

Former les ingénieurs en eau et environnement de demain : une pédagogie par et pour la nature

Cybill STAENTZEL

1. Université de Strasbourg, CNRS, LIVE UMR 7362, F-67000 Strasbourg, France

2. ENGEES, F-67000 Strasbourg, France

Marine OLIVO

ENGEES, F-67000 Strasbourg, France

Type de soumission

Analyse de dispositif

Résumé

A ce jour, la demande de professionnels dans les domaines de l'eau et de l'environnement n'a jamais été aussi élevée. Les offres de formation spécialisées sont pourtant peu nombreuses pour répondre à cette demande, qui s'accroît avec le contexte du changement global. De plus, elles doivent faire face non seulement à l'augmentation du nombre de professionnels à former mais également à l'exigence scientifique et méthodologique dans la qualité de la formation à donner attendue par (i) les professionnels recruteurs, (ii) les enseignants-chercheurs et encadrants extérieurs, (iii) la société au sens plus large, et (iv) les élèves ingénieurs eux-mêmes. L'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES) a éprouvé récemment des stratégies d'enseignement qui ont démontré tout leur intérêt dans une formation dont les enjeux sont étroitement liés à la préservation et à la durabilité d'une forme de nature. Cela se traduit par le développement de nouvelles méthodes pédagogiques basées sur le temps, l'interdisciplinarité, la productivité intrinsèque et la complexité des tâches d'apprentissage. La présente communication vise à présenter l'unité d'enseignement « EcoSIG », pilote dans la mise en œuvre de ces méthodes. Cette communication utilisera les mots de l'écologie scientifique pour expliquer la démarche de cette pédagogie, une pédagogie par et pour la nature.

Summary

To date, the demand for professionals in the water and environmental fields is higher than ever. There are few specialized training courses available to meet this demand, which is increasing in the context of global change. Moreover, they must cope not only with the increase in the number of professionals to be trained but also with the requirements of all parties in the quality of the training to be given: (i) the recruiting professionals, (ii) the teacher-researchers and external professionals, (iii) society in the broader sense, and (iv) the student engineers themselves. The Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES) has recently tested teaching strategies that have demonstrated their interest in training whose issues are closely linked to preservation and sustainability of a form of nature. This is illustrated by the development of new pedagogical methods

based on time, interdisciplinarity, intrinsic productivity and task complexity. This paper aims to present a class called EcoSig, leader in the implementation of these methods. This paper will use the words of scientific ecology to explain the strategic approach of a pedagogy by and for nature.

Mots-clés (maximum 5)

Alignement, Elèves ingénieurs, Écologie scientifique, Référentiel de compétences, Résilience

Key words (maximum 5)

Alignment, Engineering students, Scientific ecology, Competency framework, Resilience

1. Introduction

La gestion de la ressource en eau et la protection des milieux aquatiques et rivulaires sont au cœur des enjeux mondiaux (Friberg, 2014). Les eaux douces superficielles et souterraines ne représentent environ que 2,5% de l'eau disponible à la surface de la terre (Gleick, 1993). Parmi ces 2,5%, moins de 2% sont des eaux douces libres, e.g. lacs et rivières ; le reste appartenant aux eaux souterraines et glaciers (Gleick, 1993). Dans un contexte où les changements globaux se multiplient notamment via le dérèglement climatique (Tabari, 2020), il est essentiel de former des élèves-ingénieurs ayant la capacité de maîtriser et prédire les grandes trajectoires qui vont s'opérer à l'avenir sur le grand cycle de l'eau (Abbott et al., 2019). Ceci est d'autant plus important que ce grand cycle de l'eau est en relation étroite avec un cycle secondaire d'utilisation et de restitution de l'eau par les Hommes pour leurs usages. Ainsi, la restitution de nos eaux est souvent enrichie de nos déchets solubles et solides, ou encore évaporée suite à des pratiques agricoles trop gourmandes (David, 2021). Certaines pratiques agricoles, les pollutions, l'exploitation extrême de nos ressources ou la transformation des espaces sont devenus des facteurs clefs dans l'érosion de la biodiversité, notamment aquatique (IPBES, 2019). Il s'agit ici d'un capital d'autant plus important que son accès est inéquitable à travers le monde générant parfois des conflits d'usages ou au mieux des coopérations entre parties (Barnaby, 2009).

