



Actes de la 9ème édition du colloque Pédagogie et Formation du Groupe INSA

Jean-Philippe Kotowicz, Nicolas Delestre, Virginie Hordey, Nathalie Matheu, Hugo Paris, Fatma Saïd Touhami, Hélène Beucher, Arnaud Delanne, Isabelle Delaroche, Francis Guérin, et al.

► To cite this version:

Jean-Philippe Kotowicz, Nicolas Delestre, Virginie Hordey, Nathalie Matheu, Hugo Paris, et al.. Actes de la 9ème édition du colloque Pédagogie et Formation du Groupe INSA. Colloque Pédagogie et Formation du Groupe INSA, Jun 2025, Rouen, France. 2026. hal-05514577

HAL Id: hal-05514577

<https://hal.science/hal-05514577v1>

Submitted on 17 Feb 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

OPEN
INSA

L'INNOVATION
PÉDAGOGIQUE
DU GROUPE INSA



**ACTES
DU COLLOQUE**

9^e COLLOQUE PÉDAGOGIE ET FORMATION DU GROUPE INSA

→ DU 25 AU 27 JUIN 2025

| À L'INSA ROUEN NORMANDIE

Adaptation des parcours de formation aux
nouveaux enjeux des métiers de l'ingénieur :
quelles transformations et quels impacts ?



SOMMAIRE

Introduction

Actes de la 9^e édition du colloque Pédagogie et Formation..... 4

Argumentaire

Adaptation des parcours de formation aux nouveaux enjeux des métiers de l'ingénieur : quelles transformations et quels impacts ? 5

Membres des comités scientifique et d'organisation 5

Partie 1

Intégration de problématiques relevant du Développement Durable et de la Responsabilité Sociétale dans les formations des élèves-ingénieurs 6

Enseigner les enjeux socio-écologiques. Comment aider les équipes pédagogiques à relever ce défi ? 7

Le « Projet-débat » contradictoire : dispositif hybride d'enseignement à destination des futurs ingénieurs citoyens..... 17

ETRE ensemble pour former aux enjeux de la transition écologique : retours d'expérience des enseignants et des élèves 25

La "Low Tech" en tant que démarche de formation et de valorisation du métier d'ingénieur 33

Projet métier Bâtiment : mise en situation interdisciplinaire entre ingénieurs et architectes dans le cadre de rénovations bio et géo-sourcées 38

Coordination pédagogique au service de l'intégration et de la diffusion des innovations en rénovation durable 47

Partie 2

Évolution des pratiques pédagogiques pour mieux engager les étudiants.....55

Quelles opportunités au département FIMI de l'INSA Lyon pour accompagner la démarche réflexive des apprenants? 56

Projet OLA ou comment redynamiser les apprentissages des élèves et les pratiques des enseignants? 65

Création de cartes d'apprentissage : entre jeu, apprentissage et révisions 72

La classe renversée à l'ère de ChatGPT 78

Usages de l'intelligence artificielle dans l'enseignement scientifique : vers des préconisations pédagogiques 83

Le Challenge-Based Learning en pratique : retour sur un atelier de formation interactif 86

Rencontrer le vivant sur le campus : retour d'expérience sur les parcours de biodiversité à l'INSA Toulouse 94

Pour une plateforme de formations en ligne du Groupe INSA 102

Partie 3

Pédagogies immersives : conceptions, usages et évaluations 114

Permettre au formateur de scénariser sa formation en Réalité Virtuelle 115

Module CARE : Capteurs connectés et Réalité Virtuelle 123

Enseigner les Géométries non-Euclidiennes avec la Réalité Virtuelle 130

Partie 4

Inclusion, égalité des chances et réussite dans les INSA 138

Ce que le dispositif expérimental HORIZON INSA pourrait apporter à la diversité des primo-arrivants au Groupe INSA 139

Dispositifs d'accompagnement méthodologique des primo-entrants dans les INSA : acquis, difficultés et perspectives 145

Centre Gaston Berger de l'INSA Strasbourg : des activités pour développer les compétences psychosociales 151

Partie 5

Transformer les curricula : vers une ingénierie de formation par compétences . 156

(Rétro) ingénierie de l'APC 157

Posters présentés lors de la 9^e édition du colloque Pédagogie et Formation de l'INSA Rouen Normandie..... 164

Posters

Créer, encadrer, évaluer : vers une pédagogie inclusive et engagée 166

La compétence informationnelle dans le cursus de l'ingénieur humaniste à l'INSA Lyon : tout un programme ! 170

Esprit critique : la bibliothèque en première ligne 172

Apprentissage et évaluation par projet 174

JUMP ! Expérimenter de nouveaux schémas de mobilité internationale pour former les ingénieurs à l'entrepreneuriat et à l'innovation responsable 176

Intégration de modules dédiés DDERS à l'ensemble de l'ENSISA 178

Deux exemples d'intégration de problématiques DDERS dans des cours non dédiés 180

Accompagnement à la création de classes préparatoires TSI à Abidjan sur le modèle de la FIMI Lyon 182

INTRODUCTION



Actes de la 9^e édition du colloque Pédagogie et Formation

Ce fut un réel plaisir d'accueillir tous les participants des INSA et des INSA partenaires à Rouen pour la 9^e édition du colloque Pédagogie et Formation, qui se veut avant tout un moment d'échanges et de réflexion sur l'avenir de nos formations d'ingénieur. La thématique générale de cette édition Adaptation



des parcours de formation aux nouveaux enjeux des métiers de l'ingénieur : quelles transformations et quels impacts ? témoigne de notre préoccupation d'interroger un monde en constante évolution, ses défis technologiques, environnementaux, sociétaux, qui se multiplient et s'accroissent et rendent notre mission d'autant plus cruciale : former des ingénieures et ingénieurs compétents, innovants et responsables.

Des évolutions notables sont en place dans les établissements pour réconcilier les finalités éducatives avec ces préoccupations écologiques et sociales. Si notre volonté est bien de former des ingénieurs capables de penser et d'agir dans la transition, les modalités concrètes de cette transformation restent toutefois à poursuivre et à développer. Il ne s'agit pas seulement de sensibiliser les futurs professionnels à ces enjeux, mais de repenser les curricula,

les référentiels de compétences, les relations avec les milieux professionnels et le rôle des ingénieurs dans notre société. La table ronde a permis de mettre en débat ces interrogations et notamment de donner la parole à des représentants de la communauté étudiante sur ces sujets.

Les conférences ont posé les fondements d'une réflexion commune en lien avec ces questionnements : De quelle façon les ingénieurs sortant de nos écoles peuvent-ils participer à une fabrique éthique de l'ingénierie ? Comment renforcer l'interdisciplinarité et la collaboration entre collègues et établissements ? Quels bénéfices pour nos étudiants et pour nous, en tant qu'enseignants ? Comment garantir une intégration réussie et responsable du numérique, et notamment de l'intelligence artificielle, dans le cadre de nos pratiques et de nos usages ? Si le temps a parfois manqué pour approfondir tous les échanges sur ces thématiques, nous avons semé des graines qui ne demandent qu'à se développer.

Le colloque a été l'occasion de présenter à la communauté certaines actions du projet INSA2025, lauréat de l'Appel à Manifestation d'Intérêt DemoES qui se clôt en décembre 2025 : dans le cadre de ce projet ont été conçues des applications en réalité étendue, pour assister des TP, que les participants ont été invités à tester et à expérimenter.

Ces Actes proposent un ensemble d'articles et de posters qui donnent à voir la pluralité des pratiques et des initiatives menées dans les établissements INSA et qui nous permettent d'interroger nos méthodes pour répondre aux attentes des étudiantes et des étudiants, ainsi qu'aux besoins du monde professionnel. Nous avons créé ou renforcé des liens entre collègues, initié une démarche de partage et de mutualisation qui réaffirme l'engagement du Groupe INSA et des établissements pour la réussite de nos étudiants et la poursuite d'une formation de qualité, inclusive et responsable.

Jean-Philippe Kotowicz
Directeur d'OpenINSA

ARGUMENTAIRE



Adaptation des parcours de formation aux nouveaux enjeux des métiers de l'ingénieur : quelles transformations et quels impacts ?

L'évolution du métier d'ingénieur implique une nécessaire réévaluation des parcours de formation, de leurs contenus, des méthodes et outils d'enseignement-apprentissage. À partir de retours d'expérience et d'expérimentations dans nos établissements, nous pourrions analyser l'impact de ces transformations sur les acquis des étudiants, le développement de leurs compétences et réfléchir aux moyens de favoriser leur engagement dans ces différents dispositifs.

La 9^e édition du colloque Pédagogie et Formation du Groupe INSA entend questionner ces problématiques et permettre d'échanger sur les actions en place, le déploiement de projets à l'échelle du groupe (notamment INSA 2025) et les partenariats développés ces deux dernières années. Cette réflexion s'organise autour de 5 axes.

AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4	AXE 5
Ajuster les parcours avec les cursus des primo-arrivants en amont des INSA	Faire évoluer les parcours de formation face aux exigences et aux nouveaux enjeux des métiers	Renforcer le développement des compétences par l'usage de nouveaux dispositifs	Favoriser les interactions entre disciplines	Accompagner toutes et tous dans la réussite de leur parcours

Membres des comités scientifique et d'organisation

Comité scientifique

- Katja Auffret, INSA Toulouse
- Marion Degouve, INSA Centre-Val de Loire
- Diane Duval, INSA Rouen Normandie
- Virginie Hordey, INSA Rouen Normandie
- Jean-Philippe Kotowicz, OpenINSA
- Hugues Le Noane, INSA Rennes
- Alexis Lecomte, INSA Rouen Normandie
- Nicolas Malandain, INSA Rouen Normandie
- Nathalie Matheu, OpenINSA
- Mariana Renoux, INSA Rouen Normandie
- Yann Ricquebourg, INSA Rennes
- Fatma Saïd-Touhami, INSA Lyon
- Christophe Romano, INSA Toulouse
- Shuang Shao, INSA Hauts-de-France
- Dienaba Soumare, INSA Rouen Normandie
- Nicolas Stouls, INSA Lyon

Comité d'organisation

- Nicolas Delestre, INSA Rouen Normandie
- Virginie Hordey, INSA Rouen Normandie
- Jean-Philippe Kotowicz, OpenINSA
- Nathalie Matheu, OpenINSA
- Florence Medaerts, INSA Rouen Normandie
- Maxime Reynet, INSA Rouen Normandie
- Dienaba Soumare, INSA Rouen Normandie



PARTIE 1



Intégration de problématiques relevant du Développement Durable et de la Responsabilité Sociétale dans les formations des élèves-ingénieurs

Cette première partie explore la manière dont les formations d'ingénieurs du Groupe INSA intègrent les enjeux du développement durable et de la responsabilité sociétale, en mettant en évidence les transformations profondes qu'ils induisent sur les finalités de l'enseignement, les pratiques pédagogiques et l'organisation même des dispositifs de formation. Les contributions réunies témoignent d'une dynamique plurielle, où se croisent réflexions théoriques, expérimentations pédagogiques et stratégies d'institutionnalisation des innovations.

Dans leur ensemble, ces contributions témoignent de l'émergence d'une ingénierie de formation renouvelée, attentive aux enjeux de durabilité, et participent à la redéfinition du rôle de l'ingénieur comme acteur responsable des transitions écologiques et sociétales.

Enseigner les enjeux socio-écologiques. Comment aider les équipes pédagogiques à relever ce défi ?

Paris Hugo¹, Saïd Touhami F.¹

¹ Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, équipe ATENA ; Laboratoire ADEF (UR4671), Aix-Marseille Université

Résumé

Ce texte propose de présenter les principaux résultats d'une thèse en sciences de l'éducation conduite à l'INSA Lyon sur l'intégration des enjeux socio-écologiques dans la formation des ingénieurs. Il présente trois niveaux de conditions et de contraintes qui rendent possibles pour les enseignants(-chercheurs) d'introduire ces enjeux avec leurs étudiants : (1) l'enseignement supérieur français et la réinterrogation de ses finalités ; (2) les représentations des enseignants et leurs interactions entre collègues ; (3) la posture pédagogique.

Mots-clés : DD&RS, formation des enseignants ; problématisation recherche-action

1. Introduction

Alors que la destruction des conditions d'habitabilité de la Terre se poursuit, les ingénieurs ont un rôle décisif à jouer pour inverser cette tendance, à l'échelle des processus de conception, de production, de mise en œuvre et de maintenance des infrastructures et des technologies. Les écoles d'ingénieurs ont ainsi la responsabilité importante de préparer leurs élèves à être des acteurs de cette transformation sans précédent. Nous nous intéressons ici en particulier aux défis que rencontrent les enseignants pour intégrer les enjeux socio-écologiques dans les formations. Ce texte reprend les principaux résultats d'une thèse en sciences de l'éducation soutenue en juillet 2024 et conduite à l'INSA Lyon, sur l'intégration des enjeux socio-écologiques dans la formation des ingénieurs [1]. Cette thèse financée par l'INSA Lyon et sa Fondation était encadrée par Caroline Ladage, professeure à l'Université d'Aix-Marseille (laboratoire ADEF), Nicolas Freud, professeur à l'INSA Lyon et maintenant directeur de la Transition socio-écologique et Fatma Saïd-Touhami, chercheuse en sciences de l'éducation et responsable de l'équipe d'appui pédagogique ATENA de l'INSA Lyon. La démarche de recherche s'est construite en deux séquences, avec, dans un premier temps, un important travail d'enquête exploratoire de documentation du chantier d'évolution de la formation engagé par l'établissement ainsi que sur les conditions et contraintes des enseignants(-chercheurs), puis, dans un second temps, une approche de recherche-action centrée sur la conception d'un nouveau cours portant sur les futurs possibles et souhaitables.

L'enquête exploratoire a été construite à partir d'une observation participante au comité de pilotage de l'évolution de la formation et dans les groupes de travail des départements FIMI (Formation initiale aux métiers de l'ingénieur) et GCU (Génie civil urbanisme). L'exploitation des archives de l'établissement a permis de documenter l'évolution de la formation sur le temps long, de façon à la mettre en perspective vis-à-vis de l'histoire de l'établissement et de la littérature scientifique disponible sur les écoles d'ingénieurs. Par ailleurs, 26 entretiens avec



des enseignants de différentes disciplines du département, engagés ou non dans le chantier, ont été réalisés entre octobre 2020 et juillet 2021. Cette enquête montre bien comment les enjeux socio-écologiques viennent questionner l'identité professionnelle des enseignants de l'INSA Lyon et la juste place à donner aux dimensions politiques et axiologiques dans la formation des ingénieurs. L'approche de recherche-action avait pour ambition d'expérimenter des outils pour accompagner les enseignants dans la construction de nouveaux enseignements dédiés aux enjeux socio-écologiques [2]. Notre recherche-intervention [3] a pris la forme d'une série d'ateliers de conception pédagogique où un groupe de cinq enseignants de différentes disciplines a pu s'investir dans une pratique réflexive et créative. A partir d'un cahier des charges défini par le groupe de travail DD&RS du département FIMI, ces ateliers cherchaient en effet à susciter la réflexivité des enseignants en développant leur capacité individuelle et collective à problématiser leur activité, c'est-à-dire à réinterroger les fondements de leur pratique pédagogique. Méthodologiquement, ce processus a été analysé à partir des enregistrements des discussions et des productions concrètes du groupe de participants ainsi que d'entretiens réalisés en amont et en aval du dispositif expérimental.

Dans la suite de ce texte, nous reviendrons sur trois ensembles de conditions et contraintes qui codéterminent les pratiques enseignantes et sur les obstacles que ceux-ci peuvent représenter dans l'intégration des enjeux socio-écologiques dans la formation : l'enseignement supérieur et la recherche, les représentations de ces enjeux chez les enseignants à l'échelle de l'établissement et enfin la posture pédagogique.

2. Les enjeux socio-écologiques interrogent les finalités de l'enseignement supérieur

2.1. A quoi servent les institutions de l'enseignement supérieur et les écoles d'ingénieurs ?

Les enjeux socio-écologiques interrogent directement les finalités de l'enseignement supérieur et des écoles d'ingénieurs. Comme le pointe notamment Pierre Charbonnier [4], l'anthropocène remet en cause nos manières de nous rapporter à notre milieu, c'est-à-dire nos façons d'habiter, de produire et de connaître le monde. Appréhender ce nouveau contexte nécessite moins la création de nouvelles disciplines spécifiques que de « penser l'éducation à de nouveaux frais » [5], de réinterroger les paradigmes et les fondements de nos institutions. Quelles sont leurs fonctions et comment celles-ci orientent-elles nos pratiques d'enseignement et les activités d'apprentissage de nos élèves ?

Comme le rappelle Denis Lemaître [6] : « *Les grandes écoles sont conçues en fonction des besoins du développement économique, à l'époque classique pour répondre à la politique de l'État, à partir de la révolution industrielle pour répondre à l'expansion des entreprises et à la valorisation des nouvelles techniques alors découvertes et mises au point (l'électricité, la chimie, ou plus récemment l'informatique).* ». Dans la deuxième moitié du XXe siècle, la fondation des INSA s'inscrit dans la même logique, à l'époque de la guerre froide où la puissance des nations est associée à leur capacité de production et singulièrement au nombre de leurs ingénieurs [7] [8], qu'il s'agit donc de multiplier. Le modèle des grandes écoles tourné vers la formation de professionnels (au risque d'un certain utilitarisme !) pour servir l'État et les entreprises est une spécificité française qui s'est développée en parallèle du modèle de l'Université humboldtienne pensé autour de la recherche dans le dernier tiers du XIXe siècle [9]. Pour Christophe Point [10], l'université moderne a été pensée comme un lieu d'instruction, c'est-à-dire celui de la quête désintéressée de connaissances et de la transmission de savoirs scientifiques plutôt que comme un espace d'éducation à des valeurs.

Dans ce modèle, la mise en avant du « désintéressement » peut conduire à négliger les applications concrètes des savoirs scientifiques dans une conception abstraite du savoir. L'espace *éducatif* à proprement parler, entendu comme l'endroit où l'on se prépare à la vie citoyenne et démocratique, où l'on se construit comme individus conscients et critiques, est quant à lui moins présent dans l'enseignement supérieur français¹, et semble être parfois délégué (ou relégué ?) à la sphère familiale et aux niveaux scolaires inférieurs (relevant significativement de l'*Éducation nationale*).

On propose ainsi de mettre en exergue de ce qui précède trois grandes finalités de l'enseignement supérieur : la formation (à un métier), l'enseignement (instruction de savoirs scientifiques) et l'éducation (à des valeurs, du citoyen). Si ces finalités ne sont pas nécessairement en opposition, les choix d'organisation du curriculum et les approches pédagogiques retenues amènent toujours à des formes de priorisation. Ces trois visées sont du reste elles aussi bousculées par le contexte de l'Anthropocène et ne semblent pas pouvoir être poursuivies telles qu'elles l'ont été par le passé. On peut retenir quelques questionnements en lien avec chacune de ces finalités :

- Alors qu'il est nécessaire de transformer notre modèle socio-économique, à quels métiers préparons-nous nos élèves ? Ces métiers seront-ils encore utiles demain ?
- A quoi notre quête de connaissance peut-elle bien contribuer sur une planète qui brûle ? Que faire de l'idée perturbante selon laquelle c'est l'instrumentalisation des sciences par les États et les entreprises industrielles qui nous a fait franchir les différentes limites planétaires ?
- Quelles valeurs pouvons-nous transmettre à des jeunes qui vivront dans un monde plus incertain et plus dégradé que nous-mêmes ? Comment prendre en charge l'éco-anxiété ? De quelle citoyenneté avons-nous besoin aujourd'hui ? Comment développer l'agentivité des jeunes adultes dans un monde en crise ?

2.2. Du débat sur les finalités aux injonctions contradictoires faites aux enseignants du supérieur

Cette mise en tension des visées de l'enseignement supérieur génère un certain malaise dans nos institutions et rouvre le débat quant à la place respective à donner à ces différentes dimensions. De ce point de vue, nous pouvons ici continuer de trouver une source d'inspiration dans le modèle historique des INSA avec la place qu'il donne à une approche humaniste de l'éducation et de la formation des ingénieurs, telle que défendue par Gaston Berger [11]. Signalons ici aussi d'autres contributions à la réflexion, avec par exemple le rapport Climat Sup du Shift Project [12], ou encore le *Manuel de la Grande Transition* [13], récemment complété par un *Petit manuel de l'ingénieur du XXIe siècle* [14]. Pour ces auteurs, les enjeux socio-écologiques devraient nous conduire à prendre en charge tout particulièrement le sujet de l'éducation *au* politique, qui peut être définie avec Point [10] comme « *la recherche progressive d'une conscientisation d'abord, d'une prise de contrôle ensuite, et enfin d'un "empuissantement" par l'individu et le collectif des relations vitales que l'homme tisse avec soi, autrui et son milieu* ». Le développement d'une éducation au politique dans une école d'ingénieurs ne va toutefois pas sans susciter le débat parmi les enseignants. Pour certains d'entre eux, une telle perspective viendrait remettre en cause ce qu'ils perçoivent comme une norme de neutralité scientifique.

¹ De ce point de vue, le modèle français diverge du modèle de l'université libérale anglo-saxonne ou de la tradition de la Bildung dans la sphère germanique et notamment en Scandinavie : voir Didier (à paraître) ou encore Servant-Miklos (2024)



Cela étant, la controverse quant à la meilleure manière de hiérarchiser les différentes finalités de nos institutions de l'enseignement supérieur n'est pas seulement un débat d'idées : il se traduit très concrètement au niveau des enseignants-chercheurs par la multiplication d'injonctions contradictoires quant à leur activité professionnelle. On se concentrera dans ce texte sur la liberté académique puis sur les rapports entre discipline et établissement de rattachement.

Les fonctionnaires enseignants du supérieur bénéficient d'une grande latitude quant à la définition des contours de leurs activités d'enseignement et de recherche. Le droit français estime en la matière que l'indépendance et la liberté d'expression (dans les limites des principes de tolérance et d'objectivité) sont des conditions nécessaires et essentielles au bon exercice de leurs fonctions (Article L952-2 du Code de l'éducation). La régulation de cette liberté procède ainsi avant tout de l'éthique académique, tandis que la dimension juridique à proprement parler se borne à une appréciation a posteriori de la licéité des propos et des comportements (dénigrement, injure, discrimination). Pour autant, l'élargissement des prérogatives des établissements publics du supérieur leur confère une influence croissante sur leurs enseignants et leurs trajectoires professionnelles [15]. Dans un contexte où les établissements ne disposent pas d'une autorité directe sur les enseignants-chercheurs, ceux-ci multiplient les dispositifs d'accompagnement et de mobilisation à leur égard. Ces nouvelles injonctions viennent toutefois s'ajouter à celles déjà là, au risque de la surcharge.

Ces injonctions viennent directement toucher aux identités professionnelles des enseignants-chercheurs qui se construisent notamment autour de deux pôles [16] [17] : d'une part, la discipline de recherche, la communauté scientifique des pairs dont dépend la progression de carrière des enseignants-chercheurs ; d'autre part, l'établissement d'affectation où s'effectue la majeure partie de l'activité d'enseignement. En fonction de la manière dont l'enseignant-chercheur investit ces composantes de son identité professionnelle, il pourra ou non se sentir fondé à s'engager dans l'enseignement des enjeux socio-écologiques. Mais même parmi celles et ceux qui s'impliquent dans ces thématiques, on peut retrouver des motivations divergentes. On peut par exemple s'y engager dans un souci de faire rayonner sa discipline comme une contributrice essentielle à la compréhension de ces sujets, de défendre sa position dans le curriculum, voire également d'attirer des étudiants vers son domaine. A l'autre bout du continuum, l'engagement enseignant peut être motivé par un sentiment de loyauté à l'égard de son établissement engagé dans une réforme de la formation ou encore par le souci de prendre soin d'étudiants éco-anxieux.

3. Une controverse parmi les enseignants à propos des finalités du curriculum d'ingénieur et de la place à donner aux enjeux socio-écologiques

Dans un contexte où, comme on l'a vu, se multiplient les injonctions contradictoires, on constate que beaucoup de choses dépendent des personnes, de leur positionnement, de leurs engagements institutionnels et de leur éthique professionnelle. On ne peut ici que saluer l'émergence de réseaux associatifs et professionnels (réseau des Atécopol, EESES, Réseau Ingenium...) qui permettent aux enseignants de débattre de ces sujets et de construire des réponses collectives cohérentes à ces questionnements. Pour l'heure, si nous voulons mieux comprendre ce qui se joue autour des enjeux socio-écologiques, nous avons toutefois besoin de nous pencher plus précisément sur les conceptions et les représentations des enseignants.

Pour analyser les discours des enseignants avec lesquels nous nous sommes entretenus, nous avons proposé une typologie en trois positions quant à la place que devraient prendre

les enjeux socio-écologiques dans le travail et la formation des ingénieurs [18]. Cette typologie résonne avec le schéma proposé par Jean-Marc Lange [19] qui met en parallèle les approches pédagogiques avec les concepts de durabilité faible et durabilité forte.

- La super-ingénierie hyper-contrainte : visant l'(éco)efficacité et l'amélioration des rendements, cette ingénierie cherche à minimiser les impacts environnementaux tout au long du cycle de vie des produits. Les problèmes se posent sous l'angle d'une recherche d'optimisation quantitative, en termes d'émissions de gaz à effet de serre, de consommations d'énergie ou de ressources. Ces nouvelles contraintes viennent ainsi s'ajouter aux contraintes économiques et techniques déjà présentes, et supposent donc de porter les ingénieurs un cran plus loin en termes de maîtrise technique, c'est-à-dire faire *mieux* que ce qu'ils font déjà. Dans cette logique, les enjeux socio-écologiques devraient plutôt faire l'objet d'options ou de spécialisation destinées à des élèves- ingénieurs déjà aguerris.
- L'élargissement vers une ingénierie multicritères se distingue du premier type en ce qu'elle implique de former les étudiants à de nouveaux champs de compétence, comme l'appréhension des impacts sur la biodiversité, la prospective ou l'éthique. Si tous les enseignants ne s'accordent pas forcément sur le choix des champs dans lesquels il s'agit de venir piocher, ces apports sont présentés comme informant directement les processus de conception technique, au moyen de nouveaux outils et de nouvelles approches. Pédagogiquement, cette approche plaide davantage pour le développement progressif de la sensibilité des élèves à l'égard de dimensions qui ont pu être historiquement négligées par les ingénieurs.
- La critique des technosciences renvoie à une démarche de questionnement de l'ingénierie quant aux rapports de domination (sexisme, racisme, classe sociale, validisme, exploitation de la nature...) qu'elle participe à entretenir et qui alimentent la crise écologique et sociale contemporaine. Au-delà de l'ajout de nouveaux objets techniques dans le monde, il s'agit également d'engager une réflexion démocratique sur la redirection de la modernité industrielle capitaliste, c'est-à-dire sur le démantèlement d'un certain nombre d'infrastructures et de services qui sont insoutenables écologiquement et socialement. Cette interrogation s'applique d'ailleurs aussi à nos propres institutions de l'enseignement supérieur : quels champs de savoirs devons-nous cesser de cultiver ? À quelles activités pédagogiques devons-nous renoncer ?

En identifiant ces trois types de position chez les enseignants, notre objectif est de donner à lire les axes de tension qui sont susceptibles d'alimenter les discussions à l'échelle locale.

Notre propos ici n'est pas de juger laquelle de ces positions serait la plus pertinente, mais plutôt d'inviter à écologiser nos institutions, c'est-à-dire à penser ce terrain de controverse comme un milieu constitué d'acteurs en interaction. Ces interactions sont signifiantes en ce qu'elles reflètent les débats qui animent les communautés de recherche, de praticiens et le débat public. Au lieu d'attendre de construire un discours homogène à présenter aux étudiants, il nous semble qu'il est bien plus riche de mettre en scène ces désaccords de façon pédagogique. Dans cette perspective, il s'agit d'habituer nos élèves à se confronter à des *questions socialement vives* (QSV), à une pluralité de discours en tension, qu'ils retrouveront d'une manière ou d'une autre dans le monde professionnel qu'ils se choisiront. Pour que cette controverse entre enseignants soit féconde, il est toutefois nécessaire de penser les espaces de débat et nos formes de démocratie académique de façon à assurer à chaque discipline d'être entendue et de pouvoir proposer sa contribution. Cet enjeu est particulièrement marqué dans le cas des disciplines les plus minoritaires à l'INSA Lyon, comme les sciences du vivant ou encore les sciences humaines et sociales qui se retrouvent souvent à devoir assumer seules la charge de « traduire » leurs propositions à leurs collègues issus des sciences physico-mécaniques majoritaires dans l'établissement.

Un tel effort d'interdisciplinarité devrait pourtant se faire dans les deux sens ! Cela implique à la fois de penser les dispositifs et les arènes institutionnelles pour permettre ces échanges, mais aussi des changements importants de posture de la part des enseignants.

4. La posture de l'enseignant, un enjeu important dans l'introduction des questions socialement vives dans la formation

La posture pédagogique est un point essentiel de transformation de la pratique enseignante pour introduire les enjeux socio-écologiques dans la formation. La posture correspond aux manières par lesquelles l'enseignant se présente et se comporte avec ses collègues et ses élèves. On peut la comprendre comme le rôle (au sens théâtral) joué par l'enseignant, dans la mesure où elle est le coproduit d'une mise en scène anticipée (ce que j'ai prévu de dire en réunion, la séance de cours que j'ai préparée) et des interactions qui se jouent en situation sur le moment. La posture pédagogique est elle-même signifiante : elle colore l'ensemble des activités d'enseignement et d'apprentissage. Amenés à interroger des questions socio-scientifiques controversées ou QSV, les enseignants peuvent adopter des postures différentes. On peut ici reprendre la typologie établie par le chercheur américain Thomas E. Kelly [20] :

- *La neutralité exclusive* : les enseignants ne doivent pas aborder des thèmes controversés. Les découvertes scientifiques sont des vérités exemptes de valeurs (positivisme).
- *La partialité exclusive* : elle est caractérisée par l'intention délibérée de conduire les apprenants à adopter un point de vue particulier sur une question controversée.
- *L'impartialité neutre* : les apprenants doivent être impliqués dans des débats sur des questions controversées et les enseignants doivent rester neutres et ne pas dévoiler leurs points de vue.
- *L'impartialité engagée* : les enseignants donnent leurs points de vue tout en favorisant l'analyse de points de vue en compétition sur les controverses.

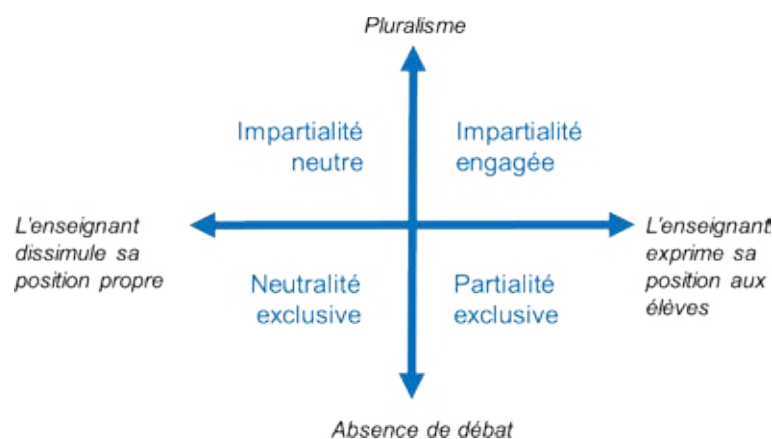


Figure 1. -Les postures enseignantes, adapté à partir de Kelly [20].

Selon plusieurs spécialistes de la didactique des QSV (comme Laurence Simonneaux, Alain Legardez ou Nathalie Panissal [21]), la posture potentiellement la plus efficace pour interroger ces questions serait l'impartialité engagée, mais beaucoup d'enseignants préfèrent rester sur une posture d'impartialité neutre voire d'évitement des questions controversées. La partialité exclusive apparaît quant à elle comme une posture repoussoir, où l'enseignant utilise son ascendant sur des étudiants pour leur imposer un point de vue.

Cette neutralité peut néanmoins se révéler plus problématique qu'il n'y paraît. La neutralité exclusive conduit paradoxalement l'enseignant à prendre position pour le statu quo, en avalisant l'idée que les choses ne méritent pas de changer, voire que les ingénieurs ou les scientifiques devraient s'abstenir de toute réflexion politique. Sur le plan pratique dans le cas des questions écologiques, le *business as usual* apparaît comme intenable, dans la mesure où il implique l'accélération du réchauffement climatique et de la destruction de la biodiversité comme le rappellent régulièrement le GIEC et l'IPBES. Sur le plan épistémologique, la conception selon laquelle les sciences sont un domaine qui devrait être strictement séparé des questions de valeurs a été largement remise en cause en philosophie et en histoire des sciences [22]. La posture d'impartialité neutre apparaît plus pertinente de ce point de vue, mais se fait toujours au risque que l'enseignant laisse transparaître malgré lui des opinions et des valeurs. Le choix entre impartialité neutre et engagée devrait dépendre au fond de l'objectif pédagogique que se donne l'enseignant. S'il cherche à rendre ses étudiants plus en capacité de prendre position de façon argumentée et nuancée, l'enseignant a tout intérêt à « montrer l'exemple » en faisant lui-même cet exercice en classe. Sans renoncer à mettre en avant une pluralité de positions possibles, il est intéressant d'expliquer le cheminement par lequel l'enseignant a construit son propre positionnement à partir des informations (souvent incomplètes, marquées par des incertitudes) dont il dispose à un instant t, mais aussi en lien avec des expériences et des convictions plus personnelles.

5. Quelques obstacles en lien avec la formation aux enjeux socio-écologiques

Nous concluons notre texte en revenant sur trois obstacles que rencontrent les enseignants lorsqu'ils s'engagent dans la formation de leurs élèves aux enjeux socio-écologiques.

5.1. Obstacle lié à la fragilité d'un nouveau « genre professionnel »

À l'heure actuelle, les initiatives autour de l'enseignement des enjeux socio-écologiques sont encore récentes et nécessitent une approche par tâtonnement. Nous sommes dans une situation d'incertitude dans laquelle nous ne pouvons plus tout à fait nous fier aux repères que pouvaient constituer les finalités classiques de nos institutions de l'enseignement supérieur (formation, enseignement, éducation). La multiplication des injonctions contradictoires à une période charnière de transition ne fait que renforcer le malaise des enseignants quant aux façons de s'emparer de ces sujets. Il n'y a ainsi pour le moment pas de « genre professionnel » [23], c'est-à-dire de norme collective sur ce que serait *bien enseigner les enjeux socio-écologiques dans le supérieur*, mais seulement des expérimentations plus ou moins dispersées, des innovations à l'échelle du « style personnel ». De ce point de vue, des espaces comme les colloques pédagogiques InterINSA sont des lieux intéressants pour permettre la construction de cette culture partagée, de même que les associations comme EES¹, le réseau Ingenium² ou encore celui des Atécopol³.

¹ <https://etes2025.sciencesconf.org/>

² <https://reseau-ingenium.fr/evenements>

³ <https://atecopols2025.sciencesconf.org>

5.2. Obstacle lié au rapport au savoir

Du côté des élèves, ces derniers ont souvent tendance à considérer le savoir comme certain et absolu du moment qu'il est avancé par des experts [24]. Amener les étudiants à considérer les savoirs comme le fruit d'un processus complexe d'investigation et à les recontextualiser, constitue un défi pour tout enseignant. Cet obstacle est d'autant plus important que la plupart des enseignants ont une image empirico-réaliste de la science, considérée comme l'application de méthodes neutres, révélant la vérité du réel, en négligeant l'importance de la théorie dans l'investigation [25]. Peu encouragés (et peu formés) à explorer l'épistémologie de leur discipline, les enseignants rencontrent ainsi des difficultés à prendre du recul et à mesurer les implications du passage vers les paradigmes de la complexité par rapport aux approches réductionnistes plus classiques. Comme nous l'avons noté plus haut, cette perspective complique toute collaboration interdisciplinaire, dès lors que l'enseignant n'a pas conscience des lunettes qui orientent son propre regard sur le monde. Il est ainsi important de prendre le temps de questionner le cadre institutionnel et conceptuel dans lequel l'enseignant évolue pour donner toute la mesure des enjeux socio-écologiques.

5.3. Obstacle lié à la posture et à la conception pédagogique de l'enseignement

Le refus d'aborder les questions politiques sous-jacentes aux enjeux socio-écologiques n'aide pas les étudiants à les appréhender ou à se positionner par eux-mêmes. Dans cette logique, ne rien dire, c'est laisser la place à tout dire, en laissant la place à des discours mal informés. Ne rien dire, c'est également valider implicitement un statu quo dont on sait pourtant scientifiquement qu'il conduit au franchissement de toutes les limites planétaires et des conséquences désastreuses pour la grande majorité des êtres vivants. Au contraire, il semble préférable de préparer les étudiants à aborder des situations de controverse. Cela implique pour l'enseignant de réfléchir à sa posture pédagogique et aux manières d'associer (sans les confondre) questions scientifiques et questions de valeurs. La réflexion sur la posture est également intéressante pour mieux accueillir les situations où l'enseignant sort de sa zone d'expertise scientifique, joue davantage un rôle d'animateur et de guide des étudiants dans leur investigation.

Dans la conception pédagogique de son cours, l'enseignant devrait tenir davantage compte des connaissances et conceptions des élèves par rapport aux notions à apprendre. Pour des sujets scientifiques stables, il est aisé de se rendre compte des représentations erronées des élèves mais cette tâche devient plus complexe dès lors qu'il s'agit d'identifier des valeurs implicites (parfois volontairement cachées) dans le cas des QSV. Dans ce deuxième cas, les conceptions des élèves sont une association parfois mal raisonnée de valeurs, savoirs et pratiques sociales qui méritent d'être identifiées et discutées en classe pour favoriser l'évolution conceptuelle des élèves. Un discours descendant qui n'en tiendrait pas compte risquerait de glisser sur eux sans jamais les toucher.

