

L'ingénierie écologique enseignée à l'ENGREF pour la gestion des cours d'eau

Gabrielle Bouleau

L'ENGREF est une école d'application qui recrute désormais des ingénieurs (bac + 5). Cette formation s'adresse à des étudiants civils et fonctionnaires et dure deux ans. La première année est une année d'enseignement général sur l'environnement (droit, modélisation, politiques publiques, innovation, économie, stratégies d'acteurs, communication). La deuxième année est une année de spécialisation professionnelle (forêt, eau, aménagement du territoire...) ou d'approfondissement par la recherche.

La spécialisation « gestion de l'eau » accueille chaque année entre 10 et 20 étudiants issus de l'ENGREF auxquels se joignent des étudiants extérieurs en master spécialisé. La formation est de 750 heures académiques et de six mois de stage qui doivent permettre aux étudiants d'aborder successivement les problématiques suivantes : qualité de l'eau et santé, hydrogéologie et protection des ressources en eau, traitement de l'eau potable et conception des réseaux d'eau, gestion de services d'eau et d'assainissement, conception des infrastructures d'assainissement et traitement des eaux usées et des boues, hydrologie et risques, barrages et mécanique des sols, hydraulique et rivières, gestion de l'eau en Europe, allocation des ressources dans un bassin versant, eau et développement.

Réflexions sur l'ingénieur et l'écologie

En formant des ingénieurs civils et fonctionnaires, l'ENGREF doit satisfaire les demandes souvent implicites du marché et de l'État en matière d'ingénieurs de l'environnement. Comme ces demandes ne sont écrites nulle part, l'ENGREF construit cette demande en développant sa propre vision de l'ingénieur écologue, en anticipant sur des enjeux futurs et en sollicitant des avis d'experts (ingénieur ou non). L'enseignement proposé enrichit ainsi les disciplines traditionnelles de savoir-faire de l'ingénieur par l'enseignement des enjeux techniques, juridiques, économiques, politiques, écologiques qui conditionnent tout projet.

Nous avons à relever plusieurs défis pour que nos étudiants s'approprient ce contenu pédagogique, notamment ceux qui choisissent un approfondissement dans le domaine de l'eau.

Le premier défi est de satisfaire la quête de prestige des jeunes ingénieurs sans asseoir leur légitimité sur une approche unidisciplinaire correspondant à un corps de métier à la française¹ ou un doctorat international. Notre volonté est de former des généralistes ayant une vision large de l'environnement pour agir de manière cohérente, capables d'auto-approfondir un domaine et de motiver une équipe. Ces qualités ne s'apprécient pas en terme de métier et les étudiants ont de l'appréhension à ne pas s'inscrire dans un profil défini par un savoir-faire très technique.

1. Nous verrons par la suite en quoi la culture française accorde à cette notion une valeur particulière.

Les contacts

École nationale
du Génie rural des Eaux
et des Forêts,
Département Eau,
648 rue Jean-François
Breton, BP 44494,
34093 Montpellier
Cedex 5

Le second défi est d'aborder les différents contenus avec des cas pratiques sans rester superficiel. Les cas pratiques sont nécessaires pour que les étudiants s'approprient les contenus dans une démarche active. Mais ces exercices demandent beaucoup plus de temps qu'un enseignement magistral.

Nous allons revenir en détail sur les causes de ces contradictions et les propositions pédagogiques que l'ENGREF met en œuvre pour les surmonter.

L'importance du métier en France

Le métier est une source d'identité très forte en France. Déjà sous l'Ancien Régime, les corps de métier au sein du Tiers État conditionnaient les privilèges et la reconnaissance sociale. La Révolution française en abolissant les privilèges n'a pas cassé le lien identitaire des professionnels avec leur métier. L'identification de l'individu à son corps de métier et à son corpus de règles reste très forte de nos jours (Iribarne, 1989). Ce qui fait la lisibilité d'un métier est son histoire. Les métiers les plus récents sont les moins faciles à faire reconnaître.

Qu'est-ce qu'un ingénieur ?

Le mot « engeigneur » est apparu en ancien français en 1556, d'après le Petit Robert. Il vient d'engin, « machine de guerre ». Son premier sens est donc constructeur, inventeur des machines de guerre.

