

Le génie biologique est-il toujours du génie biologique?

Bernard Lachat

Résumé

Les publications qui traitent du génie biologique sont relativement nombreuses et généralement facilement compréhensibles et accessibles. Vers la fin du 20^e siècle, des efforts importants de communication et de valorisation de ce domaine, notamment sous forme de guides, de cassettes vidéo, de CD-Rom, etc., ont été déployés dans toute l'Europe et spécialement en Italie, en Espagne, en France, en Suisse, en Autriche, etc., ainsi qu'en Asie.

Toute cette information répercutant les expériences accumulées ont donné un élan considérable aux techniques du génie biologique. Cet enthousiasme salutaire a toutefois un revers de médaille. Au nom de la sécurité, par méconnaissance des lois élémentaires d'écologie, par mode et par mercantilisme, on assiste à une poussée croissante de techniques et de systèmes sur lesquels on peut raisonnablement s'interroger du bien-fondé. Ils sont parfois brevetés, souvent trop luxueux et trop sophistiqués, plus ou moins bien adaptés aux situations et très souvent en inadéquation avec les fonctions biologiques qu'on est en droit d'attendre des ouvrages. Ces techniques et ces systèmes banalisent et uniformisent le paysage, ils représentent aussi des dépenses importantes et quelquefois inutiles pour les maîtres d'ouvrage. Ils constituent aussi des alibis aux critères écologiques et environnementaux en discréditant, la plupart du temps, l'essence même du génie biologique.

Quelques exemples et quelques réflexions volontairement critiques sont proposés afin de susciter une prise de conscience de certaines valeurs et de maintenir un esprit éthique fondamental, nécessaire à la profession.

Mots-clés

génie biologique, Ingenieurbiologie, bioengineering, définition, principe, système breveté

Ist sich die Ingenieurbiologie treu geblieben?

Zusammenfassung

Es gibt relativ viele Veröffentlichungen zum Thema Ingenieurbiologie, und im Allgemeinen sind sie leicht verständlich und gut zugänglich. Gegen Ende des 20. Jahrhunderts wurden grosse Anstrengungen unternommen, um über den Lebendbau zu informieren und dieses Fach aufzuwerten: In ganz Europa – namentlich aber in Italien, Spanien, Frankreich und Österreich – und im asiatischen Raum wurden zahlreiche Ratgeber, Videokassetten, CD-ROMs usw. publiziert.

Dank dieser Informationsoffensive und der Weitergabe der in diesem Bereich gesammelten Erfahrungen verzeichneten die ingenieurb biologischen Bauweisen und Verfahren einen beträchtlichen Aufschwung. Dieser Enthusiasmus für die Ingenieurbiologie ist natürlich zu begrüßen, doch hat die Medaille auch eine Kehrseite. So häuften sich – im Namen der Sicherheit, unter Verkenennung der ökologischen Grundregeln, aus einer Modebewegung heraus oder einfach aus Profitgier – die Techniken und Systeme, deren Sinn mehr als zweifelhaft ist. Zum Teil sind sie patentiert, vielfach überfrachtet, unnötig kompliziert, nur bedingt situationsgerecht und in den meisten Fällen können sie die biologischen Funktionen nicht erfüllen, die sie eigentlich erfüllen müssten. Sie haben gleichförmige und langweilige Landschaften und für den Bauherrn hohe, manchmal gar unnötige Kosten zur Folge. Indem die meisten dieser Verfahren das, was die Ingenieurbiologie ausmacht, in Verruf bringen, bieten sie eine

Rechtfertigung, um die Kriterien des Umwelt- und Landschaftsschutzes nicht beachten zu müssen.

In diesem Artikel werden einige Beispiele aufgeführt und einige mit Bedacht kritische Überlegungen angestellt. Damit sollen gewisse Werte in Erinnerung gerufen werden; denn was ist unser Beruf ohne Ethos?

Key Words

Génie biologique, Ingenieurbiologie, bioengineering, Definition, Grundsatz, patentiertes System

1. Qu'est-ce que le génie biologique?

Le génie biologique est une science hybride dans la mesure où il fait appel à des connaissances issues d'horizons divers. Ses fondements puisent dans la connaissance de la physiologie végétale et, plus particulièrement, dans le mode de croissance et de développement de certaines espèces végétales. Ainsi, sur des modèles naturels de mécanismes de croissance et de développement, connus et observés, il développe des procédés qui permettent, parfois à grande échelle, de résoudre des problèmes de protection des sols contre l'érosion. Toutefois, c'est dans le développement des techniques et leurs applications que réside son essence propre. En d'autres termes, non seulement il exploite les capacités naturelles du végétal, mais il utilise ce dernier comme matériel de base à la construction d'ouvrages tout en essayant de favoriser les cycles biologiques.