Références bibliographiques

- [1] Paris, Hugo. Accompagner l'intégration des enjeux socio-écologiques dans la formation en école d'ingénieurs. Une recherche-intervention sur les pratiques de problématisation et de transposition didactique des enseignants. Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, 2024. <https://hal.science/tel-04736930>
- [2] Paris, Hugo. *Former les ingénieurs à la redirection écologique par la mise en fiction de « futurs crédibles, désirables et partagés » ?* *Æconomia Humana*, n°2, 2025.
- [3] Marcel, Jean-François et Broussal, Dominique. *La recherche-intervention : une méthode pour accompagner le changement*. In B. Albero & J. Thievenaz (dir.). *Enquêter dans les métiers de l'humain. Traité de méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation et de la formation*, tome 1. Dijon : Raisons et Passions, 2022.
- [4] Charbonnier, Pierre. *Abondance et liberté*. Paris : Gallimard, 2020
- [5] Wallenhorst, Nathanaël et Pierron, Jean-Philippe. (Éds.). *Eduquer en Anthropocène*. Lormont : Le bord de l'eau, 2019. Cf. p. 11-13
- [6] Lemaître, Denis. *Le curriculum des grandes écoles en France : Un modèle d'analyse inspiré de Basil Bernstein*. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, 166, 17-26, 2009. <https://doi.org/10.4000/rfp.1096>
- [7] Grelon, André. *La question des besoins en ingénieurs de l'économie française. Essai de repérage historique*. *Technologies, Idéologies, Pratiques*, VI/4 et VII/1, 3-23, 1987.
- [8] Verschueren, Pierre. *Des savants aux chercheurs : Les sciences physiques comme métier (France, 1945-1968)*. Thèse de doctorat, Université Paris 1, 2017. <https://www.theses.fr/2017PA01H105>
- [9] Lemaître, Denis. *Comment l'enseignement supérieur discipline-t-il les savoirs aujourd'hui ? L'influence utilitariste sur l'organisation disciplinaire*. In A. Gorga & J.-P. Leresche (dir.), *Disciplines académiques en transformation* (p. 151-163). Paris : Editions des Archives Contemporaines, 2015.
- [10] Point, Christophe. *L'université à l'ère de l'anthropocène : Repenser l'éducation au politique par l'écologie*. *Éducation et socialisation. Les Cahiers du CERFEE*, 63, 2022. <https://doi.org/10.4000/edso.18168>
- [11] Escudié, Marie-Pierre. *Conversion du regard : Philosophie et ingénierie chez Gaston Berger*. *Phronesis*, 12(4), 55- 66, 2023. <https://doi.org/10.7202/1106787ar>
- [12] The Shift Project. *Former l'ingénieur du XXIe siècle. Pour l'intégration des enjeux socio-écologiques en formation d'ingénieur*, 2022. _ <https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Manifeste-Climatsup-INSA-version-Web.pdf>

- 
- [13] Renouard, Cécile, Beau, Rémi, Goupil, Christophe et Koenig, Christian. Manuel de la grande transition. Paris : Les liens qui libèrent, 2020.
- [14] Becquey, Xavier, Cottalorda, Pierre-Jean, Goupil, Haffner, Florent, Renouard, Cécile et Saadé Myriam. Manuel de l'ingénieur du XXI^e siècle. Paris : Les liens qui libèrent, 2025.
- [15] Normand, Romuald et Villani, Marialuisa. Les nouvelles conventions du travail académique ou les reconfigurations du professionnalisme universitaire. *Revue française d'administration publique*, N° 169(1), 137- 149, 2019.
- [16] Endrizzi, Laure. *L'avenir de l'université est-il interdisciplinaire ?* Veille de l'IFE, n°120, 2017.
- [17] Barrier, Julien et Picard, Emmanuelle. *Les universitaires, combien de divisions ? Lignes de fracture et transformations de la profession académique en France depuis les années 1990.* *Revue française de pédagogie*, 207(2), 19- 28, 2020.
- [18] Paris, Hugo. *L'évolution des curriculums à l'INSA Lyon au prisme de la problématisation des enjeux socio-écologiques.* Les Sciences de l'éducation - Pour l'ère nouvelle, hors série 2025.
- [19] Lange, Jean-Marc. *Repères pour l'enseignement et la formation des enseignants à l'ère de l'anthropocène.* In F. Drouilleau-Gay & A. Legardez, Travail, formation et éducation au temps des transitions écologiques. Toulouse : Octarès, 2020.
- [20] Kelly, Thomas E. *Discussing controversial issues: four perspectives on the teacher's role,* *Theory and Research in Social Education* 14, 113-138, 1986.
- [21] Panissal, Nathalie., Jeziorski, Agnieszka et Legardez, Alain. *Une étude des postures enseignantes adoptées lors des débats sur des questions socialement vives (QSV) liées aux technologies de la convergence (NBIC) menés avec des élèves de collège,* *DIRE* (8), 2016.
<http://epublications.unilim.fr/revues/dire/786>
- [22] Bensaude-Vincent, Bernadette. L'opinion publique et la science. Paris : La Découverte, 1999.
- [23] Clot, Yves et Faïta, Daniel. *Genres et styles en analyse du travail. Concepts et méthodes.* Travailler, 36, 2000.
- [24] Astolfi, Jean-Pierre. La saveur des savoirs : disciplines et plaisir d'apprendre. Paris : ESF, 2008.
- [25] Chauvigné, Cécile et Fabre, Michel. *Questions socialement vives : quelles approches possibles en milieu scolaire ?* Carrefours de l'éducation, 52(2), 15-31, 2021

Le « Projet-débat » contradictoire : dispositif hybride d'enseignement à destination des futurs ingénieurs citoyens

Beucher H.¹, Delanney A.¹, Delaroche I.¹, Guérin F.¹, Hoarau C.¹, Joosten A.¹, Mignot M.¹

¹ INSA Rouen Normandie

Résumé

Cet article présente le « projet-débat » contradictoire mis en œuvre au sein du département Chimie Fine et Ingénierie (CFI) de l'INSA Rouen Normandie, outil pédagogique faisant partie du dispositif de formation au Développement Durable et à la Responsabilité Sociétale du département. Au-delà, il esquisse le diagnostic qualitatif qui en est tiré, après quatre années d'existence, par l'équipe d'enseignants et enseignants-chercheurs qui se sont impliqués dans sa création et son animation.

Mots-clés : débat ; ingénieur citoyen ; gestion de projet ; DD&RS ; transdisciplinarité ; approche systémique

1. La méthodologie de recherche : un outil sociologique connu appliqué à nos pratiques pédagogiques

1.1. Définition du système étudié

La définition du système étudié s'est faite en identifiant les différentes parties prenantes. Ainsi, en premier lieu, le Groupe INSA et The Shift Project, en vue d'introduire les « enjeux climat-énergie » au sein des formations du Groupe, se sont associés pour initier le projet ClimatSup INSA. En second lieu, l'INSA Rouen Normandie a adopté les objectifs du projet et impulsé la démarche au niveau local. Ces trois parties prenantes à l'origine de la définition du besoin (Groupe INSA, The Shift Project, INSA Rouen Normandie) seront considérées extérieures - car antérieures - au système d'étude, malgré leur apport considérable et leur rôle essentiel.

Le système d'étude est donc composé des parties prenantes suivantes : le département CFI, ses élèves de 4^{ème} année et sept enseignants ou enseignants-chercheurs dont le domaine de spécialité est la chimie au sens large pour la plupart, à l'exception faite d'un sociologue.

Le département CFI est l'entité administrative au sein duquel le dispositif « Projet-débat » contradictoire se déroule. Les sept enseignants(-chercheurs) ont, quant à eux, participé à la création et/ou au développement du dispositif. Depuis l'instauration de ce dispositif lors de l'année universitaire 2021-2022, ils ont tous encadré au moins un groupe d'élèves organisé en équipe projet. Enfin, les élèves ayant participé au « Projet-débat » contradictoire entre 2021 et 2025 constituent la dernière partie prenante.

Cette étude entend dessiner les représentations de cet objet selon les différents points de perspective des enseignants(-chercheurs) afin d'en dégager les grandes lignes de force, les points d'amélioration et d'interrogation.

1.2. Les sources

Pour cerner ces représentations, deux des enseignants(-chercheurs) impliqués se sont appuyés sur deux sources. La première est constituée de questionnaires d'évaluation envoyés aux élèves à la fin de chaque semestre. Standardisés pour l'ensemble des éléments constitutifs (EC), ils sont nécessairement génériques, mais présentent l'avantage de fournir des données quantitatives via des indices sommaires. Les élèves ont également la possibilité de formuler des commentaires libres.

Cette source présente l'intérêt d'être rapidement accessible, mais souffre du manque de pertinence des questions, du fait de leur caractère standard. Subséquemment, ces questionnaires seront traités comme une source secondaire, uniquement mobilisés sous forme de verbatims encadrés (issus des commentaires libres) illustrant les affirmations ou interrogations tirées de la seconde source, à savoir les entretiens semi-directifs.

En effet, des entretiens semi-directifs auprès de six des sept enseignants impliqués constituent la seconde - et principale - source mobilisée. Conduits en binôme par deux des enseignants(-chercheurs) sur la base d'un guide d'entretien découpé en cinq thématiques (des questions de relance permettent d'approfondir ou de développer les réponses des personnes interviewées, si celles-ci ne sont pas formulées spontanément), ils sont enregistrés, retranscrits, (avec ou sans aide logicielle), puis validés par les interviewés. Les données sont traitées selon le Règlement général de protection des données (RGPD). Les précautions méthodologiques sont d'éviter toute réponse induite ou désirabilité sociale de la part des personnes interviewées.

La richesse des réponses et l'approfondissement qualitatif représentent deux atouts essentiels. Cette source est en revanche très chronophage et ne fournit aucune donnée quantitative. Elle exige en outre un codage des entretiens pour être en mesure de tirer une synthèse pertinente à partir de six points de vue souvent très différents.

À ce point de l'étude, il faut être conscient des limites du choix des sources, avec un privilège accordé à la parole des enseignants et une prise en compte à la marge des autres parties prenantes et notamment des élèves (voir verbatims encadrés en partie 3).

2. Le « Projet-débat » contradictoire : un dispositif inusité et conçu de manière collégiale

2.1. La genèse

Comme évoqué précédemment, ce projet s'inscrit dans la concrétisation du projet ClimatSup INSA et la volonté d'intégrer les enjeux socio-écologiques au sein des formations. Partant du constat que l'ingénieur, par ses compétences techniques et scientifiques, devrait tenir un rôle charnière dans les défis auxquels l'Humanité fait face, le projet ClimatSup, a contribué grandement à la prise de conscience collective et à la diffusion de l'information, en publiant un rapport final *ClimatSup INSA – Former l'ingénieur du XXI^e siècle* articulé en trois volumes : un *Manifeste*¹, destiné aux enseignants et/ou chercheurs (objectifs, contenus et méthodes d'enseignement...), un *Guide méthodologique*² plutôt destiné aux directions d'établissement et de département, et des *Retours d'expérience*³ (état des lieux initial et inventaire des initiatives des établissements en cours de projet).

Ainsi, le référentiel de compétences (Figure 1), point de départ de la réflexion collective menée par le groupe d'enseignants, formé sous l'impulsion du département CFI, rassemble les objectifs sociétaux à atteindre par la société, les contraintes physiques (ex : Épuisement des ressources, Changement climatique) limitant les différents leviers institutionnels et techniques,

¹ <https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Guide-Climatsup-INSA-version-Web-20220614.pdf>

² <https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Guide-Climatsup-INSA-version-Web-20220614.pdf>

³ <https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Retex-Climatsup-INSA-version-Web-1.pdf>

ainsi que les compétences que l'ingénieur devra mobiliser pour tenir son rôle (ex : Adopter une approche systémique, Adopter une approche prospective).

Le groupe d'enseignants, s'appuyant sur ce référentiel, a créé un dispositif pédagogique qui porte en lui l'atteinte de ces compétences.

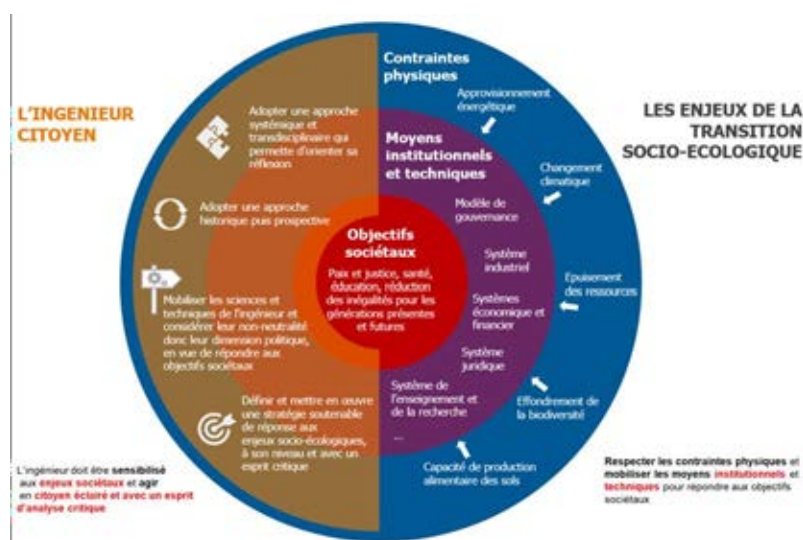


Figure 1. -Le référentiel de compétences visées par le projet ClimatSup INSA (The Shift Project & Groupe INSA, 2022)

2.2. Les sujets

L'objectif principal du « Projet-débat » est de sensibiliser l'élève ingénieur à l'approche systémique des enjeux du développement durable en travaillant plus particulièrement le sens critique afin de mettre en œuvre une stratégie soutenable de réponse aux enjeux économiques-sociétaux-écologiques. Pour l'atteindre, les élèves doivent traiter des sujets énoncés sous forme de question : « Pour » ou « Contre » (ex : Pour ou contre la construction d'éoliennes ? ; Pour ou contre le contournement Est de Rouen ?), ou « Oui » ou « Non » (ex : Inégalités de genre dans l'emploi : fait-on le nécessaire pour les réduire ? ; « Recyclage du plastique : est-ce vraiment pertinent ? »). Les sujets proposés ont trait aux enjeux socio-écologiques et sont par essence complexes, avec de multiples facettes difficiles à saisir à partir d'un seul point de vue. En outre, ces questions critiques ne sont passibles ni de solutions simples ni d'analyses univoques.

2.3. Le dispositif

L'enseignant porteur du sujet est également tuteur de projet. Chaque sujet est traité par deux équipes aux positions antagonistes : « Pour/Contre » ou « Oui/Non ». Les élèves, initialement, n'avaient le choix ni du sujet ni de l'équipe dans laquelle ils évolueraient. Les équipes, très autonomes, doivent mettre en place leur propre organisation pour mener à bien le projet. Le fonctionnement entre tuteur et groupe est également laissé libre.

Ce « Projet-débat » contradictoire est un EC à part entière du semestre 8 sur une période d'environ deux mois. Des créneaux (18 h sur le semestre) sont réservés dans l'emploi du temps, ainsi que des salles de travail afin de favoriser les échanges entre étudiants d'une même équipe.

Les attendus sont au nombre de deux : le rapport et le débat contradictoire. Le rapport synthétise l'argumentation en s'appuyant sur des références sourcées, puis comprend une partie consacrée à la gestion de projet (fonctionnement de l'équipe, outils mobilisés). Enfin, chaque étudiant réalise un bilan individuel, et l'équipe dresse également son bilan collectif.



Le débat contradictoire, quant à lui, se déroule sur une demi-journée, pendant laquelle tous les sujets sont débattus successivement. Pour chaque sujet, les deux équipes argumentent pendant 15 minutes chacune, puis un débat se tient pendant 20 minutes non seulement entre les deux équipes, mais aussi avec le public constitué de personnel INSA et des élèves des autres groupes, qui est encouragé à participer au débat et à intervenir.

2.4. L'évaluation

L'évaluation, collective, est réalisée via une grille comportant trois grandes rubriques à évaluer : le rapport et la gestion de projet sont évalués par le tuteur sur la base principale du rapport, et la soutenance-débat par l'ensemble des tuteurs. Chaque rubrique est découpée en items, évalués selon une échelle impaire (5 niveaux de « Insuffisant » à « Très bien »).

3. Principaux résultats de l'enquête

3.1. Le paradoxe de l'autonomie : objectif à atteindre ou pré-requis de mise en œuvre ?

Visant à contribuer à la formation d'ingénieurs citoyens, les enseignants impliqués dans le projet-débat contradictoire ont dans un premier temps fortement privilégié l'autonomie des élèves. En effet, une citoyenneté de l'ingénieur supposant de savoir « agir en citoyen éclairé et avec un esprit critique » [1] ne saurait se construire via des modalités de formation purement transmissives et appelle une pédagogie elle-même porteuse d'autonomie et susceptible de permettre aux élèves d'en faire l'expérience. Le projet-débat contradictoire est apparu comme un instrument privilégié pour ce faire et est souvent cité comme s'apparentant à d'autres dispositifs innovants et autonomisants tels que la classe inversée.

Ce parti-pris initial s'est heurté dès la première année à des élèves plus nombreux à être désorientés et désarmés par cette autonomie qu'à l'apprécier. Cela a conduit dès 2023-2024 à préciser les consignes de départ de manière plus stricte et à imposer au moins une rencontre avec l'enseignant tuteur en cours de projet, mais avec des résultats demeurant décevants sur le fond et des élèves toujours plus dépendants de leur tuteur. Pour expliquer cet échec et le dépasser, les enquêtés avancent plusieurs hypothèses :

- les élèves peinent à s'affranchir d'un cadre INSA et de comportements induits (besoin d'un cadre très défini, passagers clandestins (au sens économique de *free riders*), division du travail sans harmonisation ni mise en commun ou confrontation, plagiat, recherche de données minimalistes et utilisation de sources très « basiques », procrastination, etc.). Autrement dit, les enseignants interrogés constatent qu'introduire un dispositif pédagogique atypique et innovant sans tenir compte d'un contexte général peu autonomisant qui formate les élèves est au mieux naïf, au pire contre-productif ;
- pour pallier cette difficulté, les enseignants sont partagés entre deux options : soit positionner le projet-débat contradictoire plus tôt dans la scolarité afin de s'adresser à des élèves pas encore conditionnés par un apprentissage organisationnel trop important ; soit le positionner en cinquième année en supposant les élèves plus matures et, ainsi, capables de s'affranchir des routines scolaires acquises ;
- certains pensent que l'implication et le rôle acteur des élèves pourraient être renforcés s'il leur était permis de choisir aussi bien leur thème ou la position à défendre, quand d'autres estiment au contraire important que les élèves soient mis en situation de défendre une position qui n'est pas forcément leur opinion personnelle.

« [points positifs] Démarche en autonomie. Organisation du temps »

« Très peu d'informations, au début nous étions tous perdus, on ne savait pas à quoi s'attendre et peu de consignes ont été données afin qu'on se lance. »

« [...] Même si dans chaque groupe il y a toujours des éléments moins impliqués. »

« [...] laisser le choix des sujets aux étudiants afin d'éviter les dégoûts et les sujets bâclés. »

3.2. Des notions/finalités non comprises

Deux notions clés sont non comprises : l'approche systémique (et la capacité associée à penser la complexité) et l'esprit critique. Le constat des répondants sur ce point s'appuie sur : des sources bibliographiques rarement mises en question ou confrontées les unes aux autres (esprit critique) ; la difficulté à avoir une approche vraiment globale/systémique des thèmes (juxtaposition d'éléments disparates non reliés entre eux plutôt qu'une mise en regard et en synthèse des parties prenantes) ; les disciplines/domaines de savoir explorés ou les dimensions du DD&RS souvent envisagés de manière trop restrictive et, là encore, non confrontés les uns aux autres) ; l'incapacité à envisager le caractère dynamique, voire prospectif, d'un système au-delà de son état présent. Les personnes interrogées, pour la plupart, estiment qu'il faudrait aller plus loin dans l'exposition des attentes (par exemple, définir la systémique ou expliquer les attentes en termes d'esprit critique) ou être plus prescriptif (interdire certains types de plan d'exposition tel que « économie, société, environnement » peu propices à une approche complexe ou imposer un rôle de médiateur lors du débat...). Mais d'autres, au contraire, suggèrent que ces objectifs sont peut-être trop ambitieux dans le cadre très disciplinaire et peu ouvert à l'interdisciplinarité qu'est l'INSA et/ou le département CFI (cf. 3.1).

« Il faudrait définir ce qui est attendu des élèves lors de la première cession [*sic*], ainsi que dans certains cas expliquer le sujet qui n'est pas forcément connu par tout le monde. »

« Le mode de supervision lors du débat, trop présent et empêche le développement total de notre débat et dans le sens où on veut l'amener. De plus, une présence plus influente avec son avis tranché réduit le débat. »

3.3. Des finalités en réalité non élucidées

Complétant et expliquant en partie le point précédent, les interviews montrent des intentions et des finalités très différentes entre les enseignants qui ont contribué à la création et/ou au fonctionnement de cet enseignement. Le fait que des notions telles que le DD&RS, la systémique, l'esprit critique n'aient pas été discutées semble avoir été la condition pour que les individus y contribuent avec des intentions/significations propres et très diverses, avec des degrés d'attente très différents et à l'aune desquelles ils estiment les objectifs atteints ou pas par les élèves. Cette non élucidation peut à la fois expliquer que les élèves aient du mal à savoir ce qui est attendu de leur part, mais elle présente d'autres conséquences plus inattendues :

- elle fait du projet-débat contradictoire un « objet-frontière » [2] à forte « flexibilité interprétative », assez indéfini pour abriter des projets personnels très différents et pour être le support de traductions très hétérogènes, mais assez robuste pour maintenir une identité commune aux différents intervenants. Ceux-ci s'accordent en effet pour estimer d'une part que l'INSA est un acteur légitime pour ouvrir et former les élèves au DD&RS, d'autre part que le projet-débat contradictoire est un outil très pertinent dans cette perspective. Toute la question est de savoir s'il est préférable de conserver en l'état ce statut d'objet-frontière ou si la clarification des finalités est nécessaire pour qu'elles soient mieux explicitées pour les élèves. Force est de constater que l'urgence de la première année ne suffit pas à expliquer pourquoi les enseignants impliqués par la suite n'ont pas davantage cherché à pallier cette imprécision ;

- une hypothèse pour expliquer ce *statu quo* est que cette non élucidation est garante de l'autonomie des enseignants, miroir de celle des élèves, et leur offre des marges de liberté importantes dans leur façon de s'investir. Mais elle crée également des disparités dans leurs ambitions, leur manière d'évaluer (la grille mentionne peu ces notions ou des indicateurs s'y référant), leur niveau d'exigence, voire des frustrations (manifestées par certains interviewés) face aux « performances » écrites ou orales des élèves.

3.4. Une mise en danger plus ou moins bien vécue

Il ressort des interviews que, dans le cadre de cet enseignement, les enseignants comme les élèves sont obligés de s'aventurer en terrain davantage inconnu que pour des enseignements « disciplinaires » classiques en chimie. Ainsi, les enseignants doivent accepter de ne pas « savoir », et ce, sur plusieurs points possibles, variables selon la personne interviewée :

- travail sur des thèmes dont ils/elles ne maîtrisent qu'une partie, voire n'ont aucune « longueur d'avance » sur les élèves ;
- encadrement sur des sujets nécessairement controversés où ils sont plus ou moins engagés personnellement et ne savent pas jusqu'où assumer cet engagement vis-à-vis des élèves entre posture de neutralité, d'impartialité ou de partialité [3] ;
- maîtrise partielle de la gestion de projet, de sa méthodologie et de ses outils ;
- maîtrise de la forme « débat », etc.

Pour leur part, les élèves doivent selon les interviewés se confronter à un exercice totalement inusité et souvent mal maîtrisé tant sur la forme (prise de parole en public, travail en - grand - groupe, impératif d'auto-organisation, animation de débat, etc.) que sur le fond (sortir de son domaine de spécialité qu'est la chimie). Cette double incertitude étudiante et enseignante suscite chez les interviewés plusieurs questionnements :

- autour des formations/préparations complémentaires qui seraient nécessaires en amont ou pendant le projet pour permettre aux uns et aux autres de gérer l'exercice. Cette question qui n'a pas été envisagée lors de la mise en place de cet élément constitutif reste pendante dans le discours des interviewés qui questionnent autant leurs propres capacités (en toute honnêteté et de manière transparente) que celles des élèves ;
- cette nécessité de gérer une situation nouvelle et porteuse d'apprentissages hors du « cœur de métier » de chacun est pour certains (élèves comme enseignants) une stimulation positive (c'est vrai pour la majorité des enseignants), mais peut aussi constituer un frein et accroît, selon les enseignants, les disparités entre les élèves, notamment parce que le projet-débat contradictoire mobilise des qualités de savoir-être et d'implication beaucoup moins sollicités par les enseignements classiques ;

« Permet de développer notre capacité d'argumentation et notre ouverture d'esprit et capacité de réflexion *[sic]* sur des questions complexes. »

« Le Challenge de se retrouver dans un groupe et de devoir s'organiser. »

3.5. Chronique d'un décès annoncé ? Principe plébiscité, modalités problématiques

Le projet-débat contradictoire reste un motif de fierté pour la plupart des interviewés pour de multiples motifs : originalité du dispositif, création endogène issue d'un processus réellement collégial, étendue des compétences étudiantes visées, « performances de certains groupes d'élèves, caractère approprié à la thématique du DD&RS, etc. Mais il fait aussi l'objet de nombreuses interrogations quant à son avenir, là encore pour de multiples raisons :

- l'effectif étudiant concerné est de plus en plus faible (positionnement au S8 où le nombre de départs en semestre à l'étranger, pour respecter l'obligation de mobilité, ne fait que croître) ;

- les profils restants sont moins aptes à affronter cet enseignement : barrières linguistiques, voire culturelles, pour les étrangers ; élèves souvent moins dynamiques et/ou leaders ; taille critique de promotion (seulement 11 sur 60 en 2024-2025) qui ne permet plus ni l'émulation nécessaire entre groupes ni un traitement approfondi dans le temps imparti (équipes trop petites) et engendre une restriction mécanique du nombre de sujets à choisir ;
- une marginalisation progressive de l'EC : très faible visibilité, y compris dans le corps enseignant, cessation du « biais de nouveauté » qui l'a porté à l'origine, présence dans un semestre peu valorisé et vu comme ne faisant pas partie du « cœur » de la formation. En quatre ans, le débat-projet est passé de vitrine du département et de sa capacité d'innovation/inscription dans le champ du DD&RS à enseignement marginal et marginalisé.

Autrement dit, le discours des interviewés laisse transparaître un énorme écart entre un principe plébiscité et un statut initial (que gardent davantage en mémoire les enseignants qui n'ont été impliqués que dans le début du processus), d'une part, et des difficultés actuelles qui en déprécient l'image (plus présentes chez les deux interviewés qui animent l'enseignement depuis deux ans). Face à cela, l'option privilégiée reste de chercher à retrouver pour cet enseignement des conditions positives analogues à celles qui l'ont vu naître. Là encore, la valeur intrinsèque du dispositif reste une perception unanime et justifie la recherche de solutions, dont le présent diagnostic partagé est perçu comme une première étape.

3.6. L'évaluation : une problématique en soi

Le thème de l'évaluation des élèves pour cet enseignement ressort avec insistance dans les interviews, et ce sur plusieurs plans :

- difficulté à évaluer des domaines dont l'enseignant n'est pas lui-même un spécialiste ;
- évaluation purement collective avec les effets pervers que cela peut créer et impossibilité induite d'inscrire cet enseignement dans l'Approche par compétences (APC), par essence individuelle, déployée dans l'établissement ;
- incapacité à évaluer une activité (gestion de projet, recherche documentaire, processus de rédaction) et une compétence largement invisibles pour l'encadrant qui ne peut les constater en situation, ce qui est là encore le principe même d'une compétence qui n'existe pas en soi, mais uniquement en situation [4] ;
- principe même d'une évaluation/notation ressentie comme problématique par certains enseignants sur ce type d'acte pédagogique.

Les modalités actuelles d'évaluation semblent davantage inférer des compétences individuelles à partir de performances collectives et sont à ce titre perçues comme insatisfaisantes, mais *a contrario*, formaliser davantage cette évaluation est perçu comme un risque de renforcer un caractère « scolaire » déjà fortement ressenti par les élèves.

4. Conclusion

Au-delà des imperfections relevées ici, le bilan du projet-débat contradictoire reste très positif pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les répondants insistent tous sur le caractère original et pertinent de ce dispositif pour sensibiliser les élèves aux enjeux du DD&RS et sur la nécessité de le préserver. Cet avis est corroboré par les évaluations des étudiants, comme en témoignent à la fois les verbatims qui ont émaillé cet article et les indices sommaires obtenus au fil des quatre années écoulées, qui se situent tous entre 66 et 85 (sur 100) et expriment le niveau de satisfaction globale des étudiants vis-à-vis de cet enseignement.

« Permet de développer notre capacité d'argumentation et notre ouverture d'esprit et capacité de réflexion sur des questions complexes. »

« Très intéressant comme projet qui nous permet d'appliquer nos connaissances et de discuter. »

« Matière très intéressante ! Le fait de faire un débat est captivant et ça change de l'ordinaire. »

« Sujets très intéressants, je dirais même que c'est un module indispensable à l'heure actuelle. Il faut donner davantage l'occasion aux étudiants de réfléchir sur des sujets d'actualité aussi essentiels et « graves » que la *fast-fashion* et l'utilisation des énergies fossiles. Ça nous concerne tous et malheureusement, j'ai trop fait le constat d'un désintérêt de la part de certaines personnes de ma promo (2024). Selon moi, ce n'est plus possible. Il faut absolument que les futurs ingénieurs se sentent concernés par ces problématiques ».

Ensuite, le projet-débat contradictoire est appelé à évoluer et à être retravaillé pour s'inscrire de plain-pied à la fois dans la réflexion actuellement en cours pour répondre à la demande adressée à nos établissements par les institutions de tutelle (Ministère, Commission des titres d'ingénieur) d'intensifier leurs enseignements en matière de DD&RS et dans l'Approche par compétences déployée depuis deux ans à l'INSA Rouen Normandie. Enfin, pour conclure sur une touche personnelle, nous souhaitons d'une part défendre l'idée selon laquelle des enjeux complexes ne sauraient être traités de manière simplificatrice et « confortable » et d'autre part insister sur le fait que la démarche sociologique qui constitue le fondement de cet article au-delà des perspectives qu'elle nous ouvre pour penser nos pratiques pédagogiques a elle-même constitué, tout autant que le projet-débat contradictoire qui en était l'objet, une œuvre collégiale qui a soudé le groupe des enseignants concernés.

Références

- [1] Audigier, François 2002 : L'éducation à la citoyenneté à la recherche de présences effectives. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*. 24(3), 451-466.
- [2] Star, Susan Leigh & Griesemer James R. 1989: Institutionnal Ecology, 'Translations', and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.
- [3] Kelly, Thomas E. 1986. Discussing Controversial Issues: Four Perspectives on the Teacher's Role. *Theory & Research in Social Education*, 14(2), 113-138.
- [4] Coulet, Jean-Claude 2011. La notion de compétence : un modèle pour décrire, évaluer et développer les compétences. *Le Travail Humain*, 74(1), 1-30

ETRE ensemble pour former aux enjeux de la transition écologique : retours d'expérience des enseignants et des élèves

Paris H.^{1,2,3}, Gautier M.¹, Sandel A.¹, Tadier S.¹ *et toute l'équipe pédagogique*

¹ Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, département FIMI

² INSA Lyon, équipe d'appui pédagogique ATENA

³ Laboratoire ADEF (UR 4671), Aix-Marseille Université

Résumé

Après deux ans de mise en œuvre au département Formation Initiale aux Métiers de l'Ingénieur (FIMI) de l'INSA Lyon, nous proposons dans ce texte de faire un retour d'expérience sur le second volet du module pédagogique « Enjeux de la transition écologique » (ETRE). A partir de la présentation de ce module, nous mettrons en discussion notre vécu en tant qu'équipe pédagogique interdisciplinaire vis-à-vis des retours étudiants.

Mots-clés : DD&RS ; interdisciplinarité ; biodiversité ; fiction ; prospective ; ressource ; pédagogie ; retour d'expérience

1. Introduction

Après deux ans de mise en œuvre au département Formation Initiale aux Métiers de l'Ingénieur (FIMI) de l'INSA Lyon, ce texte se propose de faire un retour d'expérience sur le second volet du module pédagogique « Enjeux de la transition écologique » (ETRE). Après avoir présenté les différentes séquences qui composent ce module, nous mettons en discussion les expériences de notre équipe pédagogique interdisciplinaire en parallèle des retours étudiants sur cet enseignement. Pour cette analyse, nous nous appuyons sur des discussions lors des réunions d'équipe ainsi que sur une série de six entretiens avec des membres de l'équipe. Par ailleurs, nous mobilisons ici les résultats des questionnaires proposés aux étudiants pour l'évaluation de l'enseignement ETRE S3.

Nous nous concentrerons dans ce texte sur la présentation de la deuxième partie du module ETRE, positionné au S3. Pour une présentation du module de première année et du contexte du chantier de l'évolution de la formation à l'INSA Lyon amorcé fin 2019, on pourra se rapporter à la communication collective donnée lors du colloque ETES 2023[1].

Les différentes dimensions explorées dans le module ETRE S2 sont le cadre conceptuel des limites planétaires et de l'anthropocène (6h), les enjeux climat-énergie (7h, appropriation des grandes thématiques des rapports du GIEC en classe inversée), enjeux du vivant avec une étude de cas autour du glyphosate (3h), enjeux des ressources par l'initiation à l'analyse (sociale) du cycle de vie (projet Impacts, 9h).

2. Présentation du module ETRE S3

2.1. Equipe pédagogique et organisation générale du module

Comme nous l'avons évoqué, le module ETRE S3 prolonge et complète l'introduction en première année d'une lecture systémique et interdisciplinaire de la crise écologique. Il poursuit différents objectifs, dont la prise de conscience de la place occupée par les êtres humains dans les écosystèmes et des impacts (positifs ou négatifs) qu'ils ont dessus. Cette prise de conscience passe notamment par le développement d'une connaissance du fonctionnement des écosystèmes et des

relations subjectives que les humains entretiennent avec eux. À ce premier ensemble d'objectifs s'ajoute la compréhension de la criticité d'une ressource, en lien avec son importance stratégique et de la notion de risque d'approvisionnement. De façon plus transversale, il s'agit d'apprendre aux étudiants à décentrer leur point de vue, à être capable de prendre leurs distances avec une vision du monde moderne et occidentale qui se caractérise par son anthropocentrisme et son naturalisme. Ce décentrement vise également à aider les élèves à se projeter dans un futur désirable permettant d'imaginer des ruptures avec le *business as usual* dans un cadre spatio-temporel proche, appuyées sur des données scientifiques.

Dans le cadre de cet enseignement, il nous a semblé important dès le départ que l'équipe pédagogique puisse refléter pleinement la rencontre entre différentes disciplines autour d'un objet commun. Comme présenté dans le tableau ci-dessous, l'équipe rassemble une quarantaine d'intervenants issus des différentes disciplines de sciences pour l'ingénieur (SPI – 23 collègues en 2023-2024 et en 2024-2025) comme la chimie (6 en 23-24, 5 en 24-25), la physique, la mécanique ou la conception-production mais aussi du Centre des Humanités qui rassemble de manière transversale aux départements, les intervenants en langues et sciences humaines et sociales. Par rapport au module ETRE S2 qui fonctionne davantage sur le mode du coenseignement (à hauteur de 4 fois 2 heures sur les 28h), les binômes d'enseignants SPI- Humanités ont des séances qui leur sont spécifiquement attribuées (16 heures SPI, 4 heures Humanités et 2 heures en binôme pour la soutenance finale). Nous reviendrons plus loin sur les particularités de la relation SPI-Humanités dans ce module.

La composition de l'équipe reflète aussi une diversité de statuts parmi les intervenants. Ainsi en 2024-2025, 19 d'entre elles et eux étaient enseignants (agrégé ou non), 16 enseignants-chercheurs, 4 personnels BIATSS et 2 doctorants. La plus grande partie de l'équipe travaille principalement au département FIMI, mais plusieurs intervenants viennent de départements de spécialité comme Biosciences (5 en 23-24, 4 en 24-25), Informatique (2) ou Génie Mécanique (1). Contrairement à ce qu'on pourrait penser, plusieurs des enseignants-chercheurs du département Biosciences intervenant dans ce module ne sont pas des spécialistes de l'écologie scientifique – peu représentée dans les laboratoires de l'INSA Lyon – mais travaillent plutôt à des échelles moléculaires.

	23-24	24-25	TOTAL
Nb. intervenants	34	41	44
Humanités	11	18	19
Dont Langues	3	6	6
Chimie	6	5	6
Physique	5	5	5
Biosciences	5	4	5
Agrégés, ens.	14	19	20
Ens.-chercheur	18	16	18
Autres statuts	2	6	6

TABLE I. CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES DE L'EQUIPE PEDAGOGIQUE DE ETRE S3

Faire vivre une équipe pédagogique diverse comme la nôtre nécessite de prendre le temps de la discussion et de la formation entre les pairs. Si nous avons tous nos manières d'amener pédagogiquement les enjeux socio-écologiques et nos affinités propres vis-à-vis de la diversité des thématiques associées, la convivialité de l'équipe pédagogique et du temps passé ensemble joue beaucoup pour parvenir à accorder un tant soit peu nos violons (voir *infra*). Les ressources pédagogiques partagées sur l'espace Moodle de l'équipe jouent évidemment aussi un rôle important dans cette perspective de créer du commun.

2.2. Explorer la biodiversité sur le campus (8h)

La première séquence du module ETRE S3 permet de traiter des enjeux de préservation de la biodiversité avec nos élèves, au travers de la préparation et la réalisation d'un TP d'observation naturaliste sur le campus. Une première séance est consacrée au vocabulaire de l'écologie scientifique¹ et à la préparation de la sortie sur le terrain. Chaque groupe de six étudiants se voit confier une mission thématique parmi les cinq : 1- la comparaison de deux écosystèmes ; la caractérisation de services écosystémiques comme 2- la pollinisation ou 3- la formation des sols ; 4- la recherche d'espèces invasives sur le campus ; 5- un jardin durable sur le campus. La sortie sur le campus conduit à relever différentes caractéristiques des écosystèmes dans la perspective pour chaque groupe de préparer une présentation de quinze minutes permettant de restituer leurs trouvailles au reste de la classe, illustrées avec leurs photographies prises *in situ*.

Les cinq missions thématiques sont organisées en trois volets : (a) mesurer la biodiversité, (b) identifier les impacts de l'homme, (c) interroger la relation Homme/nature. Le premier volet est ainsi tourné vers un inventaire des espèces orienté par la thématique de la mission et pour lequel nous proposons aux élèves d'utiliser les applications de sciences participatives *INaturalist*² et *PlantNet*³. Le deuxième volet fait le lien avec les comportements humains, c'est-à-dire ceux des usagers du campus mais aussi le travail des services de la gestion immobilière et des espaces verts. Cela les amène à interroger les effets positifs comme négatifs de l'aménagement de l'espace sur la cohabitation entre les espèces. Le troisième volet s'adosse à une séance animée par l'enseignant des Humanités qui met en discussion les rapports entretenus par les sociétés humaines avec la « nature », en faisant découvrir les quatre ontologies (naturalisme, animisme, totémisme, analogisme) analysées par l'anthropologue Philippe Descola [2]. A travers cette initiation, les élèves-ingénieurs commencent à prendre conscience qu'il peut exister plusieurs façons de considérer notre rapport au monde naturel, en prolongeant les différents récits de l'Anthropocène présentés en première année [3][4]. Nous cherchons ainsi à montrer que la crise écologique n'est pas tant une crise de moyens techniques (technologies, infrastructures) que plus largement une crise culturelle qui interpelle nos modes de relation avec le monde, c'est-à-dire nos technologies bien sûr, mais également les concepts avec lesquels nous pensons et nos valeurs.