Aux XVII^e et XVIII^e siècles, le sens évolue pour désigner une personne qui a reçu une formation scientifique et technique la rendant apte à diriger certains travaux, à participer à des recherches. Ce sens est largement imposé avec les écoles d'ingénieurs qui font de l'ingénieur celui qui a reçu leur diplôme. Enfin, le dictionnaire cite De Broglie « l'ingénieur (...) est un homme qui s'est spécialisé dans la mise en œuvre de certaines applications de la science ».

Il est frappant de voir que depuis le XVII^e siècle, l'aptitude de l'ingénieur est largement implicite. Le diplôme remplace la définition. Cependant les mots engin, travaux, recherche, application de la science précisent un peu ce que doit être cette formation. L'ingénieur est un créateur d'objets à partir de connaissances scientifiques. C'est un homme de l'art. Les artistes-ingénieurs sont nombreux depuis la Renaissance italienne et jusqu'aux Lumières, peintre et constructeur,

sculpteur et mathématicien, etc. Probablement encore aujourd'hui même si la culture française aime cantonner l'artiste aux milieux marginaux et contestataires.

Par rapport à un chercheur ou un enseignant, l'ingénieur construit et met en œuvre. Au même titre que l'architecte, il est souvent maître d'œuvre. Après avoir analysé une situation, son rôle est du côté de l'action, il doit prendre parti et proposer du concret.

Historiquement, ce concret est la machine, une œuvre purement artificielle qui célèbre la maîtrise de l'homme sur la nature. « [la rationalité] implique un type d'activité impliquant la domination, soit sur la nature, soit sur l'homme (...). La technique, c'est d'emblée tout un projet socio-historique » (Habermas 1968).

Qu'est-ce qu'un ingénieur écologue ?

L'histoire et la définition de l'ingénieur ne vont pas spontanément vers l'écologie. Néanmoins l'artificialisation de notre environnement et le désir d'une nouvelle alliance avec la nature sont des préoccupations qui ont plus de trente ans, un temps suffisant pour que les métiers et les formations aient évolué pour prendre en compte les nouvelles aspirations sociales. Les experts qui pourraient se revendiquer ingénieurs écologues se positionnent souvent par opposition à d'autres ingénieurs comme en témoignent les termes « techniques alternatives, techniques douces... ». Il leur manque peut-être le jargon, une culture maison, les totems et les tabous qui font la force des corporatismes. Les employeurs qui pourraient spécifier leur attente savent mieux décrire ce qu'ils ne veulent pas qu'un descriptif en positif. À titre d'exemple, la demande exprimée par le ministère de l'Environnement vis-à-vis des ingénieurs fonctionnaires porte peu sur leur formation mais sur leur première affectation, comme si l'ingénieur capable de défendre les intérêts environnementaux était avant tout celui qui n'avait pas été en DDAF².

L'écologie à tout âge ?

On pourrait rétorquer que la formation continue des ingénieurs doit justement leur permettre de s'approprier des champs nouveaux et des techniques nouvelles. Les fréquentations de nos formations continues par d'anciens élèves et les parcours professionnels des ingénieurs civils démentent cependant cette assertion.

2. Direction départementale de l'agriculture et de la forêt.

Les ingénieurs fonctionnaires reviennent peu se former à l'ENGREF³, ils suivent un peu plus des formations mono-disciplinaires directement liées à leur emploi ; quant aux ingénieurs civils, ils changent peu de métier.

Positionnement de la formation GREF dans ce contexte

Dans ce contexte, pour ce qui concerne la prise en compte des enjeux environnementaux, l'ENGREF se donne pour mission de sensibiliser suffisamment ses étudiants pour que la préoccupation écologique les anime quelle que soit leur affectation et la culture maison qu'ils rencontreront dans leurs postes successifs. Cependant, toute formation initiale subit l'obsolescence et devrait être complétée pendant la carrière professionnelle.

Six ans après le bac, nos étudiants ont conscience de posséder certains savoirs, mais l'approche de la vie professionnelle les inquiète un peu pour ses aspects opérationnels. Qu'en est-il de leur savoir-faire ? Leur demande est forte pour qu'on les mette en situation et qu'ils soient les plus actifs possible pendant les enseignements.

