



# MOOC UVED

Université Virtuelle Environnement  
Développement Durable

## INGENIERIE ECOLOGIQUE

*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Ingénierie écologique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

### *Exemples actuels d'ingénierie écologique*

**Manuel Blouin,**  
*Professeur, AgroSup Dijon*

Je vais illustrer l'ingénierie écologique par quelques exemples tirés de différents milieux, avec différentes approches. Cette liste d'exemples a en fait été élaborée par un groupe de travail qui a voulu illustrer la diversité des solutions proposées par l'ingénierie écologique. Et au cours de cinq exemples, je vais d'abord poser un problème, vous préciser quelle est la solution envisagée par l'ingénierie conventionnelle, puis la solution proposée par l'ingénierie écologique.

Alors tout d'abord, on va parler de milieux marins, les littoraux et de lutte contre la montée des eaux.

Alors un exemple concret, ce sont les inondations qui ont lieu dans les polders aux Pays-Bas. Ces inondations, comme à Zuid Beveland en 1953, ont été responsables de très nombreuses personnes qui ont été tuées, d'animaux de ferme qui ont été noyés, de terres agricoles inondées et de bâtiments détruits. Cela se comprend bien quand on regarde la topographie des Pays-Bas, avec toutes les zones en rose sur la carte, qui se situent sous le niveau de la mer. Et donc, c'est un cordon de digues et de dunes qui protègent en fait ces zones de l'inondation par la mer.

Mais dans un contexte de changement climatique où il y a une fonte des glaces et une montée du niveau de la mer, eh bien la menace devient de plus en plus importante. Alors certaines personnes, qui sont plutôt habituées à l'ingénierie civile, à l'ingénierie conventionnelle, proposent en fait d'arracher les arbres qui se développent sur les digues et qui les dégradent, et de rehausser de quelques mètres le niveau de la digue, ce qui a des conséquences financières extrêmement importantes, plusieurs dizaines de milliards d'euros. Une autre solution préconisée par l'ingénierie écologique, c'est de faire pâturer des moutons sur cette digue pour limiter l'implantation de végétaux ligneux qui détruisent la digue avec leurs racines. Et puis également d'implanter des herbiers marins dans la mer, afin de limiter la montée des eaux lors de la marée haute. Et on arrive, grâce à ce type d'herbiers marins, à réduire de quelques dizaines de centimètres le niveau de la marée haute, ce qui peut éviter un débordement de la digue.

Un deuxième exemple concerne les milieux montagnards dans lesquels des ingénieurs sont confrontés à des problèmes de chutes de blocs rocheux, de glissements de terrain et également d'avalanches.

Alors, ces chutes de blocs produisent des dégâts considérables sur les infrastructures routières, coupant parfois des vallées du reste du monde et dégradent également des habitations. Pour lutter contre ces chutes de blocs de pierre, on peut installer, en ingénierie conventionnelle, des filets pour retenir les pierres, ou des merlons équipés de pneus pour retenir ces chutes de blocs de pierre.

Une autre solution développée par l'ingénierie écologique, c'est en fait de réfléchir à la structure des peuplements arborés, en faisant des expérimentations de lâcher de blocs ou des modèles de chutes de blocs de pierre. Blocs de pierre qu'on va faire passer dans des forêts, dont on fait varier les essences d'arbres et la structure d'âge des peuplements, c'est-à-dire la taille en fait des troncs d'arbres, afin de déterminer quelle est la structure du peuplement arboré qui va être la plus apte à faire barrière à ces blocs de pierre.

Pour les avalanches, on a également des problèmes de dégradation des infrastructures, des habitations, des voitures. La solution préconisée en ingénierie conventionnelle consiste à mettre des filets, ou des râteliers, dans la zone de départ du manteau neigeux pour le fixer ce le manteau neigeux, ou dans la zone d'écoulement pour stopper, ou dévier, l'avalanche. Le problème, c'est qu'on arrive à des montagnes qui sont absolument saturées de ces infrastructures, ce qui nuit considérablement à l'aspect esthétique de ces montagnes. Or, on sait que le tourisme dans les régions montagneuses est une activité financière importante. Donc pour éviter cela, on peut faire appel à une solution d'ingénierie écologique. Des écologues se sont rendu compte que les départs d'avalanche sont assez liés en fait à une dégradation du couvert herbacé, notamment sur les pistes de ski, qui peuvent jouer un rôle de toboggan pour le tapis neigeux. Leur solution, c'est de faire pâturer des vaches sur ces pistes de ski, car avec les empreintes des sabots des vaches, on va avoir des micros reliefs qui

vont se former, des petites trappes qui vont piéger en fait les graines, l'eau et la matière organique, et en fait favoriser la revégétalisation. Et en faisant pâturer, on évite d'avoir également des herbacées très grandes qui vont se coucher sous le manteau neigeux et favoriser le décrochement de ce manteau neigeux, car si les animaux pâturent, ils ne vont laisser que la base des plantes qui va en fait augmenter la rugosité et retenir ce manteau neigeux.

Sur les milieux agricoles, les problèmes qui sont fréquemment rencontrés, c'est notamment la dégradation des sols et notamment leur compaction.

