoires, le traitement des eaux usées, ou encore l'extraction de minerais.

¹² Pour plus d'informations – URL : <http://farmlandgrab.org/>

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR LES ENTREPRISES
COMMENT RÉPONDRE A VOS BESOINS TOUT EN PROTÉGEANT LA BIODIVERSITÉ ?

Services écosystémiques	Classification	Exemples	Propriété spatiale de leurs usages* (voir note au bas de la page 10)	Quantification de dépendances & impacts
Nourriture et boissons	Productino végétale	Céréales	Lieu d'appropriation spécifique	
	Production animale	Animaux et produits dérivés	Lieu d'appropriation spécifique	
	Produits biotiques marins	Crustacés	Lieu d'appropriation spécifique	
	Produits biotiques d'eau douce	Saumon sauvage	Lieu d'appropriation spécifique	
	Aquaculture	Saumon d'élevage	Lieu d'appropriation spécifique	
	Eau potable	Eaux minérales	Lieu d'appropriation spécifique	
Matériaux	Matières issues du vivant	Bois, fibres, paille, ressources ornementales, ressources génétiques sauvages, plantes médicinales	Lieu d'appropriation spécifique	
	Matières minérales	Sels, granulats	Lieu d'appropriation spécifique	
Energie	Energie renouvelable issue du vivant	Bois de chauffe, tourbe	Lieu d'appropriation spécifique	
	Energie non renouvelable issue du vivant	Pétrole, gaz, uranium	Lieu d'appropriation spécifique	
	Energie renouvelable abiotique	Vent, force hydrique, marémotrice	Lieu d'appropriation spécifique	
Régulation des processus d'assimilation / de dégradation de déchets (dépollution)	Dépollution	Phytoremédiation	Proximité géographique	
	Assimilation des déchets	Décomposition de la matière organique dans les sols	Proximité géographique	
Régulation des risques naturels	Régulation des flux gazeux	Coupe-vent	Proximité géographique	
	Régulation des flux hydriques	Zones humides réduisant l'écoulement des flux hydriques	Proximité géographique	
	Régulation des phénomènes érosifs	Protection contre l'érosion des sols	Proximité géographique	
Régulation des conditions biophysiques	Régulation de la qualité de l'air	Filtration des particules, des odeurs	Proximité géographique	
	Régulation de la qualité de l'eau	Filtration et épuration de l'eau	Proximité géographique	
	Régulation de la qualité des sols	Maintien de la structure des sols	Lieu d'appropriation spécifique	
	Régulation du climat global (dont le stockage du carbone)	Composition atmosphérique, cycle de l'eau	Global (pas de proximité nécessaire)	

Tableau 5 : typologie de services écosystémiques comme cadre d'analyse multicritère pour l'ingénierie écologique ; adapté de Costanza (2008) et Haines-Young et al. (2009, p. 4). (voir suite du tableau à la page 10)

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR LES ENTREPRISES
COMMENT RÉPONDRE A VOS BESOINS TOUT EN PROTÉGEANT LA BIODIVERSITÉ ?

Services écosystémiques	Classification	Exemples	Propriété spatiale de leurs usages* (voir note en bas de page)	Quantification de dépendances & impacts
Régulation des interactions biologiques	Maintenance du cycle de vie et protection des habitats	Pollinisation	Proximité géographique	
	Régulation des pathogènes et parasites	Mécanismes de contrôle biologiques	Proximité géographique	
	Conservation des stocks génétiques	Maintien de populations sources	Proximité géographique	
Informations	Recherche scientifique	Réalisation d'expériences	Lié aux déplacements humains	
	Education	Sorties nature, apprentissage	Lié aux déplacements humains	
Symboles	Esthétiques et culturels	Valeurs d'existence de la biodiversité, sens de l'espace	Global (pas de proximité nécessaire), lié aux déplacements humains	
	Religieux	Forêts sacrées	Lié aux déplacements humains	
Expériences	Récréation	Ecotourisme	Lié aux déplacements humains	
	Volontariat	Volontaires dans programmes de conservation d'espèces menacées	Lié aux déplacements humains	

Tableau 5 : typologie de services écosystémiques comme cadre d'analyse multicritère pour l'ingénierie écologique ; adapté de Costanza (2008) et Haines-Young et al. (2009, p. 4). (voir début du tableau à la page 9)

* Lieu d'appropriation spécifique : les bénéfices sont retirés activement par les humains sur des sites spécifiques (extraction, exploitation).

* Proximité géographique : les bénéfices sont retirés grâce à une proximité géographique entre bénéficiaires et les sources du SE.

* Lié aux déplacements humains : les bénéfices retirés impliquent le déplacement des bénéficiaires vers les structures et processus écologiques qui conditionnent la disponibilité du SE, renvoyant souvent à des valeurs non monétaires.

