

# Génie écologique

Le **génie écologique** est un ensemble de techniques et une façon de concevoir qui associent l'ingénierie traditionnelle et l'écologie scientifique. Cette association vise à coopérer au mieux avec les capacités de résilience écologique des écosystèmes, et certaines capacités du végétal et de la faune à façonner et stabiliser ou épurer certains éléments du paysage (sols, pentes, berges, lisières, écotones, zones humides, etc).

Le génie écologique permet de réaliser des aménagements (urbains, hydrauliques, agricoles...) en s'appuyant sur et en *jouant avec* les processus naturels à l'œuvre dans les écosystèmes ; plutôt qu'en faisant appel aux techniques lourdes et parfois plus coûteuses du génie civil (béton, palplanche, imperméabilisation, terrassement, bassins des stockage étanches...) qui le plus souvent doivent *lutter contre* la dynamique des écosystèmes, les dégrader, voire les détruire.

Ce faisant, le génie écologique contribue indirectement ou directement à préserver et développer la biodiversité, notamment par des actions de renaturation (restauration de milieux naturels dégradés). Il peut aussi contribuer à optimiser les services écosystémiques (effets bénéfiques de la nature), voire les recréer ou les intégrer dans un environnement bâti. On peut citer comme exemple les zones humides et jardins naturels reconstitués, ayant notamment comme vocation le lagunage naturel, mais aussi l'accueil d'une faune et flore sauvage dans un écoquartier, une ville, un parc urbain, etc.

Le génie écologique cherche aussi à préserver et développer la biodiversité existante des espèces locales ou l'écopotentialité du site, par des actions et projets adaptés sur des écosystèmes ciblés.

## 1 Métier émergent

Le génie écologique correspond aussi à un nouveau corps de métier, autour de l'ingénieur écologue (ou ingénieur Environnement) <sup>[1],[2]</sup> et des métiers d'entretien de la nature ou de renaturation (ex : *cantonnier de rivière, technicien de rivière...*).

Les principes de cette activité sont basés, au sens large (pour le CNRS), sur l'application des principes de l'écologie à la gestion de l'environnement <sup>[3]</sup> ; « *L'ingénierie écologique est l'utilisation, le plus souvent in situ, parfois en conditions contrôlées, de populations, de communautés ou d'écosystèmes dans le but de modifier une ou plusieurs dynamiques biotiques ou physico-chimiques de*

*l'environnement dans un sens réputé favorable à la société et compatible avec le maintien des équilibres écologiques et du potentiel adaptatif de l'environnement* »<sup>[4]</sup>.

## 2 Historique

Le génie écologique découle d'une approche antérieure dite « *génie végétal* ». Elle l'englobe même car le génie écologique est susceptible d'utiliser tous les processus vivants impliquant la flore, la faune, ainsi que les processus pédologiques, biogéochimiques, etc. pour mettre en place des aménagements (urbains, agricoles, hydrauliques, sylvicoles, etc.) intégrés à l'environnement là où l'on utilisait antérieurement plus volontiers le béton, les palplanches et le génie civil.

Le génie végétal s'inspire de pratiques anciennes, fruit d'observations ancestrales, s'appuyant sur des végétaux vivants pour enclorre (bocage) ou stabiliser des berges sans pénaliser les milieux aquatiques. Léonard de Vinci écrivait : « *Les racines des saules empêchent l'effondrement des talus des canaux et les branches de saules, qui sont placés sur la berge et ensuite coupées, deviennent chaque année denses et ainsi on obtient une berge vivante d'un seul tenant* » ; Longtemps, boudées au profit de systèmes de protection lourds faisant appel au génie civil, les techniques végétales parfois baptisées bio-ingénierie, génie biologique ou génie végétal, puisent leur source dans des pratiques très anciennes et des observations ancestrales.

Ces aménagements sont des milieux vivants doués d'une certaine capacité d'auto-entretien et de résilience, mais qui nécessitent parfois une gestion régulière. ex. : berges de canal végétalisées devant être périodiquement faucardées ou épisodiquement taillées pour conserver leur rectitude). L'ingénieur écologue promeut généralement une *gestion écologique et donc différenciée*.

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. Votre aide est la bienvenue !

En tant que telle, la notion de génie écologique a été lancée en France par Philippe Lagauterie<sup>[5]</sup> dans les années 1980, mais est encore émergente au début des années 1990<sup>[6]</sup>. En France, le CNRS dispose d'un « *programme interdisciplinaire « Ingénierie écologique » (IngECOTech - Ingénierie écologique) - CNRS* »<sup>[4]</sup> auquel participe aussi l'Irstea. Ce programme fait suite à la démarche initiée en 1995 par le Ministère de l'environnement (via un appel à projets intitulé « *Recréer la nature* ». Il a été ensuite

des réflexions du Comité Ingénierie des systèmes écologiques de l'Action concertée incitative du Ministère de la recherche (« Écologie quantitative »), et de diverses initiatives.