Alors cette compaction a été observée dans les milieux tropicaux, car dans les sols tropicaux, la porosité et la vie du sol en fait est très importante pour maintenir sa fertilité. En utilisant des pesticides, on a détruit la faune du sol, donc on a perdu cette porosité, les sols se compactent et les racines des plantes ne peuvent plus se développer correctement. Une solution qui pourrait être envisagée par l'ingénierie conventionnelle, c'est de labourer. Mais quand on est sur des plantations pérennes, donc avec des plans de thé qui sont installés pour plusieurs années, sur des pentes relativement raides, le labour paraît difficile à appliquer et pourrait même en fait être problématique, car il pourrait favoriser des processus d'érosion sur ces pentes raides. La solution préconisée par l'ingénierie écologique, et qui a fait l'objet d'un brevet qu'on appelle la "fertilisation bio-organique", c'est de réintroduire des vers de terre et de la matière organique dans des microsites, des tranchées que vous voyez sur la photo de la plantation de thé en Inde. À partir de ces fosses où on met différents types de matières organiques et des vers de terre, on va avoir une diffusion, une propagation dans l'ensemble de la plantation, des organismes du sol et en particulier des vers de terre. Et on va avoir ainsi une restauration de la porosité du sol et une réactivation en fait de tout un tas d'organismes qui vont former un réseau trophique et qui vont participer au flux de nutriments dans le sol. Alors cette technologie en fait a amené à considérer des résultats assez impressionnants, puisqu'on a, sur certains horizons du sol, une multiplication par 15 de la quantité d'agrégats et ces agrégats en fait permettent de restituer une porosité au sol. Grâce à cette technologie purement organique, biologique, on atteint les mêmes rendements que ceux obtenus avec une agriculture conventionnelle avec beaucoup d'intrants. Et des personnes qui goûtent le thé en aveugle ont mis des notes supérieures à ce thé produit grâce à la technologie FBO, par rapport à du thé produit de façon conventionnelle. De plus, on peut espérer des revenus améliorés pour les agriculteurs qui utiliseraient cette technologie, car ils pourraient vendre le thé comme un produit issu de l'agriculture biologique.

Enfin, un dernier exemple, cette fois-ci qui concerne les milieux urbains et la construction de technosols.

Alors cette problématique en fait vient de deux problèmes qui se sont rencontrés et qui ont fini par déboucher sur une solution. Premier problème, c'est la gestion des déchets du bâtiment. Quand on construit un bâtiment, il faut excaver des quantités de sols profonds très importantes et les véhiculer par des camions. Donc il y a un coût financier important et un coût environnemental aussi, avec des émissions de CO<sub>2</sub>, les transporter dans des milieux naturels ou des milieux agricoles dans lesquels on met en place des décharges. Ces décharges causent des nuisances extrêmement importantes pour les habitants, et les élus de ces communes souvent s'insurgent contre ce type d'installation. D'un autre côté, en milieu urbain, afin de répondre à la demande de zones de récréation pour la population, les services espaces verts des collectivités mettent en place des espaces verts. Et un des plus gros budgets pour la mise en place de ces espaces verts, c'est en fait le sol qui doit être amené, de la terre végétale qui va être prélevée dans des milieux naturels, ou dans des milieux agricoles, là encore transportée jusque dans les villes et implantée avec de la végétation. Il est possible d'éviter ces doubles flux de la ville vers les campagnes et de la campagne vers les villes, en instaurant un circuit court au sein des villes et en réutilisant les matériaux issus des activités du bâtiment, qui sont purement minéraux puisque ce sont des horizons de sols profonds, en circuit court pour la fabrication d'espaces verts. Et pour ceci, on va combiner cette matière minérale issue des horizons profonds avec du compost de déchets verts, qui va être, lui aussi, produit en milieu urbain grâce à la tonte et aux coupes d'arbres de ces milieux urbains. Et si on mélange ces matériaux et qu'on les soumet à l'activité des racines et des vers de terre, on va avoir la formation d'agrégats. Encore une fois, ces agrégats qui sont l'élément de base du fonctionnement d'un sol. On va avoir une bonne association organo-minérale qui va redonner en fait des propriétés au sol en termes de stockage de carbone également, donc un intérêt pour la lutte contre les changements climatiques, en termes de fertilité, donc un intérêt pour la croissance des plantes, en termes de rétention d'eau également, donc intéressant également pour le stockage d'eau et la lutte contre le ruissellement en milieu urbain.

Ainsi, il existe tout un panel de solutions qui vont de l'ingénierie écologique à l'ingénierie conventionnelle et qui reposent plus ou moins sur l'auto-organisation des écosystèmes ou sur des infrastructures produites par les humains. On peut ainsi penser dans un premier temps à conserver la diversité et les services écosystémiques qu'elle fournit à la société humaine. Quand cette diversité a été malheureusement érodée, on peut imaginer de favoriser la recolonisation de certaines espèces, par exemple en aménageant des corridors écologiques. Puis, quand les capacités de dispersion des organismes ne sont pas suffisantes, on peut tenter de réinoculer, ou de manipuler, cette diversité afin de promouvoir certains services écosystémiques. Et enfin dans certains cas, il n'y a pas d'autre solution que les technologies fabriquées par les hommes. Quand on réfléchit à ce choix entre ingénierie écologique et ingénierie conventionnelle, on peut espérer substituer des solutions d'ingénierie écologique aux solutions d'ingénierie conventionnelle dans un maximum de cas, mais ça n'est pas toujours possible. Parfois, il faut réfléchir à leur complémentarité. Et en fonction de l'espace disponible, donc il faut souvent beaucoup d'espace pour des solutions d'ingénierie

écologique, en fonction de la nature du risque - quand un risque va être très élevé, souvent on va plutôt faire confiance à des solutions d'ingénierie conventionnelle - et quand le coût des infrastructures humaines est très élevé, là dans ce cas-là on va avoir tendance plutôt à se reporter sur des solutions d'ingénierie écologique. Eh bien, selon ces trois critères en fait, on va pouvoir faire les choix les plus pertinents entre ingénierie conventionnelle et ingénierie écologique.