Références

- Abbadie, L., Lateltin, E., 2004. Biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et changements globaux. Dans : Barbault, R., Chevassus-au-Louis, B. et Teyssède, A. (Eds.), Biodiversité et changements globaux : enjeux de société et défis pour la recherche, Ministère des Affaires Étrangères – ADPF, Paris, 80-93.
- Allsopp, M.H., de Lange, W.J., Veldtman, R., 2008. Valuing insect pollination services with cost of replacement. PLoS ONE 3(9): e3128. doi:10.1371/journal.pone.0003128
- Briand, P., (Ed.) 2010. Entreprises et biodiversité : exemples de bonnes pratiques. MEDEF, Paris, 274p.
- Byers, J.E., Cuddington, K., Jones, C.G., Talley, T.S., Hastings, A., Lambrinos, Crooks, J.A., Wilson, W.G., 2006. Using ecosystem engineers to restore ecological systems. Trends in Ecology and Evolution 21 (9), 493-500.
- Chevassus-au-Louis, B., Salles, J.-M., Bielsa, S., Richard, D., Martin, G., Pujol, J.-L., 2009. Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes: contribution à la décision publique. Rapport du CAS, Paris, 378p.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387(15 mai), 353-360.
- Daily, G.C., (Ed.), 1997. Nature's Services. Societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington DC.
- Dupraz, C., Liagre, F., 2008. Agroforesterie. Des arbres et des cultures. Editions France Agricole, 413p.
- Gray, J.M., 2004. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Wiley, Chichester.
- Gosselin, F., 2008. Redefining ecological engineering to promote its integration with sustainable development and tighten its links with the whole of ecology. Ecological Engineering 32: 199-205, doi:10.1016/j.ecoleng.2007.11.007.
- Haines-Young, R.H., Postchin, M., de Groot, R., Kienast, F., Bollinger, J., 2009. Towards a common international classification of ecosystem services (CICES) for integrated environmental and economic accounting (Draft V1). Report to the EEA - EEA/BSS/07/007, 28p.
- Hanson, C., Ranganathan, J., Iceland, C., Finisdore, J., 2008. Guide pratique pour l'identification des risques et opportunités issus de l'évolution des écosystèmes. WRI, WBCSD et Meridian Institute, 43p.
- Houdet, J., 2008. Intégrer la biodiversité dans la stratégie des entreprises. Le Bilan Biodiversité des Organisations. FRB - Orée, 393p.
- Houdet, J., 2010. Entreprises, biodiversité et services écosystémiques. Quelles interactions et stratégies? Quelles comptabilités? Thèse de Doctorat, Sciences de Gestion, AgroParisTech - ABIES, 342p.
- Jackson, R.B., Jobbágy, E.G., Avissar, R., Roy, S.B., Barrett, D.J., Cook, C.W., Farley, K.A., le Maitre, D.C., McCarl, B.A., Murray, B.C., 2005. Trading water for carbon with biological carbon sequestration. Science 310(5756), 1944-1947.
- Jones, C. G., Dajoz, I. and Abbadie, L. 2008. L'ingénierie écologique et l'impératif de durabilité. Pp. 138-139. In: Garnier, L. (ed.). Entre l'Homme et la nature, une démarche pour des relations durables. Réserves de biosphère – Notes techniques 3 – 2008, UNESCO, Paris, 142 pp.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., 1994. Organisms as ecosystem engineers. Oikos 69, 373-386.
- Odum, H.T., 1962. Ecological tools and their use. Man and the ecosystem. Proceeding of the Lockwood conference on the suburban forest and ecology. The connecticut Agricultural experiment Station, bulletin 652, 57-75.
- MA [Millennium Ecosystem Assessment], 2005. Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Phantarangsi, M., Morandeu, D., Meilhac, C., 2011. Entreprises et biodiversité. Premiers résultats d'enquête. Le Point sur 72, Commissariat Général du Développement Durable, p. 4.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E., 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology and Evolution (à paraître). doi:10.1016/j.tree.2010.01.007
- PricewaterhouseCoopers, 2010. 13th Annual Global CEO Survey.
- TEEB [The Economics of Ecosystems and Biodiversity], 2010. Report for Business - Executive Summary, 27p.

Remerciements

Alain Bédécarrats (CEMAGREF) et Nathalie Frascaria-Lacoste (AgroParisTech).

Citation recommandée :

Houdet, J., Barra, M., Germaneau, C., 2011. L'ingénierie écologique pour les entreprises : comment répondre à vos besoins tout en protégeant la biodiversité ? Cahier technique 2011-02, Synergiz - GAIE, 11p.