2.3. Les enjeux d'un matériau critique : le cuivre (3h)

Dans la séquence suivante, le module explore le cas d'un matériau critique pour nos technologies contemporaines – le cuivre – par l'étude de son processus d'extraction et de transformation ainsi que la modélisation de sa production à l'échelle mondiale. L'étude du modèle logistique permet de mettre en évidence la distinction entre *réserves* (accessibles et exploitables de façon viable économiquement) et *ressources* (quantité absolue de matière) ainsi que la notion de *pic de ressources* (pic de Hubbert). Nous discutons également de la *criticité* du cuivre à partir des critères utilisés par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) que sont les risques sur les approvisionnements et l'importance économique et stratégique de cette ressource pour un pays et son industrie. En complément, certains enseignants discutent l'ajout d'un troisième critère qui pourrait être l'estimation des impacts environnementaux associés aux différentes étapes de la production du cuivre [5]. En particulier, cet exemple du cuivre fait ressortir les pressions qu'exercent la production du cuivre sur la santé humaine et sur les ressources en eau – dans des régions souvent déjà exposées au stress hydrique. Cet exemple est également l'occasion de questionner les relations entre les stratégies d'électrification mobilisées dans les trajectoires de décarbonation et les scénarios futurs de production et d'extraction du cuivre en lien avec l'actualité des projets controversés de réouverture

¹ Un document de cours explicitant les liens entre les différentes notions est fourni aux élèves pour les aider à intégrer les concepts pertinents des sciences de l'écologie à leur présentation.

² <https://www.inaturalist.org/>

³ <https://plantnet.org/>

de mines en France et en Europe.

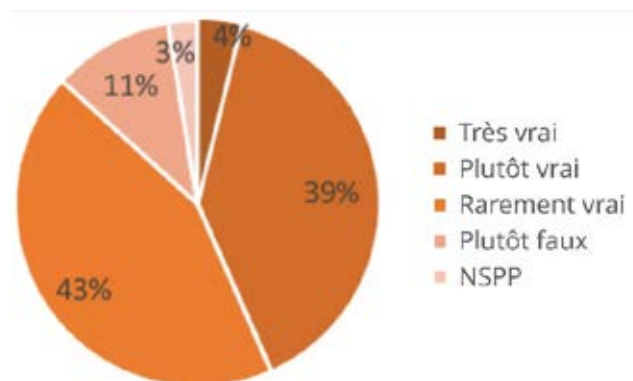
2.4. Construire un récit de futur possible et souhaitable avec le projet « *Et si...* » (12h)

La dernière séquence du module ETRE S3 est le projet « *Et si...* » au travers duquel nous cherchons à engager nos élèves dans un travail sur les futurs possibles et souhaitables⁴. En s'appuyant sur des données scientifiques, ils imaginent en groupe de six ou sept un récit de fiction nourri par des expériences sensibles. Les élèves construisent un protocole leur permettant d'éprouver dans le présent quelque chose qui pourrait devenir significatif dans le futur qu'ils projettent. Il s'agit ainsi pour eux de réfléchir aux effets de la crise écologique sur nos sociétés et sur l'ensemble des vivants humains et non-humains en partant d'une grande thématique (l'eau en 2023-2024, les mobilités cette année, la ville de demain l'an prochain). Du point de vue du protocole de l'expérience sensible, certains élèves ont expérimenté des formes de rationnement d'eau, l'approvisionnement en circuits courts ou encore de se passer des réseaux de télécommunications pendant une semaine. Pour élaborer ce récit prototypique [7] – plutôt que dystopique ou utopique – les étudiants sont invités à choisir un thème de travail (un objet, un système technique...) et définir un cadre spatio-temporel sur lesquels ils pourront se constituer un corpus bibliographique de références. Le rôle des enseignants consiste à accompagner le cheminement des élèves, à aider au choix des ressources et à fournir des outils pratiques (narratologie, analyse de récits de science-fiction, transposition de données scientifiques dans les arts et les fictions). Il est important pour nous de pousser les élèves à sortir des sentiers battus et développer un récit qui suscite la réflexion sur le monde actuel.

3. Retours d'expériences

3.1. Les réponses des élèves au questionnaire d'évaluation

Dans le cadre du module ETRE, nous proposons à nos étudiants de répondre en classe à un questionnaire d'évaluation anonyme lors de la dernière séance du module. Les résultats présentés ici renvoient au questionnaire 2024-2025, pour lequel nous avons reçu 233 réponses, ce qui correspond approximativement à un élève sur quatre. Les résultats sont globalement consistants avec ceux obtenus l'année précédente, avec une légère amélioration que l'on espère liée à une meilleure prise de recul du côté enseignant.



Réponses (n=233) à la question « Que pensez-vous de cette affirmation ? "Les enseignements ETRE S3 vous ont appris de nouvelles notions et permis d'approfondir celles déjà abordées" ». Lecture : 4% des répondants considèrent cette affirmation comme très vraie.

43% des répondants considèrent que cette matière leur apporte de nouvelles notions et d'approfondir des notions déjà connues (figure 2) et autant la jugent complémentaire aux autres

disciplines (figure 3). La modalité du binôme⁴ entre SPI et Humanités est jugée intéressante par 69% des répondants (figure 4).

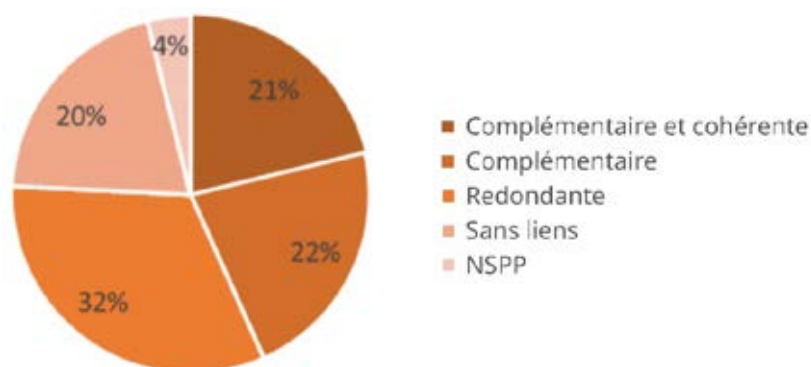


Figure 2. -Réponses (n=233) à la question « Vis-à-vis des autres disciplines, est-ce qu'ETRE S3 vous a paru ... ? ». Lecture : 21% des répondants considèrent que ETRE S3 est une discipline complémentaire et cohérente par rapport aux autres.

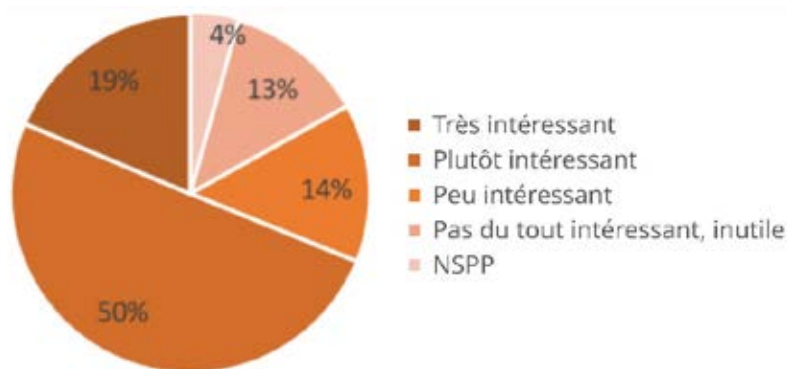


Figure 3. -Réponses (n=231) à la question « Que pensez-vous du fonctionnement en binôme d'enseignant-e-s SPI/Humas au cours du semestre ? ». Lecture : 4% des répondants ne se prononcent pas sur cette question.

Au-delà de ces constats globaux, les résultats séquence par séquence sont assez hétérogènes et témoignent bien du fait que ETRE S3 est une matière qui ne fait pas consensus parmi les élèves (figure 5).

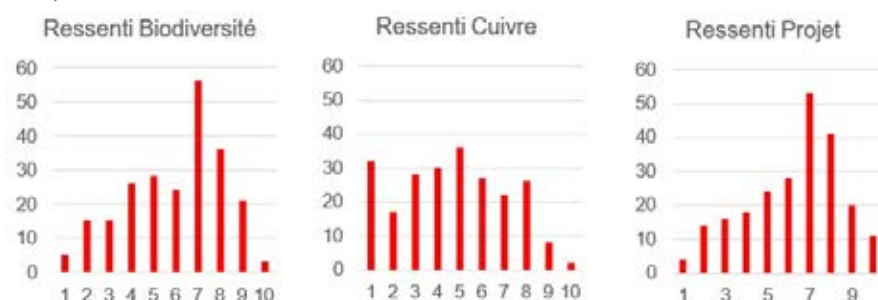


Figure 4. -Réponses (n=229) aux questions « Sur une échelle de 1 (le plus négatif) à 10 (le plus positif) quel est votre ressenti par rapport à la séquence [...] ? ». Les moyennes respectives des séquences biodiversité, cuivre et projet « Et si... » sont de 5,9, 4,7 et 6,2 avec des écarts-types respectivement de 2,2, 2,4 et 2,4.

⁴ A noter qu'au moment du sondage, les élèves ont suivi un total de trois cours faisant intervenir un binôme d'enseignants SPI/Humanités : ETRE S2, ETRE S3 et Informatique et Société Numérique

L'analyse des verbatims rédigés par les élèves permet de constater la diversité des justifications qu'ils mobilisent pour expliquer leur score : « *Par pitié changez la façon dont la discipline est évaluée.. [...] la discipline gagnerait à s'assumer plus : si vous voulez impliquer les élèves alors assumez de parler de l'actualité au lieu de se cacher derrière la maxime "on ne fait pas de politique " : la matière de par son existence même est politique !* » (Ressenti global sur l'enseignement 1/10) ; « *je pense que l'envie de vouloir éviter l'écoanxiété ne mène qu'à des cours qui se voilent la face. Au lieu d'imaginer des scénarios prospectifs où tout finit bien comme par magie j'aurais préféré avoir de vrais cours sur les données scientifiques expliquées.* » (3/10) ; *La discipline ETRE n'est pas quelque chose qui m'a fait choisir l'INSA [...] mais aujourd'hui je pense que c'en est un point fort. [...] Ces nouvelles connaissances donnent à mes études un regard plus critique sur le monde* » (8/10). Certains souhaiteraient ainsi un enseignement plus explicitement centré sur les dimensions politiques quand d'autres voudraient que les données scientifiques jouent un plus grand rôle dans le module. D'autres remarques témoignent bien de la diversité des attentes des élèves sur la matière et de leurs interrogations quant aux débats qui animent le corps enseignant de l'établissement sur la création de cette nouvelle matière : « *ETRE c'est super ! Mais il reste insupportable d'entendre tous les profs dire qu'on perd des heures d'enseignement dans des matières scientifiques importantes [...] Est-ce qu'à terme, ces enseignements tirés m'apporteront plus dans mes compétences d'ingénieur que d'autres [...] ?* » (7/10) ; « *Le temps passé sur ces activités pourrait être mobilisé sur d'autres thèmes beaucoup plus en lien avec notre futur métier d'ingénieur* » (3/10) ; « *Très bon enseignement, nécessaire à la formation d'ingénieurs avertis* » (9/10).

Si d'autres questions donnent des résultats qui nous confortent dans le rythme des séances, les modalités pédagogiques choisies et l'adéquation de la charge de travail qu'elles réclament aux élèves, la diversité des positions qu'ils expriment fait qu'il est difficile d'utiliser ce questionnaire pour envisager des évolutions plus structurelles du programme de ETRE S3. Pour certains des collègues de l'équipe, cela montre surtout à quel point il est nécessaire que nous prenions le temps de discuter avec les élèves de leurs attentes vis-à-vis de ce cours, ce qui implique de connaître davantage leurs représentations de l'ingénierie et des enjeux socio-écologiques.

3.2. Les enseignants de ETRE S3 : faire équipe autour de différentes perspectives

Comme nous l'avons évoqué plus haut, l'équipe pédagogique du module ETRE S3 rassemble des enseignants aux expertises et aux parcours variés. À cette pluralité répond en quelque sorte la variété des objectifs éducatifs et des thématiques abordées au cours du semestre. Il n'est ainsi pas toujours facile de trouver un fil rouge à même de relier les différentes séquences entre elles. Certains enseignants proposent aux élèves de reprendre la réflexion sur les écosystèmes et de mettre en scène dans leur récit des personnages non- humains quand d'autres insistent plutôt sur les tendances d'évolution technologique.

Dans le projet « Et si... », la rencontre entre un futur « possible » qui soit crédible et un futur désirable qui soit « souhaité » par les étudiants n'a rien d'évident, et les enseignants n'abordent pas cet exercice avec les mêmes intentions pédagogiques. D'une classe à l'autre, la place à donner dans le récit aux technologies et aux ingénieurs (parfois héroïsés) n'est pas la même. C'est au fond la signification à donner à l'exploration des futurs qui pose question, qu'on la pense comme un travail d'illustration littéraire de scénarios construits par ailleurs (on peut penser aux scénarios de l'ADEME), comme un détour au service d'une réflexion critique sur notre présent ou encore comme une investigation sensible et éthique permettant aux élèves de mieux se connaître eux-mêmes. De même, aborder les enjeux du vivant renvoie à des fonctions différentes (sans être exclusives) selon les enseignants, entre cultiver la sensibilité des élèves à l'égard de leur environnement, les initier à l'écologie scientifique ou encore former à un geste d'enquête de terrain remobilisable dans d'autres contextes [8].

Si beaucoup de ressources pédagogiques sont mises en commun sur l'espace Moodle des enseignants du cours, elles ne semblent pas toujours effectivement utilisées en classe. Ces ressources semblent ainsi davantage servir à inspirer et à rassurer les collègues qu'à orienter formellement les séances. Plusieurs enseignants signalent qu'ils consacrent davantage de temps de préparation à ETRE qu'à d'autres cours dans lesquels ils interviennent. De même que les SPI rassemblent une grande diversité de disciplines, les Humanités rassemblent de nombreuses sciences humaines et sociales (sciences de l'information et de la communication, histoire, philosophie, sociologie, études littéraires...) mais également des approches artistiques, avec lesquelles les enseignants du Centre des Humanités sont inégalement familiers. En entretien, plusieurs enseignants nous confient qu'ils cherchent quand c'est possible à assister aux séances de leurs binômes, mais cette situation semble plus facile pour les intervenants SPI qui n'ont en quelque sorte que deux séances supplémentaires auxquelles assister.

Certains enseignants regrettent parfois la difficulté d'entretenir une relation équitable entre les SPI et les Humanités, les secondes étant parfois assignées à un rôle de débateur avec les élèves. Cette position minimise les savoirs que les Humanités peuvent amener sur les questions écologiques dans des séances peu nombreuses qui ne permettent pas vraiment un suivi régulier des élèves. Les binômes SPI/Humas ne sont pas fixes d'une année sur l'autre, participant ainsi de la constitution d'une culture commune à l'échelle de l'équipe. En revanche, ce choix se fait en partie au détriment de la « complicité » du binôme et de ce qu'on pourrait qualifier d'efficacité pédagogique (optimisation du temps de préparation, « rodage » du discours). Dans une communication précédente au colloque ETES en 2024 [10], il avait été souligné que le bon fonctionnement du binôme suppose des enseignants un certain lien de confiance qui repose sur le respect, l'écoute, la bienveillance et l'ouverture d'esprit vis-à-vis de la discipline de l'autre enseignant qui puisse éventuellement aller jusqu'à la remise en question des présupposés de sa propre approche scientifique. Là encore, le temps à consacrer au module est une condition décisive pour permettre au binôme de « faire connaissance » dans tous les sens du terme (interpersonnellement, pédagogiquement et interdisciplinairement). Au-delà de la rencontre, tous les enseignants ne sont toutefois pas d'accord sur la définition de ce qui constitue une bonne coopération pédagogique : s'agit-il de tenir un discours homogène et commun ou bien d'assumer un « désaccord lucide, cordial et mesuré » qui mette en scène la pluralité des perspectives sur les enjeux écologiques ?

Cela étant, notre expérience à l'INSA Lyon laisse penser que ces divergences ne constituent pas fondamentalement un obstacle au bon fonctionnement de l'équipe pédagogique. Elles supposent toutefois encore et toujours de prendre l'espace et le temps pour accueillir les questionnements et les réflexions de chacun, du point de vue des contenus ou des approches pédagogiques. Il ne faut pas sous-estimer le rôle fondamental que joue la discussion pour nous former entre pairs, nous sentir plus légitimes sur ces sujets complexes et pour améliorer les apprentissages que nous accompagnons chez nos élèves. Tout laisse également penser que nous avons tout intérêt à les associer à nos réflexions si nous voulons ensemble trouver les moyens de relever les défis de l'Anthropocène.

Références

- [1] Dupont, Laurence, Frégonèse, Marion, Gautier, Mathieu, Sandel, Arnaud *et al.* « Former les ingénieur.e.s du XXI^e siècle aux enjeux des transitions écologiques et sociales. Retours d'expériences de l'INSA Lyon. Approches dédiées (module ETRE) et non dédiées », Colloque ETES, Paris, Labos Ip5, 2023.
- [2] Descola, Philippe. *Par-delà nature et culture*. Paris : Gallimard, 2005.
- [3] Bonneuil, Christophe. Comment vivre l'Anthropocène ? *EcoRev'* 52(1), 2022.
<https://doi.org/10.3917/ecorev.052.0048>.
- [4] Wallenhorst, Nathanaël et Anaïs Theviot. Les récits politiques de l'Anthropocène. Articulation du politique en Anthropocène et de l'Anthropocène en politique. *Raisons politiques*, 77(1), 2020.
<https://doi.org/10.3917/rai.077.0005>.

- 
- [5] Graedel, Thomas E., Harper, Ermelinda M., Nessar, Nedal et Nuss, Philip. Criticality of metals and metalloids. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(14), 2015.
 - [6] Paris, Hugo, Saïd-Touhami, Fatma et Ladage, Caroline. Comment concevoir des enseignements en anthropocène dans une école d'ingénieurs. *SPIRALE*, n°76, à paraître.
 - [7] Echaroux, Emilie. La protopie, un futur plus désirable que l'utopie et la dystopie réunies. *Usbek & Rica*, 2023. <https://usbeketrica.com/fr/article/la-protopie-un-futur-plus-desirable-que-l-utopie-et-la-dystopie-reunies>
 - [8] Mihara, Norio et Paris, Hugo. Ecologiser les pratiques pédagogiques en école d'ingénieurs : vers une écologisation radicale ? *Actes du colloque « Ingénieries et Anthropocène ? »*, réseau Ingenium, collectif EPSI, OFC, Paris, à paraître.
 - [9] Paris, Hugo. Accompagner l'intégration des enjeux socio-écologiques dans la formation en école d'ingénieurs. Une recherche-intervention sur les pratiques de problématisation et de transposition didactique des enseignants. Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, 2024. <https://hal.science/tel-04736930>
 - [10] Escudié, Marie-Pierre, Paris, Hugo, Rinaldi, Renaud G., Chouteau, Marianne, Gautier, Mathieu, Jouffroy, Jeannie, Sandel, Arnaud, Tadier, Solène *et al.* « Deux salles, deux ambiances : l'équilibre subtil de l'interdisciplinarité pour enseigner les enjeux de la transition écologique à l'INSA Lyon. » *Colloque ETES*, Bordeaux, Labos 1p5, 2024. https://etes2024.sciencesconf.org/data/program/T40_2023_24_ETRE_2salles2ambiances_FINAL.pdf

La "Low Tech" en tant que démarche de formation et de valorisation du métier d'ingénieur

Marc Vedrines

INSA de Strasbourg, laboratoire ICUBE (UMR7357)

Résumé

Le terme 'Low Tech' est apparu il y a une dizaine d'années et regroupe une grande variété de pratiques et de concepts, popularisés par des ingénieurs médiatiques et faisant l'objet d'un certain nombre d'initiatives pédagogiques dans les écoles d'ingénieurs. Cette communication présente un état des lieux, un retour d'expériences pédagogiques et propose quelques outils permettant de mettre en œuvre le techno-discernement au cœur de la démarche Low Tech, ainsi qu'une généralisation des mots-clés de la démarche Low Tech (utile, durable, accessible), comme boussole permettant d'amorcer la réflexion et de guider l'action des ingénieurs sur les choix techniques à mettre en œuvre.

Mots-clés : Low Tech – pédagogie - ingénierie – techno discernement – robustesse – durabilité - soutenabilité

1. Définition et rapide état des lieux de la Low Tech

Le concept de « Low Tech » est apparu il y a une dizaine d'années en réaction au mode de vie créé par l'usage des technologies de l'information et de la communication et de l'écosystème associé (consumérisme, fast fashion, etc.) tant dans ses conséquences matérielles (utilisation déraisonnée des ressources, production de déchets) que sociales.

Les produits Low Tech auront donc les caractéristiques suivantes : utilité, accessibilité, compréhensibilité, simplicité, accessibilité financière, permettant l'accès à l'autonomie, durabilité, faible impact environnemental, peu mobilisateurs en ressources naturelles, pérennité, localité, etc. Mener une démarche Low Tech suppose donc d'aborder les points suivants : questionner les besoins, avoir une démarche tournée vers le bien-être, la convivialité, questionner la technique et la technologie ainsi que les discours du progrès, développer des solutions peu gourmandes en technologie pour répondre aux problématiques environnementales, partager ses connaissances sur des solutions développées, favoriser la résilience collective...

Dans le manifeste du projet ClimatSup INSA « Former l'ingénieur du 21^e siècle », la Low Tech apparaît comme une des pistes à développer dans le cadre de l'intégration des enjeux socio-écologiques en formation d'ingénieurs [2].

Le terme Low Tech est majoritairement d'usage français et prône avant tout le discernement technologique. De manière caricaturale, on distingue deux grands courants apparus en France de manière concomitante. Un premier courant autour du médiatique Low Tech Lab regroupe des personnes cherchant à développer et utiliser dans la vie quotidienne des objets reposant sur des techniques relativement rudimentaires sur le plan matériel et technique, et pouvant être facilement accessibles pour tous. Ce travail est le fait d'ingénieurs ou de bricoleurs et a été relativement lié avec la popularité du mouvement lié à la collapsologie apparu dans les années 2015 [1].



Le second grand courant de la Low Tech est porté par des ingénieurs qui ont un discours d'expert dans le domaine de la limitation des ressources et de la nécessaire adaptation. Le personnage le plus emblématique est Philippe Bihouix [3].

A partir des années 2020, l'Ademe s'est emparée du sujet afin de promouvoir une démarche Low Tech auprès des entreprises ; elle vise à assister les entreprises dans la modification de leurs produits afin qu'ils soient produits de manière plus locale, qu'ils puissent être réparables, à partir de ressources locales, mais sans remettre en cause le business model ou l'écosystème de l'entreprise.

Les définitions de la Low Tech sont donc variables mais peuvent être résumées à partir des mots-clés « utile, durable, accessible » qui font consensus.

Il est à noter la place particulièrement importante des ingénieurs dans la démarche Low Tech, ce qui s'explique par leurs connaissances évidentes du monde technique mais cette place peut paraître paradoxale puisque l'imaginaire de la fonction d'ingénieur est lié à l'innovation et à la technicité qui auraient la complexité comme corollaire.

Il est à noter l'existence de structures basées sur une démarche Low Tech qui dépassent largement le cadre de petites solutions proches du bricolage mais qui sont économiquement viables et en activité depuis un certain nombre d'années (Atelier Paysan, boulangerie solaire normande NeoLoco, etc.).

La Low Tech fait l'objet d'enseignements portant ce nom dans nombre d'écoles d'ingénieurs, partagés entre des conférences généralistes sur la finitude des ressources et des options d'enseignement et projets aux applications techniques souvent assez rudimentaires. Bien que présente et assez médiatisée, la démarche Low Tech reste donc cantonnée aux marges des formations d'ingénieurs. Il faut également signaler que le courant Low Tech fait l'objet de recherches académiques, à la fois dans le domaine des sciences humaines ou de gestion, mais également chez des scientifiques cherchant à développer des technologies en phase avec les valeurs des Low Tech, par exemple la métallurgie solaire, ou les initiatives du GDR robotique (axe robotique et sobriété).

2. Retour d'expériences (INSA Strasbourg)

Les retours d'expérience présentés ici proviennent d'enseignements électifs Technologies durables et Low Tech effectués à l'INSA Strasbourg ainsi qu'à l'ENSISA Mulhouse pour des ingénieurs dans les spécialités de l'industrie (mécanique, génie électrique, mécatronique, plasturgie) ou de la construction (génie civil, génie thermique énergétique et environnement), de projets de 4ème et 5ème année avec des partenaires extérieurs ou avec une association étudiante, sur les années 2022 à 2025.

2.1. Posture des jeunes vis-à-vis du DDRS

La plupart des étudiants sont blasés des discours alarmistes, ils connaissent la gravité de la situation, objet de discours récurrents depuis le début de leur scolarité ; cependant, ils ne peuvent pas bien caractériser la situation (ont peu de connaissances solides sur cette thématique, n'ont pas de recul ni d'éléments de comparaison) ; ils n'ont généralement pas d'autre vision du monde que l'imaginaire mainstream actuel, ni de connaissance sérieuse d'autres rapports au monde (dans le temps ou dans l'espace : autrefois ou ailleurs...), et ne voient pas comment agir autrement.

Les enseignements sur ces thématiques (DDRS) restent trop abstraits, leur déclinaison dans le quotidien des entreprises (bilan empreinte carbone, écoconception, etc.) reste peu motivante. Les apprenants sont en revanche dans une forte demande de concret ; par ailleurs, ils sont très contraints dans leur scolarité, et la réponse aux différentes contraintes imposées pour l'obtention du diplôme passe avant toute réflexion prospective ou prise en compte concrète des thématiques DDRS dans leur quotidien.

2.2. Posture vis-à-vis de la technique

Globalement les étudiants ont une posture singulière par rapport à la technique et un imaginaire assez limité, même en fin de formation au métier d'ingénieur. Pour la majorité d'entre eux, les produits techniques se limitent aux productions des techniques de l'information et de la communication (internet, smartphone, etc.). Des produits de haute technicité à usage domestique ou collectif (voiture, avion, train, centrale thermique, etc.) sont considérés comme des éléments acquis, permanents dans le fonctionnement de nos sociétés, des éléments quasiment immuables, au même titre que des entités géologiques. Pour les enseignants, il faut toujours garder en mémoire la notion de décalage du point de référence de chaque génération (Daniel Pauly).

Une grande majorité des apprenants se projette comme ingénieur employé dans un grand groupe dont le business model repose sur la prédation des ressources et la production et la vente de produits de l'hyperconsommation. Les apprenants ont du mal à identifier des secteurs économiques plus utiles comme les biens d'équipement, les infrastructures ou des activités qui sortent du cadre strict de la conception et de la production mais qui sont néanmoins nécessaires pour le maintien en fonctionnement opérationnel des produits (maintenance, etc.) ; il s'agit pourtant de secteurs et de fonctions employant nombre d'ingénieurs.

Il est nécessaire d'ouvrir les apprenants à ces fonctions peut-être moins valorisées dans le cadre d'un discours mainstream lié à la consommation et à l'innovation mais qui le seront dans une démarche Low Tech.

2.3. Outils

Deux outils principaux ont été mis en œuvre de manière systématique : la connaissance des ordres de grandeur, en particulier des énergies, et la comparaison avec la situation technique et sociale des jeunes de leur âge il y a 50 ans.

La connaissance d'un certain nombre de grandeurs (CO₂, énergies, ressources) est un outil essentiel afin de former son esprit critique et d'avoir une vue système. Ces ordres de grandeur sont liés à un usage personnel et permettent d'appréhender les enjeux globaux en liant ces éléments avec les données de la vie quotidienne ; ils permettent de dépasser la simple cotation financière comme échelle de valeurs et de comparaison puisqu'elle est par nature plus ou moins fluctuante alors que les données physiques sont pérennes. La méconnaissance des ordres de grandeur par les jeunes ingénieurs est une récrimination récurrente à la fois de la part des enseignants comme des ingénieurs en activité, comme on peut le constater dans les observatoires des métiers ; il est à noter que cet enseignement relève souvent de l'initiative personnelle d'un nombre limité d'enseignants car ce n'est pas un enseignement très valorisant et la plupart considèrent que cela relève des connaissances scientifiques de base, qui devraient être acquises dans l'enseignement secondaire mais qui ne le sont pas du tout.

Un second outil pour modifier les imaginaires autour de l'évolution technique est de demander aux apprenants de prendre du recul et de regarder l'évolution sociale et technique sur les 50 dernières années.

On peut constater qu'en-dehors des l'information des technologies de l'information et de la communication, les principales infrastructures techniques étaient déjà présentes (électroménager, TGV, avion Concorde, centrale nucléaire, conquête spatiale), mais que la société était fondamentalement différente au niveau des mœurs (âge de la majorité, droit à l'avortement, mariage de personnes de même sexe, service militaire, etc.) ; le point important est de demander explicitement aux apprenants d'échanger avec des personnes qui avaient leur âge il y a 50 ans (typiquement leurs grands-parents) et non pas de s'imaginer ce qu'il se passait. Les retours des apprenants montrent que ces échanges sont particulièrement riches et forts étonnants pour les jeunes.

Afin d'incarner concrètement la dynamique des évolutions technologiques et la possibilité d'un autre univers technique, il peut être judicieux d'organiser des visites avec les jeunes dans l'écosystème local, en montrant des réalisations industrielles concrètes de prise en compte des thématiques de durabilité et d'utilité, de faire des visites à caractère historique permettant de saisir et de vivre réellement l'épuisement des ressources (ancienne mine, infrastructure obsolète,

etc.).

3. La Low Tech comme élément de valorisation des ingénieurs

3.1. Etat des lieux

La baisse d'attractivité des formations scientifiques en général et du métier d'ingénieur dans les spécialités industrielles et de la construction en particulier est avérée, avec des inquiétudes sur les capacités de recrutement à moyen terme des écoles d'ingénieurs. Les causes sont nombreuses (massification des formations, perte du sens du concret, éloignement de la nature, complexification et inaccessibilité des produits techniques, quasi disparition de l'enseignement technique en sciences industrielles, disparition de la place des ingénieurs dans les médias, évolution des imaginaires liés aux métiers, stagnation relative des salaires, bullshit jobs, dissonance cognitive, etc.). Les ingénieurs en activité sont aussi en proie à de forts questionnements [4]. Face à ce constat, la démarche Low Tech est une sérieuse piste de solutions.

3.2. La Low tech valorise les ingénieurs

Tout d'abord à titre personnel, le volet « bricolage, petite réparation » de la Low Tech permet la reconnexion avec le concret, les lois de la physique, les solutions techniques, développe l'inventivité et contribue ainsi à l'autonomisation des individus, augmente leurs savoir-faire concrets, les valorise ainsi au sein d'un collectif familial, professionnel ou de citoyens [6].

Ensuite, à titre professionnel, cette réappropriation des savoirs techniques de base est un préalable bien utile à la pertinence d'une formation en ingénierie : c'est un socle de départ pour les personnes concevant et réalisant des systèmes techniques à titre professionnel et elle donne également une crédibilité dont nombre d'ingénieurs manquent actuellement [7].

Dans un second temps, la démarche Low Tech questionne la technique et impose le technodiscernement : elle force l'ingénieur à l'ouverture intellectuelle (se poser des questions sur des perspectives historiques, sociales...), au dialogue avec d'autres disciplines, pour *in fine* pouvoir justifier ses choix. En forçant l'ingénieur à coopérer avec des gens intéressés par la technique mais n'ayant pas forcément son bagage scientifique, elle met en évidence le rôle de « sachant » de l'ingénieur. Elle renforce donc sa crédibilité, en justifiant sa place et son rôle social positif par son travail sur des produits et systèmes « utiles, durables, accessibles » [7].

4. Perspectives

Pour conclure, nous soulignerons 3 points :

4.1. La Low Tech est avant tout une démarche

Il faut donc éviter de parler de produits Low Tech car d'une part, les produits médiatisés sous l'étiquette Low Tech sont généralement peu désirables pour la majorité des gens et, d'autre part, le produit Low Tech absolu n'existe pas : c'est un horizon fuyant. Il faut considérer la démarche Low Tech comme une solution au blocage de la high-tech, et comme un moyen de répondre aux enjeux socio-écologiques de manière générale et systématique sans se borner au respect des contraintes RSE ou DDRS, qui sont peu motivantes dans un cadre de formation et dont l'impact global est assez limité.

4.2. Les mots-clés de la Low Tech sont un outil simple et efficace dans les formations d'ingénieurs

Les concepts de la Low Tech, synthétisés dans trois mots-clés essentiels « utile, durable, accessible », peuvent être vus comme une boussole à l'action dans une école d'ingénieurs, aussi bien pour les personnels que pour les étudiants. Par leur simplicité, ils peuvent être utilisés de

manière systématique, afin de se poser le plus souvent possible les questions liées au choix des technologies et mettre en œuvre le techno-discernement, élément-clé de la démarche Low Tech. Par leur emploi, ces 3 mots-clés peuvent jouer un rôle de filtre, de tamis afin de rejeter les projets, les enseignements, les domaines d'études qui seraient systématiquement en opposition avec leur définition.

Evidemment, ces mots-clés restent assez génériques pour permettre à la fois la discussion et la finesse d'analyse que réclame une démarche de techno-discernement et d'utilisation de technologie adaptée aux besoins et aux contraintes de durabilité. L'usage de ces mots-clés permet donc de réfléchir, de se positionner par rapport à un projet et de justifier son action, en particulier dans le cas où ces mots-clés ne seraient pas validés.

La proposition de cet article est donc de diffuser, voire de systématiser l'usage des trois mots-clés de la démarche Low Tech, On dispose ainsi d'un outil simple pour agir face à l'éco-anxiété et mettre rapidement en évidence les risques de dissonance cognitive.

4.3. « Low Tech » est une dénomination discutable et floue, mais désormais répandue

Pour terminer, on peut se poser légitimement la question de la validité de la terminologie « Low Tech », qui regroupe un grand nombre d'acceptions et qui est en soi un horizon fuyant ; on pourrait parler plutôt de « techno-discernement » mais ce n'est qu'une partie de la démarche Low Tech. On entend également parler de « technologie adaptée », de « technologie appropriée », de « Right Tech », de « Just Tech », etc. La démocratisation du concept de Low Tech comme voie d'évolution possible des réalisations techniques est désormais suffisamment avancée pour que les tentatives diverses de remplacer ce vocabulaire puissent être couronnées de succès. Il faut donc se résigner à voir perdurer cette appellation Low Tech et, dans une certaine mesure, de parler de « Lower Tech », modification formelle minime mais plus appropriée, ou bien de parler, face à un public réticent aux anglicismes ou ayant une image caricaturale des réalisations Low Tech, de « technologies justes et adaptées ».

Remerciements : pour la qualité des échanges et des interactions, l'auteur remercie Gérard Hermal, David Oget, Sébastien Poli, Christian Slisse (INSA Strasbourg), Rodolfo Orjuela et Jean-Philippe Laufenburger (ENSISA Mulhouse), Maryama Coulombeau et Alexis Coirault (Innov'Activ Low-Tech), les étudiantes et étudiants de mécanique, génie mécanique, génie thermique énergie et environnement ainsi que les membres de HOP La Transition et de l'Atelier CirculaiR à Strasbourg.

Références

- [1] Comment tout peut s'effondrer: Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes, Pablo Servigne et Raphaël Stevens, 9 avril 2015, Seuil.)
- [2] ClimatSup INSA, Former l'ingénieur du XXI^e siècle, 2022, <https://www.groupe-insa.fr/climatsup-insa-le-rapport-final-est-en-ligne>
- [3] L'Âge des low tech: vers une civilisation techniquement soutenable, Seuil, 2014 (et éditions ultérieures)
- [4] Olivier Lefebvre, Lettre aux ingénieurs qui doutent, L'Échappée, 5 Mai 2023
- [5] Vocation réparer: Retrouver la joie du travail, Laurence Decréau, ECOLE DES MINES (2 mars 2023)
- [6] L'Apprentissage de l'incertain, Robert Germinet, Odile Jacob, octobre 1997
- [7] Benguigui, Jean-Marc. "L'enseignement de l'écologie à petits pas dans les écoles d'ingénieurs. Des disciplines à rendre indispensables", 22 avril 2022, Cahiers Costech, numéro 5. DOI <https://doi.org/10.34746/cahierscostech127> - URL <https://www.costech.utc.fr/CahiersCostech/spip.php?article127>

Projet métier Bâtiment :

mise en situation interdisciplinaire entre ingénieurs et architectes dans le cadre de rénovations bio et géo-sourcées

T. Motrieux³, J. Lossignol¹, E. Prud'homme¹, F. Delhomme¹, K. Johannes¹, F. Prunier¹, M. Meynier-Philip², A. Stremsdoerfer², E. Morle²

¹ INSA Lyon

² École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon

³ Atelier Thomas Motrieux

Résumé

Le projet métier Bâtiment, développé conjointement par l'INSA Lyon et l'ENSA Lyon, associe chaque année une trentaine d'étudiants de master à une mise en situation interdisciplinaire consacrée à la réhabilitation de bâtiments existants. Organisés en équipes mixtes d'ingénieurs et d'architectes, les étudiants travaillent durant un semestre à la conception de solutions globales intégrant diagnostic, conception architecturale, structure, thermique, acoustique et qualité environnementale. Les études sont définies en partenariat avec des acteurs locaux, de manière à rapprocher l'enseignement des conditions réelles d'exercice. Une place particulière est accordée aux matériaux bio et géo-sourcés, en lien avec le projet amàReno qui soutient l'évolution des contenus pédagogiques et introduit des thématiques complémentaires comme le plein emploi. Le dispositif contribue à développer la collaboration interdisciplinaire, à consolider les compétences techniques et à sensibiliser aux enjeux liés à la rénovation durable.

Mots-clés : Rénovation durable. Interdisciplinarité. Ingénieurs. Architectes. Projet métier Bâtiment. Matériaux bio et géo-sourcés.

Introduction

La rénovation des bâtiments représente un enjeu important pour la transition écologique, en raison du poids du parc existant et de son impact sur les émissions de gaz à effet de serre. Elle suppose d'adapter les modes de conception et de renforcer la coopération entre les métiers de l'ingénierie et de l'architecture. Le projet métier Bâtiment, conduit conjointement par l'INSA Lyon et l'ENSA Lyon, propose une mise en situation interdisciplinaire centrée sur des cas réels de réhabilitation. Chaque promotion réunit une trentaine d'étudiants de niveau master, répartis en équipes associant ingénieurs et architectes, qui travaillent sur la conception de solutions intégrant l'usage de matériaux bio et géo-sourcés. L'organisation pédagogique associe enseignants, chercheurs et professionnels, et s'appuie sur des projets définis en partenariat avec des acteurs institutionnels et territoriaux. L'article présente les objectifs du projet métier,

ses modalités de mise en œuvre et les principaux enseignements tirés pour les étudiants et pour l'encadrement.

1. Projet métier Bâtiment

1.1. Objectif général des projets métiers

Le projet métier Bâtiment s'inscrit dans le partenariat établi entre l'INSA Lyon et l'ENSA Lyon, qui comprend notamment le module d'approfondissement IAPPI et le double cursus ingénieur-architecte et architecte-ingénieur, organisé sur sept années. Ces dispositifs offrent aux étudiants un cadre où les compétences des deux disciplines sont mises en relation.

L'objectif est de confronter les étudiants à des situations réelles de réhabilitation, en croisant les approches disciplinaires et en développant un langage commun. Trois dimensions structurent ce dispositif :

- l'acquisition de compétences techniques dans différents champs du bâtiment, avec une attention particulière portée aux matériaux bio et géo-sourcés ;
- la préparation au travail en équipe interdisciplinaire, dans une logique de co-conception ;
- le développement de compétences transversales et la prise en compte des enjeux environnementaux et sociétaux, en lien avec le projet amàRéno.