Ainsi, la recherche joue un rôle important en apportant de meilleure connaissance sur le vivant et ses processus, étape essentielle pour la mise en œuvre des projets d'ingénierie écologique.

### 3 Principes et techniques

Le génie écologique tire parti de la capacité de résilience écologique des écosystèmes, en diminuant très fortement les prélèvements sur les ressources naturelles, ainsi que l'empreinte écologique et énergétique des aménagements ainsi conçus. Récemment, avec le concept de murs végétaux, ou de quinzième cible HQE, elle tend à intéresser les architectes et architectes d'intérieur, et non plus seulement les aménageurs de routes ou de berges.

Il peut aussi s'agir de proposer des solutions simples d'aménagements ou infrastructures s'inspirant de la nature (« *Ecosystem-based management* »), avec par exemple :

- l'utilisation de matériaux éocompatibles et l'intégration d'une offre en micro-habitats. Ceci peut se faire sous l'eau ou en zone intertidale, par exemple avec intégration des principes du récif artificiel dans un port, une digue ou d'autres dispositifs de protection côtière<sup>[7]</sup>, et/ou en y intégrant des espèces filtrantes (moules, huîtres). Contrairement à ce qu'on pourrait intuitivement penser, un lit de moules peut contribuer à améliorer l'offre en plancton bien qu'il s'en nourrisse. Il épure l'eau (des métaux par exemple, qui sont en partie stockée dans la coquille de la moule), il filtre l'eau<sup>[8]</sup>, mais surtout, il libère une telle quantité de nutriments bioassimilables que, selon les modèles produits à partir de mesures faites in situ, il produit *in fine* plus de plancton qu'il n'en consomme<sup>[9]</sup>. Par ailleurs, un lit de moule peut aussi stabiliser des vasières (testé en mer de Wadden sur des vasières intertidales<sup>[10]</sup>).
- des dispositifs de type *écoducs* associés à des dispositifs de canalisation de la faune (talus, haies, fossés...) pour diminuer les phénomènes de mortalité par collision avec les véhicules<sup>[11]</sup>.
- la création de milieux naturels artificiels, comme les zones tampons, pour l'épuration des eaux<sup>[12]</sup>
- l'utilisation des fonctionnalités morphologique des végétaux pour restaurer naturellement des milieux érodés et/ou se protéger des risques naturels<sup>[13]</sup>.

### 4 Évaluation

Elle se fait sur la base du suivi d'indicateurs et de bioindicateurs qui varient selon le contexte biogéographique, la surface du site et l'objectif des opérations de renaturation ou de restauration (mesure compensatoire, conservatoire, etc.).

Les écologues se basent surtout sur quelques espèces jugées bioindicatrices<sup>[14]</sup> pour évaluer et, le cas échéant, corriger les opérations de génie écologique.

### 5 Métiers et début de normalisation

En octobre 2012, l'Afnor a publié une première norme (NF X10-900) française sur les projets de génie écologique appliqué aux zones humides et aux cours d'eau, portant sur la méthodologie de conduite de projets appliqués à ces zones<sup>[15]</sup>. Elle vise à professionnaliser « une nouvelle filière en proposant des solutions concrètes et pragmatiques adaptables à tout projet de génie écologique »<sup>[16]</sup>. Elle vise à clarifier le rôle et la coordination des intervenants, les étapes aval du projet, la réalisation (en se posant « les bonnes questions au bon moment »). Elle définit les méthodes d'interventions sur ces habitats naturels et les écosystèmes associés, de la décision de lancer un projet, à l'évaluation par le suivi à long terme des habitats<sup>[16]</sup>. Cette norme décrit les études, la maîtrise d'œuvre, les opérations de gestion restauratoire et propose un métier de « *coordinateur Biodiversité* »<sup>[16]</sup>.

En France en 2015, une règle professionnelle *N.C.1-R10* « *Travaux de génie végétal* » a été rédigée par et pour le secteur du paysage ; elle harmonise et précise les termes techniques et les bonnes pratiques de mise en œuvre des ouvrages, les contraintes à prendre en compte ou encore les points de contrôle à appliquer<sup>[17]</sup>.