Donc, la réussite complète des ouvrages nécessite encore la maîtrise d'un large éventail de connaissances, aussi multiples que variées. Botanique, géobotanique, phytosociologie et écologie végétale en sont les principales pour ce qui est de la maîtrise de la composante

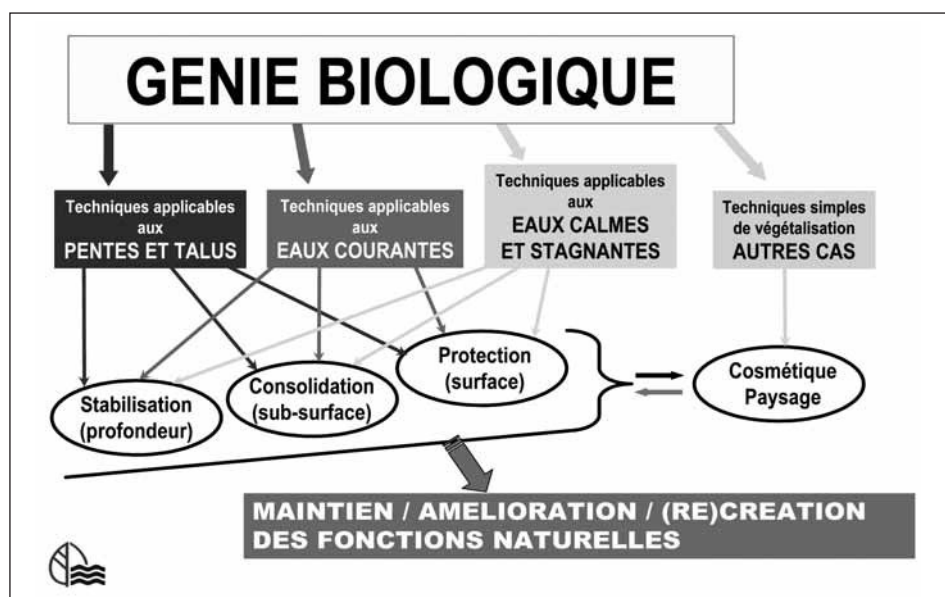


Fig. 1: Domaine d'application du génie biologique et buts à atteindre. L'élément fondamental de distinction du véritable génie biologique est constitué par les fonctions écologiques des ouvrages.

vivante. Mais physique, mécanique et dynamique des sols, connaissance des matériaux auxiliaires, géologie, pédologie et surtout hydraulique dès que l'on touche aux cours d'eau, sont autant d'outils indispensables à la réussite de l'application des techniques développées (Lachat et al. 1994).

Une définition pourrait être la suivante: *Techniques alliant les principes de l'écologie et du génie pour concevoir et mettre en œuvre des ouvrages de stabilisation de talus, de berges et de rives, en utilisant des végétaux vivants comme matériau de base pour confectionner des armatures végétales.*

Les domaines d'application pour lesquels s'utilisent les techniques du génie biologique sont les pentes et talus (routes, chemins de fer, autres), les cours d'eau (lit, berges et rives), les eaux de surfaces stagnantes (bassins techniques, étangs, lacs, etc.) et les zones réaménagées dans des sites exploités (carrières, gravières, terrils, décharges, etc.). Le but technique du génie biologique est d'atteindre un maintien des sols contre l'érosion (protection de surface), contre les glissements de surface (consolidation du sub-surface) ou encore des glissements plus profonds (stabilisation) comme l'illustre la figure 1.

Toutefois, ce qui distingue le génie biologique des autres génies (civil, forestier, ...) est la prise en compte des élé-

ments vivants constitutifs du site naturel.

L'intégration à l'ouvrage des fonctions biologiques et des cycles écologiques est un précepte incontournable.

3. Les systèmes artificiels brevetés

Pour simplifier la mise en place de structures protectrices contre l'érosion, beaucoup de systèmes «prêts à l'emploi» ont été inventés et mis au point.

Si les ouvrages sont, pour l'essentiel, relativement performants au niveau technique, il n'en est pas de même pour les aspects écologiques et paysagers.