1.2. Spécificités du projet métier Bâtiment

Le projet repose sur une organisation progressive qui combine apports théoriques, travail collectif et mise en situation professionnelle. Les étudiants sont regroupés en équipes mixtes d'architectes et d'ingénieurs et travaillent sur un cas réel de réhabilitation pendant un semestre.

Le déroulement comprend plusieurs étapes : visite et relevés du site, diagnostic technique et architectural, élaboration d'esquisses, avant-projet sommaire puis avant-projet définitif. Chaque phase associe conception architecturale et vérification technique, afin de confronter systématiquement les intentions de projet aux contraintes de faisabilité. L'encadrement associe enseignants et professionnels, qui interviennent ponctuellement pour apporter leur expertise et accompagner les étudiants dans le développement de leur projet.

1.3. Positionnement dans le cursus

Le projet métier Bâtiment s'inscrit dans le cycle de master, en articulation avec les autres projets proposés dans les deux écoles. Il vient après le séminaire de recherche et le projet « Existant », et se place parallèlement au projet « Aménagement urbain » ou aux projets d'infrastructures. La figure ci-dessous situe ce projet dans l'organisation globale des cursus INSA-ENSA et met en évidence son rôle d'articulation entre les enseignements d'ingénierie et d'architecture.

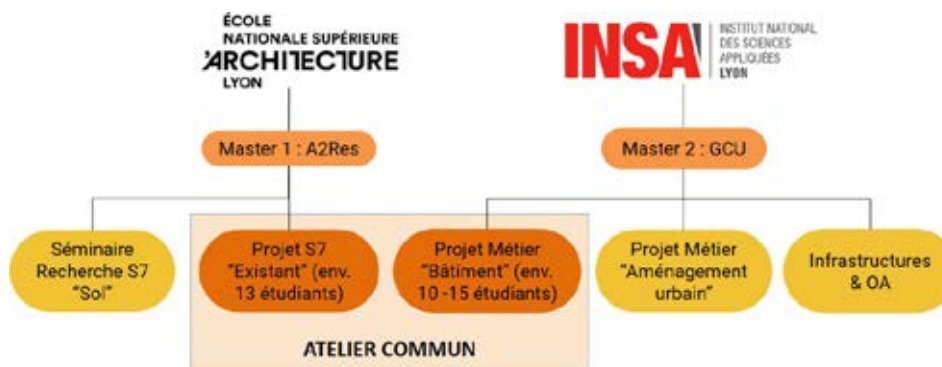


Figure 1. – Positionnement du projet métier Bâtiment dans les cursus

2. Contexte et apports complémentaires

2.1. Pourquoi travailler sur la rénovation des bâtiments ?

Le bâtiment constitue en France le troisième secteur émetteur de gaz à effet de serre, avec environ 18 % des émissions, et près de sept millions de logements sont encore mal isolés. La rénovation représente un levier important pour la transition écologique, en réduisant la consommation énergétique et en limitant l'usage de matières premières. Alors que la construction neuve mobilise plus de 50 millions de tonnes de matériaux chaque année, la réhabilitation engendre un impact moindre. Les matériaux bio et géo-sourcés occupent une place particulière dans cette perspective : terre, bois, paille et fibres végétales sont faiblement transformés, disponibles localement, renouvelables et souvent recyclables. Leur emploi contribue à limiter l'empreinte carbone et participe au développement de filières locales et d'emplois associés.

La rénovation se distingue de la construction neuve par la diversité des situations rencontrées et par l'attention portée à l'existant. Chaque intervention vise à réduire son impact sur le bâti et sur l'environnement, ce qui suppose d'adopter des modes de travail spécifiques. Dans ce cadre, la collaboration entre ingénieurs et architectes est essentielle. Elle permet de confronter les points de vue sur la faisabilité technique et la conception architecturale, d'ajuster les choix de matériaux, d'intégrer les contraintes réglementaires et environnementales et de rechercher des compromis adaptés aux différents contextes.

2.2. Différents types de rénovation et synergie entre ingénieur et architecte

La rénovation se distingue de la construction neuve par la diversité des situations rencontrées et par l'attention particulière portée à l'existant (cf. annexe 1). Chaque intervention doit limiter son impact sur le bâti comme sur l'environnement, ce qui implique de développer de nouveaux modes de travail.

Dans ce contexte, la collaboration entre ingénieurs et architectes est indispensable. Elle permet de croiser les regards sur la faisabilité technique et la conception architecturale, d'ajuster les choix de matériaux, d'intégrer les contraintes réglementaires et environnementales et de trouver des compromis adaptés à chaque projet. La synergie des compétences constitue ainsi la clé d'une rénovation réussie, capable de répondre aux exigences climatiques et sociétales actuelles.

2.3. Apports complémentaires

Programme amàRéno

Le projet métier est adossé au programme *amàRéno*, inscrit dans le cadre de France 2030. Ce programme vise à accompagner l'intégration des matériaux bio et géo-sourcés dans les formations en mettant à disposition des ressources pédagogiques, des sessions de formation et des outils de mutualisation. Dans le projet métier, cet appui s'est traduit par un renforcement de l'encadrement sur le diagnostic de l'existant et par l'introduction de matériaux peu présents jusque-là dans les enseignements, tels que le pisé, la paille ou la laine de bois.

Plateforme Ressources

La plateforme *Ressources* complète ce dispositif. Elle constitue un corpus numérique mutualisé dédié à la construction et à la réhabilitation bio et géo-sourcées, regroupant fiches techniques, supports multimédias et études de cas. Son utilisation favorise une hybridation des modes d'apprentissage et fournit aux étudiants un accès direct à des contenus actualisés, en complément du travail de terrain.

3. Méthodologie et cadre pédagogique

3.1. Phases du projet métier

Le déroulement du projet métier est structuré en plusieurs étapes successives qui couvrent l'ensemble des dimensions de réhabilitation.

La première étape correspond à la visite du site et au relevé de l'existant. Les étudiants procèdent alors à des observations, métrés et inspections des structures et fondations, constituant la base du diagnostic architectural et technique. Le diagnostic est suivi par l'élaboration d'esquisses, discutées en groupe afin de confronter les intentions architecturales aux contraintes techniques. Ces propositions sont évaluées au regard de critères structurels, géotechniques et thermiques.

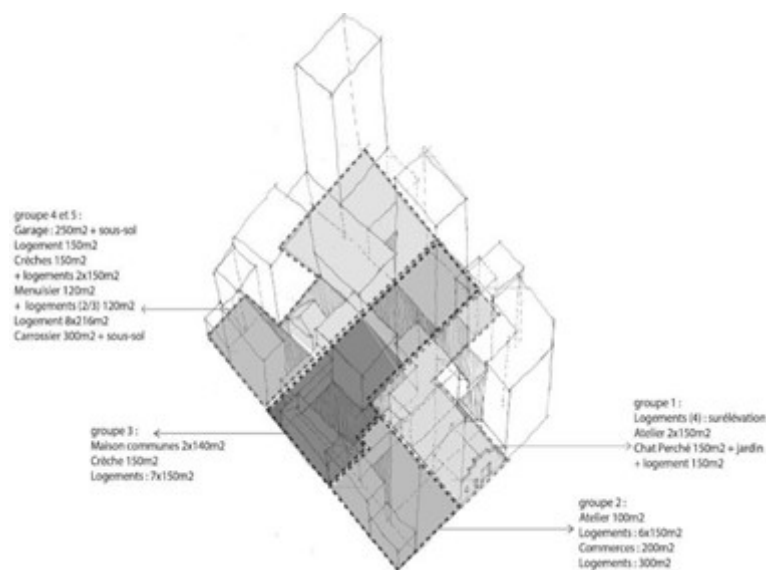


Figure 2. – Répartition des étudiants par groupes mixtes. Découpage du projet en zones. Axonométrie volumétrique et programmatique de l'îlot MAZAGRAN. (Source : O. Lockhart, 2023)

Les étapes suivantes sont consacrées à l'avant-projet. L'avant-projet sommaire (APS) inclut les plans de masse, de niveaux et de façades ainsi qu'une première analyse des solutions techniques. L'avant-projet définitif (APD) précise ces éléments par des calculs détaillés et des schémas de principe. Le projet est rythmé par un rendu intermédiaire et par les rendus finaux.

3.2. La temporalité du projet

Le projet métier se déroule sur un semestre universitaire et s'organise autour de jalons définis. Il débute à la troisième semaine de septembre par une visite de site commune, qui lance le travail des équipes. Un rendu intermédiaire, généralement après les vacances de la Toussaint, permet de confronter diagnostics et esquisses et d'arrêter les choix techniques à retenir. La fin du semestre est consacrée aux rendus finaux : diagnostics complets, avant-projet sommaire et définitif, maquettes et soutenances orales. Ces livrables donnent lieu à des présentations publiques associant enseignants, professionnels et, le cas échéant, maîtres d'ouvrages.

3.3. Modalités pédagogiques

Le projet métier Bâtiment repose sur une organisation conçue pour favoriser le travail interdisciplinaire. Les étudiants sont répartis en quatre groupes d'environ sept personnes, associant architectes et ingénieurs. Chaque groupe suit une progression commune mais développe ses propres propositions.

L'enseignement est structuré en trois pôles d'expertise :

- le pôle structure, qui traite de la géotechnique, de la stabilité des ouvrages et de l'utilisation des matériaux bio et géo-sourcés ;
- le pôle environnement, consacré à la thermique, à la réglementation (RE2020) et à l'analyse du cycle de vie ;
- le pôle ambiance, qui aborde l'acoustique, l'éclairage et le réemploi.

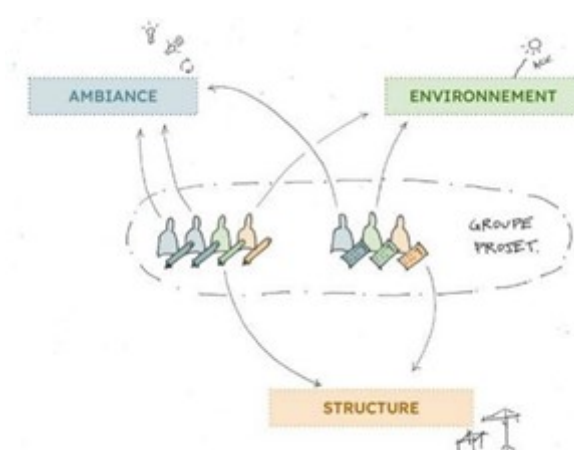


Figure 3. – Schéma organisationnel : groupe de projet par groupe d'expertise
(Source : Mattéo Brun, 2024)

Le volume global représente environ vingt heures hebdomadaires sur un semestre, comprenant huit heures de cours communs, quatre à huit heures de cours de spécialité et quatre à huit heures de travail en autonomie. Le face-à-face pédagogique est estimé à 210 heures, pour un total d'environ 410 heures par étudiant. Cette organisation permet une progression régulière et l'application directe des connaissances dans le projet.

3.4. Apports théoriques et pratiques

Le projet associe des apports théoriques ciblés et des mises en pratique progressives. Les étudiants disposent d'outils organisationnels pour structurer le travail collectif et consolider leurs connaissances techniques. La montée en compétence repose sur un enchaînement régulier d'enseignements directement mobilisables dans le projet. Les échanges entre disciplines et entre pôles d'expertise constituent un élément central, en favorisant la confrontation des points de vue et l'élaboration d'un langage commun. L'articulation entre théorie et pratique contribue ainsi à développer à la fois des savoirs techniques et des capacités de coopération, nécessaires à la conduite de projets de réhabilitation.

3.5. Equipe pédagogique et professionnels

Le projet est encadré par une équipe composée d'enseignants des deux établissements et de professionnels du bâtiment. Cette composition permet d'associer l'approche académique et l'expérience de terrain. Les compétences mobilisées concernent la structure et la géotechnique, la thermique, l'acoustique, l'éclairage et les matériaux bio et géo-sourcés. Chaque domaine est suivi conjointement par enseignants et praticiens. Seize intervenants participent à l'encadrement, dont des enseignants architectes et ingénieurs, des professionnels issus de bureaux d'études et d'entreprises, ainsi que des responsables de projet côté INSA et ENSAL. Cette organisation assure un suivi diversifié et régulier du travail des étudiants.



Figure 4. – Composition de l'équipe pédagogique

4. Etudes de cas

Chaque année, le projet métier s'appuie sur un cas réel de réhabilitation défini en partenariat avec des acteurs institutionnels et territoriaux. En 2023, le site retenu était l'îlot Mazagran, situé dans le 7^e arrondissement de Lyon (cf. annexe 2(a)). Le travail mené par les étudiants s'inscrivait dans le cadre d'une réflexion portée par le collectif *Habitons Mazagran*, en parallèle du projet initial de la métropole. En 2024, l'étude a concerné l'ancienne chaufferie centrale du campus de la Doua, à Villeurbanne, dont la COMUE de Lyon projette la reconversion en centre pédagogique et de recherche. Ces études de cas, sélectionnées pour leur accessibilité et leur intérêt patrimonial, permettent la réalisation de visites régulières et donnent lieu à des restitutions publiques, parfois complétées par des expositions.

5. Collaboration étudiante

La collaboration entre étudiants constitue un élément central du projet métier. Elle s'exprime par la production de livrables collectifs et par l'adoption de modes de travail proches des pratiques professionnelles. Une maquette de site commune est réalisée et présentée lors de la restitution publique, illustrant la mutualisation des relevés et la coordination des tâches entre équipes. Un catalogue de réemploi est élaboré à partir de

l'inventaire des ressources disponibles sur site, afin d'intégrer la valorisation des matériaux au processus de conception. Le fonctionnement en groupe repose sur l'écoute des avis divergents, la reconnaissance des savoirs de chacun et la prise de décisions collectives. Les rapports intermédiaires, les rendus finaux, les soutenances et les restitutions publiques constituent des occasions de mettre en œuvre ces compétences de coopération.

6. Bilan

Le projet métier met en évidence l'intérêt d'une mise en situation interdisciplinaire associant ingénieurs et architectes. Il contribue à rapprocher les modes de travail étudiants de ceux des agences et à instaurer un dialogue entre disciplines. Il révèle également des contraintes organisationnelles, en particulier la coordination des emplois du temps entre établissements et la nécessité d'une meilleure synchronisation des interventions pédagogiques. Les différences de sensibilités entre ingénieurs et architectes peuvent parfois limiter la dynamique, et l'usage des matériaux bio et géo-sourcés demeure soumis à des incertitudes de dimensionnement. Ces limites s'accompagnent toutefois d'apports notables en termes de transversalité, de coopération et de prise en compte des enjeux liés à la rénovation durable. L'expérience contribue ainsi à développer chez les étudiants des compétences techniques et collectives nécessaires à la conduite de projets complexes.

Annexe

Annexe 1 – Les différents types de rénovation

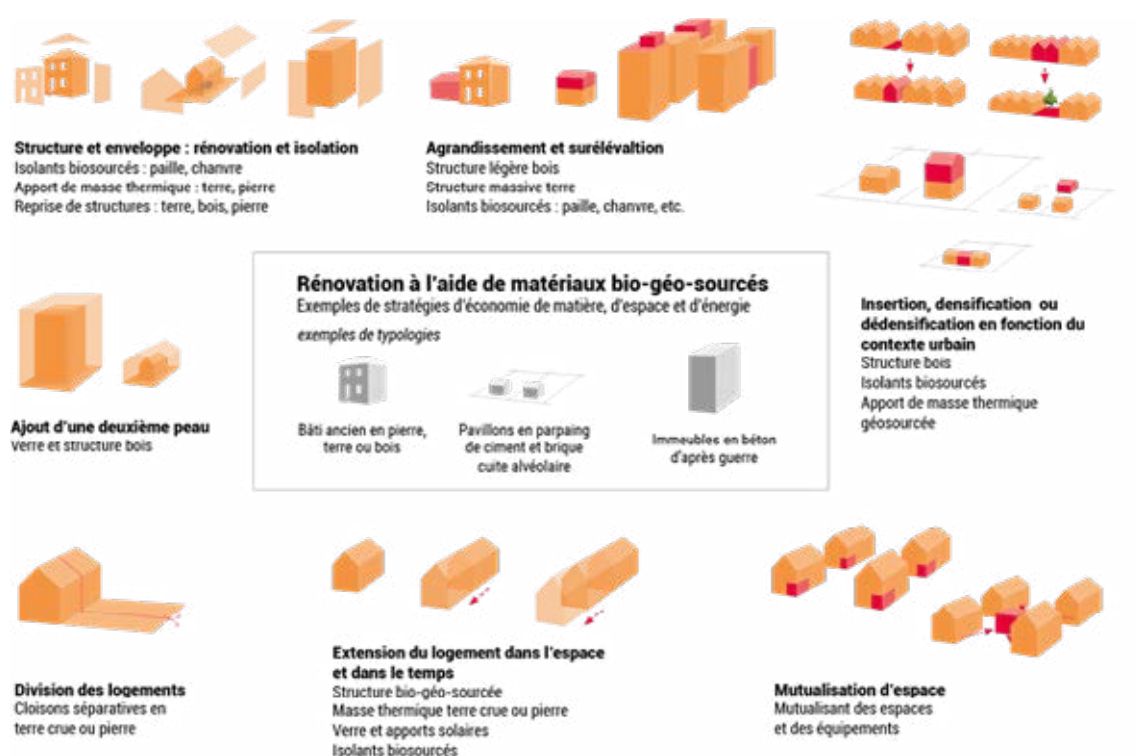


Figure 5. - Schéma des différents types de rénovation

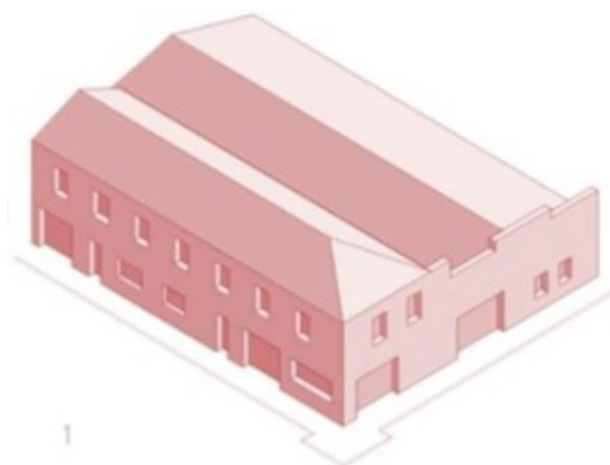
Annexe 2 – Etudes de cas

Projet 2023 : l'îlot Mazagran, Lyon 7

Base programmatique : contre-projet prévu par la métropole de Lyon du collectif Habitons Mazagran « par les habitants pour les habitants »



Vues en plongée du site



Vue axonométrique du site

Figure 6. – Différentes vues de l'îlot Mazagran

Projet 2024 : l'ancienne chaufferie du campus de la Doua, Villeurbanne

Un maître d'ouvrage avec un programme : la COMUE de Lyon



Vues en contre-plongée du site
Figure 7. – *Vues de l'ancienne chaufferie du campus de la Doua*

Coordination pédagogique au service de l'intégration et de la diffusion des innovations en rénovation durable

J. Lossignol, E. Prud'homme, C. Berdier, F. Delhomme
INSA Lyon

Résumé

La transition écologique conduit à une évolution des pratiques de formation dans le secteur du bâtiment, en particulier dans le champ de la rénovation. Le projet amàRéno, inscrit dans le programme France 2030, a pour objectif d'intégrer les matériaux bio et géo-sourcés dans les cursus existants afin de répondre aux besoins en compétences liés à la transition. La démarche repose sur une coordination pédagogique qui combine dispositifs expérimentaux, outils numériques et accompagnement des enseignants. Elle privilégie l'introduction ciblée de contenus complémentaires plutôt qu'une refonte complète des maquettes. Les résultats obtenus incluent l'enrichissement de modules existants, l'organisation de chantiers-écoles, le développement d'outils tels qu'une matériauthèque et la mise en place de cycles de conférences. L'essaimage s'appuie sur la formation de formateurs, la diffusion nationale des ressources et la structuration de réseaux académiques et professionnels. L'impact attendu correspond à une transformation durable des maquettes pédagogiques, avec environ 500 enseignants formés et près de 150 000 apprenants sensibilisés aux enjeux de la rénovation.

Mots-clés : Rénovation durable. Matériaux bio et géo-sourcés. Coordination pédagogique. Chantiers des écoles.

Introduction

La rénovation durable représente un enjeu important pour la transition écologique. Si l'usage des matériaux bio et géo-sourcés progresse dans les pratiques professionnelles, leur intégration dans les formations demeure limitée. Les maquettes pédagogiques évoluent lentement et les enseignants disposent encore de peu de supports adaptés. Le projet amàRéno, inscrit dans le programme France 2030, accompagne cette évolution par une approche pragmatique. Il propose de fournir des ressources directement utilisables, d'appuyer les enseignants dans leurs choix pédagogiques et de diffuser des formats simples intégrables aux cursus existants. L'article présente la trajectoire du projet, les dispositifs pédagogiques développés et les modalités d'accompagnement mises en place. Il décrit la manière dont la coordination pédagogique permet une intégration progressive des matériaux bio et géo-sourcés, en s'appuyant sur des expérimentations, des chantiers-écoles et des réseaux de diffusion.

1. Consortium et chronologie

1.1. Consortium

Le projet s'appuie sur un consortium de neuf partenaires aux compétences variées et aux écosystèmes complémentaires, représentant l'ensemble des métiers de la filière. Il réunit :

- amàco, porteur du projet,
- trois établissements d'enseignement supérieur : l'ENSA Grenoble, l'ENSA Lyon et l'INSA Lyon,
- le CMQ Transfrontalier Construction Durable Innovante, qui regroupe notamment des
- des établissements de l'enseignement initial professionnel,
- deux organismes de formation continue : l'ASDER et Les Grands Ateliers,
- un maître d'ouvrage, Quartus,
- un représentant des employeurs, le Conseil national de l'ordre des architectes.



Figure 1. - Composition du consortium

1.2. Chronologie

La trajectoire débute en 2012 avec la création d'amàco, qui développe une pédagogie expérimentale centrée sur la matière et les matériaux bio et géo-sourcés. En 2016, le réseau ENSA Éco fédère plusieurs écoles d'architecture autour de la construction durable. En 2019–2020, la plateforme Ressources est lancée afin de proposer aux enseignants un premier corpus numérique mutualisé. Deux MOOCs marquent ensuite des étapes importantes : *Construire en terre crue aujourd'hui* (2020) et *Construire en fibres aujourd'hui* (2022). Cette même année, le projet amàRéno démarre dans le cadre de France 2030, avec pour objectif de diffuser largement l'usage des matériaux bio et géo-sourcés dans les formations. En 2023, le programme ExpLearn prolonge cette dynamique par le développement de nouveaux formats pédagogiques. Depuis 2024, la phase correspond au déploiement et à l'essaimage, avec une perspective de pérennisation à l'échelle nationale. L'initiative AMI-CMA Transitions Archi-Paysage, en préparation, viendra compléter cet ensemble en ouvrant de nouvelles perspectives de coopération.

2. Coordination et stratégie pédagogique

La coordination pédagogique d'amàRéno associe des dimensions scientifiques, administratives et partenariales afin de faciliter l'intégration des matériaux bio et géo-sourcés dans les cursus. Elle s'appuie sur des maquettes enrichies, proposant des activités et des volumes horaires indicatifs, ainsi que sur la plateforme Ressources qui met à disposition des fiches techniques, des supports numériques et des retours d'expérience. Ces outils constituent des repères adaptables par les enseignants, permettant d'accompagner l'évolution des pratiques sans refonte complète des maquettes.

La stratégie s'organise autour de trois axes. Le premier axe concerne la diffusion de contenus (fiches pédagogiques, kits matériels, ressources numériques, MOOCs et nouveaux supports pour le diagnostic et l'analyse des matériaux). Le deuxième axe porte sur la formation et l'accompagnement des enseignants, au moyen de sessions de formation de formateurs et d'appuis ponctuels, qui contribuent également à reconnaître leur rôle dans la diffusion des savoirs. Le troisième axe vise le développement d'un réseau d'enseignants, animé par des échanges et retours d'expérience, et renforcé par des dispositifs de mutualisation (prêt ou location de kits entre établissements).

L'articulation de ces trois dimensions soutient la montée en compétences des enseignants et accompagne l'évolution progressive des maquettes dans une logique d'essaimage national.

2.1. Approche pédagogique et formation

La mise en œuvre repose sur trois piliers complémentaires :

- la pédagogie expérientielle, qui mobilise des chantiers-écoles, des prototypes à l'échelle 1 et des expérimentations concrètes ;
- la pédagogie numérique, qui facilite l'accès aux contenus via la plateforme Ressources ;
- la pédagogie collaborative, qui s'appuie sur la mutualisation des temps pratiques, la mixité des publics et une approche métier croisée.

Le dispositif s'adresse à un public diversifié : enseignants du supérieur (BTS, IUT, écoles d'ingénieurs et d'architecture), formateurs de la formation professionnelle initiale (lycées professionnels, CFA, structures d'insertion), médiateurs scientifiques et culturels, ainsi qu'aux acteurs de la formation continue. L'objectif est de proposer des parcours certifiants et interdisciplinaires. L'impact attendu correspond à la formation de 500 formateurs et à la sensibilisation de 150 000 apprenants, avec un essaimage vers les publics scolaires, le grand public et les collectivités.

Chantiers-écoles et expérimentations pédagogiques

Des chantiers-écoles sont organisés de manière récurrente en partenariat avec l'association Oikos, à proximité de Lyon. Ils permettent aux étudiants de s'initier directement aux techniques de mise en œuvre des matériaux bio et géo-sourcés :

- mai 2023 : 2 jours (samedi et dimanche) ;
- mai 2024 : 2,5 jours (dont une demi-journée de formation) ;
- mai 2025 : 3 jours (½ journée de formation, ½ journée de visite de chantier et 2 jours de chantier). Les techniques mobilisées incluent la terre crue, le béton de chanvre et le correcteur thermique.



Figure 3. – *Photos de chantiers-écoles*

Pérennisation et répliquabilité

Au-delà de ces sessions ponctuelles, un travail est mené pour assurer la continuité et la diffusion élargie de cette approche pédagogique. Un partenariat entre l'ENSA Lyon et l'INSA Lyon s'organise autour d'un site d'occupation transitoire situé au 22D à Villeurbanne. L'objectif est de mettre en place, à l'horizon 2025–2026, un chantier-école consacré à la transformation d'un ancien immeuble de bureaux en logements. Ce projet doit permettre de tester la faisabilité de dispositifs pérennes et d'examiner les conditions de leur reproductibilité dans d'autres contextes urbains ou territoriaux.

Travaux d'expérimentation (ITE paille)

En parallèle, le projet participe à des travaux de recherche appliquée conduits avec le RFCP et l'ENSA Lyon dans le cadre de la rédaction des Règles Professionnelles relatives à l'isolation thermique par l'extérieur en paille. Les expérimentations portent à la fois sur des essais d'arrachement de bottes collées à l'argile réalisés à l'extractomètre, et sur l'élaboration d'un protocole d'essai à l'arrachement en version Low Tech. L'objectif est de définir des méthodes reproductibles, accessibles et validées scientifiquement, afin de contribuer à la reconnaissance professionnelle des solutions constructives en paille.



Figure 4. – *Travaux sur paille ITE*

2.2. Ressources et diffusion

« Les midis du bio-sourcé »

Un cycle de conférences intitulé « Les midis du bio-sourcé » a été mis en place au département Génie civil et urbanisme de l'INSA Lyon. Organisées sur la pause méridienne, ces

rencontres proposent des retours d'expérience portant sur des projets représentatifs de l'usage des matériaux bio-sourcés.

- 25 novembre 2024 : présentation par Milieu Studio du collège Nikki de Saint-Phalles à Nancy, bâtiment bois-paille certifié Passivhaus, avec une analyse prospective du confort projeté à l'horizon 2070. L'événement a rassemblé une cinquantaine de participants.
- 11 avril 2025 : intervention de Bouygues Bâtiment Île-de-France sur deux opérations franciliennes : le collège de Wissous (structure bois-paille en façade) et le groupe scolaire de Palaiseau (rénovation énergétique avec façades bois-paille).

Ces conférences donnent aux étudiants et aux enseignants un accès direct à des retours de terrain et contribuent à rapprocher les formations des pratiques professionnelles.

Milieu Studio ©



Bouygues ©



Figure 5. – Cycle de conférences

Matériauthèque

Une matériauthèque est en cours de développement pour appuyer l'apprentissage et l'expérimentation autour des matériaux bio et géo-sourcés. Elle regroupera des échantillons physiques mis à disposition des étudiants et des enseignants, accompagnés de fiches techniques réalisées avec la participation des étudiants.

L'objectif est de fournir un outil pédagogique permettant à la fois la manipulation directe des matériaux et la consultation de données techniques. Un prolongement numérique est prévu sous la forme d'une plateforme où les fiches seront accessibles et diffusées via des QR codes, facilitant leur utilisation dans différents contextes pédagogiques et professionnels.

Plateforme Ressources

La plateforme Ressources constitue un support central pour la formation hybride à la réhabilitation et à la construction bio et géo-sourcées. Elle a pour objectif de former des professionnels capables de mobiliser les ressources disponibles sur les territoires, qu'il s'agisse de matériaux naturels peu transformés ou de bâti existant à réhabiliter. Lauréat de l'appel à projets *Hybridation des formations d'enseignement supérieur* (ANR/Investissements, 2020), le projet se structure en trois volets : construction bio-géo-sourcée, réhabilitation bio-géo-sourcée et ambiances. Les contenus élaborés par les enseignants et formateurs partenaires prennent des formes variées (vidéos, documents interactifs, schémas, études de cas, témoignages de professionnels) et permettent une approche progressive et contextualisée. Depuis 2024, la plateforme inclut le programme *Métamorphoses*, développé par FEEBAT en partenariat avec le ministère de la Culture. Ce dispositif, destiné aux écoles nationales supérieures d'architecture et de paysage, propose aux enseignants des outils pédagogiques directement utilisables pour introduire les notions fondamentales de rénovation énergétique, appelées à occuper une place croissante dans les formations.

3. Intégration dans les cursus

3.1. Parcours INSA (exemples)

L'intégration des matériaux bio et géo-sourcés dans les formations d'ingénieurs s'illustre de manière concrète dans le parcours de l'INSA Lyon. En L3, le cours « Matériaux » est enrichi par de nouveaux contenus portant sur les ressources comme la terre et le bois, ce qui concerne environ 110 étudiants par an.

En M1, plusieurs enseignements évoluent : le module « Matériaux innovants pour la construction durable » est renforcé avec la création de huit heures de cours supplémentaires ; le cours « Structures biosourcées » introduit de nouveaux contenus sur le bois ; le cours « Matériaux : Expérimentation et Modélisation » bénéficie d'une révision de vingt heures et de la création de trente heures inédites.

En M2, le projet métier Bâtiment (développé dans l'article suivant), consacré à la réhabilitation avec des matériaux bio et géo-sourcés, est réalisé en partenariat avec l'ENSA Lyon et est reconduit chaque année. Au total, environ 230 heures de formation sont concernées, dont près d'un quart ont été remaniées du côté de l'INSA. Un livret pédagogique d'essaimage est en cours d'élaboration pour faciliter la diffusion de ces contenus.

3.2. Réseaux et diffusion

La diffusion des contenus s'appuie sur des réseaux académiques internes, incluant les directions de laboratoires et de départements, Open INSA, les Alumni et la conférence pédagogique. Elle s'étend également à des réseaux externes tels que le Groupe INSA via l'ECIU et le Collège d'Ingénierie Lyon– Saint-Étienne, qui regroupe l'ENTPE, Centrale Lyon et Mines Saint-Étienne.

Le déploiement gagnerait à être consolidé par des appuis institutionnels plus affirmés, notamment du conseil d'administration, du conseil des études, du conseil scientifique, d'Open INSA, de la direction de la communication et d'INSAVALOR pour la formation continue. Parallèlement, des partenariats se développent avec des écoles extérieures au champ des sciences, en particulier dans les domaines du design et des sciences humaines et sociales, ainsi qu'au niveau international, notamment au sein du réseau ECIU. Ces démarches accompagnent la mise en place de micro-modules et la création d'un outil de suivi de la diffusion du catalogue.

3.3. Partenariat avec ECIU

Dans le cadre du partenariat avec l'ECIU, l'intégration pédagogique prend la forme du développement de micro-modules et de dispositifs d'apprentissage par défis. Le projet prévoit un déploiement à l'échelle du Groupe INSA et la délivrance de micro-crédits, équivalents à deux ou trois ECTS, afin de constituer progressivement une offre de formation certifiante.

3.4. Participation à des événements

L'intégration dans les cursus est également soutenue par la participation à des événements pédagogiques et professionnels. En juin 2025, un atelier consacré à la paille porteuse a été organisé dans le cadre du Challenge IUT GC- CD à l'IUT de Nîmes. Cet atelier a contribué à sensibiliser les enseignants et à diffuser les contenus auprès des étudiants. Il a aussi conduit à la rédaction de propositions pour l'intégration de modules sur les matériaux bio et géo-sourcés dans les plaquettes pédagogiques des BUT GC-CD. Une démarche comparable est envisagée pour

les réseaux d'écoles d'ingénieurs, notamment au sein du Groupe INSA, afin de renforcer la diffusion et d'assurer une coordination à plus large échelle.



Figure 6. – Photos du Challenge des IUT GC-CD

4. Bilan et orientations futures

4.1. Bachelor éco-matériaux et éco-conception

Une orientation structurante pour la pérennisation du dispositif est la création d'un Bachelor « Éco- matériaux et éco-conception de bâtiments ». Cette formation viserait à préparer des profils capables de répondre aux enjeux liés au changement climatique dans les secteurs du bâtiment et des travaux publics. Elle s'appuierait sur une approche centrée sur l'éco-conception et la rénovation, en cohérence avec les principes de l'économie circulaire. Le projet est envisagé en articulation avec le Collège d'Ingénierie Lyon– Saint-Étienne, qui regroupe l'ENTPE, Centrale Lyon et Mines Saint-Étienne, afin de l'ancrer dans une dynamique inter-établissements.

4.2. Bilan

Le projet amàRéno a permis de mettre en place un pilotage national articulant les dimensions pédagogiques, scientifiques et partenariales. Cette organisation s'est appuyée sur une coordination centrale jouant un rôle de référent pour la transformation des formations dans les IUT et les écoles d'ingénieur. Sur le plan pédagogique, l'intégration s'est traduite par l'introduction de modules consacrés aux matériaux bio et géo-sourcés dans les cursus de Génie civil–construction durable, avec une attention particulière portée au bâti ancien. Ces évolutions ont été accompagnées par des dispositifs pratiques tels que les chantiers-écoles ou les ateliers dédiés à la paille porteuse, expérimentés puis reconduits en raison de l'intérêt suscité. L'essaimage s'est appuyé sur un réseau de partenariats diversifiés, associant notamment l'ENSA Lyon, le RFCP et les départements de Génie civil des IUT, et a été renforcé par la formation de formateurs et la diffusion nationale des contenus. Enfin, une dimension recherche et terrain s'est développée en parallèle, à travers l'encadrement de stages, la mise en place d'une veille stratégique continue et l'élaboration de protocoles expérimentaux destinés à consolider les connaissances.

4.3. Points d'attention

Plusieurs éléments nécessitent une vigilance particulière pour la suite. L'interdisciplinarité et la collaboration entre établissements doivent être renforcées, notamment par de nouvelles coopérations de recherche. La question de la mixité sociale représente également un enjeu, l'intégration des chantiers-écoles offrant une piste pertinente mais encore difficile à généraliser.



Ces perspectives se heurtent toutefois à certains freins : réticences de la part d'enseignants, manque de structuration des réseaux dans certaines formations, nombre limité de coordinateurs pédagogiques spécifiquement dédiés et déficit de relais institutionnels au niveau national, qui ralentissent l'appropriation collective du projet.

Enfin, l'intérêt manifesté par les étudiants pour les chantiers-écoles confirme la pertinence du dispositif, tout en mettant en lumière des difficultés techniques dont la prise en compte constituera un levier d'amélioration pour les prochaines étapes.



PARTIE 2



Évolution des pratiques pédagogiques pour mieux engager les étudiants

Cette deuxième partie s'attache à analyser la manière dont les pratiques pédagogiques évoluent afin de renforcer l'engagement, l'implication et l'autonomie des étudiants dans leur parcours de formation. Les contributions réunies interrogent à la fois les leviers cognitifs, motivationnels, pédagogiques et technologiques qui permettent de soutenir une dynamique d'apprentissage plus active, réflexive et durable. Elles témoignent d'une recomposition progressive du rôle de l'enseignant, de la posture de l'étudiant et des dispositifs mobilisés pour faire émerger un apprentissage plus engagé et participatif.

Quelles opportunités au département FIMI de l'INSA Lyon pour accompagner la démarche réflexive des apprenants?

Moebs-Sanchez Sylvie¹

¹ INSA Lyon, Université Lyon 1, CNRS, CPE Lyon, ICBMS, UMR 5246, 69621
Villeurbanne, France

Résumé

Dans ce projet pédagogique mené en 2024-2025, il était envisagé d'accompagner les apprenants à questionner régulièrement leurs propres stratégies d'apprentissage au sein même de leurs activités disciplinaires. Une proportion importante des étudiants de première année signale ou montre en effet une difficulté à appréhender les nouvelles attentes, les objectifs d'apprentissage visés par les modules ou les critères d'évaluation. Outre de meilleures connaissances et applications de stratégies (méta)cognitives, il était proposé d'intégrer une démarche réflexive au cœur même des disciplines : pendant les temps d'activité où les étudiants de première année portent principalement leur attention et leurs efforts, pour relier concrètement activités d'apprentissages et progression vers la validation des acquis. Par un processus cyclique, de formulation explicite d'objectifs, d'observation et d'analyse de traces produites, suivies d'actions individuelles, une auto-régulation devrait ainsi être favorisée, accompagnée d'un sentiment accru d'efficacité personnelle et d'un maintien de l'engagement sur la durée. Cette démarche peut s'intégrer dans le développement pour tous d'une compétence « apprendre à apprendre » sur l'ensemble du cursus à l'INSA. Des retours d'expériences menées dans différents contextes et les premiers constats sont présentés.

Mots-clés : Pauses réflexives. Objectifs et acquis d'apprentissages. Auto régulation

1. Génèse d'un projet

Maîtresse de conférences à l'INSA Lyon depuis 2007, j'enseigne la chimie générale au premier cycle FIMI (Formation Initiale aux Métiers de l'Ingénieur) et au département Biosciences de 2008 à 2024. Mes travaux de recherche s'exercent en synthèse organique. Depuis janvier 2015, j'ai progressivement synthétisé diverses ressources sur l'approche par compétences (APC) (lectures, webinaires, formations continues, ...). Intégrer le comité de pilotage Compétences fin 2021 m'a permis de mieux cerner les enjeux d'un parallèle entre approche de formation demandée par la CTI et rédaction des fiches RNCP.¹ Référente du conseil des études dans ce copil depuis 2023, j'ai participé à plusieurs séances de travail pour le déploiement de l'APC au niveau de l'établissement ou du FIMI, notamment celles

¹ Séminaire sur la certification professionnelle (RNCP) organisé par DGESIP, 8 mars 2022, (Retour fait au Copil le 19 mai 2022)

accompagnées par des experts externes.² Le projet ci-après a ainsi émergé sans certification mais avec une auto-formation continue motivée en sciences de l'éducation et en sciences cognitives.