Les enjeux précédemment décrits nécessitent le développement d'une pédagogie adaptée et œuvrant pour la sensibilisation aux enjeux. En effet, les nouveaux arrivants en école d'ingénieurs sont majoritairement issus de classes préparatoires ou de parcours de niveau BTS ou licence et sont à ce titre très habitués à un format scolaire très schématique et organisé - ce qui facilite l'apprentissage à ce stade dans leur formation : exposé magistral sans interaction, mise en pratique de façon guidée et éventuellement mise en pratique collective sur un segment de l'enseignement. Or, notre hypothèse est qu'une formation en

enseignement supérieur visant des métiers en faveur de la nature doit intégrer d'autres stratégies d'enseignement, dont une pédagogie plus proche de la nature. Ce type de pédagogie s'inscrit dans une forme de pédagogie active et soutient qu'être dans la nature apprend l'autonomie, fait appel à la créativité et confère un ensemble de savoir-faire permettant de s'extraire de situations délicates ou de proposer/anticiper des solutions dans un cadre contraint.

L'École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement (ENGEES) est une école d'ingénieurs qui met en œuvre ce type de pédagogie pour former des professionnels du monde de l'eau et des thématiques afférentes aux sciences environnementales à la fois sur les volets scientifiques, techniques et sociologiques : (i) traitement et valorisation des eaux usées et des déchets, (ii) écologie et génie écologique, (iii) transition sociétale et adaptation des villes – hydraulique urbaine et (iv) gestion et pilotage de la ressource en eau, des infrastructures et des services. De par son cœur de métier, l'ENGEES porte haut les questions actuelles autour de la transition écologique et sociétale, la gestion de la ressource en eau et la préservation des milieux naturels. Les élèves ingénieurs qui concourent à l'entrée de l'école, que cela soit sous le statut initial ou sous le statut d'apprenti, sont souvent d'ores et déjà engagés sur cette thématique et attendent de leur formation un vrai accompagnement dans leur professionnalisation en tant qu'acteurs de demain, au-delà du souhait d'obtenir des bases scientifiques et ingénieriales solides. L'école est devenue ainsi très porteuse auprès des générations actuelles et est identifiée maintenant comme un vivier clef auprès des professionnels de l'eau et de l'environnement¹.

La présente communication vise à décrire la pédagogie mise en œuvre ces dernières années à l'ENGEES afin de recouvrir de nouveaux domaines plus proches de la nature. Il a été choisi de développer une pédagogie par et pour la nature, en sélectionnant les stratégies pédagogiques adéquates afin d'engager les élèves-ingénieurs dans leur formation et les faire évoluer vers leurs futurs métiers. Une co-construction entre les acteurs de la pédagogie a permis la mise en place de nouvelles unités d'enseignement dont l'une d'elles sera décrite précisément dans cette communication. Nous emprunterons également des mots et des concepts d'écologie scientifique afin d'étoffer notre compréhension des systèmes qui nous entourent. En effet, une école d'ingénieurs peut s'apparenter à un écosystème, défini comme une unité organisée et fonctionnelle où des individus entrent en interaction dans un

¹ ENGEES : classée numéro 1 en octobre 2022 dans le classement Change Now des écoles d'ingénieurs

environnement donné (Tansley, 1935). Ainsi, expliquer notre pédagogie et aborder nos dispositifs sous l'angle de la nature et de la science nous paraît en cohérence avec notre démarche d'apprentissage et de formation.