### 6 Le cas des zones arides et semi-arides d'Afrique de l'Ouest<sup>[18]</sup>

L'ingénierie écologique propose de nouvelles alternatives de gestion des systèmes agricoles plus adaptées aux nécessités sociales et environnementales en pleine transformation de ces régions.

1. **Agir sur la biodiversité.** La biodiversité est essentielle à la productivité des écosystèmes et à leur stabilité dans le temps face à des perturbations extérieures. Différents processus biologiques ou écologiques en lien avec la biodiversité peuvent être intensifiés au bénéfice des systèmes agro-sylvopastoraux : valoriser la diversité et l'activité des mi-

croorganismes du sol au profit des plantes, associer et faire collaborer des plantes.

2. **Agir sur les cycles de la matière organique et des nutriments.** La productivité des agrosystèmes à faible utilisation d'intrants chimiques des zones sèches est surtout basée sur la bonne gestion des ressources organiques — et donc des flux de nutriments et d'énergie qu'elles induisent. Il est alors possible d'intervenir à plusieurs niveaux : renforcer une intégration de l'élevage et de l'agriculture qui préserve les ressources naturelles, restaurer la vie biologique des sols par des intrants organiques spécifiques, nourrir localement la plante
3. **Mieux utiliser l'eau disponible.** Dans les zones sèches, l'offre en eau est limitée et irrégulière. Sa gestion actuelle — qui consiste à capturer des pluies et des ruissellements de surface — peut être améliorée de plusieurs façons : s'adapter à des pluies erratiques ou aux risques de sécheresse, conserver l'eau au niveau de la parcelle en limitant le ruissellement, prendre en compte le rôle essentiel que jouent les arbres sur le sol et l'eau en zones sèches.
4. **Maîtriser les paysages et les processus écologiques propres à cette échelle.** La régulation écologique des ravageurs des cultures par leurs ennemis naturels est un des services écosystémiques fournis par la biodiversité. Une meilleure gestion des ravageurs peut être envisagée en lien avec la biodiversité observée à différentes échelles, de la plante au paysage.

## 7 Exemples

La plantation de végétaux avec de vastes systèmes racinaires est utilisée par les aménageurs pour la restauration durable de sols dégradés, la stabilisation de pentes, de berges, de dunes ou les littoraux.

Les herbivores tels que les équins, ovins ou bovins, ou encore le castor ou l'élan peuvent être utilisés pour la gestion restauratoire, respectivement de milieux ouverts prairiaux ou humides.

Les bactéries peuvent être utilisées dans les procédés de dépollution, notamment pour traiter les exhaures de mines avec des métaux lourds (bactéries chimolithotrophes) ou les marées noires (bactéries organotrophes). Elles sont aussi utilisées pour l'épuration des eaux<sup>[19]</sup> ou la dégradation des déchets<sup>[20]</sup>.

## 8 Notes

[1] ONISEP, Le métier d'ingénieur en Environnement

[2] APEC Annuaire des métiers cadres

[3] CNRS, L'ingénierie écologique,

[4] CNRS, IngECOTech - Ingénierie écologique, consulté 2012-05-31

[5] Ecologue, et DIREN (Directeur régional de l'Environnement) dans plusieurs régions françaises, fondateur de l'Association française des ingénieurs écologues (AFIE)

[6] Blandin P (1991) *L'émergence du génie écologique : conséquences pour la recherche et la formation*, Bulletin d'écologie, 22, 2, 289-291.

[7] Bas W. Borsje, Bregje K. van Wesenbeeck, Frank Dekker, Peter Paalvast, Tjeerd J. Bouma, Marieke M. van Katwijk, Mindert B. de Vries, « *How ecological engineering can serve in coastal protection* » (Review Article); Ecological Engineering, Volume 37, Issue 2, February 2011, Pages 113-122 (résumé)

[8] H. Asmus, R. Asmus, *Food Web of Intertidal Mussel and Oyster Beds*; Trophic Relationships of Coastal and Estuarine Ecosystems; Treatise on Estuarine and Coastal Science Volume 6, Pages 287–304 6.13 (résumé)

[9] Ragnhild M. Asmus, Harald Asmus, **Mussel beds : limiting or promoting phytoplankton ?**; Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Volume 148, Issue 2, 13 June 1991, Pages 215-232 (Résumé)

[10] B. van Leeuwen, D.C.M. Augustijn, B.K. van Wesenbeeck, S.J.M.H. Hulscher, M.B. de Vries, *Modeling the influence of a young mussel bed on fine sediment dynamics on an intertidal flat in the Wadden Sea*; Ecological Engineering, Volume 36, Issue 2, February 2010, Pages 145-153; Résumé

[11] Neutraliser les pièges mortels pour la faune sauvage, Conseil général de l'Isère, Plaque illustrée, 34 pages

[12] <http://www.irstea.fr/nos-editions/dossiers/ingenierie-ecologique/pollution-aquatique>

[13] <http://www.irstea.fr/nos-editions/dossiers/ingenierie-ecologique/risques-naturels>

[14] "Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ?" Cahier de l'IFB, octobre 2007 : "Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ?"