Quels que soient les courants, les experts (Tardif, Poumay-Georges, Milgrom-FA2L,² Escrig,³ Pigeonnat⁴), et les origines des méthodologies ou de leurs mises en œuvre (Québec, Belgique, Suisse, France), la composante réflexive apparaît comme essentielle au développement de la compétence : il ne peut y avoir d'apprentissage profond sans prise de conscience de ce que l'on sait (faire) mais aussi de ce que l'on ne sait pas encore (faire). L'évaluation doit non seulement démontrer la maîtrise d'un « savoir-agir complexe » mais aussi la capacité d'analyser en quoi dans telle situation, il y a mise en œuvre d'apprentissages spécifiques et dans quelles situations ils seraient transférables.

Le développement de l'autonomie des apprenants est aussi au cœur de l'APC. Sont nécessaires de meilleures connaissances et expérience des différentes étapes d'un processus d'apprentissage mais aussi des différents processus cognitifs et affectifs engagés (maintien de l'attention, fonctionnement de la mémoire, biais cognitifs et automatismes, gestion des émotions, sentiment de compétence, plaisir d'apprendre, doute, confiance en soi, inconfort à s'auto-évaluer avec une « mauvaise » note). Au FIMI, la connaissance des niveaux d'apprentissage de la taxonomie de Bloom pour que les élèves se situent entre lycée, FIMI et cycle ingénieur est abordée dans les ateliers méthodologiques, les actions et suivis de la cellule CAP (Conseil et Accompagnement Personnalisé) mais ne touchent qu'une partie des étudiants. Si certains des étudiants admis en premier cycle sont "naturellement" auto-dirigés et pilotent en autonomie leurs stratégies d'apprentissages, la plupart ont besoin d'être accompagnés dans cette démarche. L'apprentissage en autonomie ne veut pas dire apprendre seul. Stabiliser la perception d'efficacité personnelle est un autre levier pour ancrer motivation et persistance de l'engagement particulièrement pour les étudiants avec un potentiel moyen d'auto-direction. L'enjeu est d'apprendre à réfléchir sur ses propres pratiques et ses résultats.

L'auto-régulation est un contrôle conscient et délibéré sur ses stratégies d'apprentissage par l'apprenant.⁵ Ainsi différents modèles la présentent comme un processus cyclique permettant au sujet d'évaluer les liens entre ses comportements, ses actions et les résultats. Elle est souvent associée à la métacognition, interagissant avec la motivation et la gestion des émotions, comme grandes dynamiques personnelles au cœur de l'engagement pour superviser ses apprentissages. La mise en œuvre d'une stratégie métacognitive suppose :

- que l'apprenant se soit fixé un objectif (les étudiants restent souvent focalisés sur les tâches/activités plus que sur les objectifs),
- qu'il ait procédé à une évaluation, un positionnement (induisant un feedback interne),
- qu'il ait identifié ses difficultés et apprécie d'être aidé par un feedback externe.

Comment tutorer cette dynamique personnelle et engager cette verbalisation des objectifs, de la progression et des acquis dès le début de la formation ? Comment guider une auto-évaluation efficace, nourrir la culture du feedback plutôt que le seul retour d'une note ?

² Séminaire animé par Elie Milgrom, FA2L-Louvain la Neuve les 9 et 10 octobre 2023

³ Atelier-webinaire d'acculturation à l'APC INSA Lyon, Benoit Escrig, **18 Mars 2022**, « Approche Par Compétences »

⁴ Séminaire organisé par Atena-INSA Lyon « Pourquoi & comment évaluer par compétences ? » **02 Juin 2022** avec Yvan Pigeonnat « Mettre en œuvre une démarche compétences de qualité en minimisant l'impact des écueils potentiels »

⁵ Institut Français de l'Éducation, ENS-Lyon, **15 et 16 janvier 2024**, « Pour une évaluation au service des apprentissages : régulation et autorégulation des apprentissages en classe », proposée par Alexis Vachon et Sylvie Catoire de l'équipe FARE-IFE, et faisant intervenir Céline Girardet et Lionel Dechamboux de l'équipe ERED à Genève, Yann Mercier-Brunel de l'université Aix-Marseille.

Différents dispositifs d'accompagnement existent dans nos établissements en plus bien sûr de tout le corpus d'activités d'apprentissage. L'élaboration d'un projet personnel et professionnel (PPP), pour trouver du sens, se projeter, prendre du plaisir à se former soutient la motivation et l'engagement. Des outils pédagogiques intégrés dans les enseignements⁶ permettent d'enrichir les connaissances métacognitives (limites de la mémoire et de l'attention, richesse de l'encodage pour favoriser l'apprentissage à long terme, outils de révision, se connaître, stimuler l'envie d'apprendre, apprendre de manière ludique⁷...). Ainsi, plusieurs modalités sont déjà mises en place au département FIMI pour amener l'apprenant à développer des compétences dans l'action: par du sens donné à sa formation (évolution de la formation, DDRS-Numérique, ETRE (Enjeux aux Transitions Ecologiques), par des pédagogies actives (approche par problèmes, par projets, interdisciplinarité, parcours P2I au S4 par exemple), par l'élaboration d'un futur projet professionnel (conférences métiers, stage découverte, visites d'entreprises, formation à la démarche d'ingénierie inscrite dans le PPP depuis 2023).

La démarche réflexive, appelée aussi démarche portfolio, n'est pas néanmoins développée à l'INSA Lyon du moins en premier cycle. Accompagner les étudiants à réfléchir sur leurs propres actions, leurs traces ou preuves d'apprentissages au sein même des disciplines devrait satisfaire leur intérêt souvent tourné vers une réussite à court terme dans ces U.E. Sans activité dédiée à cet accompagnement (tels les séminaires compétences dans d'autres formations, ou la démarche portfolio intégrée dans les programmes de BUT), il devra être inclus dans les pratiques existantes. Il m'a ainsi semblé complémentaire des autres dispositifs d'amorcer cette dynamique au sein même des disciplines. Quel meilleur contexte que des activités disciplinaires construites avec alignement, retenant l'attention et la motivation des étudiants dès la première année, pour :

- Les engager dans ce processus à répéter régulièrement ?
- Provoquer systématiquement des questions directement valorisables ?
 - « Où je vais ? » (Objectif : de l'EC, du chapitre, de la séance ?)
 - « Où j'en suis ? » (Progression, jalon : Qu'est-ce que j'ai fait, appris ?)
 - « Que dois-je faire ensuite ? » (Action : quel point dois-je approfondir maintenant ? Comment je peux transférer ces acquis dans d'autres situations ?)
- Accorder du temps pour le formaliser.

Ce projet proposait donc d'identifier des opportunités pour que les apprenants entraînent régulièrement cette démarche réflexive, s'engagent dans une posture d'apprenant (et pas seulement d'étudiant) au cœur même des activités (inter)-disciplinaires dès la première année. Dans ces temps de réflexivité à identifier, il serait permis aux étudiants, seuls ou en petits groupes et guidés par un ou des enseignants d'explorer ces trois phases :

- la description de leurs traces : observer ce qui a été fait, la manière dont cela a été fait.
- l'analyse : comprendre pourquoi cette manière de faire est appropriée ou non et associée à un acquis d'apprentissage partiel ou maîtrisé.
- la prise de décision : quelles actions mener pour progresser vers l'objectif d'apprentissage.

⁶ Raffaëly-Veslin, L., Stouls N., Moebs-Sanchez S., Déchelette H., Kaftandjian, V., Gauthier C., Deschanel, S., Der-Loughian, C., **2025**, Acte de colloque OpenInsa, « Projet OLA :comment redynamiser les apprentissages des élèves et les pratiques des enseignants »

⁷ Raffaëly-Veslin, L., Stouls N., Moebs-Sanchez S., Déchelette H., Kaftandjian, V., Gauthier C., Deschanel, S., Der-Loughian, C., **2025**, Acte de colloque OpenInsa « Projet OLA ou création de cartes d'apprentissage : entre jeu, apprentissage et révisions »

Malgré une avance de phase par rapport à la définition des objectifs de formation (accompagnement par la société FA2L à partir de l'automne 2024), une demande de Congé pour Projet Pédagogique pour ce projet a été validée en avril 2024 pour l'année 2024-2025.

2. Présentations du projet à partir de septembre 2024

Des présentations orales ont été effectuées devant l'ensemble des responsables de disciplines (ARD) en septembre 2024 et à plusieurs réunions de rentrée au sein des disciplines ou des filières. Des rencontres ont permis d'échanger sur le sujet pour amorcer l'identification d'opportunités d'actions conjointes avec les responsables des cellules Handicap, CAP (cellule d'accompagnement personnalisé) et en février 2025 avec la nouvelle directrice de l'Institut Gaston Berger. Fin octobre 2024, un café pédagogique a réuni une quinzaine de participants.

Le contexte et le périmètre du projet y ont été à chaque fois précisés. Dans le cadre donné par la maquette actuelle, des opportunités pour mettre en place des temps de pauses réflexives étaient à identifier. Par l'observation et description de leurs preuves d'apprentissages, collectées dans chaque discipline, l'objectif est d'accompagner les étudiants dans la verbalisation à l'écrit, à l'oral, par des partages entre pairs :

- des objectifs visés par une séance, une interrogation écrite, un E.C. et ce, par et pour une meilleure appropriation du référentiel d'acquis d'apprentissages actuel.⁸ Cela permettrait déjà de vérifier une explicitation suffisante des AAvs définis par les enseignants.
- de leur positionnement vers l'atteinte de ces objectifs par une (auto)-évaluation.
- de stratégies pour avancer dans une trajectoire de développement.

Il est tentant de croire que tous les étudiants sont déjà capables et prennent le temps de procéder à cette verbalisation. Mais cette mise en posture réflexive se doit d'être accompagnée, d'être régulièrement soutenue par des enseignants. Des propositions de questionnements simples, de « prompts métacognitifs » à utiliser régulièrement visaient à rassurer sur la mise en pratique et rappeler que dans son contexte, l'élaboration ambitieuse d'un portfolio n'était absolument pas visée. Toutes les évaluations formatives (auto-évaluation, évaluation par l'enseignant/tuteur, par les pairs) et de la collecte des feedbacks associés devraient être revalorisées par rapport aux seules évaluations sommatives. L'importance de l'évaluation formative intégrée pour activer la pratique réflexive est bien étudiée.⁹ Accompagner les apprenants dans la prise de conscience de leurs capacités (et incapacités) et une visualisation de leur progression au-delà de notes, dans l'énoncé de leurs difficultés spécifiques pour mieux les dépasser, participerait indéniablement à une consolidation de leur confiance en eux.

En novembre, la direction du FIMI m'a aussi proposé de présenter le projet aux ingénieurs conférenciers qui supervisent quatre séances en lien avec le stage découverte de l'entreprise effectué par les étudiants entre la première et la deuxième année. Le contexte du projet a été présenté en novembre. Des propositions concrètes pour les quatre temps d'intervention ont été faites (conférence métier-témoignage, préparation au stage, retour de stage et consignes pour rapport, retour sur l'évaluation du rapport). Des « pauses » réflexives pourraient être introduites au travers d'activités guidées en situation individuelle ou entre pairs : pour rendre les étudiants plus actifs et mieux se projeter, pour les aider à formaliser leur intention puis leur bilan de stage,

⁸ Le référentiel de compétences n'étant pas encore consolidé par l'équipe de formation, il n'est pas facile pour un apprenant de le connaître explicitement et de se positionner sur des objectifs d'apprentissage interdisciplinaires. (dès Janvier 2025 on parle d'AAI FIMI pour acquis d'apprentissage intermédiaires en fin de 2A et d'AAv acquis d'apprentissages visés par chaque E.C/U.E).

⁹ Travaux du groupe de recherche « Évaluer, Réguler et Différencier pour apprendre dans les systèmes d'enseignement et de formation » mené par Prof. Lucie Mottier Lopez à Genève

pour pallier les manques d'interactivités soulignés par certains encadrants les années précédentes, sur une faible demande de retours constructifs sur le rapport au profit d'une note.

Ainsi, malgré ces présentations répétées, des propositions de courts temps de pauses réflexives dans des séances de TD/TP, je n'ai pas réussi à entrer dans les « classes » ou à suffisamment encourager des enseignants. Je décidai donc de conduire ces expérimentations moi-même pour en partager les écueils et les points positifs plus tard dans un bilan, un objectif mesurable étant une présentation au colloque pédagogique du Groupe INSA en 2025.

3. Une mise en œuvre réduite mais avec des pauses réflexives

3.1. Pendant des ateliers méthodologiques

Depuis une dizaine d'années, après une présentation magistrale devant 75 à 100 étudiants environ fin octobre, après les premières évaluations, des ateliers sont proposés sous forme de deux séances d'une heure à des étudiants volontaires sur inscription pour découvrir ou approfondir des connaissances et pratiques méthodologiques. En 2024, au traditionnel résumé des apports et atouts des sciences cognitives dans l'apprentissage (attention, mémoire, organisation du temps), j'ai, pour mon intervention, particulièrement mis l'accent sur les trois composantes de la métacognition (connaissances mais aussi stratégies et volet affectif en lien avec l'apprentissage). Des ateliers ont été ensuite menés avec quatre groupes de respectivement 15, 4, 10, 11 étudiants. 10 % ne sont pas venus à la deuxième séance d'une heure.

Un premier tour d'inclusion a fait verbaliser aux participants, après s'être présentés, leur intention pour ces ateliers. Une première marque de compétence métacognitive est déjà soulignée dans le groupe par ce premier pas et ce questionnement sur ses propres processus d'apprentissages. La parole est assez libre et facile et il n'est pas noté de difficulté majeure à amorcer cette pratique réflexive à l'oral.

Afin de leur montrer l'intérêt d'activités génératives les étudiants ont été mis en posture réflexive en se basant sur une évaluation de contrôle continu corrigée/notée de la discipline de leur choix et avec pour consignes : identifier puis décrire une trace dans leur devoir démontrant l'atteinte d'un objectif d'apprentissage puis faire de même avec une partie montrant une acquisition seulement partielle. J'avais créé un document recto-verso avec différents éléments guidant la réflexivité. Une discussion collective a souvent pu être réalisée après cette activité pour en partager les effets. Il est encourageant de noter qu'aucun participant n'a refusé l'activité et qu'il a souvent fallu l'interrompre en fin de séance. Mais la proposition de poursuivre avec un groupe de volontaires le reste de l'année n'a pas été suivie.

Afin de favoriser leur questionnement sur leurs stratégies d'apprentissages et leur profil d'apprenant, les participants ont répondu entre les deux séances à 30 questions¹⁰ interrogeant dans un ordre aléatoire des stratégies classées selon 6 catégories : gestion du temps, ressources disponibles, attention, gestion de la motivation, gestion de l'environnement, gestion des émotions. 23 questionnaires ont été remplis. Certaines des questions ont été utilisées dans un tour d'inclusion en deuxième séance,⁶ permettant à des binômes de participants de verbaliser en face à face leurs réflexions sur ces catégories et stratégies déjà connues ou nouvelles pour eux.

¹⁰ Ce questionnaire a été largement inspiré de celui auprès d'étudiants inscrits en première année d'enseignement supérieur en Belgique par l'équipe de conseillers pédagogiques ADAPTE au second semestre de l'année 2013-2014. Ref [4]

3.2. Pendant des activités disciplinaires

J'ai supervisé l'enseignement à deux groupes de 25 étudiants (filières Asinsa et Amerinsa) en TD/TP dans une EC « Chimie des solutions » au second semestre sur neuf séances. Après avoir rappelé les objectifs d'apprentissages du module et les attentes correspondantes dans les évaluations sommatives pratiques et écrites prévues, il a été régulièrement proposé aux étudiants, pendant 5-10 min en début ou en fin de séance, de rédiger sur des petites cartes (Figure 1) la description et justification de capacités considérées comme acquises ou pas encore acquises. En dernière séance avant l'évaluation de juin, une liste de capacités attendues a été distribuée. Si nombreux voient l'intérêt de cette prise de recul, pour certains étudiants, l'exercice hautement individuel est parfois mal compris : perçu comme une évaluation (ou trop introspectif ?), les réponses sont soit non objectives soit recopiées sur leurs binômes.

Je suis capable de ... Présenter un résultat avec l'incertitude associée	La trace / preuve se trouve (je justifie ma réponse par un ou des éléments)
Je ne suis pas encore capable de ...	Quelle est une prochaine action possible?

Figure 1. - Exemple de « Flash cards » de réflexivité

3.3. Pendant des séances de soutien

Les étudiants en difficulté ont la possibilité de s'inscrire à des séances complémentaires (3 créneaux d'une heure par semaine). Au second semestre 2024-2025, la mise en posture réflexive a consisté à proposer aux étudiants inscrits d'identifier dans les acquis d'apprentissage visés par le module de chimie un point fort et un point faible sur lequel ils devaient formuler une question précise pour cette séance. Différents supports d'aide à la posture réflexive ont également été distribués pour guider les étudiants dans cette démarche. Une connexion a aussi été établie pour l'auto-évaluation avec un jeu sérieux. Le format (durée, étudiants différents à chaque fois) rend difficile une démarche régulière. Sur les 13 séances proposées entre février et juin, 6 ont été annulées faute de candidats, notamment pour les thématiques comme « Méthodologie/ Prise de recul pour de meilleures stratégies d'apprentissages : Que faire des retours sur ses rendus d'IE, de CR...pour préparer les évaluations de fin de semestre ? ».

4. Une page Moodle pour diffuser

Entre le premier et le second semestre, une page Moodle a été créée (Figure 2) afin de :

- Valoriser mon travail de documentation, de lecture et de synthèse et le transformer en livrable de ce projet (la trace de mon propre apprentissage).
- Partager par un outil accessible par tous, le contexte, les objectifs, les supports créés, les premiers résultats et le bilan du CPP, les ressources de ce projet et permettre ainsi aux enseignants timides ou réticents de s'y intéresser dans la temporalité qui leur conviendrait.
- Amorcer dès 2025 la connaissance et les discussions sur cette composante de l'APC sans attendre la finalisation du référentiel en construction.

Parmi les ressources sont proposées diverses références bibliographiques, lectures, replays de webinaires ou podcasts mais aussi des exemples des pratiques hors INSA intégrant la démarche réflexive, pour témoigner de contextes, des écueils mais aussi des opportunités.

Concernant la démarche portfolio sont particulièrement à souligner :

- différents exemples dans les formations aux BUT (Brevet Universitaire Technologique).¹¹
- le projet Avenirs porté par l'ONISEP avec le volet ESR accompagne notamment l'orientation, la création de portfolios et le recueil de traces des développements des compétences.¹² Est visé le développement d'un outil e-portfolio (nommé Co-folio en 2025) conçu pour une échelle de plus de 600000 comptes (limite du précédent outil Karuta®).
- l'outil Compass, une interface web, permettant aux apprenants et aux enseignants de l'école Centrale Lyon de suivre la progression et les évaluations sur plusieurs des 15 composantes des 5 compétences définies pour la certification du niveau compétent (diplomation) donnant un supplément au diplôme identifiant les trois « majeures » du diplômé.¹³

Cette page Moodle accessible aux enseignants sera autant que possible mise à jour avec de nouvelles ressources, le partage d'expérimentations que j'espère mettre en œuvre en 2025-2026.



Figure 2. -Sommaire de la page Moodle recensant et partageant des données du projet

5. Conclusion

Ce projet proposait un accompagnement des étudiants dans l'auto-régulation de leurs apprentissages au sein des activités (inter)-disciplinaires en première année de l'INSA Lyon.

L'objectif principal visé était de mettre en lumière cette composante de réflexivité dans le développement de leurs compétences d'ingénieur. Le support du congé pédagogique devait

¹¹ Outre les exemples publiés, j'ai pu m'entretenir en avril 2025 avec Pascal Rain et Aurélie Berger de l'IUT Grenoble qui sont acteurs de la mise en œuvre de cet enseignement depuis 2022 pour le BUT MT2E notamment.

¹² <https://avenirs-esr.fr/>

¹³ Webinaire du 27 Juin 2025 de la communauté des talents pédagogiques, Guillaume Chapey, <https://www.youtube.com/watch?v=M6Lc-SLZ6fY&t=2710s>

permettre l'identification d'outils simples, leur mise en pratique dans diverses situations d'apprentissages, disciplines et surtout étayer l'effet d'une pratique régulière sur les apprenants.

Comme anticipé, étant en avance de phase par rapport au déploiement de l'approche par compétences (définition des objectifs de formation du département en cours avec un accompagnement à partir de l'automne 2024),¹⁴ la mise en œuvre est restée limitée par une difficile mobilisation d'enseignants et d'un nombre d'étudiants insuffisant ou régulier.

La conduite de quelques expérimentations dans différents contextes a pu être réalisée et ouvre des perspectives d'itération et d'amélioration en 2025-2026. La compilation de ressources, synthèses, supports modifiables a été réalisée pour rendre le projet diffusable et évolutif. Une communication orale au colloque du Groupe INSA 2025 et cet article pourraient permettre une diffusion et de possibles futures articulations avec des projets connexes.

Depuis plusieurs années, la transformation des lieux d'enseignement en lieux d'apprentissages se déploie avec des rythmes et des modes divers. Du côté enseignant, faire un pas de côté d'une charge pédagogique déjà conséquente n'est pas aisé pour développer une nouvelle posture d'accompagnement, appréhender des concepts pédagogiques souvent perçus comme verbeux, abstraits ou qualifiés du ressort de la psychologie. Pourtant guider les étudiants à être acteurs de leur formation, à mettre en place des stratégies de contrôle de leurs apprentissages (auto-régulation) est depuis des décennies une préoccupation de l'enseignement supérieur. Préparer aux transitions incertaines du monde économique et social et développer l'autonomie restent des objectifs de l'accompagnement global d'une formation. Pour les ingénieurs actuels et à venir, qui sont et seront confrontés à des enjeux à évolution incertaine et très rapide, cela semble incontournable pour une formation tout au long de la vie.

Si des constats plus que des résultats émergent de ce projet sur une année, certains objectifs sont atteints. Avec le temps et des exemples plus nombreux, une démarche réflexive pourrait lentement diffuser dans les activités d'apprentissages et d'évaluations avec la mise en place du référentiel en construction. Dans une vision à plus long terme, ce projet s'inscrit comme premier pas dans l'accompagnement à la création d'un portfolio de développement personnel et professionnel pour les étudiants de l'INSA.

6. Remerciements

Je tiens à remercier l'INSA de Lyon pour l'octroi d'un congé pédagogique pour l'année 2024-2025 avec une décharge horaire d'un demi-service d'enseignement. J'adresse également mes remerciements à Marion Fregonese, directrice du département FIMI, pour son soutien à mener et diffuser ce projet ainsi que pour les discussions régulières à ce sujet. Je suis également reconnaissante envers Fatma Saïd-Touhami, responsable de la cellule d'accompagnement pédagogique ATENA à l'INSA Lyon, et Pascal Rain et Aurélie Berger de l'IUT Grenoble (BUT MT2E) pour le temps qu'ils m'ont consacré et leurs retours sur la démarche portfolio.

Références

- [1] Tardif, J. 2019 : Organiser la formation dans une logique de parcours : l'ADN de l'approche par compétences, Administration & Éducation, 161(1), 49-54.
<https://doi.org/10.3917/admed.161.0049>.

¹⁴ Demi-journées d'ateliers de formulation des acquis d'apprentissages visés, pour chaque EC du FIMI (Nov. 2024-Fév. 2025)

- 
- [2] Poumay, M., Tardif, J. et Georges, F. 2017, Organiser la formation à partir des compétences : un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur. Louvain-la-Neuve, Belgique, ed De Boeck Supérieur.
 - [3] Collectif, 1ère édition, 2017, 2e édition 2021, Accompagner les étudiants, Rôles de l'enseignant, dispositifs et mises en œuvre, ed De Boeck Supérieur.
 - [4] Bernadette Noel, Sylvie C. Cartier, 2016, De la métacognition à l'apprentissage autorégulé, ed De Boeck Supérieur, 1ère édition.

Projet OLA ou comment redynamiser les apprentissages des élèves et les pratiques des enseignants

Laure Raffaelly-Veslin¹, Nicolas Stouls², Sylvie Moebs-Sanchez³,
Hélène Déchelette⁴, Valérie Kaftandjian⁵, Catherine Gauthier⁶, Stéphanie
Deschanel⁶, Christelle Der-Loughian⁶

¹ Univ Lyon, INSA Lyon, Département FIMI, 69621 Villeurbanne, France

² Univ Lyon, INSA Lyon, Inria, CITI, UR3720, 69621 Villeurbanne, France

³ INSA Lyon, Université Lyon 1, CNRS, CPE Lyon, ICBMS, UMR 5246, F-69621
Villeurbanne, France

⁴ Univ Lyon, INSA Lyon, Cellule ATENA, 69621 Villeurbanne, France

⁵ Univ Lyon, INSA Lyon, LVA, UR677, 69621 Villeurbanne, France

⁶ Univ Lyon, INSA Lyon, Université Lyon 1, CNRS, MATEIS, UMR5510, 69621
Villeurbanne, France

Résumé

Dans le processus d'apprentissage, le plaisir d'apprendre est un des axes de motivation des apprenants. Une équipe enseignante a lancé cette année le projet OLA (création d'Outils pédagogiques Ludiques pour favoriser les Apprentissages). Des enseignants de plusieurs disciplines du Département Formation Initiale au Métier d'Ingénieur (FIMI) de l'INSA Lyon proposent d'utiliser, de créer ou de faire créer des outils pédagogiques ludiques pour accompagner les élèves, afin de renforcer leurs apprentissages disciplinaires et interdisciplinaires, tout en leur permettant de s'auto-évaluer.

Dans cet article, nous décrivons les différentes expérimentations menées dans le cadre de ce projet et les enseignements que nous avons tirés de cette première année de projet.

Mots-clés : Ludification. Multi-disciplinarité. Apprentissage et révisions

1. Introduction et origines du projet

Suite à un séminaire pédagogique animé par Hélène Weber¹ (3 et 4 septembre 2024) intitulé « stimuler l'envie d'apprendre et le plaisir de transmettre », différentes expérimentations pédagogiques ont été menées par les co-auteur.ices pour s'approprier les outils transmis et redynamiser nos enseignements. Les outils proposés s'appuient sur les principaux fondements et ressorts des sciences de l'éducation :

- des pédagogies actives : implication, collaboration, résolution de problèmes ;
- de la motivation : sentiment de compétence, autonomie, persévérance ;

¹ <https://aomo.donnezdusens.fr>

- de la ludification : droit à l'erreur, coopération, émotion, rétroaction, liberté ;
- des sciences cognitives : effet test, consolidation, ancrage des connaissances.

L'appel à projet à l'INSA Lyon sur financement INSA2025 auquel nous avons répondu nous a permis de formaliser nos actions et de nous donner des objectifs pour :

- tester de nouvelles idées ;
- re-tester des idées anciennes ;
- discuter, échanger sur les résultats de nos expérimentations ;
- créer des outils.

Les animations et autres jeux sérieux expérimentés ont été déployés à plusieurs moments : en cours magistral (CM), en séance de travaux dirigés (TD) ou en séance de soutien. Certains de ces outils ont également vocation à être remobilisés par les élèves pour réviser et ancrer leurs apprentissages.

Pour l'équipe enseignante accompagnatrice, différents points positifs ressortent tant dans les phases de préparation que de réalisation : les échanges de pratiques pédagogiques entre enseignants de disciplines et de filières différentes sont très enrichissants et enthousiasmants. La mise en pratique avec les élèves est une occasion stimulante de repenser nos séances. Ainsi les élèves sont davantage actifs, bénéficient de l'échange entre pairs et d'une auto-évaluation.

Nous nous proposons de vous présenter dans cette communication nos réalisations actuelles et nos retours d'expérience. Ce retour décrit également les expérimentations présentées lors de l'atelier "*Favoriser l'engagement des étudiants et dynamiser un cours*". Le deuxième atelier "*CTTM trans-disciplinaire : entre apprentissage et révisions*", fait l'objet d'un autre article [1].

2. Les expérimentations menées

2.1. Tour d'inclusion ou de clôture

Lorsqu'un groupe se rencontre pour la première fois, le tour d'inclusion permet d'apprendre à se connaître et à briser les craintes pour prendre la parole en public. Mais au-delà de cette première rencontre, les objectifs sont de se centrer sur l'activité à venir et de se rendre disponible, ou au contraire de prendre un temps pour prévenir qu'on est préoccupé ou que l'on rencontre des besoins particuliers qui risquent d'influencer notre participation à l'activité.

Pour réaliser cette activité, il est recommandé d'avoir une petite balle en mousse à se lancer. Cette balle joue le même rôle qu'un bâton de parole et permet de formaliser qui est censé parler (et donc qui est censé écouter). La balle est lancée d'une personne à l'autre en suivant toujours le même cheminement et en passant par tous les présents, ce qui oblige chacun et chacune à rester attentif pour n'oublier personne. On peut faire ainsi plusieurs tours en demandant par exemple les prénoms, la région d'origine, un hobby, un besoin particulier à prendre en compte durant l'activité, etc.

Cette activité a été utilisée par plusieurs enseignants lors des premiers TD de l'année pour apprendre plus rapidement les prénoms des étudiants. Cela a également été bénéfique aux étudiants qui, à ce moment-là, ne se connaissent pas encore. Le côté ludique de l'utilisation de la balle et la participation de l'enseignant contribue à la désinhibition des étudiants.

Le tour d'inclusion peut également être utilisé pour stimuler l'envie d'apprendre avec des questions tournées vers les attentes des élèves ou pour réactiver des connaissances précédemment acquises : "Qu'attendez-vous de ce module ? De la séance d'aujourd'hui ? ou « Quelle est votre intention / votre objectif pour cette séance ? » ou encore « Qu'est-ce que le terme évoque pour vous ? ».

Avec la même approche, un tour de clôture peut être réalisé pour remobiliser les connaissances des participants et faire un bilan de ce qui était important à retenir ou du ressenti de la séance « Citez un élément de la séance qui vous semble important à retenir ».

2.2. Kit de survie

Lors du début d'un nouveau chapitre en TD, l'enseignant va proposer aux élèves de fabriquer un « kit de survie » en leur demandant de réfléchir à l'identification des concepts essentiels du cours, aux outils qui leur paraissent nécessaires dans les futurs exercices. À partir des réponses proposées par les élèves, une vue d'ensemble du chapitre est synthétisée collectivement. Ce « kit de survie » a pour vocation d'être enrichi, complété au fil des TD. Au cours de l'année, il est proposé que les élèves deviennent peu à peu autonomes sur cette activité et la réalisent par eux-mêmes en amont des TD.

Les objectifs poursuivis sont de faire du lien entre le cours magistral (CM) et les TD (particulièrement s'ils sont espacés dans le temps) et de réactiver les connaissances avant de les utiliser en TD. Ceci permet alors de « regagner » le temps nécessaire à cette activité, les blocages liés aux connaissances pures sont alors levés et une base commune minimum permet d'avancer un peu plus vite dans certains exercices. Par ailleurs, cela permet de travailler la méthodologie sur l'élaboration de fiches utiles et efficaces.

2.3. Interruptions intelligentes

Lors d'un cours magistral classique, l'enseignant aura tendance à dérouler son cours pour ne faire des pauses de questionnements qu'à certains moments choisis, ce qui peut laisser une période entière de flous aux étudiants, qui n'ont alors pas le droit d'avoir un seul moment d'inattention.

Le principe de cet outil [2] est de se forcer à une interruption de manière régulière (toutes les dix minutes) pour répondre à une question, mais surtout pour re-situer où l'on en est (même en milieu d'une phrase ou d'une démo). Un décompte de 10 minutes est lancé et l'enseignant s'arrête de parler instantanément lorsqu'il sonne. Les étudiants n'ont pas le droit de poser de question entre deux sonneries, mais peuvent les poser lors de cette interruption (on peut également autoriser les questions entre les 10 minutes, et relancer le chrono à chaque question).

Ensuite, lors de la reprise du déroulé, l'enseignant sera lui-même obligé de redire où il en est du cours pour reprendre le fil de ses idées. Cette pause et ces explications permettent aux étudiants en retard sur la prise de notes de rattraper le décalage et à ceux ayant décroché de reprendre leur écoute du cours.

Malgré la sensation de perte de temps que l'on peut avoir *a priori*, cela donne un bon retour des apprenants, et c'est particulièrement adapté pour les cours magistraux qui contiennent beaucoup d'informations, beaucoup de définitions. L'auteur de ce jeu, Thiagi, parle d'« éviter la mort par PowerPoint » [2].

2.4. Balades de parole

L'objectif est d'améliorer l'ancrage mémoriel des éléments déjà rencontrés avant de poursuivre un travail. Lors de la reprise d'une séquence après une pause (de quelques minutes ou de quelques jours), l'enseignant demande aux apprenants de se mettre par 2 et d'aller déambuler ensemble tout en se remémorant, à l'oral, les éléments significatifs de la période d'enseignement précédente. Cette balade à l'extérieur permet de stimuler les différents sens et de proposer un cocon de confidentialité, qui facilite la libre expression et le travail de mémoire.

Nous avons expérimenté cette idée lors d'une formation de 2 jours consécutifs, au matin du second jour. Cela a pris 20 minutes, en intégrant un moment de débriefing pour répondre aux questions qui étaient nées de cette activité. Nous y avons ressenti une meilleure entrée dans la suite des activités avec une mémorisation améliorée. Cette activité a, par la suite, été testée avec des adultes en formation entre deux phases de travail avec un retour très positif.

2.5. Ludification de TD

Dans certaines disciplines, la première séance avec des élèves est parfois très descendante et peut avoir un côté soporifique. À l'INSA Lyon, c'est notamment le cas de la première séance de TD de SOL². En effet, dans cette séance, nous voulons présenter l'environnement numérique de travail et cela peut générer un effet catalogue.

Ce TD s'étant déroulé très peu de temps après le séminaire initial, une expérimentation a été faite pour tenter de le ludifier. L'approche choisie est un jeu de piste : nous avons réalisé un ensemble de questions dans un QCM Moodle dont la réponse nécessite de trouver une ressource ou de réaliser une action. En plus d'ajouter un côté ludique, cela autonomise les apprenants et facilite la différenciation pédagogique, car cela libère l'enseignant, qui peut circuler dans les rangs pour répondre aux questions.

La Figure 1 ci-dessous est extraite d'un exercice contenant 2 cartes annotées de ce genre, où l'objectif est en même temps de lire la carte du FIMI pour identifier l'emplacement des différentes salles informatiques (où les étudiants peuvent avoir cours) et de montrer qu'ils comprennent ce qu'est une URL (ou de susciter la discussion pour qu'ils le comprennent). Une fois qu'ils ont trouvé les 8 salles et leurs 8 annotations, ils doivent correctement réassembler les 8 morceaux d'URL trouvés pour ouvrir une page Moodle et trouver le mot caché.

Cette approche a nécessité de faire des choix. En 1 heure, on n'a plus le temps de tout faire. Mais il est probable que ce qui est fait puisse marquer plus en profondeur les étudiants. C'est en tout cas le ressenti des enseignants qui ont expérimenté cette séance alternative et qui ont souhaité reconduire son usage. Par ailleurs, dans l'esprit de la remotivation, cette manière de mener la première séance permet un premier contact plus agréable (ludique) avec les étudiants, ce qui permet de faciliter les travaux futurs.

² Systèmes et Outils Logiciels : enseignement centré sur la découverte de l'environnement numérique de l'établissement, l'usage des outils numériques pour la réalisation de rapports scientifiques et la culture générale numérique.

DÉPARTEMENT DU FIMI

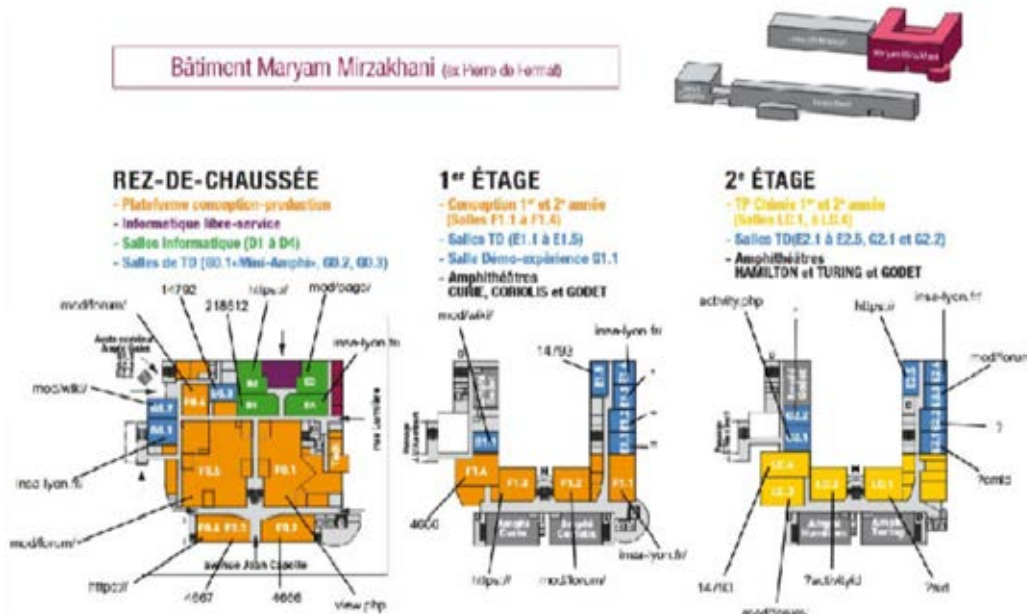


Figure 1 : Plan annoté utilisé dans un exercice ludifié

2.6. Speed-meeting

Le speed-meeting peut être utilisé pour remobiliser et formuler des connaissances, identifier les points importants d'un cours, proposer une auto-évaluation, échanger avec ses pairs dans une dynamique de groupe pour gagner en confiance.

En TD, il est possible de mobiliser physiquement les élèves en leur proposant de se positionner en deux lignes se faisant face : ils doivent répondre à des questions projetées au tableau. Pour chaque question, une durée de réponse est prévue et chacun répond en discutant avec la personne qui lui fait face. À la fin du temps dévolu, l'une des lignes se décale, pendant que l'autre reste en place. Ainsi, à la question suivante, les échanges se feront avec une autre personne. Ceci permet aux élèves d'échanger entre eux, y compris avec ceux avec qui ils n'ont pas l'habitude de travailler. Côté enseignant, cela force également à lâcher prise, car il est impossible d'écouter tout ce qui se dit dans les rangs. Charge aux étudiants de questionner leurs certitudes et de poser des questions à l'enseignant si besoin à la fin du speed-meeting.

Cela peut être également utilisé en cours magistral, en restant assis sans bouger et en partageant les réponses avec l'une ou l'autre des personnes assises autour de soi, à gauche, à droite, devant, derrière.