Il nous fallait donc inventer des cours qui ne soient ni des conférences exposant de nouveaux savoirs théoriques, ni des travaux pratiques de bouturage de saules en bordure de cours d'eau, pour allier contenu dense et pédagogie active. Comme « avoir du métier », c'est avoir de l'expérience, nous cherchons à construire une partie du métier de l'ingénieur écologue à travers ces cas pratiques. Il s'agit de rendre les exercices suffisamment prenants pour qu'ils fassent partie du vécu des étudiants.

Construction d'une séquence « hydraulique et impacts en rivières »

Ambition de la séquence

En matière de cours d'eau, l'enseignement vise à donner aux étudiants des notions en hydraulique à surface libre, en écologie aquatique, en géomorphologie et en écotoxicologie ainsi que quelques éléments de police des eaux.

Unité thématique et pédagogique

Notre parti pris est de traiter tous ces aspects dans une même étude de cas. En effet, si l'on sépare l'enseignement hydraulique de celui sur les écosystèmes, le lien entre la modélisation hydraulique

et la prise en compte des habitats ne sera pas fait. Or ce lien est justement celui qui a entraîné des chenalizations néfastes et irréversibles par le passé. De même, la question du risque engendré par un polluant ne peut pas être uniquement abordée par biotest en laboratoire, la question de l'innocuité d'un rejet doit être replacée dans son contexte hydraulique.

L'étude de cas type

L'étude de cas se présente de la manière suivante : un cours d'eau réel ayant donné lieu à une modélisation hydraulique dans un contexte particulier (crue, étiage...) et pour lequel nous disposons également d'un diagnostic général (SAGE⁴, contrat de rivière...).

Nous demandons aux étudiants de comprendre la modélisation hydraulique afin de répondre aux questions suivantes sur le modèle lui-même :

- quelles sont les hypothèses, les limites spatiales et temporelles du système et son périmètre modélisé, les approximations, le calage du modèle avec les observations de terrain ?

- quelle valeur et quelles limites peut-on accorder à ses résultats ?

et d'utiliser ce modèle en lien avec des informations complémentaires sur le bassin versant pour répondre aux questions de dynamique fluviale, d'écologie et d'écotoxicologie :

- à quel type de cours d'eau correspond la rivière étudiée en terme de dynamique fluviale ? Qu'apprend-on sur ses conditions d'équilibre, ses problèmes d'érosion, de sédimentation, d'évolution du profil et des berges ?

- quels sont les facteurs limitant la biodiversité du cours d'eau, comment se hiérarchisent-ils ?

- les conditions hydrauliques sont-elles propices aux conditions de vie des salmonidés dans ce cours d'eau (préciser les hypothèses, éventuellement en ne travaillant que sur une portion du cours d'eau) ?

- quels effets aura une pollution en amont de tel ou tel type ?

La partie diagnostic et modélisation étant acquise, nous demandons aux étudiants de faire des propositions concrètes et de les défendre :

- proposer un débit et des règles de gestion qui permettent d'optimiser la disponibilité en habitat

3. Ils représentent moins de 5 % du public de nos formations continues, tous centres confondus.

4. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux.

d'une espèce de poisson (truite, brochet, anguille) adaptée au milieu ;

– quelles décisions préfectorales préconisez-vous dans le cas de la pollution soudaine ?

Modalités pratiques

Les étudiants disposent du modèle hydraulique éventuellement simplifié pour pouvoir être manipulé sur des ordinateurs classiques. Une personne ressource ayant participé à l'élaboration du modèle vient le leur présenter pendant une journée et demie. Un cours sur l'hydraulique avec des travaux pratiques est prévu en début de module, suivi de trois conférences sur l'écosystème rivière, l'écotoxicologie et la réglementation. Les étudiants ont ensuite deux jours pour préparer leur restitution écrite et orale.

Nous organisons quatre études en parallèle pour que les étudiants puissent à l'occasion des restitutions voir des approches un peu différentes.