2. Construire une formation à l'image de la nature

2.1 Structuration de la communauté des élèves ingénieurs de l'ENGEES

Le concept des filtres environnementaux hiérarchiques en écologie générale consiste à définir qu'à partir d'un pool global i.e. ensemble d'individus capables d'atteindre un environnement spécifique, une communauté se structure via le passage de ces mêmes individus au sein de trois filtres succincts : (1) le filtre stochastique i.e. l'accessibilité/la connaissance du site pour l'individu, (2) le filtre physique/abiotique i.e. l'affinité de l'individu pour son environnement et (3) le filtre biotique i.e. l'interaction à l'équilibre avec les autres individus (Lortie et al., 2004). Nous avons emprunté et redéfini ces filtres pour les transposer dans un cadre de formation. Nous pouvons ainsi considérer que le pool global dans notre école est l'ensemble des élèves entrants, qui sélectionnés sur concours, des grandes écoles ou en admission sur titre, prennent place dans le système de formation. Le filtre stochastique ou pouvant être redéfini dans un cadre de formation comme le filtre du "rayonnement" est légèrement hors de portée de notre champ d'action. En effet, il s'agit de savoir à ce premier niveau si la population atteint la zone d'intérêt via nos actions de communication et notre pouvoir d'attrait via les concours généraux ou les sélections des admis sur titre. La marge de manœuvre est bien plus grande sur les deux autres filtres environnementaux hiérarchiques, qui sont respectivement le filtre physique/abiotique, redéfini comme le filtre des "ressources" et le filtre biotique, comme le filtre de "la vie sociale". En sortie de ces filtres, les individus qui ont été réceptifs au rayonnement de l'école, tout en étant satisfaits des ressources mises à disposition mais également de la vie sociale en son sein, prennent place dans la communauté.

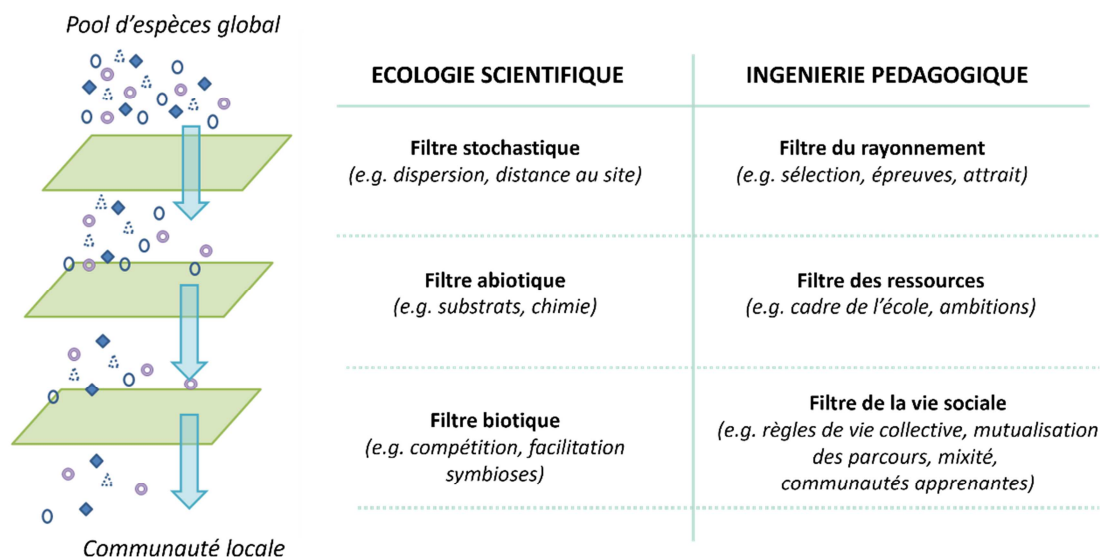


Fig. 1 – Transposition des règles d’assemblage d’une communauté en écologie scientifique à la formation (Modifié de Lortie et al., 2004).

Dans notre école, le filtre des “ressources” implique entre autres :

- Des espaces de vie et de formation permettant à chacun de trouver sa place (en suivant des règles de vie collective liées aux usages des bâtiments et matériels)
- Une implication de toutes et tous dans les orientations de la politique de l’école (projet d’établissement co-construit par exemple, assemblées générales, conseils thématiques -vie étudiante, études, professionnalisation, scientifique, orientation stratégique...)
- Représentation via des élus aux différents conseils
- Limitation des populations (école dite à taille humaine, promotion en expansion contrôlée)