Il est possible de démarrer le processus en ayant une ou deux sessions où l'enseignant conçoit et propose la série de questions. Puis pour les sessions suivantes, les élèves, à tour de rôle, proposent leurs questions en amont. Il est cependant préférable que l'enseignant vérifie les questions avant de lancer le speed-meeting, soit pour les modifier si la formulation rend la question incompréhensible ou s'il y a des redondances ou des oublis majeurs de concepts importants. À la fin de la série de questions, il est possible de revenir sur les questions auxquelles les élèves ont eu du mal à répondre, avec des apports de l'enseignant ou des élèves, que ce soit ceux qui ont posé les questions ou leurs collègues.

Les séries de questions peuvent être déposées sur Moodle afin de servir de support de révision et d'auto-évaluation en autonomie par la suite.

Ce dispositif permet de mettre les élèves en action, de refaire du lien entre les connaissances exposées en cours magistral et leur mobilisation en exercices de TD. Il a été testé en TD de physique avec des retours positifs des élèves qui apprécient de pouvoir réviser les notions importantes avant de démarrer les exercices. Cela permet aux enseignants de se rendre compte, à travers les questions posées, de ce que les élèves ont retenu ou jugé important dans le cours et de pouvoir compléter si nécessaire. Le temps nécessaire pour 7 à 8 questions est de l'ordre d'une dizaine de minutes.

2.7. Jeux de classement

Les jeux de classement ou d'appariement peuvent permettre d'ancrer des connaissances ou de mieux s'approprier les différentes étapes d'une méthode ou d'un type de raisonnement. Des cartes sont créées et distribuées aux élèves qui travaillent en groupe pour les classer ou les appairer.

Les cartes peuvent comporter différents concepts à relier entre eux pour les jeux d'appariement ou bien comporter les différentes étapes d'un raisonnement, avec des cartes exemples ou des cartes sur les difficultés éventuelles ou les points d'attention, pour un jeu de classement. Il est possible d'avoir au dos des cartes des exemples ou des explications.

Les élèves vont être amenés à discuter, argumenter entre eux sur l'ordre ou les appariements qu'ils vont réaliser. Cela permet de favoriser l'échange entre pairs, la reformulation, l'argumentation. Concernant les différentes étapes d'un processus, cela permet de passer d'un apprentissage type recette de cuisine (je sais qu'il faut faire A puis B, puis C, mais je ne sais pas pourquoi cet ordre est choisi, ni pourquoi ces étapes sont à réaliser) à une véritable méthode (je sais dans quel ordre on réalise les étapes, pour quelle raison, quelles sont les hypothèses ou les données nécessaires, à quoi servent les étapes, etc.).

Ce type de jeu a été utilisé en module ETRE (Enjeux de la TRansition Écologique) en deuxième année : les élèves devaient positionner les différents concepts sur une grande feuille regroupant les grandes parties étudiées en première année. Ainsi les élèves remobilisent les concepts de l'année précédente en structurant leurs connaissances et partent sur de bonnes bases en deuxième année.

Il a été également utilisé en physique première année : sous la forme d'exercice d'application en jeu d'appariement sur les caractéristiques des principaux dipôles (associer un dipôle, son symbole, sa caractéristique sous forme graphique, sous forme d'équation, cf. figure 2) et sous la forme de jeux de classement pour s'approprier la démarche de détermination des incertitudes de la mesure d'une grandeur et pour l'étude d'un filtre.

Les cartes ont été créées par les enseignants. Cela demande un certain temps de préparation matérielle. Il est possible de prévoir quelques cartes supplémentaires vierges afin que les élèves proposent des exemples ou des explications ou des sous-étapes par exemple. Ces jeux permettent des échanges constructifs entre pairs.

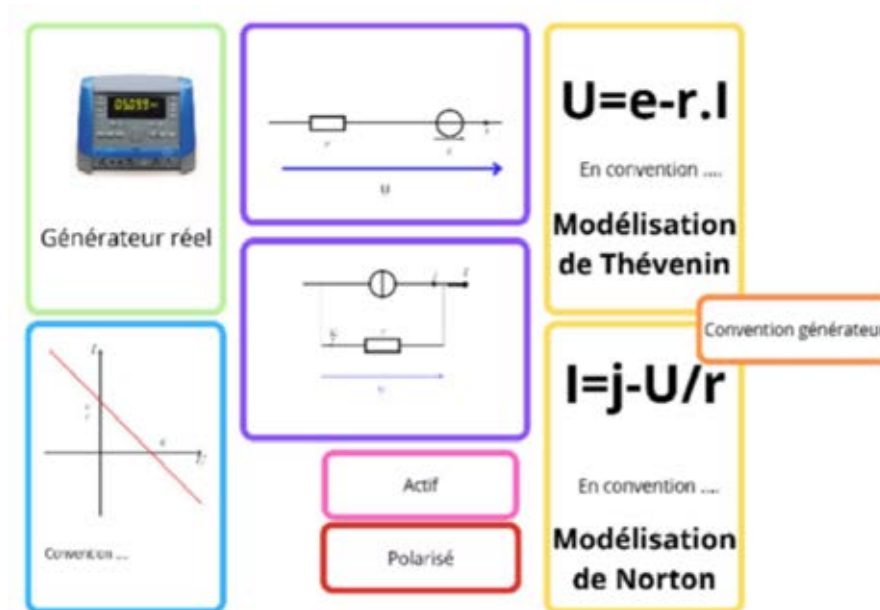


Figure 2 : Exemple de cartes assemblées pour un travail de cours sur les caractéristiques

3. Conclusion

Ces diverses expérimentations ont permis aux élèves d'apprendre de manière plus ludique, de mieux se connaître, de pratiquer l'argumentation scientifique avec leurs pairs et de découvrir de nouvelles méthodes de travail personnel. Les enseignants ont eu beaucoup de plaisir non seulement à explorer avec les élèves ces nouvelles façons de réviser ou d'apprendre, mais aussi à échanger avec les élèves et avec leurs collègues sur ces expérimentations. Une réelle motivation est née de ces échanges.

Références

- [1] Laure Raffaelly-Veslin, Nicolas Stouls, Sylvie Moebs-Sanchez, Hélène Déchelette, Valérie Kaftandjian, Catherine Gauthier, Stéphanie Deschanel, Christelle Der-Loughian, *Création de cartes d'apprentissage : entre jeu, auto-apprentissage et révisions*, 9ème colloque Pédagogie et Formation, INSA Rouen Normandie, 2025.
- [2] Bruno Hourst et Sivasailam Thiagarajan, *Modèles de jeux de formation – Les jeux-cadres de Thiagi*, illustré par Jilème, Éditions Eyrolles, 4ème édition

Création de cartes d'apprentissage : entre jeu, apprentissage et révisions

Laure Raffaelly-Veslin¹, Nicolas Stouls², Sylvie Moebs-Sanchez³,
Hélène Déchelette⁴, Valérie Kaftandjian⁵, Catherine Gauthier⁶, Stéphanie
Deschanel⁶, Christelle Der-Loughian⁶

¹ Univ Lyon, INSA Lyon, Département FIMI, 69621 Villeurbanne, France

² Univ Lyon, INSA Lyon, Inria, CITI, UR3720, 69621 Villeurbanne, France

³ INSA Lyon, Université Lyon 1, CNRS, CPE Lyon, ICBMS, UMR 5246, 69621
Villeurbanne, France

⁴ Univ Lyon, INSA Lyon, Cellule ATENA, 69621 Villeurbanne, France

⁵ Univ Lyon, INSA Lyon, LVA, UR677, 69621 Villeurbanne, France

⁶ Univ Lyon, INSA Lyon, Université Lyon 1, CNRS, MATEIS, UMR5510, 69621
Villeurbanne, France

Résumé

Le projet OLA (création d'Outils pédagogiques Ludiques pour favoriser les Apprentissages) a été lancé par des enseignants de plusieurs disciplines du département FIMI¹ de l'INSA Lyon avec pour objectif de soutenir la motivation des apprenants et une dynamique pédagogique en « ludifiant » les apprentissages. Parmi les différents outils testés, la création de cartes de questions par et pour les apprenants a été particulièrement expérimentée. Dans cet article, nous faisons un focus spécifique sur la création de questions par les étudiants. Nous décrivons les principaux contextes d'expérimentation que nous avons éprouvés, incluant leur intégration dans un jeu de révisions basé sur un jeu de plateau de culture générale.

Mots-clés : Ludification. Interdisciplinarité. Apprentissages et révisions. Auto-évaluation par création de questions/réponses

1. Introduction et origines du projet

Le travail présenté dans cet article est l'une des parties du projet OLA² décrit dans [1] et accepté lors de l'appel à projet INSA2025. Ce projet pédagogique a été initié à la suite d'un séminaire animé par Hélène Weber³ les 3 et 4 septembre 2024 intitulé « Stimuler l'envie d'apprendre et le plaisir de transmettre ». Ce séminaire ayant été particulièrement impactant, il a motivé les auteurs et autrices à conduire, parfois renouveler, différentes expérimentations pédagogiques et à créer une dynamique d'équipe pluridisciplinaire au sein du département FIMI (où les silos disciplinaires sont encore très souvent présents).

¹ FIMI (Formation Initiale au Métier d'Ingénieur) est le nom du Département de premier cycle à l'INSA Lyon.

² OLA : création d'Outils pédagogiques Ludiques pour favoriser l'Apprentissage.

³ <https://aomo.donnezdusens.fr>

Cet article fait un focus particulier sur la création de questions comme outil de participation active des apprenants. Après avoir clarifié le concept de « questions pour rendre actif », nous discutons des différents moments de mise en pratique, des objectifs pédagogiques multiples et, enfin, la valorisation des productions intégrées dans un jeu pour créer des moments de révisions ludiques.

2. Questions pour rendre actif : de quoi parle-t-on ?

Dans les processus d'apprentissage, l'auto-évaluation constitue un pilier essentiel de la mémorisation et de la compréhension. L'identification des acquis d'apprentissage fondamentaux par l'apprenant est également un enjeu important.

L'utilisation de « Flashcards » répond en partie à ces attentes et est connue pour améliorer l'apprentissage. Cette approche est déjà explorée par différents collègues [2,3], notamment par la diffusion des supports de révision organisés sous forme de questions. De notre côté, nous avons souhaité amplifier le questionnement par le processus de création de questions par les étudiants. Cette pratique pluridisciplinaire devrait lutter contre l'apprentissage en silo.

De manière pratique, nous avons cherché à minimiser l'impact de cette modalité sur le déroulé des enseignements. En effet, l'une des contraintes du FIMI est qu'une trentaine de groupes différents suivent la même progression, avec presque autant d'enseignants pour une évaluation finale commune. Ce nouveau dispositif devait fonctionner à coût constant et sans modifier le calendrier commun. Nous avons testé cette stratégie à différents moments d'apprentissage : en amphi (à ~100 étudiants), en cours-TD (à ~25 étudiants), en soutien (à ~8 étudiants) et en autonomie. Les objectifs et les modalités pédagogiques de ces déclinaisons sont discutées dans les sections suivantes.

3. Questions en amphi

Nous parlons ici de cours magistraux (CM) réalisés pour 100 étudiants, avec les contraintes de la taille des cohortes (800 étudiants en 1A, 700 étudiants en 2A) et calendrier du FIMI où d'autres enseignants de la même discipline travaillent en parallèle avec d'autres étudiants : le volume horaire est inchangé et tous les étudiants doivent être prêts pour une évaluation identique à la même date. Plusieurs expérimentations ont été menées, dans différentes disciplines et pendant différents semestres : Informatique 1A-S2, Informatique 2A-S2, Physique 1A-S2, Physique 2A-S2 et Informatique 2A-S2. Deux approches principales ont été suivies : formuler des questions pour aider à suivre l'enseignement versus créer des questions pour interioriser et réviser le cours.

Dans le premier cas (des questions pour maintenir l'attention), le principe consiste à :

- constituer des groupes (3 à 6 étudiants) en début de séance en amphi.
 - prévenir que l'enseignement se termine 10 minutes avant la fin du créneau d'amphi.
 - demander que chaque groupe rende au minimum deux questions liées au cours, avec leurs réponses et l'estimation de leurs niveaux de difficulté avant de sortir.
- L'une au moins des deux questions doit être d'un niveau d'apprentissage plus complexe que « connaître, restituer ».

Nous avons travaillé en version papier pour cette expérience. Il est idéal ensuite de pouvoir valoriser les questions produites dans un jeu de défi, par exemple en début du TD suivant ou du cours suivant pour rappeler ce qui devait être appris (l'enseignant doit avoir vérifié les questions/réponses au préalable).

Dans le second cas (questions pour interioriser et réviser le cours), il s'agit de désigner, en début de chaque séance en amphi, un petit groupe d'étudiants qui aura pour rôle d'écrire *a posteriori* quelques questions relatives au cours du jour pour la séance suivante. En demandant que les questions soient rendues à l'enseignant deux jours avant le créneau en amphi suivant, cela lui permet de vérifier le nombre et la pertinence ou de faire un rappel éventuel aux étudiants. Le jeu de questions/réponses peut alors être également proposé à la séance suivante.

Bien que le papier soit un support simple pour récupérer les questions rédigées en séance, Wooflash est un outil numérique recommandé pour les questions produites hors séance par les étudiants (Figure 1). Leur utilisation lors de la séance en amphi suivante, *via* Wooflash ou Wooclap (par un import de l'un à l'autre) permet facilement à chaque étudiant de s'exprimer.

Dans tous les cas, pour obtenir des questions d'un niveau de complexité « intéressante », la présentation de la taxonomie de Bloom [4] aux étudiants, permet de discuter des niveaux de questions de type *connaissance*, *compréhension* ou *application* qui sont les 3 premiers niveaux de cette taxonomie. L'objectif est aussi de leur faire porter un regard critique sur leurs stratégies d'apprentissage en lien avec ces niveaux (mémorisation, reformulation, auto-évaluation...).

Concernant ces modalités présentées en séance en amphi, il nous semble que la création de questions hors séance est la plus pertinente et la plus facile à maintenir sur le long terme. Les productions en séance conduisent à des questions souvent très simples de type connaissance de cours. Toutefois, lorsque ces questions, même simples, ont été reposées en fin d'année sous forme de jeu, les étudiants ne les trouvaient plus si faciles. Cela leur permet d'auto-évaluer leur niveau de connaissances du cours avant l'examen. Pour mener à bien cette phase de révisions en amphi, un nombre important d'équipes peut jouer en parallèle (ce qui permettrait aux élèves de répondre sans avoir « peur » que l'enseignant écoute), puis l'enseignant demande à chaque équipe la question qui lui a paru la plus difficile, et fait un bilan au tableau.

4. Questions en cours-TD

Deux expérimentations ont été faites en cours-TD, avec des groupes de 25 élèves. Toutes deux avaient pour objectif de remplacer une modalité de cours « descendant » par une co-construction et une identification des points importants de l'enseignement.

Le premier exemple concerne une séance de 3 heures incluant habituellement 40 minutes de cours descendant et 2 h 20 de TD d'application. Cette répartition a été remplacée par 1 h 30 de pédagogie active avec création de cartes, puis 1 h 30 de TD sans qu'il y ait de différence sur le nombre de notions abordées.

Des îlots de six personnes ont été constitués et les supports de cours imprimés, mélangés et non numérotés leur ont été distribués. Chaque îlot devait lire les supports, les trier et identifier les grands thèmes présents dans le cours. Une mise en commun collective validait ce processus. Ensuite, chaque îlot devait identifier les éléments importants du contenu, puis élaborer, sur ces sujets, des questions et leurs réponses avec l'idée qu'elles serviraient à défier les autres équipes (îlots). Ainsi, après 30 ou 40 minutes de création, chaque îlot a défié les autres en posant l'une de ses questions. Un système de comptage de points, sur le principe d'un défi « Combien tu te mets ? » (CTTM) a permis de rendre l'activité ludique (1 point gagné par réponse juste, 1 point gagné ou perdu pour les auteurs en fonction de la qualité de la question et de sa réponse).

Suite à cet exercice, les éléments abordés par les étudiants et expliqués collectivement ont permis de supprimer le traitement en séance d'un certain nombre d'exercices de TD prévus. En effet, la qualité de l'apprentissage dans un temps plus court avait été améliorée.

Les autres exercices ont donc tous pu être discutés sur le temps restant, sans perte de contenu. Les résultats de l'évaluation de ce groupe comparé à trois autres n'étaient pas significativement différents.

Une autre expérimentation a été menée sous forme de fil rouge tout au long du deuxième semestre de la première année pendant l'enseignement des Enjeux de la TRansition Écologique (ETRE). Les étudiants par groupes de quatre ont eu à produire trois cartes de questions/réponses pendant le semestre.

La première carte a été élaborée lors de la première séance, dédiée habituellement à une présentation descendante d'un cours sur l'Anthropocène. La séance a commencé par une présentation du fil conducteur du jeu CTTM et de rappels méthodologiques, puis le « survol » du cours et la distribution des supports imprimés. Les étudiants ont alors élaboré une première carte avec cinq questions de difficultés croissantes sur la base de ces supports de cours.

Une deuxième carte a été préparée par les mêmes groupes, en travail hors séance, en s'appuyant sur les contenus des TD proposés sur environ cinq séances de 2 heures.

La troisième carte est issue en complément d'une activité d'arpentage d'une conférence GIEC : les groupes d'étudiants se répartissaient l'étude des différentes sous-parties de cette conférence, s'appropriaient le contenu de leur sous-partie et préparaient une restitution.

La semaine avant l'évaluation écrite, quatre jeux complets d'une vingtaine de cartes ont ainsi été imprimés afin de réviser en jouant lors d'une séance d'une heure de TD dédiée. Quatre groupes de six étudiants ont chacun choisi des modalités de jeu (tirage aléatoire ou continu des cartes, lecture de toutes les questions ou choix d'un seul niveau, temps limité ou non...).

À l'issue du jeu, quelques conclusions ont été tirées sur la qualité du jeu produit (notions manquantes, doublons de cartes sur le même sujet...). Les cartes sont maintenant mises à disposition de l'équipe enseignante pour une utilisation en début de semestre de deuxième année pour réactiver les connaissances ou pour les révisions des étudiants de la prochaine promotion.

5. Questions en soutien

Au moins trois usages différents de cette approche par création de cartes ont été expérimentés durant les soutiens :

- pour accueillir les étudiants en attendant que les retardataires arrivent ;
- pour synthétiser les échanges menés, à la fin de la séance ;
- pour structurer les échanges et faire des révisions.

Il y a eu peu d'itération de chacun de ces cas, mais le dernier (révision) a donné de bons retours. Après avoir proposé un soutien disciplinaire en informatique (ISN) pendant la semaine suivant les examens de semestre 1 (sous la thématique « révisions S1 »), l'enseignant a présenté 4-5 diapositives en début de la séance d'une heure pour décrire le déroulé, la taxonomie de Bloom [4], les documents fournis et une vue synthétique en une diapositive des objectifs d'apprentissage visés pendant le semestre 1. Par ailleurs, une version papier de chacun des cours en amphi, des polycopiés et des tutoriels ont été mis à disposition. Les consignes étaient les suivantes : « Qu'est-ce qui vous semble flou ? Quels éléments avez-vous l'impression de moins connaître ? Identifiez et exprimez « votre flou » à l'aide d'une question. Ensuite, par binôme, répondez aux questions formulées, si besoin en utilisant les supports fournis, l'enseignant ou internet. » Un pad collaboratif avait été mis en place pour permettre la saisie des questions et des réponses, auxquelles il fallait également adjoindre un niveau de difficulté.

Un retour positif a été exprimé par plusieurs étudiants, notamment sur la prise de recul globale permise sur le programme du premier semestre en lien avec le deuxième.

6. Mise en commun et jeu interdisciplinaire

Les différentes activités décrites précédemment ont abouti à la création de questions, avec leurs réponses et un niveau de difficulté associé. Nous avons ensuite voulu proposer une phase de révision inter voire trans-disciplinaire (via le module ETRE) pour valoriser le travail fait par les étudiants et permettre des révisions ludiques sous la forme d'un jeu « Combien Tu Te Mets » (CTTM). Nous avons donc assemblé les questions d'un même module sur différentes cartes de même couleur. Chaque carte est identifiée comme portant sur un thème global de sa discipline et peut lister des questions de niveaux différents. Par exemple, la Figure 2 montre les questions au recto, les réponses au verso d'une carte de la discipline informatique (ISN) sur le thème du tri avec trois niveaux de difficulté. Le choix a été fait ici de niveaux de 1 à 5, mais cela peut varier selon les cartes et les disciplines : {1, 5}, ou bien {1, 3, 5} ou encore {1, 2, 3, 4, 5}.

Une fois plusieurs jeux de cartes par discipline réunies, il est possible de jouer pour se défier entre équipes selon différentes modalités. Un plateau de jeu (type jeu de l'oie) peut être utilisé : après avoir choisi le niveau de la question à poser, une bonne réponse fait avancer du nombre de points associés. Il est aussi possible de se défier avec un dé permettant de choisir la discipline et d'enregistrer un score par équipe. C'est cette dernière modalité qui a été utilisée lors de l'atelier organisé au colloque pédagogique de Rouen.

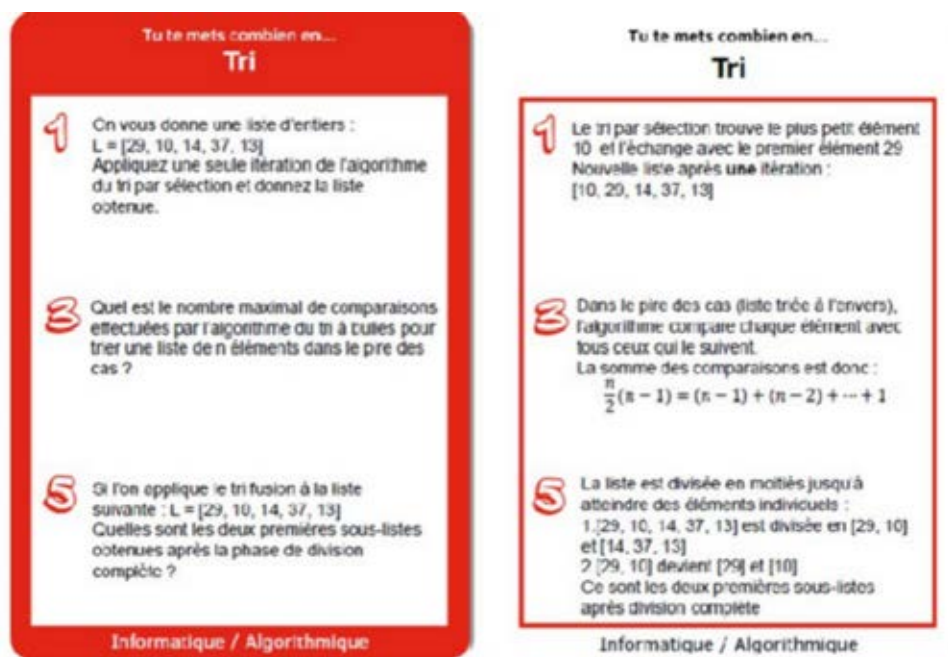


Figure 1 : Exemple d'une carte de la discipline informatique (recto à gauche et verso à droite)

7. Conclusion

Nous avons expérimenté la création de cartes de questions par les étudiants dans des modalités variées. Notre objectif était d'améliorer la mémorisation et de permettre un apprentissage en profondeur grâce à la pratique réitérée de phases d'auto-évaluation. Les expérimentations proposées ont également eu un impact sur la motivation et l'engagement des étudiants. Pour valider ces hypothèses de progrès dans les acquis étudiants, il conviendrait de reproduire de façon répétée l'expérience avec des groupes contrôles sur une partie d'enseignement ou d'organiser une séance générale de jeu au début du semestre suivant pour estimer la quantité de contenus facilement réactivés.

Néanmoins, les pratiques de ludification menées avec cette expérimentation ont motivé les élèves à soutenir leur attention et ont permis aux enseignants impliqués d'expérimenter, avec plaisir, de nouveaux outils pédagogiques.

Un des objectifs du projet pédagogique de maintenir l'engagement sur l'année d'une équipe pédagogique pluridisciplinaire a été de plus largement atteint. Un effort de présence aux réunions régulières a été soutenu, les discussions pédagogiques transdisciplinaires suivies de comptes-rendus réguliers ont nourri des projets communs. La compilation conséquente de cartes questions-réponses a permis de présenter un format de jeu lors d'un café pédagogique pour étendre la dynamique de création dans les disciplines et envisager l'organisation d'une séance de révision à l'échelle d'une cohorte de plusieurs groupes l'an prochain.

Références

- [1] Laure Raffaelly-Veslin, Nicolas Stouls, Sylvie Moebs-Sanchez, Hélène Déchelette, Valérie Kaftandjian, Catherine Gauthier, Stéphanie Deschanel, Christelle Der-Loughian, *Projet OLA ou comment redynamiser les apprentissages des élèves et les pratiques des enseignants*, 9ème colloque Pédagogie et Formation, INSA Rouen Normandie, 2025.
- [2] D. Duval, S. Paillat, V. Hordey, *Dynamiser l'apprentissage grâce aux questionnaires en ligne Wooflash*, 9ème colloque Pédagogie et Formation, INSA Rouen Normandie, 2025
- [3] Heurtel Adeline, *Accompagner les étudiants dans leurs révisions avec Wooflash//Dynamisation des cours magistraux*, 8ème colloque Pédagogie et Formation, INSA Rennes, 2023
- [4] Wikipédia, *Taxonomie de Bloom*, https://fr.wikipedia.org/wiki/Taxonomie_de_Bloom (consulté le 30/01/2025)

La classe renversée à l'ère de ChatGPT

Laurent Bobelin

INSA Centre Val de Loire

Résumé

L'enseignement entre pairs, et en particulier la classe renversée - où des étudiants préparent et donnent les cours - est une pratique connue et reconnue dans l'enseignement supérieur. Quand les apprenants font preuve d'un engagement suffisant, cette inversion des rôles crée une appropriation du sujet et un investissement dans les activités de qualité.

Cependant, depuis l'avènement des grands modèles de langage (Large Language Model ou LLM) tels que ChatGPT, la traditionnelle répartition des rôles apprenant/enseignant admet un troisième rôle, celui d'assistant personnel, dont les étudiants usent de manière trop systématique.

La conciliation entre la classe renversée et l'apparition de ce nouveau rôle d'assistant implique une adaptation de la modalité de classe renversée, en cassant la logique de l'étudiant qui consiste à reposer uniquement sur l'assistant, sans prendre le temps de faire une analyse et une synthèse des informations fournies par cet assistant. Le but de cet article est de proposer un retour d'expérience sur une modalité à base de classe renversée mise en place en 5ème année du parcours ingénieur en sécurité informatique à l'INSA Centre-Val de Loire.

Mots-clés : Classe renversée, LLM, RETEX

1. Introduction

L'émergence rapide des Large Language Models (LLM) tels que ChatGPT [1], Grok [2], Copilot [3] ou Gemini[4] a profondément transformé de nombreux secteurs, y compris celui de l'éducation. Ces outils, capables de générer du langage naturel à partir d'une entrée textuelle, offrent un potentiel considérable en termes de gain de productivité et d'accès à l'information. Dans le contexte académique, les étudiants s'approprient de plus en plus ces assistants conversationnels pour diverses tâches pédagogiques.

Les étudiants se servent d'un assistant pour comprendre un problème : les étudiants peuvent solliciter l'IA pour obtenir des clarifications sur des énoncés d'exercices ou des concepts théoriques. Il s'agit souvent pour eux de bénéficier d'une aide qui reformule et donne du contexte par rapport aux notions énoncées par l'enseignant. De manière proche, ils s'en servent aussi pour réviser des notions : L'IA peut générer des résumés, des explications alternatives ou des exemples pour faciliter la révision. Enfin les étudiants se servent d'un assistant pour trouver des solutions à des problèmes donnés en cours. C'est cette dernière approche qui est la plus problématique, car elle ne requiert pas que l'étudiant comprenne la solution qui lui est proposée.

Cette capacité des LLM à fournir des réponses rapides et diverses ouvre des perspectives d'apprentissage individualisé et accessible. Cependant, les réponses données par les LLM sont approximatives, incertaines, ou peuvent refléter un biais dans le prompt utilisé, ce qui ne fait que renforcer l'incompréhension initiale de l'étudiant.

Les modalités pédagogiques dépendantes du travail en autonomie, comme la classe renversée [6], pâtissent de l'apparition des LLM. Dans la classe renversée, après une exposition des thématiques générales d'un cours, les sessions de cours sont co-élaborées entre l'enseignant et des groupes d'élèves qui préparent les supports de CM/TD/TP pour chacun des chapitres du cours, avant que les élèves n'effectuent les CM/TD/TP avec le reste de leur classe. Le recours aux LLM dans ce cadre est souvent fait par les élèves qui préparent les supports, ce qui leur permet de superficiellement appréhender un cours, sans cependant être capable de tenir face à leurs camarades. Il faut donc trouver des moyens de les inciter à approfondir leurs savoirs, au-delà de l'analyse de surface rendue possible par un LLM.

Nous faisons ici un retour d'expérience d'une solution expérimentale basée sur une adaptation de la classe renversée pour rééquilibrer les rôles et optimiser l'apprentissage. Nous décrirons le cadre de l'expérimentation, analyserons les retours d'expérience et discuterons des implications pour l'avenir de l'enseignement assisté par l'IA.

2. Problématique

L'observation des pratiques étudiantes a révélé un fonctionnement fréquent par essais et erreurs lors de la résolution de problèmes ou de la réalisation de travaux dirigés (TD)/travaux pratiques (TP) [5], et cela perdure avec l'aide d'un agent conversationnel. Le processus se déroule souvent comme suit :

- L'étudiant demande une solution ou une piste à l'agent conversationnel.
- Il observe le résultat fourni par l'IA, souvent en se basant sur une perception intuitive de sa "ressemblance à quelque chose de correct".
- Si le problème n'est pas résolu ou si le résultat est insatisfaisant, le cycle se répète avec de nouvelles requêtes.

Ce mode de fonctionnement met en lumière un manque critique d'analyse approfondie de la solution proposée par l'IA. La correction ou la validation de la solution repose alors sur un "oracle" externe :

- L'expérience réelle (tests, exécution d'un code).
- L'enseignant (qui valide ou corrige explicitement).
- L'étudiant lui-même, en l'absence de feedback externe, basé sur sa propre crédibilité perçue de l'outil ou de ses connaissances résiduelles.

Ce processus, bien que parfois efficace pour obtenir une réponse rapide, ne favorise pas nécessairement une compréhension profonde des concepts sous-jacents. Dans le cadre pédagogique intégrant les LLM, nous identifions trois rôles principaux : l'enseignant, l'étudiant et l'assistant (le LLM). Si l'enseignant et l'assistant partagent des "connaissances préalables" sur le sujet traité, le positionnement de l'étudiant devient problématique. Il se retrouve souvent coincé entre deux oracles : l'intelligence artificielle qui propose une solution et l'enseignant (ou la réalité) qui la valide.

Cette configuration conduit à plusieurs problèmes qui entravent un apprentissage optimal :

- **Absence de compréhension du rôle de l'étudiant** : L'étudiant est positionné "au milieu" de ces deux sources de savoir, mais il n'est pas au "centre" de son apprentissage. Son rôle se réduit parfois à une simple médiation entre la question posée et la solution proposée, sans une véritable construction de sens.
- **Manque de compréhension du fond d'un problème** : Entouré par deux experts (l'enseignant et l'IA), l'étudiant n'est pas suffisamment incité à comprendre le fondement même du problème, ni à développer un esprit critique sur les solutions. La "validation" devient plus importante que la "compréhension".

- **Risque d'échec accru sur les tâches complexes** : Les conversations avec les LLM pour des tâches complexes tendent à devenir longues et itératives. Cette longueur augmente significativement le risque d'hallucination du LLM (génération de fausses informations), ce qui peut conduire à des impasses et à une frustration de l'étudiant.

Face à ces constats, la problématique que nous tentons d'adresser est double :

- **Intégrer l'assistant dans le périmètre de l'enseignement** : L'IA ne doit plus être un outil externe de "triche" ou de simple aide, mais un élément pensé et utilisé de manière constructive dans la démarche pédagogique.
- **Remettre l'étudiant au centre de son apprentissage** : L'étudiant doit redevenir l'acteur principal, développant son autonomie et sa capacité d'analyse.

Pour ce faire, nous visons à permettre aux étudiants de parcourir pleinement la taxonomie de Bloom [7], en allant au-delà de la simple connaissance et application :

- **Connaître** : L'acquisition des notions de base.
- **Comprendre** : Mettre en œuvre la capacité d'analyse pour saisir le fond d'un problème.
- **Appliquer** : Utiliser les connaissances dans des situations concrètes.
- **Évaluer et Synthétiser** : Développer un esprit critique sur les informations et construire de nouvelles connaissances.

3. Solution expérimentée : la classe renversée prenant en compte l'assistant LLM

Pour répondre à cette problématique, nous avons expérimenté un dispositif pédagogique basé sur les principes de la classe renversée. Dans un modèle traditionnel de classe renversée, les rôles sont redéfinis comme suit :

- **L'enseignant** : Définit les objectifs pédagogiques généraux et les thèmes à traiter. Son rôle est d'orienter, de réguler et de valider les contenus produits par les étudiants.
- **Les groupes d'élèves** : Sont autonomes dans la recherche d'information, la construction des contenus (cours, présentations, quiz) et l'enseignement de ces contenus à leurs pairs. Ils participent également à des évaluations croisées.

Cette approche présente des intérêts pédagogiques majeurs, notamment une meilleure appropriation des connaissances par les apprenants et un renforcement de l'apprentissage collaboratif.

Notre proposition consiste à intégrer l'assistant IA de manière structurée dans ce cadre de classe renversée. Les rôles sont alors précisés :

- **L'enseignant** : Définit toujours les objectifs pédagogiques mais il se concentre sur les **thèmes** à aborder. Il maintient son rôle d'orientation, de régulation et de validation.
- **Les groupes d'élèves** : Leurs tâches sont enrichies par l'intégration de l'IA. En plus de chercher l'information, construire les contenus, enseigner et participer aux évaluations, ils doivent également **orienter les contenus** et la sélection des informations, en utilisant l'IA de manière critique.
- **L'Assistant (LLM)** : Son rôle est spécifiquement celui de **fournir de l'information** et de **proposer des thématiques plus précises** au sein des grands thèmes définis par l'enseignant.

L'IA devient une source d'information et de suggestion, dont les propositions sont soumises à l'analyse et à la validation des étudiants.
Cette configuration vise à transformer le rôle de l'IA, passant d'un *oracle* en un *catalyseur d'informations* que l'étudiant doit apprendre à interroger et à critiquer.

Le déroulement de cette classe renversée augmentée par l'IA suit le schéma classique, avec une étape clé additionnelle :

1. **Séance de démarrage :**

- Présentation du contrat pédagogique (modalités, attendus).
- Cours introductif long par l'enseignant pour baliser les chapitres/thématiques générales du module.
- Constitution des groupes d'étudiants.

2. **Séance de précision des thématiques :** elle permet d'intégrer et réguler le rôle de l'IA.

3. **Phase de préparation des cours avec les élèves :** Les groupes élaborent leurs contenus.

4. **Cours/TD/TP donnés par les élèves :** Présentation et animation des séances par les étudiants pour leurs pairs.

La nouveauté de notre dispositif est la **séance de précision des thématiques, qui a des objectifs doublement importants :**

- **Au premier degré :** Permettre à tous les étudiants de travailler sur toutes les problématiques avec le LLM, pour dégager collectivement les thématiques précises.
- **Au niveau méta (remettre les étudiants au centre) :**
 - Leur donner du **choix** dans l'orientation des sujets qu'ils devront approfondir.
 - Favoriser l'**échange entre groupes** par un travail collaboratif.
 - **Formaliser les attentes de leurs pairs** vis-à-vis des futurs cours.
 - Reléguer l'IA à un rôle de **suggestion** et non d'autorité finale.

Le déroulé de cette séance spécifique est le suivant :

- **Travaux de groupes :** Pour chacun des sujets **autres que celui assigné au groupe**, les étudiants utilisent l'assistant IA pour synthétiser des thématiques plus précises et identifier ce qui leur semble d'intérêt.
- **Échange inter-groupes :** Chaque groupe envoie le résultat de ses travaux sur un sujet (autre que le leur) au groupe chargé de ce sujet.
- **Compilation et extraction :** Chaque groupe responsable d'un sujet compile les retours des autres groupes pour extraire les thématiques principales et les questions clés.
- **Restitution et régulation :** Les groupes présentent devant les autres. L'enseignant et la classe participent à la régulation du contenu, validant ou ajustant les choix.

Cette approche a été expérimentée dans un contexte précis et propice à cette expérimentation. Le public était constitué d'étudiants de 5e année en informatique, spécialisés en cybersécurité, avec une forte orientation programmation, donc assez familier avec les outils d'IA. La promotion compte environ 25 étudiants. De plus le module concerné traite lui-même d'application de l'IA, puisqu'il s'agit d'un module de *cybersécurité assistée par l'IA*.

4. Analyse et Conclusion

L'expérimentation de cette classe renversée augmentée par l'IA a mis en évidence plusieurs points positifs :

- **Forte implication des étudiants** : Le fait que les étudiants devaient enseigner à leurs pairs a généré une **volonté notable de ne pas décevoir**. Cette pression positive a encouragé une recherche approfondie et une meilleure appropriation des contenus.
- **Validation par la pratique** : L'obligation de proposer un TP associé au cours a contraint les étudiants à **vérifier concrètement les suggestions de l'IA**. Ils ne pouvaient pas simplement copier-coller des informations, mais devaient s'assurer de leur applicabilité et de leur exactitude, ce qui a renforcé leur esprit critique.

Bien que les résultats initiaux soient prometteurs, des pistes d'amélioration ont été identifiées pour optimiser le dispositif :

- **Intégrer un cadre d'évaluation plus structuré** : Développer des grilles d'évaluation claires pour les contenus produits par les étudiants et pour leurs performances d'enseignement, afin de garantir une meilleure équité et une rétroaction plus précise.
- **Former les étudiants à l'usage critique de l'IA en amont** : Proposer une formation spécifique sur les biais des LLM, la vérification des sources, et les stratégies de *prompt engineering* pour maximiser l'efficacité et la fiabilité de l'interaction avec ces outils.

En conclusion, il est nécessaire de réfléchir à l'intégration du rôle d'assistant dans nos modalités pédagogie. En particulier, il faut réussir à faire évoluer le rôle de l'IA d'oracle à celui d'outil au service de la découverte et du défrichage, et entraîner les étudiants à avoir une pensée critique face aux propositions de l'IA.

5. Références

- [1] OpenAI (2025). *ChatGPT (version GPT-4o)* <https://chat.openai.com/>
- [2] Google DeepMind (2025). *Gemini* <https://deepmind.google/technologies/gemini/>
- [3] xAI (2025). *Grok* <https://x.ai/>
- [4] GitHub (2025). *GitHub Copilot* <https://github.com/features/copilot>
- [5] Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University*. Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- [6] Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
- [7] Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain*. David McKay Company.