Retour d'expérience

L'attention des étudiants aux conférences est beaucoup plus grande quand ils sont confrontés à un problème pratique. L'étude de cas fonctionne comme une mise en appétit. La quantité de travail fournie par chaque étudiant est également beaucoup plus importante que si nous planifions deux semaines de conférence. Ces constats nous encouragent à continuer dans cette voie.

Ce type d'enseignement exige néanmoins beaucoup plus de disponibilité des enseignants pour un encadrement de proximité. Cette disponibilité est moins nécessaire si les études de cas sont bien connues des enseignants et que les conférences s'appuient sur des documents écrits bien construits. Il existe peu de documents synthétiques sur l'ingénierie écologique et c'est un facteur assez limitant.

La restitution s'accompagne des commentaires et des questions du jury avec quelques approfondissements « à la demande ».

De l'étude de cas à la vision prospective à l'étranger

Présentation de l'exercice

En fin de parcours académique, juste avant de partir en stage, les étudiants en formation eau sont envoyés par petits groupes à l'étranger sur une étude de cas en partenariat avec une univer-

sité locale. Il s'agit d'un périmètre d'irrigation au Maghreb, d'un fleuve transfrontalier dans les Flandres, d'un bassin versant espagnol... Les étudiants des deux nationalités doivent établir en commun un diagnostic de la situation initiale, construire un argumentaire commun pour juger de la durabilité de cette situation et faire des propositions.

Émancipation par rapport à l'inconscient collectif

Le travail en équipe multiculturelle impose une explicitation accrue des présupposés. L'étudiant seul qui est confronté à une situation professionnelle s'autocensure pour mieux s'intégrer dans l'univers qui l'accueille. À moins d'avoir été par le passé confronté à une situation contradictoire, il ne va pas poser des questions qui pourraient ressembler à une remise en cause des choix de ses pairs. Pourquoi a-t-on dimensionné les ouvrages à tel gabarit ? Pourquoi l'eau est-elle gratuite ici ? Pourquoi cultive-t-on du maïs là ? Pourquoi maintenir des habitations là où il faut pomper en permanence ?

En présence d'autres étudiants sur un terrain étranger, les contradictions avec les références connues sont révélées. L'étranger qui ne joue pas son avenir auprès des autorités locales ose des questions sur des sujets tabous. Il fait part de sa connaissance de situations différentes. Il oblige ses partenaires étudiants et professionnels à mettre en jeu des justifications qui explicitent les enjeux et les choix d'une société ou d'un groupe. Ces mots pour le dire rendent les étudiants conscients de leur histoire collective subie et contribuent à une certaine émancipation.

Notons que le simple jeu des provocations interculturelles n'est pas propice à la prise de recul individuelle. L'exercice ne permet une émancipation que si le dialogue a pour objectif de mieux comprendre l'autre. Le partenariat des enseignants entre eux joue un rôle essentiel à ce niveau.

Émancipation par rapport à une commande

L'exercice proposé ne s'arrête pas à la compréhension de la situation actuelle. Il exige un jugement commun sur la durabilité du système étudié et des propositions pour l'avenir. L'exercice de prospective positionne les étudiants dans l'action. Il s'agit d'élaborer ses propres convictions et de décider. L'école est attachée à ce que les étudiants puissent émettre leurs conclusions avec une grande liberté. Les conventions éventuelles pour

le financement de l'exercice par des partenaires publics précisent que leur engagement ne constitue pas une maîtrise d'ouvrage. Les étudiants ne représentent pas un commanditaire. Ceci permet d'évoquer de façon ouverte la question « qui doit agir ? ».

Dans les faits, les étudiants s'identifient rapidement à un commanditaire. Il est donc nécessaire lors des restitutions que les enseignants questionnent explicitement ce positionnement.

Nous organisons une restitution sur place et une autre de retour en France. Cette deuxième restitution a pour but justement de se rendre compte de la prise de recul par rapport à la commande (réelle ou supposée telle par les étudiants). Nous pensons que cette démarche contribue à mûrir le choix des jeunes ingénieurs vis-à-vis de leur premier poste et de leurs commanditaires ultérieurs.