Jouer sur les paramètres de ce second filtre peut faire varier la nature des profils de la communauté comme en écologie de la restauration (Staentzel et al., 2018). En effet, il est à prendre en compte qu’une communauté intègre une forme d’hétérogénéité de profils e.g. apprentis, élèves en formation initiale, professionnels en formation continue. Ces profils entrent en interaction au sein du dernier filtre, le filtre de “la vie sociale”. Ce filtre est au cœur des préoccupations de l’école et œuvre pour partager un maximum d’enseignements entre les filières. La majorité des enseignements est mutualisée, tout comme une partie des enseignements relevant d’un tronc commun, laissant également la possibilité de choisir entre six spécialités inter-école pour se perfectionner. Ainsi, l’ENGEES favorise les interactions

afin de créer une émulation et générer à partir d'apprentissages identiques des situations de co-formation et d'apprentissage collectif. Une pédagogie par et pour la nature s'appuie sur ces trois filtres pour créer des communautés apprenantes (Cristol, 2017), brasser les populations et générer des apprentissages collectifs et individuels lors de différentes situations pédagogiques tout au long des trois ans de formation.

2.2 Une offre de formation régie par la loi des propriétés émergentes d'un système

L'offre de formation au diplôme d'ingénieur en eau et environnement de l'ENGEES est régie par la loi des propriétés émergentes (O'Connor et Wong 2012). Cette loi définit que chaque partie du système évolue de manière indépendante tout en restant interconnectée avec les autres parties. Au-delà de cela, l'association des parties fait émerger de nouvelles propriétés au tout. Ainsi, chaque enseignement de la maquette de formation existe par lui-même et atteint des objectifs d'apprentissage qui lui sont propres. Mais, des apprentissages émergents surgissent de l'offre de formation tant la connexion entre les différents enseignements œuvre à développer des propriétés collectives dont l'ancrage confère des compétences profondes. Cette conception de l'offre de formation a été consolidée à l'ENGEES lors de la mise en application de l'approche par compétences (Tardif, 2017), dont résulte un référentiel de compétences. L'ENGEES s'attache à ce que chaque enseignement constitue des réservoirs de savoirs au même titre que ceux de biodiversité, entre lesquels on crée des ponts tels des corridors (article L. 371-1 II et R. 371-19 III du code de l'environnement). Il en résulte une trame, plus ou moins dense, mais dont l'existence garantit à l'élève ingénieur de mettre en œuvre un savoir-agir complexe. Ainsi prise de façon individuelle, chaque UE peut se suffire à elle-même dans le sens où elle développe chez l'élève-ingénieur des savoir-faire spécifiques à sa thématique. Cependant, lorsque les liens sont faits entre les UE (avec l'appui des équipes enseignantes), les élèves ingénieurs développent un degré de maîtrise de l'ensemble de la maquette de formation et de ses objectifs, qui leur permet de se représenter le système complexe dans lequel ils évoluent et sur lequel ils devront agir en tant que futurs professionnels.

3. Analyse d'un de nos dispositifs : EcoSig, une UE prototype

3.1. Contexte de l'unité d'enseignement

L'unité d'enseignement EcoSig se déroule en deuxième année au sein d'un cursus ingénieur de trois ans. Il s'agit d'un enseignement de la voie d'approfondissement Ecologie/Génie écologique et Hydrosystèmes, soit une spécialité de ces cursus. Chaque voie d'approfondissement développe une thématique différente pour accentuer et développer des compétences métiers propres, ainsi leur didactique s'adapte aux objectifs. Dans le cadre de l'UE EcoSig (officiellement nommée "Système d'Information Géographique (SIG) & Ecologie : bases à la notion Trame Verte et Bleue"), la nature par définition et la prise avec le réel sont des éléments indispensables et constitutifs des enseignements. L'objectif général de cette unité d'enseignement est de connaître les bases de la notion Trame Verte & Bleue *via* (i) la compréhension des concepts en écologie des paysages et géomorphologie fluviale, (ii) une initiation aux calculs en rivière & à l'analyse de métriques spatiales, et (iii) un diagnostic de l'état de conservation des milieux terrestres, aquatiques et de leurs interfaces. Il s'agit notamment de mener un projet de cartographie des milieux - de l'acquisition des données sur le terrain à l'élaboration d'un SIG opérationnel permettant de mener des réflexions plus larges liées au couplage entre les trames verte et bleue. Ainsi, les élèves ingénieurs sont amenés bien au-delà de la maîtrise des éléments théoriques (savoirs), en se confrontant à des situations réelles (savoir-faire).