Usages de l'intelligence artificielle dans l'enseignement scientifique : vers des préconisations pédagogiques

Romano Christophe¹

¹ INSA Toulouse

Résumé

L'intelligence artificielle (IA) transforme progressivement les pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur, en particulier dans les écoles d'ingénieurs. Un atelier d'intelligence collective a réuni des enseignants du Groupe INSA issus de différentes disciplines scientifiques afin d'échanger sur leurs usages de l'IA, les bénéfices qu'ils en retirent, les risques qu'ils perçoivent, et les conditions pour une intégration raisonnée dans leurs pratiques d'enseignement. Cette contribution propose une synthèse des échanges issus des groupes « Génie des procédés / Génie industriel / Physico-chimie », « Mécanique / Mécatronique » et « Sciences sociales et Humaines », enrichie par une réflexion pédagogique globale. Des pistes concrètes de préconisations sont proposées pour guider l'appropriation de l'IA par les enseignants, dans une logique de transformation pédagogique durable et éthique.

Mots-clés : Intelligence artificielle, pédagogie, enseignement supérieur

1. Introduction

Cet article présente une synthèse des résultats issus de l'atelier « Usage de l'IA, vers des préconisations pédagogiques éclairées », animé lors du colloque. L'intelligence artificielle (IA) s'invite de plus en plus dans les formations en école d'ingénieurs, soulevant des questions cruciales quant aux compétences qu'elle mobilise, aux transformations pédagogiques qu'elle induit, ainsi qu'aux limites et risques associés à son déploiement. Cet atelier proposait aux enseignants de vivre une démarche d'intelligence collective pour analyser, avec un regard critique, les usages possibles de l'IA dans leur discipline. L'objectif était double : favoriser la compréhension fine des apports et des dérives potentielles de l'IA dans l'enseignement, et co-construire des préconisations pédagogiques concrètes et transférables.

Le déroulé de l'atelier était structuré en trois temps : identification des pratiques et des perceptions actuelles de l'IA chez les participants, en croisant les expériences ; analyse collaborative des bénéfices, risques et compétences spécifiques mobilisées ou développées par l'usage de l'IA ; et enfin, production collective de préconisations pédagogiques destinées à guider une intégration pertinente, raisonnée et éthique de ces technologies dans les parcours d'ingénieurs. Les participants ont ainsi produit une synthèse co-construite, sous la forme d'une grille de préconisations.

2. Usages de l'IA dans l'enseignement scientifique

Les usages recensés varient très peu selon les disciplines mais relèvent d'un même besoin d'assistance à la conception pédagogique et de renouvellement des pratiques. Dans les domaines du génie des procédés, du génie industriel et de la physico-chimie, les enseignants mobilisent l'IA pour générer des plans de cours, actualiser les connaissances, diversifier les formats de support, transformer des documents ou encore créer des sujets d'examen.

En mécanique et mécatronique, l'IA est également mise à profit pour générer des projets ou des travaux pratiques adaptés aux ressources disponibles, vérifier le niveau de difficulté de certains sujets, illustrer les cours à travers des images libres de droit, ou initier les étudiants à la programmation par des requêtes guidées. Dans ce dernier cas, elle permet de gagner du temps tout en obligeant les étudiants à comprendre le code produit pour l'adapter, même si elle peut donner une impression de maîtrise parfois trompeuse.

Dans l'ensemble, l'IA est perçue comme un outil d'assistance, qui facilite la mise en forme, propose des idées nouvelles et ouvre des perspectives de diversification pédagogique, mais qui ne se substitue pas au travail de l'enseignant.

3. Bénéfices perçus

Les enseignants relèvent plusieurs bénéfices à l'usage de l'IA dans leurs pratiques pédagogiques. Le premier est le gain de temps, jugé significatif lors de la préparation des cours, la création de supports ou l'élaboration de sujets d'évaluation. Cette rapidité d'exécution libère des ressources pour d'autres dimensions du métier enseignant, telles que l'accompagnement des étudiants ou la recherche.

Un second apport réside dans la stimulation de la créativité. L'IA permet de renouveler les approches pédagogiques, de proposer des alternatives inédites, de restructurer différemment un cours ou d'introduire des exemples variés. Elle agit alors comme un outil de déblocage, permettant de sortir de la « page blanche » ou des formats traditionnels.

L'IA contribue également à réduire la charge cognitive liée à la mise en forme et à la production répétitive de supports, tout en favorisant une certaine personnalisation. Les enseignants y voient une opportunité d'adapter plus rapidement leurs contenus à des contextes spécifiques ou à des publics différents.

Enfin, certains usages ouvrent des perspectives pédagogiques intéressantes en termes de développement de l'esprit critique. En confrontant les étudiants à plusieurs productions générées par des IA et en les invitant à les comparer, les enseignants encouragent la réflexion, la vérification des sources et la discussion autour de la validité des contenus. L'IA devient alors non seulement un outil de production, mais aussi un objet d'apprentissage critique.

4. Risques identifiés

Ces bénéfices s'accompagnent toutefois de risques et de limites, identifiés de manière récurrente par les enseignants.

L'un des plus préoccupants concerne la perte de sens et de motivation des étudiants. Si l'IA est capable de produire des solutions complètes, pourquoi apprendre à résoudre un problème ou à maîtriser un code ? Cette délégation excessive risque d'affaiblir l'engagement et le sentiment d'utilité de l'apprentissage.

Un autre risque tient à la fiabilité incertaine des productions. Les « hallucinations » – réponses fausses ou inventées – obligent à un contrôle rigoureux, au risque de perdre le temps gagné dans la génération initiale. Les enseignants soulignent également la dépendance excessive qui peut s'installer : l'IA étant sollicitée pour tout type de tâche, même lorsque ce n'est pas nécessaire, elle peut conduire à une forme d'addiction et d'appauvrissement de la réflexion.

La standardisation et le manque d'originalité des contenus générés constituent une autre limite. En s'appuyant trop fortement sur des outils produisant des réponses formatées, les

enseignants et les étudiants risquent d'uniformiser leurs pratiques, réduisant ainsi la richesse et la diversité des approches pédagogiques.

Enfin, des préoccupations éthiques et politiques apparaissent, liées à la souveraineté des données et à la dépendance envers des plateformes internationales, souvent opaques sur les corpus d'entraînement. La question de la confidentialité et de la maîtrise des outils devient ainsi un enjeu central.

5. Préconisations pédagogiques

Les échanges de l'atelier convergent vers une approche raisonnée et critique de l'IA, qui doit être intégrée comme un outil d'accompagnement plutôt que comme une solution de substitution.

Pour les enseignants, il apparaît essentiel de choisir les outils en fonction des besoins réels et non par effet de mode. Certaines tâches peuvent être plus efficacement réalisées avec des logiciels classiques, tandis que l'IA générative s'avère utile pour la reformulation, la génération d'idées ou la mise en forme. Il convient également de rester vigilant face aux risques d'automatisation excessive et de vérifier systématiquement les productions générées.

Les pratiques pédagogiques doivent intégrer un cadre clair pour les étudiants. L'usage de l'IA doit être accompagné de consignes précises, notamment sur ce qui est autorisé ou non dans les travaux évalués. Cette explicitation des règles favorise la transparence et limite les risques de fraude ou de dépendance.

La formation continue des enseignants constitue une priorité, car la plupart découvrent ces outils en autodidactes. Un accompagnement institutionnel permettrait d'ancrer ces pratiques dans une perspective durable et partagée. Par ailleurs, l'intégration de l'IA dans des dispositifs pédagogiques explicites, où elle est utilisée comme objet d'analyse critique par les étudiants, contribue à développer leur autonomie intellectuelle et leur discernement.

Enfin, une réflexion collective doit être menée au niveau institutionnel sur l'évolution des référentiels de compétences et des modalités d'évaluation. L'enjeu est de s'assurer que l'intégration de l'IA reste cohérente avec les objectifs de formation des ingénieurs, centrés sur la compréhension en profondeur et la capacité d'adaptation, plutôt que sur la simple restitution de solutions.

6. Conclusion

L'atelier a révélé un intérêt marqué pour les potentialités de l'intelligence artificielle dans l'enseignement scientifique, tout en soulignant les risques d'un usage non encadré. Les enseignants adoptent une posture à la fois curieuse et critique, conscients des opportunités offertes mais également des dérives possibles.

L'enjeu pour les années à venir n'est pas de généraliser l'usage de l'IA à toutes les dimensions de l'enseignement, mais de l'intégrer de manière réfléchie, pertinente et éthique. Pour cela, il est nécessaire d'accompagner les enseignants par de la formation, de favoriser la mutualisation des pratiques, et de développer une culture commune des enjeux pédagogiques et éthiques liés à l'IA.

Ainsi, l'IA peut devenir un véritable levier de transformation pédagogique, non pas en remplaçant les enseignants, mais en les aidant à enrichir leurs approches, à stimuler la créativité et à mieux préparer les étudiants aux défis d'un monde en mutation.

Références

- [1] UNESCO (2025). *AI Competency Framework for Teachers*.
<https://doi.org/10.54675/BQZD8407>

Le Challenge-Based Learning en pratique : retour sur un atelier de formation interactif

Jones, Sarah¹, Hölzner-Jacques, Cécile²

¹ INSA Toulouse

² INSA Rennes

Résumé

Cet article étudie la mise en œuvre de l'apprentissage par challenge (Challenge-Based Learning, CBL) au sein du Groupe INSA, notamment dans le cadre de sa participation à l'alliance européenne des universités ECIU. Après avoir présenté les fondements pédagogiques du CBL et son adéquation avec les objectifs de la formation en ingénierie, nous décrivons un récent atelier inter-établissements destiné à initier les enseignants à cette approche. Il met en lumière les avantages du CBL pour stimuler la créativité, la pensée critique et la collaboration internationale, tout en traitant de la co-construction et de l'évaluation. Les retours recueillis lors de l'atelier soulignent le potentiel transformateur du CBL et sa pertinence dans le contexte en évolution de l'enseignement supérieur.

Mots-clés : Challenge-based learning. Pédagogie active. Apprentissage par projet. Co-création. Évaluation authentique. Travail interdisciplinaire posture enseignante

1. Introduction

Face aux évolutions récentes de l'enseignement supérieur en Europe — montée en puissance de l'internationalisation, exigence croissante d'interdisciplinarité et attente renforcée d'impact sociétal — les écoles d'ingénieurs repensent leurs pratiques pédagogiques. Les modèles d'apprentissage actifs, collaboratifs et fondés sur la résolution de défis s'imposent progressivement comme des réponses pertinentes à ces transformations. Parmi eux, le challenge-based learning (CBL) se distingue par sa capacité à placer les étudiants au cœur de leur parcours d'apprentissage, tout en les engageant dans des problématiques concrètes mobilisant pensée critique, créativité et travail d'équipe. Dans ce contexte, le European Consortium of Innovative Universities (ECIU) — dont le Groupe INSA est membre — a fait du CBL l'un des piliers de son projet pédagogique. Depuis plusieurs années, le Groupe INSA s'investit activement dans la mise en œuvre du CBL, à travers la participation de ses étudiants aux challenges et micromodules proposés par l'alliance ECIU, mais également via un accompagnement des enseignants dans l'appropriation de cette approche.

Ce texte propose à la fois un éclairage conceptuel et un retour d'expérience. Il commence par une présentation des fondements du CBL, ainsi que de son expression spécifique au sein de l'alliance ECIU. Il décrit ensuite l'atelier inter-établissement que nous avons proposé à

l'occasion du colloque à INSA Rouen, en mettant en lumière les modalités de découverte, d'appropriation et de réception de l'approche. Enfin, il propose une réflexion sur les déplacements pédagogiques induits par le CBL, surtout en matière de posture enseignante, de pratiques évaluatives et de rapport à la langue.

2. Le Challenge-based learning au sein du Groupe INSA

Le CBL est un cadre pédagogique conçu pour immerger étudiants et enseignants dans des environnements d'apprentissage collaboratifs et expérientiels [1]. Il invite l'ensemble des participants à relever de grands challenges (« défis ») thématiques en mobilisant la pensée critique, la résolution innovante de problèmes et la collaboration créative, en lien avec les enseignants ainsi qu'avec des partenaires extérieurs tels que des acteurs industriels, associatifs ou institutionnels [2]. Ces challenges s'articulent autour d'une *big idea* (« une grande idée »)— par exemple, la transition énergétique, notre dépendance contemporaine au plastique, ou encore les réponses individuelles et collectives au changement climatique. Travaillant en équipes interdisciplinaires, interculturelles et internationales, les étudiants analysent les enjeux du challenge, à comprendre pourquoi il résonne avec eux, à identifier les parties prenantes et les facteurs clés, à réfléchir à leur propre formation disciplinaire et à leurs forces personnelles, pour enfin proposer une solution qu'ils estiment pertinente.

L'ECIU a fait du CBL la pierre angulaire de son offre pédagogique à destination des étudiants. Tous les étudiants des universités membres peuvent ainsi participer à des challenges ou à des micromodules. L'ECIU a choisi le CBL comme approche éducative structurante de son offre inter-établissement en raison de sa capacité à favoriser la collaboration internationale, à développer les compétences transversales, et à proposer des expériences d'apprentissage atypiques (ECIU University, 2021). À l'INSA Toulouse, par exemple, des étudiants issus de l'ECIU ont souligné que le challenge auquel ils ont participé leur avait permis d'explorer un domaine ou un secteur professionnel peu présent dans leur université d'origine (la réalité virtuelle), renforçant ainsi la qualité de leur candidature pour des postes ou des masters dans ce champ.

L'approche pédagogique portée par le CBL s'harmonise également avec les valeurs que les écoles d'ingénieurs françaises sont appelées à incarner par la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI) [3]. En outre, l'orientation forte de l'ECIU vers l'innovation — couplée à la présence, au sein de l'alliance, d'écoles d'ingénierie européennes de premier plan telles que l'Université de technologie de Hambourg-Harburg, l'Université polytechnique de Łódź, ou encore l'Université de technologie de Kaunas — permet au Groupe INSA de bénéficier d'une vision pédagogique partagée, portée par un intérêt commun pour l'innovation, l'ingénierie et l'humanisme.

Principes et repères méthodologiques du CBL

2.1. Résumé

Les sept piliers constitutifs de l'approche par challenge offrent un cadre structurant pour appréhender le CBL. Le premier pilier est la présence d'une *big idea* autour de laquelle le challenge est structuré. Contrairement à une problématique définie dans le cadre de l'approche par problème, la *big idea* constitue un concept large, ouvert, qui peut être exploré sous de multiples angles ou à partir d'approches variées [4]. Elle doit faire sens pour les étudiants et les enseignants impliqués dans le challenge, mais aussi pour la communauté au sens large.

Souvent exprimée en un mot ou en une expression courte (plastique, santé, communication) la *big idea* constitue le point d'entrée du challenge pour les étudiants. Son caractère volontairement ouvert reflète la liberté laissée aux participants quant aux directions explorées.

Le deuxième pilier est l'adoption d'une posture pédagogique centrée sur l'apprenant. À rebours d'un enseignement descendant, que Paulo Freire désigne comme le « modèle pédagogique bancaire » où les étudiants sont perçus comme des récipients passifs de savoirs à restituer lors des examens [5], le CBL place l'expérience, les choix et les questionnements des apprenants au cœur du processus. Ce sont les étudiants qui décident collectivement de la manière dont le challenge sera interprété, des axes à approfondir, et de la réponse qu'ils souhaitent y apporter. Concrètement, l'enseignant fournit quelques éléments techniques ou contextuels pour lancer la dynamique, mais ce sont les étudiants qui définissent les directions à suivre selon leurs intérêts, compétences et hypothèses.

Le troisième pilier apporte une structuration claire à la démarche. Le déroulement d'un challenge suit trois grandes phases : *Engage*, *Investigate* et *Act*, une structuration qui assure une cohérence entre les objectifs d'apprentissage, les activités pédagogiques et les modalités d'évaluation, conformément au principe d'alignement pédagogique [6].

- Lors de la phase *Engage* (« engager »), les étudiants formulent et analysent des questions essentielles leur permettant d'identifier un challenge concret à traiter.
- Pendant *Investigate* (« chercher »), ils identifient les questions directrices, les ressources, les partenaires et les actions nécessaires pour mieux comprendre la problématique et élaborer une réponse fondée.
- Enfin, dans la phase *Act* (« agir »), ils développent, expérimentent et partagent leur solution tout en prenant le temps de réfléchir à l'ensemble du challenge.

Les quatrième, cinquième et sixième piliers relèvent quant à eux du caractère inhérent du challenge étant donné le contexte ECIU.

- Le quatrième pilier concerne le travail en équipe. L'idéal est de constituer des groupes de cinq à huit étudiants, afin de favoriser une dynamique de collaboration efficace.
- Le cinquième pilier découle du précédent : les équipes étant pluridisciplinaires, elles permettent une approche intégrée et riche du challenge. La diversité des parcours académiques stimule la complémentarité des regards et des compétences.
- Le sixième pilier est l'ouverture à l'international. Cela peut se traduire par la participation à un challenge ECIU avec des étudiants d'autres pays, la collaboration avec un partenaire externe à dimension internationale ou encore la confrontation à d'autres profils socioculturels ou professionnels au sein même de l'équipe. Ces éléments interculturels nourrissent les échanges, encouragent le dialogue entre visions divergentes et enrichissent considérablement la qualité de la réponse produite.

Le septième pilier est la présence d'un *challenge provider*, acteur extérieur au système académique : entreprise, ONG, collectivité publique, etc. Le degré d'implication de ce partenaire peut varier selon le contexte : il peut se limiter à transmettre des documents de cadrage au début du challenge ou s'engager plus activement via des réunions de lancement, des temps de retour intermédiaires ou lors des restitutions finales. Ce lien avec le *challenge provider* permet d'ancrer l'apprentissage dans la réalité, tout en offrant aux étudiants des opportunités de dialogue avec des acteurs du terrain.

En résumé, le CBL est une approche pédagogique active et collaborative centrée sur l'activité des étudiants. Il partage certaines caractéristiques avec d'autres méthodes actives telles que l'approche par problème ou l'approche par projet, mais s'en distingue par la présence de phases structurées, l'ouverture du dispositif, l'implication d'un *challenge*

provider, et la souplesse accordée aux différents acteurs pour façonner le challenge en fonction de leurs intérêts, contextes et ressources.

2.2. Changer de posture pédagogique

Si Freire définit les étudiants comme des réceptacles de savoirs dans le modèle bancaire de l'enseignement, il attribue corrélativement aux enseignants le rôle de détenteurs et de diffuseurs de ces savoirs. La recherche de Kristen Kereluik remet en question la pertinence de cette posture professorale à l'ère du XXI^e siècle et, dans le cadre du CBL, cette posture devient obsolète [7]. En effet, puisque le livrable final du challenge n'est pas défini à l'avance — sa nature même étant façonnée par les parcours disciplinaires, les centres d'intérêt et les expériences personnelles des étudiants — l'enseignant prend le rôle de guide auprès des étudiants.

Ainsi, les enseignants impliqués dans un challenge se perçoivent moins comme des experts du domaine concerné, et davantage comme des spécialistes des compétences transversales nécessaires à la réussite du challenge : pensée critique, résolution de problèmes, pensée latérale, capacité d'autoévaluation. Ils adoptent tour à tour une posture de coach, pour inspirer, motiver et soutenir les étudiants, et celle d'ami critique, capable de questionner les idées émises, les hypothèses formulées, ou les solutions envisagées, afin d'élargir les perspectives et d'ouvrir d'autres voies de réflexion.

2.3. La co-création comme moteur d'engagement

La co-construction constitue l'une des évolutions les plus marquantes du développement pédagogique de ces dernières années [8]. Toutefois, sa mise en œuvre concrète est complexe, car de nombreux étudiants restent enfermés dans le modèle bancaire décrit par Freire, où, même lorsque des approches plus actives sont mises en place, l'évaluation est toujours perçue comme un processus unilatéral, fixé à l'avance par l'enseignant. Des expérimentations récentes en matière de co-construction de l'évaluation avec les étudiants se sont néanmoins révélées prometteuses [9].

Dans ce contexte, le CBL propose une approche originale : les étudiants y définissent non seulement la nature du challenge, mais également le format de livrable qu'ils jugent le plus pertinent pour y répondre. Il s'agit là d'une forme ambitieuse — mais rigoureusement encadrée — d'introduction à la co-construction de l'évaluation.

2.4. Ancrage dans le réel

L'évaluation authentique constitue une autre tendance majeure en ingénierie pédagogique à laquelle le CBL répond de manière particulièrement efficace. Ce type d'évaluation exige que les étudiants mobilisent leurs savoirs et compétences dans des contextes qui simulent, ou reproduisent, des situations réelles, les amenant ainsi à appliquer leurs apprentissages de façon concrète et significative [10], dans des formes qui leur seront utiles dans leurs trajectoires professionnelles futures [11].

En intégrant une *big idea* et un *challenge provider*, les challenges proposés dans le cadre du CBL s'ancrent dans des problématiques proches de celles du monde professionnel. De plus, en raison du caractère non défini du challenge (et de sa solution), mais aussi de la composition interdisciplinaire et interculturelle des équipes, le déroulement du challenge reproduit les incertitudes, les zones d'ambiguïté, ainsi que les dynamiques de groupe typiques des environnements professionnels.

3. Un atelier d'acculturation au CBL pour les enseignants du Groupe INSA

3.1. Résumé

Afin d'illustrer concrètement les principes du CBL et d'accompagner les enseignants dans une première découverte de l'approche, un atelier inter-établissement a été organisé dans le cadre du colloque pédagogique du Groupe INSA.

L'atelier a débuté par une brève introduction aux fondements du CBL, notamment la présentation des sept piliers, des trois phases structurantes pour le déroulement d'un challenge, ainsi qu'un aperçu des bénéfices pédagogiques qu'une participation à un challenge peut représenter pour les enseignants. Le reste de l'atelier a été consacré à la mise en œuvre d'un mini-challenge, permettant aux participants d'expérimenter rapidement les trois phases du CBL, suivi d'un temps d'échange.

Le thème du mini-challenge était : « INSA goes green ! Améliorez les pratiques écologiques de votre campus ». Les participants ont d'abord répondu, individuellement, à une question essentielle (phase *Engage*) : « Pourquoi ce thème est-il important pour moi ? » avant de formuler, en petits groupes, un challenge concret à partir de cette première réflexion. Durant la phase *Investigate*, chaque groupe a identifié trois à cinq questions-clés concernant les éléments, ressources et actions nécessaires à la résolution de leur challenge, en réfléchissant également aux sources d'information mobilisables. Enfin, la phase *Act* a donné lieu à la définition d'un plan d'action, présenté aux autres participants sous forme de présentations flash.

L'objectif de ce format condensé était de donner un aperçu pragmatique du CBL tout en montrant que l'approche repose sur une méthodologie claire et structurée, dont il est possible de s'emparer de manière progressive et contextualisée. Nous avons décidé de mettre de côté certains éléments — comme la *big idea*, le *challenge provider*, ou la co-construction de l'évaluation — afin de proposer une première expérience accessible, réaliste et motivante. Le parti-pris de l'atelier était avant tout de susciter l'envie d'explorer plus avant cette approche pédagogique innovante.

3.2. Une approche ancrée dans l'expérience des étudiants

L'objectif de l'atelier était de placer les enseignants dans la peau des étudiants. Il s'agissait de montrer ce que le CBL apporte à l'expérience d'apprentissage à la fois unique et précieuse pour les apprenants, en contraste avec des cours traditionnels. En engageant directement les enseignants dans un mini-challenge, on leur permet de ressentir par eux-mêmes l'incertitude, l'enthousiasme et le sentiment d'autonomie qui caractérisent le CBL. Cette dimension expérientielle les invite à réfléchir à la manière dont leurs propres étudiants peuvent réagir, sur les plans émotionnel et intellectuel, lorsqu'ils sont confrontés à des problèmes ouverts, à des dynamiques de groupe inhabituelles et à un haut degré d'autonomie. L'objectif est de montrer que, malgré la brièveté de l'atelier, les participants peuvent développer un véritable sentiment d'appropriation, de créativité et d'engagement vis-à-vis du sujet, tout en admirant la diversité des réponses générées à partir d'un même challenge. Cela constitue un rappel fort que les apprentissages les plus significatifs ne proviennent pas seulement de consignes données, mais bien souvent de la confiance accordée aux apprenants pour définir et explorer eux-mêmes leur démarche.

3.3. Le CBL comme outil de ralentissement pédagogique

D'après notre propre expérience d'enseignement dans les INSA, nous avons souvent observé que les étudiants en école d'ingénieurs, lorsqu'on leur confie un cahier des charges, se dirigent immédiatement vers la production du livrable attendu. Cette réaction s'explique par une combinaison de contraintes d'emploi du temps et d'une longue habitude aux approches par problèmes et par projets. Bien que cette stratégie mène souvent à des résultats impressionnants, elle conduit généralement les étudiants à contourner les étapes de pensée critique, pourtant les plus riches sur le plan pédagogique. Les trois phases du CBL visent précisément à ralentir ce processus : à encourager les étudiants à réfléchir sur les raisons pour lesquelles le thème du challenge les intéresse, à ce que leur formation disciplinaire peut y apporter, et à les motiver à évaluer de manière critique leurs propositions ou approches — pour ensuite les réviser ou les reprendre si nécessaire. Le CBL ne cherche pas à produire une solution dans les plus brefs délais, mais à en concevoir une qui équilibre efficacité et prise en compte des multiples déterminants et contextes complexes du challenge.

3.4. Une pédagogie pour les enseignants scientifiques

L'un des moyens principaux que nous utilisons pour présenter le CBL aux enseignants des INSA consiste à le positionner comme une initiation à la démarche scientifique. Là où les enseignants se familiarisent avec cette démarche au fil de leurs études post-universitaires, de leurs travaux de recherche ou de leurs années d'enseignement, les étudiants, eux, peuvent passer à côté de ce qui fait la spécificité de l'enquête scientifique. Les élèves ingénieurs se perçoivent souvent comme des exécutants : ils absorbent des connaissances et les appliquent à des problèmes ou à des projets. Ils ne se considèrent pas spontanément comme des chercheurs explorant des sphères encore inconnues du savoir humain. Or, ce type de recherche exige des compétences personnelles telles que la pensée critique, l'autoréflexion, la rigueur, l'innovation et la créativité, ainsi que des compétences interpersonnelles comme le travail d'équipe ou la capacité à recevoir un accompagnement — en particulier dans des contextes complexes, interdisciplinaires et interculturels. Ces compétences sont précisément celles que nous observons en abondance chez les enseignants. C'est pourquoi nous utilisons l'atelier pour les positionner comme des experts dans ces domaines, car ce sont ces savoir-faire que le CBL cherche avant tout à développer. De cette manière, nous cherchons à dissiper les craintes que les enseignants pourraient avoir quant à une possible perte de légitimité pédagogique, et à les encourager au contraire à adopter une nouvelle posture d'enseignant.

4. Premiers échos : ce que le CBL a fait résonner

Avant de conclure, nous illustrons brièvement les réactions à chaud des participants à l'atelier et au CBL de manière générale, recueillies lors d'un tour de table informel à la fin de la séance.

4.1. Innovation et créativité

La première observation formulée par un participant fut que le CBL offre un vaste potentiel d'innovation et de créativité, dans la mesure où les étudiants définissent eux-mêmes leur challenge et leur livrable, sont encouragés à penser de manière latérale et réflexive, et sont autorisés à explorer des approches interdisciplinaires qui sortent souvent du cadre des enseignements classiques. Le participant a également souligné l'aspect concret et pratique du CBL, ainsi que la possibilité de créer un lien affectif avec l'apprentissage, notamment à travers des émotions positives comme le plaisir, le jeu, ou l'état de *flow* [12].



Un participant a remarqué qu'en contraste avec les cours plus classiques, dans lesquels les étudiants ont souvent l'impression de simplement exécuter des consignes, le CBL invite les apprenants à mobiliser toutes les dimensions de leur personne : leurs centres d'intérêt, leurs parcours, leur curiosité, dans le processus. Cette liberté de définir non seulement le problème mais aussi la forme de la réponse a été perçue par plusieurs comme une occasion de renouer avec la créativité et l'enthousiasme qui les avaient initialement conduits à choisir les sciences et les métiers de l'ingénierie.

4.2. Une terminologie à questionner

Une remarque intéressante formulée par une enseignante portait sur la difficulté d'utiliser le mot challenge dans un contexte français. Selon elle, le mot challenge, contrairement à défi, suggère une forme de compétition ou de récompense, laissant entendre que les étudiants les plus performants en retireraient un avantage tangible. Étant donné que le CBL est issu de l'espace anglo-saxon et actuellement mis en œuvre dans le Groupe INSA via son alliance avec l'ECIU, où l'anglais est la langue de travail, la question de la traduction et des possibles malentendus culturels liés au CBL dans le contexte français mérite d'être prise en compte.

4.3. Comment évaluer un challenge ?

Une question fréquemment posée concernant le CBL est celle de l'évaluation des challenges, une problématique qui renvoie aux difficultés liées à la co-construction de l'évaluation mentionnées plus haut, et sur laquelle nous avons présenté des communications lors d'autres colloques [13]. Bien que la co-construction soit une caractéristique importante du CBL, nous déconseillons aux enseignants de mettre en place une co-construction complète si cela leur semble trop chronophage ou trop exigeant pour leurs étudiants et/ou leur discipline. Nous les encourageons plutôt à faire des pas concrets vers la co-construction, par exemple en offrant aux étudiants des choix significatifs qui influencent leur expérience d'apprentissage. Cela peut passer par la proposition d'un menu de formats possibles pour le livrable, la mise à disposition d'exemples concrets pour les inspirer ou encore l'établissement de critères minimaux ouverts laissant une grande liberté et créativité aux étudiants.

5. Conclusion

L'apprentissage par challenge représente une approche pédagogique puissante, en phase avec les missions en constante évolution de la formation en école d'ingénieur : la nécessité de former des diplômés capables de s'adapter, de penser de manière critique et de travailler à l'interface de plusieurs disciplines, langues et contextes culturels. Pour le Groupe INSA et son engagement au sein de l'alliance ECIU, le CBL constitue non seulement un format d'apprentissage innovant, mais aussi un levier stratégique de collaboration internationale et de préparation des étudiants aux réalités complexes du monde professionnel. En structurant les apprentissages autour des *big ideas*, de l'autonomie des étudiants et d'un engagement authentique avec des parties prenantes externes, le CBL soutient le développement de compétences transversales difficiles à mobiliser dans des formats d'enseignement plus traditionnels.

Comme cet atelier et sa réception l'ont démontré, une intégration réussie du CBL dans les pratiques pédagogiques exige plus qu'une simple compréhension théorique : elle nécessite un changement expérientiel de posture, de terminologie et d'attentes. Les enseignants doivent se positionner comme accompagnateurs et co-apprenants, tout en relevant les défis liés à la co-construction, au multilinguisme ou encore à l'évaluation.

Pourtant, lorsqu'il est mis en œuvre avec attention, le CBL ouvre des espaces de créativité renouvelée, d'apprentissages plus profonds, et de liens plus riches entre étudiants, enseignants, et le monde qui les entoure. Ainsi, le CBL répond non seulement aux priorités institutionnelles, mais recentre aussi la formation en ingénierie sur ses dimensions humaines et sociales.

Références

- [1] Johnson, L., Adams, S., and Cummins, M., 2009 : Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time. The New Media Consortium.
- [2] Malmqvist, J., Rådberg, K. K., & Lundqvist, U., 2015 : 'Comparative analysis of challenge-based learning, project-based learning, and problem-based learning in engineering education', 10th International CDIO Conference.
- [3] Références et orientations de la Commission des titres d'ingénieur, 2025.
- [4] Nichols, M., Cator, K., Torres, M., Challenge Based Learning Guide, 2016 : Digital Promise.
- [5] Freire, P., 1996, Pedagogy of the Oppressed : New York.
- [6] Biggs, J. 'Enhancing Teaching Through Constructive Alignment', Higher Education.
- [7] Kereluik, K., Mishra, P., Fahnoe, C., Terry, L., 2013 : 'What Knowledge is of Most Worth: Teacher Knowledge for 21st-Century Learning', Journal of Digital Learning in Teacher Education.
- [8] McConlogue, T., 2000 : 'Developing Inclusive Curriculum and Assessment Practices', Assessment and Feedback in Higher Education : A Guide for Teachers.
- [9] Durham, D., Bateman, C., 'EAT-ing our way to staff/student co-creation in assessment: Development of a practical toolkit for colleagues', 2024 : SEDA Autumn Conference.
- [10] Wiggins, G., 1998 : 'Ensuring Authentic Performance', in Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance.
- [11] Sotiriadou, P., Logan, D., Daly, A., Guest, R., 2020 : 'The Role of authentic assessment to preserve academic integrity and promote skill development and employability', Studies in Higher Education.
- [12] Kolencik, P., 2008 : 'Affective and Motivational Factors for Learning and Achievement', Educational Psychology : An Application of Critical Constructivism.
- [13] Jones, S., 'Evaluating Challenge-Based Learning and Challenging Evaluation : Innovative Approaches to Assessment from the ECIU University', 2024 : SEDA Autumn Conference.

Rencontrer le vivant sur le campus : retour d'expérience sur les parcours de biodiversité à l'INSA Toulouse

Françoise Rey¹, Isabelle Guyonnet¹

¹ INSA Toulouse

Résumé

Cet article présente un retour d'expérience sur les « Parcours de biodiversité » mis en place à l'INSA Toulouse. Pensés comme un dispositif pédagogique transdisciplinaire, ces parcours proposent aux étudiants de première année une immersion active et sensorielle dans la biodiversité présente sur leur campus. Ils associent des balises physiques, des quiz interactifs sur Moodle et une pédagogie active mobilisant les sens, le corps, la réflexion critique et le travail collaboratif. Les étudiants se déplacent de point remarquable en point remarquable, découvrent des éléments du vivant in situ, répondent à des questions ciblées et échangent autour de problématiques environnementales.

Ce retour d'expérience met en lumière la richesse d'un format transdisciplinaire qui combine éducation physique, sciences du vivant, éthique environnementale et numérique éducatif. Il souligne également les bénéfices pédagogiques d'une approche sensible et réflexive du vivant : engagement accru des étudiants, changement de regard sur le campus, émergence d'un sentiment de responsabilité et de possibilités d'action.

L'article retrace la genèse, les choix méthodologiques, la mise en œuvre, ainsi que les retombées observées du dispositif, en mettant l'accent sur sa souplesse, ses pistes d'amélioration et sa transférabilité. Le parcours s'avère être un levier puissant pour penser ensemble et en action, les enjeux socio-écologiques contemporains.

Mots-clés : Apprentissage. Transversalité. Réflexivité. Action. Santé. Sens. Collectif. Moodle..

Introduction

À l'heure des bouleversements environnementaux majeurs [1], il ne suffit plus de transmettre des connaissances scientifiques sur la crise écologique : il faut engager les étudiants dans une véritable transformation de leur rapport au vivant. Cette transformation suppose de sortir d'une approche uniquement cognitive ou conceptuelle, pour intégrer le sensible, l'émotion, le corps et la mise en action. Mais comment faire vivre cette démarche au sein d'une grande école comme l'INSA ?

C'est pour répondre à cette question qu'a été conçu le projet des parcours de biodiversité. Cette activité pédagogique, innovante dans sa forme comme dans son intention, s'inscrit dans le cours de première année intitulé *PENSER : Penser ensemble les nouveaux enjeux socio-écologiques et notre responsabilité*. Elle repose sur une idée principale : permettre aux étudiants d'expérimenter concrètement la biodiversité sur leur propre campus, en suivant un itinéraire balisé, en petits groupes, guidés par un parcours numérique sur Moodle. Chaque étape du parcours les invite à observer un élément du vivant, à répondre à une question et à débattre en groupe. Le passage à l'étape suivante n'est possible qu'en cas de réponse correcte, favorisant un apprentissage actif et collaboratif.

L'article qui suit propose un retour d'expérience de ce travail transdisciplinaire. Il en décrit la genèse, les objectifs pédagogiques, les modalités de mise en œuvre, les impacts observés sur les étudiants, ainsi que les perspectives d'amélioration.

1. Genèse du projet : croiser les compétences pour répondre à une exigence institutionnelle

L'origine des parcours de biodiversité tient à une double dynamique : d'une part, une exigence institutionnelle nouvelle visant à intégrer les enjeux écologiques dans toutes les formations du supérieur [2], d'autre part, une volonté pédagogique de terrain portée par des enseignantes aux profils complémentaires.

1.1. Une impulsion nationale et un référentiel de compétences

En 2022, le rapport Jouzel-Abbadie [3] sur l'intégration de la transition écologique dans l'enseignement supérieur a mis en évidence l'urgence de doter tous les étudiants d'un socle de connaissances et de compétences transversales sur les enjeux environnementaux. Ce rapport, largement relayé dans le monde académique, a débouché sur une circulaire du Bulletin Officiel du 13 octobre 2023 [4], [5] qui enjoint les établissements à déployer ces compétences dans tous les cursus.

L'INSA de Toulouse, comme d'autres écoles d'ingénieurs, a répondu à cet appel en définissant un référentiel de compétences transversales, couvrant l'ensemble de la formation. Deux compétences sont mobilisées en première année :

- Approche historique puis prospective

Comprendre les limites de l'Anthropocène et ses conséquences sur notre présent : enjeux socio-écologiques

- Action responsable grâce à la raison et aux perceptions sensibles et émotionnelles

Développer une pensée critique et faire preuve de réflexivité.

1.2. Une rencontre pédagogique et transdisciplinaire

L'initiative de ce dispositif pédagogique innovant est donc née dans le cadre du cours PENSER, destiné aux 500 étudiants de première année. L'objectif était double : d'une part, rendre concrets les contenus du cours magistral à travers une approche active, d'autre part, répondre aux recommandations ministérielles sur la formation.

C'est dans ce cadre que nos compétences se sont croisées : l'enseignement de l'EPS dans les activités de pleine nature et plus particulièrement en course d'orientation et l'ingénierie pédagogique doublée de connaissances en biologie. Nos diverses connaissances, compétences et expériences de terrain ont abouti à la conception des parcours de biodiversité. Ce fut un travail par itération permettant d'imaginer et de créer une activité alliant ancrage corporel, mobilisation des savoirs, sensibilisation écologique et utilisation d'un outil numérique accessible à tous les étudiants : Moodle.

Le projet a également bénéficié de l'apport d'un expert, le botaniste Boris Presseq [6]. Il travaille et valorise les collections du Muséum d'histoire naturelle de Toulouse. Il est aussi consultant auprès de différents services de collectivités. Lors de plusieurs visites sur le campus, il nous a apporté son expertise sur l'identification, la plantation et la gestion des végétaux ainsi que sur l'histoire du campus de Rangueil où se trouve l'INSA Toulouse.

Les thèmes abordés ont été discutés avec l'équipe du cours PENSER et notamment avec une biologiste, Eliane Meilhoc, enseignant le cours magistral et une spécialiste de l'éthique, Béatrice Jalenques-Vigouroux.

Ce dispositif pédagogique innovant se situe donc à la croisée des sciences naturelles, de l'éducation physique, de l'éthique et de la médiation numérique. Il propose une rencontre directe avec le vivant, sur le terrain, dans une logique d'apprentissage.

2. Objectifs pédagogiques : éveiller les sens, ressentir, comprendre, agir et réagir

Le parcours de biodiversité n'est pas une simple balade naturaliste : c'est une expérience pédagogique multisensorielle, intellectuelle et citoyenne, qui mobilise plusieurs registres d'apprentissage.