Les problèmes couramment rencontrés sont les suivants:

- les moyens mis en œuvre sont souvent très conséquents, lourds et coûteux;
- plusieurs produits sont traités avec des produits chimiques de conservation (anti-UV, anti-feu, ...) sans précision sur les effets toxicologiques;
- beaucoup de systèmes n'autorisent pas la plantation ou la croissance des arbres;
- quasi tous les systèmes utilisent le végétal comme élément de décoration (cosmétique) (la base est souvent du métal);
- certains systèmes n'utilisent qu'une ou que quelques plantes, généralement des graminées. La qualité biologique et la biodiversité sont inexistantes. Il y

a très peu de possibilité de recolonisation spontanée rapide. De plus, il arrive aussi que ces systèmes favorisent et soient colonisés par une espèce de plantes exotiques invasives (xénophytes) qui trouve des conditions idéales de développement, sans concurrence;

- quasi tous les systèmes ne présentent ni n'autorisent de variété structurelle: les lignes, les surfaces, les géométries, etc., sont homogènes, rigides et sans nuances;
- après plusieurs années, très peu d'ouvrages ressemblent à un modèle naturel spontané.

Le bilan de ces constats pourrait s'exprimer ainsi:

- on utilise souvent un «canon pour tuer une mouche»;
- on est souvent très éloigné des modèles naturels (verdouillage);
- très peu de systèmes rassemblent les arguments écologiques tant vantés dans la publicité;
- biodiversité, diversité structurelle (mosaïques, hétérogénéité des substrats, morphologie) et dynamique évolutive du vivant font défaut;
- les gains techniques sont souvent réels, mais les gains écologiques et paysagers sont très médiocres. Le rapport coût/bénéfice des systèmes brevetés, en comparaison d'aménagements de base du génie biologique sont disproportionnés.

La publicité qui accompagne ces produits montre, très souvent, des travaux en des endroits où il n'y aurait, a priori, pas nécessité d'intervenir (talus peu pentu, écoulement lent, courbe interne avec peu de contraintes hydrauliques, discordance avec les modèles naturels proches, etc.).

Finalement, en analysant ces systèmes d'un peu plus près, on s'aperçoit que, pour beaucoup, les processus d'application et les matériaux utilisés ne peuvent pas convenir aux végétaux.

Il n'y a évidemment pas que les systèmes brevetés qui peuvent poser de sérieux problèmes dans la qualité biologique des ouvrages (fig. 11). Nous avons déjà eu l'occasion de nous exprimer à ce sujet (Leuzinger Y. et Lachat B., 1995).

4. Conclusion –

Principes à respecter

A la lumière de plusieurs décennies d'expérience, il nous a paru, une fois encore, nécessaire de parler de ce sujet car la «récupération» écologique venue de tout bord pour vendre des produits a envahi de façon inquiétante notre domaine d'activités.

Des systèmes vendus sous le couvert du génie biologique discréditent sans vergogne et sans discernement notre profession, au risque de faire croire que l'ingénieur-biologiste n'est plus du tout utile ni même nécessaire, car le système proposé assure toutes les fonctions.

Par conséquent, nous tenons beaucoup à ce qu'une éthique et une philosophie, indispensables à la définition d'un véritable génie biologique, puissent s'instaurer concrètement. De même, il est indispensable que financeurs et maîtres d'ouvrages soient conscients des pièges pour ne pas se faire duper. A cette fin, les principes et critères suivants devraient permettre de définir clairement si un ouvrage s'apparente réellement ou non au génie biologique:

- Le **végétal vivant** est l'**élément** qui **stabilise** et consolide le sol et en protège aussi la surface¹.
- La recolonisation spontanée et le développement des végétaux autochtones doivent être favorisés pour permettre une évolution naturelle normale.
- En conditions particulières où le développement spontané ne peut pas être favorisé, on doit utiliser de **nombreuses espèces** végétales adaptées au site, **d'origine indigène**. L'objectif à atteindre, en plus de la protection ou la stabilisation, est la **qualité biologique** et la **biodiversité**. L'aménagement est constitué de divers milieux vitaux favorables à une grande quantité et variété d'organismes.