3.2. Développement d'une pédagogie par et pour la nature : objectifs et méthodes

La pédagogie par et pour la nature que nous avons mise en œuvre comprend quatre étapes successives non chevauchantes mais interdépendantes : (i) la préparation, (ii) l'immersion, (iii) l'expertise, (iv) la réflexivité (Fig. 2). Les deux premières phases sont les plus complexes pour les élèves, celle de la préparation et de l'immersion. Ils sont ainsi confrontés à une perte de repères pédagogiques car aucune ressource n'est transmise, seuls les objectifs pédagogiques à atteindre durant l'enseignement sont formulés clairement. A ce stade, leurs capacités ingénieriales ne sont que faiblement sollicitées ; ce sont leurs aptitudes à s'approprier un cadre et à anticiper l'imprévisible qui le sont.

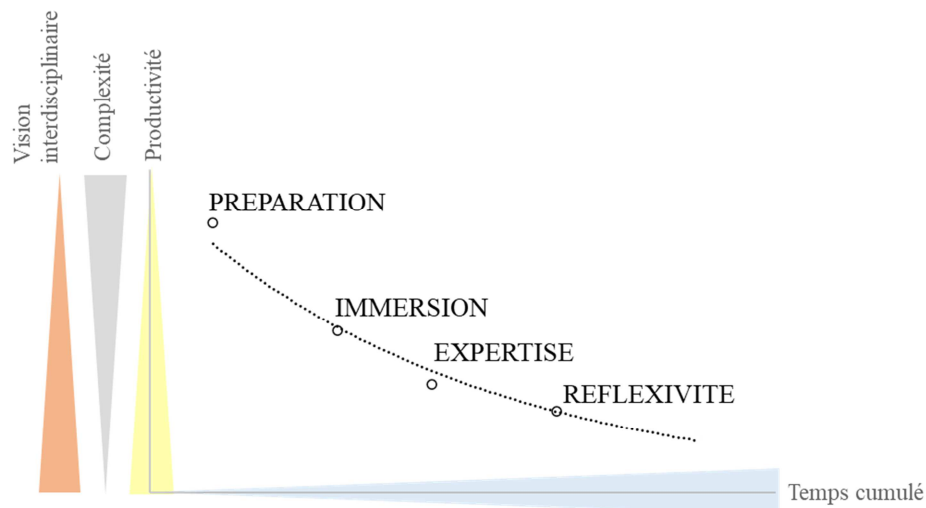


Fig. 2 – Etapes lors de la mise en œuvre d’une pédagogie par et pour la nature

En effet, l’immersion demande à être prêt et réactif dans des situations sous contraintes physiques et mentales. La phase d’immersion est ici une mise en pratique sur le terrain à vocation opérationnelle. Plus qu’une simple visite d’observation, les élèves sont acteurs ; remobilisant des acquis antérieurs et posant un regard critique sur leur propre posture, son champ d’action et les conséquences. Être dans la nature invite à l’exploration et la contemplation, dans un environnement extérieur à l’école. Les élèves ingénieurs développent alors une image de la nature et identifient les pressions qui s’exercent sur elle. Ils sont en peu de temps capables d’appréhender et de mesurer la vulnérabilité des milieux mais également leurs aptitudes à la résilience dans des situations contraintes. La nature devient alors l’acteur de la pédagogie en démontrant son adaptabilité créatrice qui fait qu’elle est capable de trouver des solutions sous contraintes, ce qui est le propre de la définition d’un ingénieur en poste. Cependant, cette immersion peut créer des perturbations dans l’équilibre pédagogique des élèves ingénieurs. Il s’agit pour eux de respecter la trajectoire qui est donnée et d’y être résilient. Cela sera là tout l’intérêt du rôle de l’enseignant qui guidera et recentrera les apprentissages.