[15] Environnement Magazine ;

[16] Norme NF X10-900 « *Génie écologique - Méthodologie de conduite de projet appliqué à la préservation et au développement des habitats naturels - Zones humides et cours d'eau* » (sur le site de l'Afnor)

[17] Travaux de génie végétal, une nouvelle règle professionnelle pour le secteur du paysage, brève de BatiActu, publiée 24/04/2015

[18] D. Masse, JL. Chotte et E. Scopel, « L'ingénierie écologique pour une agriculture durable dans les zones arides et semi-arides d'Afrique de l'Ouest », *Fiche thématique du CSFD*, n° 11, 2015, p. 2 (ISSN 1172-6964, lire en ligne)

[19] <http://www.irstea.fr/echos-dossiers/ingenierie-ecologique>

[20] <http://www.irstea.fr/nos-editions/dossiers/nos-dechets/methanisation>

## 9 Voir aussi

### 9.1 Articles connexes

- Étude d'impact
- Mesure compensatoire
- Résilience écologique
- Génie civil
- éthique environnementale
- Renaturation
- Écologie du paysage
- Biodiversité

- Philippe Adam, Nicolas Debiais, François Gerber, Bernard Lachat ; *Le génie végétal Un manuel technique au service de l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques* Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, Paris, 2008

- Stéphane Couret, Dr. Volker Seidel ; *Guide Aqua-Terra des solutions douces pour l'aménagement des lacs et cours d'eau*

-  Portail de l'écologie

-  Portail de l'environnement

## 10 Bibliographie

### 10.1 Génie écologique

- Raphaël Larrère, « *Quand l'écologie, science d'observation, devient science de l'action. Remarques sur le génie écologique* », in *Les biodiversités. Objets, théories, pratiques*, (CNRS éditions, 2005).
- *Entreprises et biodiversité ; Exemples de bonnes pratiques ; Guide technique du MEDEF*, janvier 2010 (PDF, 273 pages), avec la contribution de la Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels (FCEN).
- *Méthodes de construction du génie biologique ; 2004*, Ed : Office fédéral de l'environnement OFEV ; N°DIV-7522-F, PDF
- F. Rey, F. Gosselin et A. Doré, 2014, *L'ingénierie écologique Action par et/ou pour le vivant ?*, Ed. Quae
- Revue scientifique Sciences Eaux et Territoires N°5, 2011, *Restauration écologique : Nécessité de construire des indicateurs pour un suivi efficace.*
- Une approche vulgarisé de l'ingénierie écologique : quelques exemples de travaux de recherches

### 10.2 Génie végétal

- Lachat, B. 1994. "Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales" . Ministère de l'Environnement. Paris. DIREN Rhône-Alpes. 143 p.

## 11 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

### 11.1 Texte

- **Génie écologique** *Source* : [http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nie\\_%C3%A9cologique?oldid=114513458](http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nie_%C3%A9cologique?oldid=114513458) *Contributeurs* : Phe-bot, Sherbrooke, Zetud, Inisheer, CHEFALAIN, Julianedm, Boretti, Sum, Pautard, Astirmays, Cyril5555, Exocet-frwiki, Lamiot, NicoV, Macassar, Jarfe, Laurent Nguyen, LeFit, Eiffele, Speculos, Julien1311, Jay64, Xic667, SuperHeron, Vlaam, DumZiBoT, HerculeBot, ZetudBot, Luckas-bot, Denispir, ABACA, Alain bessix, MastiBot, Lomita, UPGE, EmausBot, Ltrlg, ZéroBot, Scientif38, Durablement, Moses-bot, MerllwBot, Rezabot, Le pro du 94 :), SNPN, COURET stéphane, Addbot, Sciemoc et Anonyme : 17

### 11.2 Images

- **Fichier:Fairytales\_konqueror.png** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Fairytales\\_konqueror.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Fairytales_konqueror.png) *Licence* : LGPL *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:View-refresh.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/View-refresh.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : The Tango ! Desktop Project *Artiste d'origine* : The people from the Tango ! project
- **Fichier :\_Fairytales\_konqueror.png** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Fairytales\\_konqueror.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Fairytales_konqueror.png) *Licence* : LGPL *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?

### 11.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0