- Le végétal, le sol et l'eau interstitielle forment un tout cohérent en étroite interdépendance. Toutes les conditions pour permettre et favoriser le **développement complet des successions végétales** et des relations faune-flore sont rétablies sur la base des modèles naturels.
- La conception des ouvrages de protection est basée sur des connaissances botanique, hydraulique, pédologique, géomorphologique, géotechnique, écologique. L'observation et la compréhension des phénomènes de terrain et des modèles naturels constituent la base des solutions et des techniques. La biologie se marie à la physique, le vivant se marie à l'inerte.
- Un des critères de réussite d'un ouvrage de génie végétal est qu'après quelques années on ne voit plus qu'il y a eu une intervention. L'aménagement forme une ou plusieurs **structures végétales d'aspect naturel** s'intégrant parfaitement dans le paysage **et de composition floristique typique d'un milieu quasi intact où les cycles biologiques naturels fonctionnent**.

5. Exemples critiques

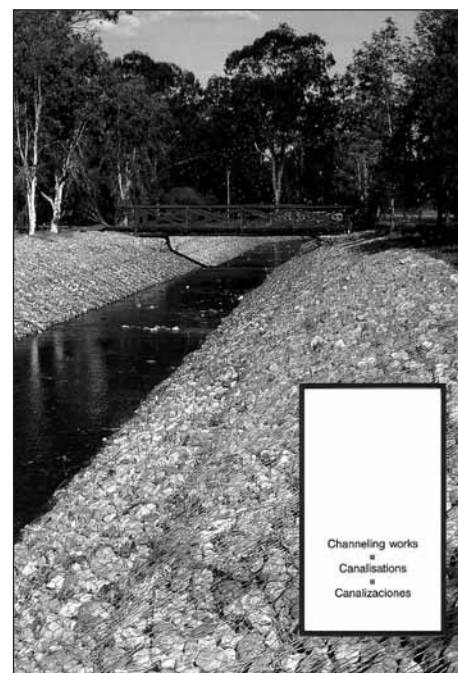


Fig. 2: Sur ce cours d'eau, les systèmes particuliers mis en place, vantant au passage des qualités et des mérites écologiques, laissent quand même supposer que les objectifs paysager et écologique sont loin d'être atteints si on sait ce qu'est un cours d'eau!

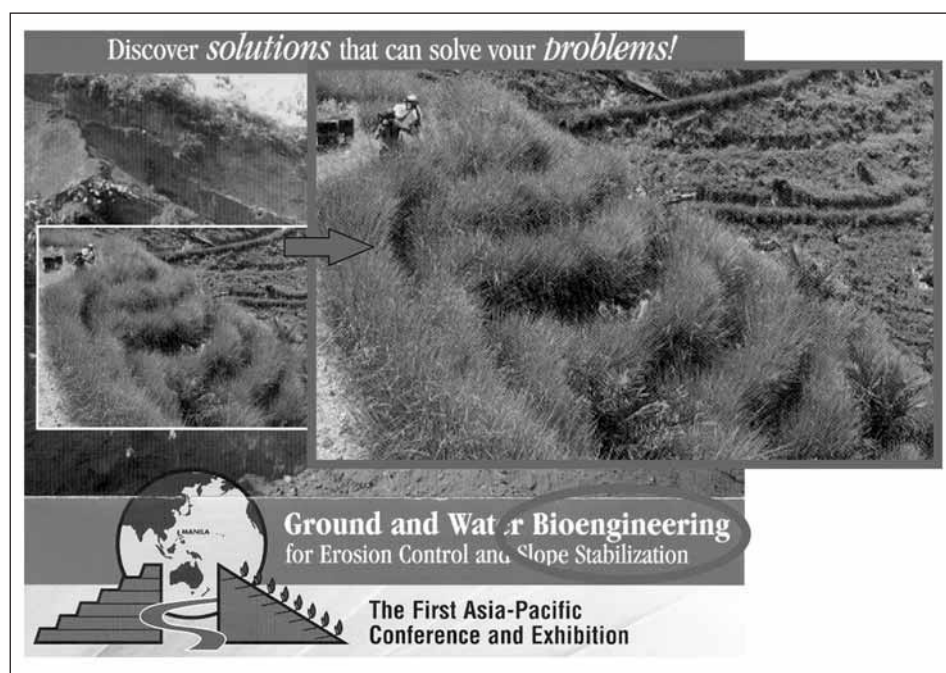


Fig. 3: Illustration d'une plaquette invitant au 1^{er} Congrès Asie-Pacifique sur le génie biologique. L'exemple mis en exergue est certainement spectaculaire du point de vue technique, mais démontre un peuplement monospécifique (1 seule graminée: *Vetiveria zizanioides* L.) définissant un milieu plutôt uniforme, peu attractif. Cette plante (avec deux autres espèces) est diffusée abondamment dans les régions tropicales, avec un risque de dispersion invasive.