L’expertise est une zone de confort à laquelle le temps est donné. Il s’agit ici de maximiser le potentiel des deux premières phases en réalisant des productions scientifiques à dimension professionnelle, en lien avec les objectifs pédagogiques initiaux donnés. Il semble essentiel de laisser un temps certain pour que cette phase d’expertise puisse s’épanouir, en laissant les élèves faire le lien avec les acquis récents et plus anciens, mais aussi en les mettant en situation d’apprentissage collectif en se confrontant à leurs pairs. En effet, dans le cadre de

l'UE EcoSig, il est proposé de travailler en binôme "disciplinaire mixte" lors de cette phase i.e. que les deux élèves ingénieurs composant le binôme ne travaillent pas tous deux sur les mêmes missions. Leur mission commune est de formuler un questionnement scientifique plus global au sein duquel les deux disciplines sollicitées sont impliquées. Les travaux produits (e.g. cartes, graphiques) par l'un seront analysés par l'autre dans une note synthétique. Puis, vient le temps de la réflexivité au sein duquel tous les apprentissages émergents font sens. Artificielle, primaire, sauvage, fonctionnelle, originelle, transformée, restaurée - tous sont des termes qui peuvent refléter une image de nature, avec laquelle les encadrants dans cette pédagogie pourront questionner la place de la nature et le sens de l'ingénierie de demain. Il est intéressant lors de cette phase d'envisager l'intervention de professionnels extérieurs. Cette phase de réflexivité permet non seulement d'ancrer les apprentissages en profondeur mais aussi d'amener les élèves ingénieurs à développer un esprit critique, lucide et modeste sur les professionnels qu'ils pourront devenir.

4. Discussions

4.1. La pédagogie par et pour la nature : apprendre de sa résilience

En écologie scientifique, un système suit une trajectoire au sein de laquelle il est dans un état stable dynamique, c'est à dire qu'il peut subir jusqu'à un certain seuil des déséquilibres sans que cela ne modifie sa trajectoire (Pickett & White, 1985). Dès lors qu'une perturbation survient, le système peut soit faire preuve de résistance, i.e. le système déploie des ressources pour rester à l'identique, soit subir la perturbation. Dans ce dernier cas, le terme de résilience fait référence au temps nécessaire pour que le système revienne à son état initial, dans une forme différente ou non. Ainsi, en pédagogie, l'ambition est (i) de réduire ce temps de résilience, à savoir faire évoluer les élèves-ingénieurs dans leur capacité à absorber les perturbations rapidement et (ii) de potentiellement les amener vers un nouvel état qui leur permettent de s'adapter à de nouvelles situations grâce à leurs acquis. Prenons un primo arrivant en cursus d'ingénieur, les pressions exercées viendront des apprentissages nouveaux qui seront faits durant les premiers mois. La somme de connaissances, aussi bien aménagée soit-elle, reste importante pour générer chez lui une résistance. Cela est d'autant plus vrai dans une école d'ingénieur dont les thématiques centrales sont étroitement liées aux polémiques et problématiques d'aujourd'hui comme le déficit de la ressource en eau, le réchauffement climatique ou la transition écologique. La résistance peut se manifester chez certains élèves ingénieurs par un recentrage sur les matières techniques et technologiques

pour faire correspondre leur cursus à leur objectif professionnel initial ou leur maîtrise technique, d'autres pourront être déstabilisés par la pression exercée par ces nouveaux savoirs et se transformeront pour intégrer à leur pratique les nouveaux acquis. Selon Viau (2009), l'engagement d'un étudiant est un état dynamique qui s'illustre selon la combinaison de trois paramètres : le sentiment de compétence, la valeur accordée à la tâche et le sentiment de contrôlabilité. Sur la base de ces concepts et si nous reprenons l'exemple de l'UE EcoSig, l'engagement demandé aux élèves-ingénieurs est important car son déroulement impulse plusieurs perturbations dans leur trajectoire pédagogique mais assure la présence de ces trois paramètres : (i) sentiment de contrôlabilité en étant responsable du recueil des données sur le terrain et libre de s'organiser, (ii) la valeur accordée à la tâche en s'assurant de sa valeur professionnelle, i.e. reconnue par les professionnels du métier, et de sa réussite en réalisant des relevés précis et lisibles, (iii) le sentiment de compétence en augmentant progressivement la responsabilité et en réinvestissant des acquis d'UE précédentes.