Conclusion

Comme tout métier, l'ingénierie ne s'apprend pas uniquement sur les bancs de l'école, d'autant que le savoir-faire technique appris sur le terrain confère une légitimité dont les jeunes ingénieurs manquent. Donc si l'école fait son deuil de tout

enseignement pratique, laissant à la communauté de travail d'accueil le soin de construire l'expérience de chaque ingénieur, elle amplifie d'autant la légitimité des premières conclusions tirées par chaque ingénieur lors de ses premières missions. Le débutant cherche d'abord à prouver qu'il peut s'intégrer dans une communauté de travail. Les choix non explicités, voire éludés prennent vite à ses yeux un caractère tabou qu'il se doit de respecter, voire de faire respecter.

À l'inverse, l'ingénieur confirmé acquiert une certaine liberté pour critiquer ses pairs, pour choisir une voie nouvelle.

La complexité et les incertitudes écologiques méritent justement une confrontation des points de vue et une explicitation des choix et des hypothèses.

Si l'on veut que des jeunes ingénieurs adoptent cette posture de discussion alors même qu'ils ne maîtrisent pas complètement leurs outils, il est nécessaire de leur faire vivre des expériences de dialogue interdisciplinaire et interculturel qui leur fassent apprécier de prendre du recul sur le contexte et les outils avec lesquels ils travailleront plus tard. □

Résumé

L'ingénierie traditionnelle cloisonne les professionnels dans des corps de métier avec des outils, des langages et des critères de choix qui ne permettent pas de prendre en compte la complexité de l'environnement et ses différentes approches possibles. *A contrario*, l'ingénierie écologique qui se construit à l'interface de nombreuses disciplines inquiète des étudiants qui recherchent un positionnement professionnel reconnu. L'ENGREF doit gérer ces contradictions pour former des étudiants au-delà du cursus ingénieur (l'ENGREF est en effet une école qui recrute désormais des étudiants qui sont déjà diplômés à bac + 5).

Deux innovations pédagogiques vont dans ce sens. Elles s'appuient sur une pédagogie active basée sur des études de cas. La première confronte les étudiants à la notion d'impacts des interventions en rivières. Le modèle hydraulique y est utilisé comme support de dialogue entre les disciplines (écologie, toxicologie, géomorphologie). La deuxième force les étudiants à prendre de la distance par rapport aux enjeux environnementaux, politiques, agricoles, économiques, sociaux dont ils ont entendu parler pendant toute leur scolarité en France. Basé sur une étude de cas à l'étranger analysée en partenariat avec des étudiants du pays d'accueil, cet exercice va du diagnostic à l'élaboration d'une vision prospective. La négociation interculturelle contraint les étudiants à mettre en doute des certitudes et des approches qu'ils considéraient comme incontournables.

Ces deux exemples nous amènent à réfléchir sur les rapports entre la reconnaissance sociale de l'ingénieur et sa responsabilité environnementale.

Abstract

Conventional engineering divides professionals into set of jobs. Each job gets its tools, its language, its criteria for decision making. Such a division of work cannot take into account the complexity of the environment. Different points of view on the environment often compete with each other. Ecological engineering tries to interface several disciplines to handle complexity. But such an attempt may worry students because they experience difficulties to promote their skills. Being between disciplines they miss identified jobs. ENGREF (French Institute of Forestry, Agricultural and Environmental Engineering) is a 2 years post MSc program which addresses this issue by developing specific teaching methods.

Study cases dealing with river management are promoted to enhance the needed dialogue between disciplines. Two exercises are presented here. The first one uses a hydraulic model to support interactions between ecology, toxicology and geomorphology. The second one challenges the cognitive frame of each student by confronting students of different countries on a same study case. We ask them to make a common diagnosis and to set a common vision for the future. Such an intercultural negotiation questions certitudes and classical approaches. Students are bound to explicit their beliefs and to leave prejudices.

Both examples enlighten the link between social recognition of engineers and their environmental accountability.

Bibliographie

HABERMAS, J., 1968, *La technique et la science comme « idéologie »*, Gallimard.

D'IRIBARNE, P., 1989, *La logique de l'honneur. Gestion des entreprises et traditions nationales*, Éditions du Seuil, Paris.