¹ Même dans les caissons ou les treillages, l'armature en bois pourrit avec le temps et les végétaux vivants implantés stabilisent ensuite l'ouvrage.



Fig. 4: Image tirée de la même plaquette que précédemment. On a vraiment du mal d'imaginer qu'il s'agisse de génie biologique et que les promoteurs utilisent cela comme modèle, même si des boutures sont plantées uniformément dans ... les cailloux!



Fig. 5: Stabilisation d'une berge de cours d'eau avec des traverses de chemin de fer, style «Kraierwand». On voit tout de suite les limites de ce genre de construction par l'érosion systématique des matériaux contenus dans l'ouvrage. Ceci ne permet pas la croissance des végétaux et est inadapté sur certains cours d'eau (Photo Biotec).



Fig. 6: Système de stabilisation de talus n'ayant pas donné toutes ses promesses. L'ouvrage se vide et les végétaux ne peuvent pas croître (Photo Biotec).



Fig. 7: Les systèmes brevetés, souvent très verts dans les publicités, donne l'illusion d'un ouvrage bien intégré. Si techniquement le système peut paraître efficace en terme de stabilisation, les aspects écologiques et paysagers ne sont pas intégrés. Ici les plantes ne poussent que dans les jointures entre les étages (Photo Biotec).



Fig. 9: Système cellulaire permettant de mettre de la terre végétale et de l'herbe sur des substrats bruts. La richesse du substrat a fait se développer de façon exubérante des graminées alors qu'on aurait pu ensemercer le talus brut avec un mélange grainier riche en fleurs, adapté à ce type de sols et d'exposition. Ces systèmes vieillissent malheureusement très mal (Photos Biotec).



Fig. 8: Deux systèmes montrent ici des risques inquiétants de mauvais fonctionnement écologique et paysager. Le talus externe de la route est un système fait d'armature métallique. Après cinq ans, la végétation n'est pas développée et la structure est toujours visible, enlaidissant le paysage. Le 2^{ème} système, à gauche, est constitué de dalles ajourées (dalles-gazon) tapissant la berge d'un ruisseau. L'artificialisation du site est très forte, les végétaux se développent très mal. Les fonctions techniques sont peut-être réalisées mais les fonctions paysagères et écologiques sont médiocres (Photo Biotec).



Fig. 10: La confusion dans les termes ou dans les idées qu'ils représentent induit une perplexité supplémentaire dans l'image attendue des cours d'eau.

Ici, on aurait pu s'attendre à une restauration dans un sens plus naturel. Or, il n'en est rien, un enrochement bétonné caractérise la restauration (Photo Biotec)!



Fig. 11: Le génie biologique mal conçu, utilisant pourtant le végétal pour stabiliser des talus, peut aussi parfois s'avérer complètement farfelu et incompréhensible. Ces tressages de quelque 1.30 m de hauteur sont logiquement morts et présentent une déficience importante de résistance (Photos Biotec).



Fig. 12: Le génie biologique mal conçu, utilisant pourtant le végétal pour stabiliser des talus, peut aussi parfois s'avérer complètement farfelu et incompréhensible. Ces tressages de quelque 1.30 m de hauteur sont logiquement morts et présentent une déficience importante de résistance (Photos Biotec).

6. Bibliographie

Lachat, B., Adam, P., Frossard, P.-A. & Marcaud, R. 1994. Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales. Ministère de l'Environnement, Paris. DIREN Rhône-Alpes. 143 p.

Leuzinger, Y. & Lachat, B. 1995. Le génie biologique en question. Ingenieurbiologie kritisch beleuchtet. Bulletin de l'Association pour le génie biologique. Verein für Ingenieurbiologie. Nr. 3: pp. 3-7.

Adresse de l'auteur

BIOTEC Biologie appliquée SA
M. Bernard Lachat
Route de Courroux 17
CH-2824 Vicques

Tél.: 032 435 66 66

Fax: 032 435 56 46

Mail: biotec@biotec.ch et

biotec@biotec.fr

Internet:

<http://biotec.ch> et <http://biotec.fr>