La co-construction avec tous les acteurs de la pédagogie, que ce soit les ingénieurs pédagogues, les enseignants-chercheurs impliqués dans les disciplines en lien avec la nature voire les élèves ingénieurs, est primordiale pour appliquer ce type de pédagogie afin de respecter une cohérence pédagogique en se référant à l'alignement pédagogique (Biggs, 1999). Dans le cadre de l'UE EcoSIG, alors que les objectifs et méthodes pédagogiques avaient été facilement définis, ce concept d'alignement pédagogique a permis de s'interroger de façon collective sur les stratégies d'évaluation qui ont fait l'objet de remaniements dans un processus itératif. L'utilisation de grilles critériées est une option satisfaisante vu le caractère interdisciplinaire de l'unité enseignement pour veiller à la pondération des exigences d'un encadrant à l'autre. Aussi, puisqu'on n'apprend pas à œuvrer pour la nature dans une salle de classe, il est primordial que les stratégies d'enseignement de la formation puissent être un soutien à l'atteinte des objectifs de formation définis et que l'évaluation des acquisitions soit pertinente et au service du développement des compétences professionnelles des élèves ingénieurs.

4.2. Ancrage de la pédagogie par et pour la nature dans le référentiel de compétences de l'école.

L'acquisition de compétences permet d'agir et/ou de résoudre des problèmes professionnels de manière satisfaisante dans un contexte particulier, en mobilisant diverses capacités de manière intégrée (Carré & Caspar, 1999). Recenser l'ensemble des compétences ayant été mobilisé au sein d'un cursus est une ambition qui se développe et s'ancre dans les formations

dont le référentiel de compétences en est l’outil majeur. Tout le référentiel de compétences du diplôme peut illustrer le processus de transformation du primo-entrant vers son état de jeune professionnel. Il est également l’image des interactions et des processus de la formation. En effet, un référentiel de compétences et de formation construit selon le cadre théorique de Tardif ne saurait être un empilement de savoirs à acquérir classé par thématique, domaine ou spécialité mais bien le reflet de savoir-faire (ou savoir-agir) dans une situation dite authentique. Ainsi, cet outil permet de faire valoir l’offre de formation et ses bienfaits dans le cadre professionnel. La pédagogie par et pour la nature est un type de pédagogie qui nous permet d’atteindre certains de ces bienfaits. Si nous poursuivons notre analogie à la nature, cet outil ressemble à l’identification de services dits écosystémiques (MEA, 2005). La nature est ainsi reconnue pour des services qu’elle rend à l’Homme : (i) culturels, i.e. bien-être, esthétique, (ii) d’approvisionnement, i.e. ressources alimentaires, (iii) de régulation i.e. séquestration de carbone, filtration des pollutions, et (iv) de support, i.e. création d’habitats. A l’instar, nous pouvons transposer cette approche à la pédagogie en soulevant les bienfaits visés par ce type de pédagogie dans le cadre d’une offre de formation en ingénierie de l’eau et de l’environnement (Tableau 1).

Tableau 1. Proposition d’analogie entre les quatre grandes catégories de services écosystémiques (MEA, 2005) et les bienfaits d’une pédagogie par et pour la nature d’une offre de formation en ingénierie de l’eau et de l’environnement.

Grandes catégories de services écosystémiques	Culturels	Approvisionnement	Régulation	Support
Pédagogie par et pour la nature	Sensibilité environnementale	Ressources de formation	Analyse critique Compétitivité	Traçabilité Guidance
	Mise en situation pratique en contexte (activités sur le terrain, exploitation des données relevées dans la nature)	Ressources pédagogiques interconnectées, productions de parcours de formation, liens forts avec la recherche	Ouverture vers d’autres mondes professionnels, analyse de sa posture d’ingénieur et de sa pratique en eau et environnement (anticipation des changements, mesure des effets)	Cheminement pédagogique avec itération, en lien avec le monde professionnel, interdisciplinarité

5. Conclusion

Dans le contexte actuel, l'offre de formation en ingénierie de l'eau et de l'environnement à l'ENGEES et son référentiel de compétences sont voués à évoluer, i.e. modification du marché du travail recruteur, règles de fonctionnement émises par des instances régulatrices ou validantes de la formation, disparition d'une de ses composantes. Il s'avère que la pédagogie par et pour la nature fait sens dans ce contexte et contribue à la polyvalence des élèves ingénieurs d'aujourd'hui. Il est primordial d'amener le collectif vers des attitudes plus pro-actives, centrées sur l'étudiant afin que celui soit l'acteur de ses apprentissages et réalise son point de bascule pour passer de l'étudiant passif au futur ingénieur actif (formation pédago-centrée). Les unités d'enseignement intégrant ce type de pédagogie encouragent cette bascule en ne fournissant aucune donnée préconçue, en mettant les étudiants au centre de leur apprentissage et en les laissant acteur de la construction *via* l'échange entre pairs et l'interdépendance afin qu'ils construisent collectivement un savoir-agir basés sur des ressources multi-acteurs. *In fine*, cette approche permet aux élèves ingénieurs d'apprendre à réguler leur temps de résilience non seulement pour progresser au cours de leur formation mais aussi pour appréhender au mieux leur intégration professionnelle – soit l'un des meilleurs enseignements dans ce cadre de formation à apprendre de la nature.

Références bibliographiques

Abbott, B.W., Bishop, K., Zarnetske, J. P., Minaudo, C., Chapin, F. S., Krause, S., Hannah, D.M., Conner, L., Ellison, D., Godsey, S.E., Plont, S., Marçais, J., Kolbe, T., Huebner, A., Frei, R.J., Hampton, T., Gu, S., Buhman, M., Sayedi, S.S.,... Pinay, G. (2019). Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. *Nature Geoscience*, 12(7), 533-540.

Barnaby, W. (2009). Do nations go to war over water?. *Nature*, 458(7236), 282-283.

Berthiaume, D. et Rege-Colet, N. (2013). La pédagogie de l'enseignement supérieur : repères théoriques et applications pratiques : Tome 1 : Enseigner au supérieur (Exploration) (French Edition) (1^{re} éd.). Peter Lang AG, Internationaler Verlag der Wissenschaften.

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*, 32(3), 347-364

Carre, P. et Caspar, P. (1999). *Traité des sciences et techniques de la formation* Paris, Dunod.

Cristol, D. (2017). Les communautés d'apprentissage : apprendre ensemble. *Savoirs*, N° 43(1), 10-55. <https://doi.org/10.3917/savo.043.0009>

David, B. (2021). *A l'aube de la 6e extinction : Comment habiter la Terre*. Grasset.

Friberg, N. (2014). Impacts and indicators of change in lotic ecosystems. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 1(6), 513-531.

Gagnon, L., Peretz, I. et Fulop, T. (2009). Musical structural determinants of emotional judgments in dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychology*, 23(1), 90-97. doi: 10.1037/a0013790

- Gleick, P.H. (1993). *Water in crisis* (Vol. 100). New York: Oxford University Press.
- IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- MEA (2005). Millenium Ecosystem Assessment Reports. *Washington. DC*.
- Pickett, S.T.A. et White, P.S. (1985) *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. AcademicPress, Orlando.
- Rousseau, F.L. et Vallerand, R.J. (2003). Le rôle de la passion dans le bien-être subjectif des aînés. *Revue québécoise de psychologie*, 24(3), 197-211.
- Staentzel, C., Combroux, I., Barillier, A., Schmitt, L., Chardon, V., Garnier, A., et Beisel, J.N. (2018). Réponses des communautés biologiques à des actions de restauration de grands fleuves (Vieux Rhin, France). *La Houille Blanche*, (2), 99-106.
- Tabari, H. (2020). Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability. *Scientific reports*, 10(1), 1-10.
- Tardif, J., Poumay, M. et Georges, F. (2017). *Organiser la formation à partir des compétences (Pédagogies en développement)* (French Edition) (1^{re} éd.). DE BOECK SUP.
- Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. De Boeck.