2.1. Des objectifs cognitifs et scientifiques

Les étudiants acquièrent, en situation réelle, des connaissances sur les espèces, les sols, les écosystèmes, les interactions entre le vivant et les infrastructures humaines. Chaque point remarquable du parcours est associé à une ou plusieurs questions portant sur un thème écologique précis : biodiversité des sols [7], écosystèmes [8], stockage du CO₂, histoire naturelle du lieu, gestion des espaces verts, problématique de l'eau, de la lumière, symbioses végétales, corridors écologiques, écologie urbaine [9], etc.

Les contenus sont choisis pour leur pertinence locale mais aussi pour leur valeur universelle. Le parcours donne ainsi une lecture écologique du quotidien, permettant d'articuler l'ici et le global.

2.2. Une mobilisation des corps et des sens

L'étudiant est physiquement impliqué dans son apprentissage et non seulement par la connaissance. La dimension corporelle est renforcée par la rencontre du vivant : voir et observer la nature, toucher l'écorce, sentir le romarin, goûter des framboises du jardin partagé, marcher ou courir... Ce rapport à la nature, sensible voire sensoriel reconnecte les étudiants à un environnement souvent banalisé. En effet, nos yeux et notre cerveau ne s'attardent plus sur les plantes. Ce biais cognitif est appelé par les chercheurs « cécité botanique » [10]. Le psychologue Kahn Peter H. [11] décrit également une « amnésie environnementale » chez les enfants.

Cette approche sensorielle du parcours permet d'ancrer les connaissances dans une expérience vécue et de développer une sensibilité écologique. Elle s'inscrit aussi dans une perspective de santé globale : le mouvement, le contact avec la nature, et l'apprentissage actif contribuent au bien-être physique mais aussi mental. K. Rogers [12] chercheur en sociologie a montré l'impact des espaces verts en ville sur les comportements humains, notamment sur la diminution de la criminalité.

2.3. Connaissances et complexité

Les quiz associés aux points remarquables abordent les thèmes choisis, illustrés, par exemple, par l'anastomose entre deux platanes, la symbiose mycorhizienne du chêne vert, l'impact de la tonte, la pollution lumineuse, la permaculture... Les questions sont un prétexte pour aborder la dynamique des écosystèmes, la place de l'humain, et les enjeux environnementaux.

2.4. Une incitation à la pensée critique et à la responsabilité

Le parcours vise à former des citoyens capables de réfléchir, d'argumenter, de s'indigner, d'agir et de réagir. Il intègre ainsi des moments de discussion collective, des débats sur des paradoxes que révèle l'ordre des balises, des invitations à imaginer des leviers d'action et à impulser un engagement.

Voici un exemple illustrant les paradoxes : un genévrier taillé en bonsaï suivi d'un charme laissé en croissance libre. Cette juxtaposition interroge le rapport humain au vivant, entre maîtrise esthétique et respect des dynamiques naturelles [13].

2.5. Un objectif d'inclusion

Le parcours est pensé pour être accessible à tous les étudiants, y compris ceux en situation de handicap. En 2025, un étudiant en fauteuil roulant a participé, démontrant la faisabilité d'une activité inclusive, dès lors que les contraintes sont anticipées et que l'accessibilité est pensée dès la conception.

3. Une pédagogie en mouvement : immersion sur le terrain

Le cœur du dispositif repose sur l'idée principale de faire du campus un espace d'apprentissage vivant. Le parcours est matérialisé physiquement par des balises, feuilles A4 plastifiées réparties sur différents points remarquables du campus et associées à des QR codes.



Figure 1 : Balise représentant un point remarquable, un robinier dans ce cas

Répondre juste à la question posée par le quiz est la condition nécessaire pour prendre connaissance de l'emplacement de la prochaine balise.

Le parcours se dévoile de balise à balise matérialisant des points remarquables sur un parcours précis. L'itinéraire n'est pas connu au départ.

Il n'existe pas de notion de performance par le temps mais l'effort intellectuel lié à la connaissance permet de découvrir l'emplacement de la prochaine balise. Elle apparaît sur une carte de course d'orientation et déclenche le déplacement.



Figure 2 : carte de course d'orientation désignant le point suivant à atteindre

Cette démarche fait résonnance à l'adage de Benjamin Franklin : « Tu me dis, j'oublie. Tu m'enseignes, je me souviens. Tu m'impliques, j'apprends. »

À chaque balise, les étudiants doivent :

- Scanner le QR code
- Lire une consigne ou une question
- Discuter en groupe pour formuler une réponse
- Saisir cette réponse sur Moodle via l'activité test associée
- Lire le feedback

Qu'ils aient ou non une réponse correcte, les étudiants voient s'afficher un feedback pédagogique : indices, informations supplémentaires, rappels de cours... En cas d'erreur sur les réponses, il leur apporte des éléments pour les aider à répondre correctement lors d'une nouvelle tentative.

Un parcours comprend 15 balises et un autre en comprend 17. Leur nombre est inhérent au temps imparti par le TD, c'est-à-dire 1h45. Dans le créneau horaire, 4 groupes de TD sont réunis. Afin qu'il n'y ait pas d'attente aux balises, les étudiants peuvent réaliser le parcours dans un sens ou dans l'autre. Ainsi, sur la base de 2 parcours différents, 4 parcours ont été conçus sur Moodle.

Les thèmes développés sont les suivants : histoire naturelle du campus et du Canal du Midi, adaptation des plantes et animaux aux changements du climat, biodiversité des sols, écosystèmes, biodiversité et santé, biodiversité et alimentation, biodiversité et autres activités humaines, impacts des humains sur la biodiversité, reconnaissance d'arbres, actions en faveur de la biodiversité.

Les points remarquables du parcours apparaissent comme point d'entrée pour aborder les thèmes choisis au travers de questions spécifiques.

Le déplacement entre les balises est aussi important que les balises elles-mêmes. L'itinéraire est pensé pour faire passer les étudiants par des zones signifiantes : friches, routes, passages piétons, espaces végétalisés ou artificialisés, zones ombragées... Une portion de l'itinéraire permet de mettre en lumière les choix d'aménagement urbain et leurs impacts sur le vivant.

4. Méthodologie et outil numérique : Moodle comme support d'intelligence collective

Le parcours repose sur une utilisation avancée de Moodle. Le fait que les étudiants de l'INSA Toulouse soient familiers avec cette plateforme d'apprentissage a été un atout majeur dans l'adhésion au projet.

4.1. Paramétrage avancé des quiz

Chaque balise est associée à une activité « Test » sur Moodle, intégrée dans un parcours conditionnel (restrictions d'accès / achèvement d'activité). L'accès à la question suivante est conditionné par la réussite de la précédente. Les tests comportent des questions à choix multiples, assorties de feedbacks textuels riches. Ces feedbacks permettent d'apprendre de ses erreurs, mais aussi de consolider une réponse juste.

Le système a été paramétré de manière à :

- Conditionner la progression dans le parcours à l'obtention de la réponse juste à chaque question
- Permettre plusieurs tentatives de réponse à chaque question, sans pénalité
- Conserver une trace des tentatives, pour l'enseignant comme pour l'étudiant.

4.2. Organisation en équipes et rôles

Les étudiants forment des équipes de trois à cinq personnes, déclarées sur Moodle via l'activité « Choix de groupe ». Chaque équipe doit désigner deux rôles :

- Le décodeur : chargé de scanner les QR codes aux balises
- Le scribe : responsable de la saisie des réponses et de la lecture des questions et des feedbacks

Ces rôles permettent une répartition des responsabilités, tout en favorisant la collaboration et la discussion. L'objectif n'est pas d'évaluer individuellement les étudiants, mais de favoriser une intelligence collective.

4.3. Adaptabilité du dispositif

Moodle permet également de s'adapter aux aléas climatiques. Lorsqu'un orage a empêché le déroulement du parcours en extérieur, les enseignants ont proposé une version en salle, avec réalisation des quiz en intérieur, puis ont demandé aux étudiants de refaire le parcours dans la semaine, en prenant des

selfies à chaque balise. L'activité Moodle Glossaire dédiée a permis de collecter les photos des étudiants considérées comme preuves de passage aux balises.

5. Une situation pédagogique encadrée : ni seuls ni livrés à eux-mêmes

Moodle a été détourné de son usage classique pour devenir dans cette situation pédagogique un support d'autoformation sur le terrain. L'objectif n'est pas de substituer l'enseignant mais de créer un cadre structurant et souple. Les enseignants restent présents tout au long du parcours pour accompagner, sécuriser, adapter, et surtout animer les temps de briefing et debriefing. L'outil ne fait pas la pédagogie, il la soutient.

Les étudiants ne sont pas livrés à eux-mêmes. Chaque cours débute donc par un briefing conduit par l'enseignant encadrant le TD :

- Présentation du parcours, des objectifs et des consignes
- Constitution des équipes, les étudiants se regroupent par affinité
- Répartition des rôles, decodeur, scribe
- Consignes de sécurité (en cas d'accident, groupement sur une voie, traversée de routes, respect du matériel, ...)
- Explications techniques sur Moodle et l'usage des QR codes.

Pendant le parcours, l'enseignant reste disponible, circule entre les groupes, aide en cas de problème technique. Il est considéré comme une personne ressource.

À l'issue du parcours, un temps de débriefing est organisé. Ce moment est essentiel : il permet de mettre des mots sur l'expérience vécue, d'en tirer des enseignements, et de relier les observations aux concepts abordés en cours. C'est aussi à ce moment que les étudiants sont invités à formuler deux questions qu'ils aimeraient voir discutées en table ronde réunissant des experts.

6. Impacts observés : un changement de regard sur le campus et sur le vivant

Les retours d'expérience, tant du côté des étudiants que des enseignants, sont extrêmement positifs. Plusieurs niveaux d'impact ont été identifiés.

6.1. Connaissances et compréhension

Les étudiants retiennent mieux les notions abordées, car elles sont contextualisées et expérimentées. Certains avouent avoir « découvert » des espaces qu'ils traversaient pourtant chaque jour. Les parcours les amènent à comprendre la biologie des arbres et les écosystèmes.

6.2. Sensibilité et émotion

La confrontation au vivant, dans sa beauté et sa fragilité, suscite de l'émerveillement, mais aussi des interrogations. Par exemple, face à une pelouse dont la tonte empêche d'observer la fleur décrite par la balise, l'étudiant peut se questionner sur le cycle écologique. Ce sont des occasions de discussions sur ces problématiques qui peuvent entraîner parfois des discussions éthiques et philosophiques de la relation de l'humain à la nature [14, 15, 16].

6.3. Réflexivité et engagement

Plusieurs étudiants sont interpellés, posent des questions en débriefing ou en table ronde sur leur propre rôle, nous demandent ce qu'ils peuvent faire, s'il existe des associations qui œuvrent pour répondre à ces

enjeux environnementaux. Les problématiques environnementales ont pu activer des leviers, des prises de conscience et des engagements dans des actions socio-environnementales [17, 18].

7. Bilan, limites et perspectives : améliorer sans dénaturer

Les parcours sont accessibles à tous les étudiants, même en situation de handicap, grâce à une conception adaptée. Ils sont adaptables, notamment en cas d'intempéries. Cette flexibilité est rendue possible grâce à la richesse de l'environnement Moodle. Les retours étudiants sont éloquents : « On ne verra plus jamais le campus comme avant » confie une étudiante.

Au-delà de l'acquisition de connaissances sur les écosystèmes, les parcours semblent favoriser une véritable « transformation du regard ». Des paradoxes sont identifiés, des émotions sont exprimées, des questions émergent : « Que puis-je faire ? », « Pourquoi tondre ? », « Comment agir ? »

Les enseignants constatent des impacts cognitifs, sensibles et philosophiques. Par exemple, l'arbre n'est plus un décor, mais un « individu ». Le sol devient un organisme complexe. Le campus, un écosystème. Le vivant, un sujet.

Les retours des étudiants permettent d'identifier des leviers d'action. Le parcours n'est pas une fin, mais peut être un déclencheur de prise de conscience et d'action. Le dispositif, malgré sa robustesse, présente encore des pistes d'amélioration :

- Le paramétrage Moodle ne permet pas de bloquer l'accès à la question suivante tout en affichant les feedbacks. Une version plus récente de Moodle pourrait résoudre ce problème
- Il serait intéressant de permettre aux étudiants de revenir à une question déjà traitée afin de rendre possible une relecture réflexive.
- Les feedbacks ne sont parfois pas lus, surtout quand la réponse est trouvée du premier coup.

Plusieurs pistes sont à l'étude :

- Intégrer un quiz final synthétique, pour mesurer l'appropriation globale des objectifs
- Développer une version numérique enrichie, avec des sons, vidéos, témoignages
- Étendre le dispositif à d'autres contextes, d'autres écoles d'ingénieur, des universités, lors d'événements ponctuels, ...

Conclusion

Ce retour d'expérience témoigne de la puissance d'un dispositif pédagogique qui ose sortir des salles, mobilise le corps, l'émotion, l'intellect, et qui engage les étudiants à penser autrement leur rapport au vivant. Ce type d'enseignement, transdisciplinaire, concret et réflexif, pourrait inspirer d'autres établissements souhaitant intégrer la biodiversité dans les formations d'ingénieurs, non comme une connaissance parmi d'autres, mais comme une expérience pédagogique appliquée à part entière. Cette situation d'apprentissage est ludique dans sa forme, ambitieuse dans ses objectifs, et riche dans ses impacts. Elle montre qu'il est possible, avec peu de moyens mais beaucoup d'intention et de motivations pour relever les défis du futur, de proposer aux étudiants une expérience sensible, intellectuelle et éthique du vivant.

En articulant connaissances, émotions, motricité, réflexion critique et outils numériques, cette activité contribue à forger une écologie du regard : apprendre à voir autrement, là où l'on croyait déjà connaître. Elle engage les futurs ingénieurs dans une démarche de cohabitation respectueuse avec le vivant, fondée non sur la maîtrise, mais sur la compréhension et la responsabilité.

Références

- [1] IPBES 2019 Rapport de l'évaluation mondiale de la BIODIVERSITE ET LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES
- [2] Jouzel, J., & Abbadie, J.-L. (2020). Rapport du groupe de travail « Enseigner la transition écologique dans le supérieur ». Ministère chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
- [3] Jouzel, J., & Abbadie, J.-L. (2020). Rapport du groupe de travail « Enseigner la transition écologique dans le supérieur ». Ministère chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
- [4] MESR, 2023a, Cadrage et préconisations du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche « Former à la transition écologique pour un développement soutenable les étudiants de 1er cycle », Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.
- [5] MESR, 2023b, Schéma directeur « Développement Durable – Responsabilité sociétale et environnementale » (SD DD&RSE), Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
- [6] Presseq B., 2022 Arbres, Les carnets du scarabée, Tana Editions
- [7] Lavorel, S., M. Colloff, S. McIntyre, M. Doherty, H. Murphy, D. Metcalfe, M. Dunlop, D. Williams, R. Wise and K. Williams (2015). Ecological mechanisms underpinning climate adaptation services. *Global Change Biology* 21: 12-31.
- [8] Lavorel, S. and K. Grigulis (2012). How fundamental plant functional trait relationships scale-up to trade-offs and synergies in ecosystem services. *Journal of Ecology* 100(1): 128-140.
- [9] Gandy, M. (2013). *Marginalia: Aesthetics, ecology, and urban wastelands*. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(6), 1301-1316.
- [10] Rodo C. 2020 L'insoupçonnée cécité botanique, Le Cerveau en argot
- [11] Kahn P.H., 2002, « Children's affiliations with nature: structure, development, and the problem of environmental generational amnesia », dans P.H. Kahn & S.R. Kellert (dir.),
- [12] Rogers, K. (2016). Urban green spaces and mental health: evidence and policy directions. *Global Environmental Change*.
- [13] Clayton S. and al 2016 Transformation of Experience: Toward a New Relationship with Nature, conservation letters.
- [14] Serres M. 2020 Le contrat naturel, nouvelle édition
- [15] Descola P. et Pignocchi A., 2022 Ethnographies des mondes à venir (prix de l'essai France Culture - Arte), Seuil, coll. « Anthropocène »
- [16] Raymond, C. M., et al. (2013). *Ecosystem services and beyond: Using multiple metaphors to understand human–environment relationships*. *BioScience*, 63(7), 536-546.
- [17] Morizot B. 2020 Raviver les braises du vivant : un front commun, Arles et Marseille, Actes Sud et Éditions Wildproject, 208 p.
- [18] Latour B. 2021 « Inventer une géopolitique de la nature : Les questions écologiques font éclater la notion d'espace » échange avec Bastien Alex, Olivier de France et Marc Verzeroli, *La Revue internationale et stratégique*, n° 124, IRIS Éditions – Armand Colin, p. 89-102.

Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse

En 2014, l'économiste américain Jeremy Rifkin publiait un livre prémonitoire [1] où il montrait comment les « communaux collaboratifs » permis par Internet bouleverseraient notre vie personnelle et l'économie mondiale. Il révélait comment les plateformes collaboratives allaient faire passer une société basée sur la propriété à une société basée sur l'usage. Il annonçait que les nouveaux maîtres ne seraient plus ceux qui possédaient mais ceux qui mettaient à disposition. Dans les domaines du commerce (ex. Amazon), de la location courte durée (ex. AirBnB), du transport (ex. Blablacar), des médias (ex. X), etc., les plateformes sont effectivement devenues les maîtres du jeu et les grands bénéficiaires, alors qu'elles ne possèdent aucun des produits ou services qu'elles mettent à disposition. Pour les usagers, elles offrent un accès aisé à de multiples biens et services. Ces plateformes ont eu un impact économique mais aussi social. Elles sont plébiscitées par les jeunes générations et par les plus anciennes (ex. services bancaires en ligne).

Le domaine de la formation universitaire française, et en particulier le Groupe INSA, s'est peu approprié ce changement de paradigme, à l'exception des administrations centrales (ex. Parcoursup) ou locales (outils de gestion des établissements). La formation elle-même est très timorée. Même si un investissement a été initié à travers les Centres d'Innovation Pédagogique, les Moodle (ex. OpenINSA) fournissant des ressources pédagogiques devraient être largement développés pour être qualifiés de « communaux collaboratifs ».

Cette communication décrit tout d'abord les raisons culturelles et organisationnelles de la faiblesse de tels développements. Puis, à travers l'expérience de la plateforme SEAMOnLine de l'INSA Toulouse (<https://seamonline.insa-toulouse.fr/>), nous montrons comment de tels « communaux collaboratifs » pourraient être développés au sein du Groupe INSA.

Au regard de cette plateforme, nous mentionnons enfin les nombreux apports pédagogiques, économiques et politiques de tels « communaux collaboratifs », apports dont les étudiants, le Groupe INSA et ses établissements pourraient bénéficier avantageusement.

1. Rentrer dans le XXIème siècle

1.1. Un constat

Récemment, je demandais à un étudiant : « Pourriez-vous ouvrir un compte dans une banque qui n'offrirait pas les services numériques étendus comme la possibilité de faire des virements ou de payer des achats en ligne par exemple d'un billet de train ? Pour les virements, vous devriez alors venir à l'agence à ses horaires d'ouverture. Pour les achats, vous devriez aller chez le commerçant, par exemple à la gare distante de 12 kilomètres de chez vous. » Après un moment de surprise face à cette question saugrenue, voire loufoque, il m'a répondu : « Bien sûr que non. D'ailleurs j'ai un compte dans une banque en ligne et je n'ai jamais ressenti le besoin d'une agence physique. » Je lui ai alors répliqué « Et pourquoi t'es-tu inscrit dans une école qui n'offre pas ce niveau de services en ligne de formation ? »

Si les attentes des citoyens ont évolué et que la technologie numérique a permis d'y répondre dans de nombreux domaines, y compris dans le cadre professionnel, par exemple par le télétravail ou les réunions distantes en ligne, la formation dans l'enseignement supérieur français est restée immuable, comme hors cadre des mutations de la société.

Aux USA, les formations en ligne ont connu un développement très rapide, en particulier dans le milieu universitaire, et sont d'un usage courant pour les étudiants. En 2018, 35% des étudiants américains avaient suivi des cours en ligne (formations complètes ou partielles). Cet engouement est en particulier dû aux coûts plus réduits pour s'inscrire et suivre ces formations. Le « National Center for Education Statistics » du gouvernement américain fournit un chiffre plus récent, le précise, et met en valeur sa croissance : à l'automne 2022, 26,4% des étudiants ont suivi des formations complètes en ligne (menant à un diplôme de type Bachelor ou Master), 27,8% des formations hybrides et 45,8% des formations uniquement en présentiel [2]. Les formations uniquement en présentiel deviennent donc progressivement minoritaires.

En France, les données sont bien différentes. Certes, l'administration des établissements, et en particulier de l'INSA Toulouse, a tiré profit de façon très rapide et systématique des outils numériques pour toutes les activités de gestion des étudiants (candidature, inscription, emplois du temps, salles, bibliothèque, pour ne citer que quelques exemples), de gestion du personnel permanent ou vacataire (formation, paiement, etc.) ou pour contribuer à l'efficacité de son travail (TEAMS pour des réunions à distance, FileSender pour échanger des fichiers, etc.), tout en partageant les investissements entre établissements (ex. RENATER, Université de Toulouse). Cependant, la transmission de l'expertise par les enseignants semble non concernée par ces évolutions technologiques ou de façon timorée.

Si certaines ressources de formation sont mises à disposition des étudiants comme des supports voire des parties de cours, l'usage systématique de formations en ligne est actuellement insignifiant. De plus, les quelques usages s'assujettissent aux contraintes du présentiel que nous allons aborder, en contradiction avec les possibilités qu'offrent les technologies numériques, et les attentes des nouvelles générations (cf. la remarque introductive sur les banques). Pour bénéficier des apports du numérique (cf. section 3), et donc pour changer la situation présente, il est indispensable de comprendre tout d'abord les entraves actuelles au changement de pratiques en formation, les attentes des étudiants, et enfin les possibilités technologiques.

1.2. Les entraves : des contraintes sociales

Le milieu universitaire se fixe des contraintes sociales fort anciennes et généralement implicites, qu'il faut identifier. Afin de refuser le « c'est comme ça », nous indiquerons comment la technologie numérique permet de nous en soustraire (j'allais dire « nous en échapper ») afin de tirer parti de cette technologie pour répondre aux attentes de toutes les parties prenantes.

La contrainte organisationnelle des 3 unités

Tout d'abord, les formations universitaires en présentiel sont régies par la règle des 3 unités du théâtre dit classique, apparues au XVII^{ème} siècle, qu'elles reprennent, à savoir :

- **Unité de lieu.** Tout comme les spectateurs d'une pièce de théâtre, les étudiants se retrouvent dans la même salle de formation de l'établissement où ils sont inscrits (avec quelques libéralités bien encadrées comme le semestre à l'étranger). Le nombre de places d'accueil en est limité du fait de la taille des salles et des ressources d'encadrement. Au contraire, les formations en ligne offrent un libre accès, illimité en nombre et depuis tout lieu.
- **Unité de temps.** Tout comme les séances de théâtre, les activités de formation (cours, TD, TP) sont organisées selon un planning imposé aux étudiants, comme aux enseignants. En dehors de quelques degrés de liberté comme lors de la réalisation de projets, l'organisation du temps de travail est contrainte. Au contraire, si elles sont conçues pour cela, les formations en ligne peuvent être complètement asynchrones.
- **Unité d'action.** Tout comme les spectateurs d'une salle de théâtre, tous les étudiants d'un cursus suivent le même programme de formation. A nouveau, quelques degrés de liberté sont parfois offerts, comme les *Modules d'ouverture*, mais l'étendue de l'offre est limitée par les surcoûts qu'elle engendre. Au contraire, l'offre d'unités de formation en ligne permet à l'étudiant de personnaliser son programme, par exemple en fonction de son projet professionnel, sans surcoût de fonctionnement pour l'établissement.

Contraintes professionnelles du travail artisanal

La seconde contrainte, sans doute la plus importante car consubstantielle, est la vision qu'a l'enseignant et son administration, de son métier. Cette représentation est celle d'un artisan alors que l'emploi du numérique impose une vocation industrielle.

Tout comme l'artisan, l'enseignant est embauché pour son savoir acquis auprès de ses maîtres (directeur / directrice de thèse). Ses qualités humaines et particulièrement sa capacité à s'adapter sont peu considérées. Ainsi, le Service des Ressources Humaines des établissements n'effectue qu'un contrôle administratif des candidatures alors qu'il aurait un rôle significatif pour une embauche dans une entreprise. Le nouveau recruté commence alors à faire une première version de la formation dispensée, qui est peaufinée par la suite, au fil des années.

Tout comme l'artisan, l'enseignant travaille seul ou au sein de petites équipes pédagogiques de sa discipline (« ses chers / chères collègues »). Contrairement à un intervenant dans un processus industriel, l'enseignant développant « son » cours / TD / TP ne s'entoure pas de partenaires aux compétences variées (équipes marketing, de production, de gestion du personnel, de communication...). Il / Elle remplit tous ces rôles.

Tout comme l'artisan produit quelques exemplaires de son œuvre chaque année, l'enseignant dispense sa formation à un, deux, voire trois groupes d'étudiants. Il est encouragé en cela par les règles administratives nationales et locales qui considèrent chaque répétition annuelle de ses cours / TD / TP comme une œuvre unique reconnue comme un coût de

fonctionnement et non comme un investissement permettant une reproduction multiple de cette formation.

Tout comme un artisan, l'enseignant reste dans sa corporation. Même dans une section CNU donnée, il est assez rare qu'un enseignant change de thème d'enseignement. Ceci conduit alors l'administration à « ouvrir un poste » si une thématique émergente importante en volume doit être enseignée, ou à faire appel à un vacataire si la portée du sujet est plus limitée.

Tout comme un artisan, son œuvre est destinée à un client exclusif : la classe. Il n'a pas pour but de former « le reste du monde » à l'exception des quelques étudiants internationaux accueillis pour permettre des échanges.

Au contraire, le développement d'unités de formation en ligne nécessite une approche industrielle mobilisant des métiers très différents regroupés en :

- Département production : analyste des besoins, architecte de formation, concepteur de formation, scénariste à partir de l'expertise des auteurs, concepteur des ressources, etc.
- Département méthodes : définition des méthodes pédagogiques et développement de guides de bonnes pratiques, choix et développement d'outils pour accélérer la production, etc.
- Département distribution : définition puis gestion de la plateforme accueillant l'environnement des unités de formation et de leurs utilisateurs.
- Département communication pour diffuser les produits.
- Et une direction de programme.

Comme nous le verrons plus loin, l'intérêt économique impose également que ces formations en ligne aient une portée nationale voire internationale et non locale (l'établissement de l'enseignant).

La nécessaire abolition de ces contraintes impose donc un changement radical dans la vision du métier d'enseignant et dans l'organisation des établissements, par les enseignants eux-mêmes mais aussi par l'administration locale et centrale.

2. Est-ce possible ?

Tirer profit du numérique impose donc de casser ces contraintes. Deux questions émergent alors : Est-ce possible ? Et dans quels intérêts (avec quels bénéfices) et avec quels risques ? Nous abordons la première question dans cette section et la seconde à la section suivante.

A travers une expérience de 6 années, nous avons fait la démonstration de la faisabilité de ces formations en ligne, de leurs intérêts, et de la possible maîtrise de leurs risques. Nous en avons tiré des premiers enseignements. Ce retour d'expérience nous a permis de nous améliorer, comme le ferait un processus industriel.

En 2008, l'INSA Toulouse a lancé le Mastère spécialisé « Safety Engineering and Management » (SEAM - <https://www.safety-engineering.org/>). Cette formation internationale en anglais accueille en présentiel chaque année jusqu'à 20 étudiants issus, depuis sa création, de 57 pays des 5 continents.

Le besoin massif de formation dans le domaine de la sécurité des installations et des produits industriels nous a conduit à créer la plateforme SEAMOnLine (<https://seamonline.insa-toulouse.fr/>). Lancée en 2019, il y a 6 ans, cette plateforme offre à ce jour 25 Unités de formation d'environ 15 heures chacune (soit 375 heures de formation). Ces unités sont distribuées dans les Modules thématiques comme « Sécurité des procédés » ou « Facteurs humains et

organisationnels de la sécurité ». Huit nouvelles unités sont en cours de développement sur 2025, offrant ainsi 33 unités, soit environ 500 heures de formation.

Ces unités ne se limitent pas à de la transmission de connaissances (~cours). Elles permettent des application immédiates (~TD). De plus, trois unités de 20 heures chacune développées récemment, utilisent des outils de simulation (plateforme GRIF de TotalEnergies) permettant aux participants d'expérimenter des situations simples dont sont déduites des connaissances générales (~TP). Pour cette « méthode expérientielle », l'animateur physique est remplacé par les activités de la plateforme qui établissent un dialogue avec l'étudiant.

Plus de 5100 personnes de 139 pays sont inscrites (auto-inscriptions gratuites et sans contrôle). Elles ont suivi 10 300 unités soient plus de 150 000 heures de formation.

Si une unité a été suivie complètement et sérieusement (évalué par des quiz au fil de l'unité), un certificat de terminaison peut être téléchargé à un cout modeste (15 Euros) payé en ligne, sans intervention de notre part. Plus de 500 certificats ont ainsi été acquis. Un diplôme d'établissement a été lancé récemment qui peut être obtenu en accumulant un certain nombre de certificats d'unités, après vérification de l'identité du candidat et un examen surveillé à distance. Son coût pour le candidat est de 500 Euros.

La plateforme tourne 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24, sans intervention de notre part. Une attention particulière a été portée pour que les unités de formation soient suivies en toute autonomie et ceci avec succès. En effet, des forums permettent de poser des questions en cas de difficultés, mais ils ne sont pratiquement pas utilisés.

En plus d'être une vitrine pour inciter les étudiants à candidater au Mastère spécialisé SEAM en présentiel, certaines de ces unités sont utilisées dans cette formation en présentiel. Elles permettent de préparer la venue des experts et de profiter de leur présence pour conduire des études de cas faisant bénéficier les étudiants de ces moments de partage. Cette approche hybride tirant profit de nos ressources en ligne, est également intégrée à deux autres formations de l'Université de Nice sur le Management de la sécurité. De plus, elle semble avoir également été mise en œuvre par des collègues de l'INSA CVL à Bourges où 55 étudiants sont inscrits sur SEAMOnLine.

3. Pour quels intérêts et avec quels risques ?

La plateforme et les contenus de ses unités de formation ont été développés dans un but de bénéficier aux parties prenantes que sont les participants (ex. étudiants), les auteurs (ex. enseignants) et les établissements. Nous avons également considéré les risques inhérents aux modalités de formation en ligne, risques pouvant affecter chacune des trois parties prenantes. Nous en présentons ici une synthèse.

3.1. Bénéfices – risques pour les participants

Bénéfices

La disponibilité de formations en ligne est adaptée à la sociologie des nouvelles générations d'apprenants : **accessibilité de la connaissance** à tout moment, de tout lieu, autant que de besoin (par exemple pour la revoir).

Tout comme les sites marchands mettent à disposition des milliers de produits issus de fournisseurs multiples afin de **répondre à la diversité des besoins** des clients, une plateforme de formation doit fournir une offre étendue de formations. Actuellement, nos unités abordent de nombreuses thématiques de la sécurité, essentiellement développées avec des industriels. Cependant, cette offre pourrait être issue des diverses écoles du groupe INSA afin de s'adapter aux attentes de l'apprenant telles que ses objectifs professionnels, tout en tirant profit des

expertises variées de nos écoles. Par exemple, dans notre domaine qu'est la sécurité, une unité sur la sécurité avionique pourrait être naturellement mise à disposition par l'INSA de Toulouse (siège d'Airbus), une autre sur la sécurité ferroviaire pourrait être offerte par l'INSA Hauts-de-France à Valenciennes (siège de « European Union Agency for Railways ») ou encore une unité sur la cybersécurité proposée par l'INSA de Rennes.

Risques

Dès les premières réflexions préparatoires au lancement de la plateforme, nous étions conscients des risques concernant les participants. Dans l'article « Sûreté de fonctionnement appliquée à un système de formation en ligne » [3], nous identifions, analysons, évaluons et traitons quatre catégories de risques :

- **Méconnaissance ou non utilisation de la plateforme** : les personnes requérant une formation n'accèdent pas à notre plateforme et n'utilisent pas ses unités de formation. Ceci est équivalent à une absence d'usage pour les systèmes de production.
- **Abandon en cours de formation** : les participants ne suivent pas jusqu'au bout une unité de formation. Ceci est équivalent à un arrêt de production.
- **Dilettantisme / Implication insuffisante** : les participants suivent complètement une unité de formation mais sans l'engagement nécessaire. Ceci est équivalent à une production partielle.
- **Connaissances acquises insuffisantes** révélées, par exemple, par l'échec à l'obtention d'un certificat. Ceci est équivalent à une production de mauvaise qualité.

Ces risques ont été réduits à un niveau acceptable par

- la pédagogie mise en œuvre par les unités de formation, par exemple en mettant en pratique le cycle de Kolb [4],
- le contenu des unités de formations pour maintenir l'intérêt et ainsi l'engagement des participants,
- les supports (ressources) des unités de formation, par exemple par des expérimentations en ligne, et
- la plateforme accueillant les unités de formation, par exemple la présence d'une jauge permet aux participants de visualiser en temps réel, notre appréciation du sérieux du suivi de la formation (seuls les participants dans la zone verte de la jauge peuvent obtenir un certificat de terminaison).

L'article en référence développe l'appréciation de ces risques, leur traitement et fournit une évaluation des risques résiduels.

Notons que ces risques existent également dans le cadre des formations en présentiel mais sont fortement réduits du fait des contraintes sociales (ex. sortie remarquée d'un étudiant lors d'un enseignement) ou réglementaires (ex. participation obligatoire des étudiants aux TP). Or ces contraintes sont inexistantes dans le cadre des formations en ligne asynchrones et les risques doivent donc être gérés par des actions spécifiques lors du développement des unités.

3.2. Bénéfices – risques associés aux auteurs

Bénéfices

A quelques exceptions près (2 projets européens finançant les développements de l'INSA), il n'y a pas d'échanges financiers entre les auteurs et l'INSA Toulouse. Ni l'INSA ni les auteurs ne sont rétribués. Le principe est celui de l'**économie du partage** où les 2 parties y trouvent

d'autres intérêts à cette coopération. Notons que les échanges pour développer les unités se font uniquement en ligne ce qui donne une grande souplesse et réduit les dépenses (temps et argent).

Les **motivations des auteurs industriels** sont nombreuses, de natures diverses et souvent combinées. Les quatre intérêts principaux sont :

- la formation interne en développant des ressources de formation à un coût faible grâce au partage avec l'INSA Toulouse ; l'entreprise échange alors son expertise sur un sujet avec l'expertise de l'INSA dans le domaine de la formation en ligne ; par exemple, une entreprise devait former 2400 personnes à travers le monde ;
- la prévente de formations en concluant l'unité développée par un message subliminal tel que "venez chez nous pour aller plus loin" ;
- la notoriété auprès de futurs clients ou d'étudiants candidats à des postes offerts par la société ;
- l'altruisme en diffusant une expertise ; c'est souvent dans le cas d'experts proches de la retraite ou d'entreprises pour lesquelles le thème développé n'est pas au cœur de son activité économique (pas de diffusion de secrets industriels).

La première rencontre avec un auteur industriel consiste à bien cerner le thème de la future unité de formation mais aussi les motivations / objectifs de l'auteur ou de son entreprise.

En plus de l'atteinte de ces objectifs, tous les auteurs nous ont dit avoir pris plaisir à apprendre des techniques de formation en ligne mais aussi avoir obtenu, grâce aux échanges lors du développement, des retours les ayant conduits à améliorer le contenu de leurs formations. De plus, nous communiquons régulièrement aux entreprises, des statistiques sur la participation aux unités de formation produites ce qu'elles valorisent.

Neuf unités ont été développées avec des **établissements universitaires** dont deux avec l'INSA Toulouse et une l'INSA CVL (Centre Val de Loire). En plus du développement de la notoriété de leurs formations en présentiel, la majorité des établissements universitaires avaient l'objectif de **créer des formations hybrides** sans posséder l'expertise du développement des formations en ligne, ni la plateforme support pour les accueillir. Notons que pour un des établissements (Université de Nice), les étudiants doivent avoir obtenu les certificats des unités avant les sessions en présentiel où sont développés des cas d'application de ces unités.

Pour notre part (INSA Toulouse), ces deux catégories d'auteurs (industriels et universitaires) nous ont permis de mettre à disposition et d'**utiliser dans nos propres formations**, des unités sur des aspects de la sécurité industrielle que nous ne maîtrisons pas.

Très peu d'unités ont été développées avec des Enseignant/Chercheurs malgré de nombreuses sollicitations. En effet, la formation en présentiel est leur gagne-pain et est la seule reconnue par leur établissement dans leurs « Fiches de service ». Nous allons revenir immédiatement sur ce sujet majeur.

Risques

Deux risques essentiels ont été identifiés concernant les auteurs : le non engagement et l'abandon du développement.

Non engagement

Le développement de formations n'est en général pas au cœur des objectifs des industriels. On comprend donc leur réticence à s'y engager. Ce n'est pas le cas des enseignants-chercheurs. Leur non engagement à développer des formations en ligne est rarement dû à un manque d'intérêt pour cette modalité de formation ; elle est due à un manque de temps et au sentiment de « couper la branche sur laquelle ils sont assis » (sic).

Concernant le premier facteur (manque de temps), l'organisation universitaire les conduit, non pas à faire un investissement lourd unique (*one-shot*) pour créer une formation, mais à la construire année après année, au gré de leurs disponibilités.

Le second facteur (« couper la branche sur laquelle ils sont assis ») est essentiel. Il est motivé par le fait que les heures validées sur leurs fiches de service (les fameux 192 heures équivalent TD en présentiel) pourraient être remises en question s'ils étaient les auteurs d'une version en ligne de la formation qu'ils dispensaient. Je faisais remarquer à un collègue que, sans doute, son cours en présentiel sera-t-il mis à disposition par une autre personne dans quelques années ; il m'a répondu judicieusement qu'il pourrait aisément expliquer à son établissement qu'il dispense un contenu différent.

Abandon du développement

Pour les industriels comme pour les enseignants-chercheurs, le développement d'une unité de formation est une activité annexe et chronophage. Sa durée varie de 3 mois (rare) à 2 ans, avec une moyenne de 6 mois à un an. Il convient donc de maintenir l'engagement de l'auteur.

Pour cela, nous avons mis au point une méthode de travail que je ne pourrai pas développer ici en détail. Son principe général est : nous (l'INSA Toulouse) devons « faire » et non « accompagner ». J'ai trop souvent entendu les services pédagogiques dire « on va vous accompagner », « on va vous former », « on va vous aider » ... Cela ne fonctionne pas. Le seul slogan devrait être « on va faire pour vous ». En effet, **développer des formations en ligne est un métier (et même plusieurs)** qui n'est ni celui de l'industriel ni même celui de l'enseignant-chercheur. Je perçois que cette dernière affirmation puisse choquer. Pour me faire comprendre prenons l'exemple suivant : comme réalisateur de film, vous avez identifié un très bon roman plein de rebondissements. Une première solution, peu onéreuse, consiste à expliquer à l'auteur du roman comment utiliser une caméra. Pour les costumes, il utilisera ce qu'il a dans son placard ou, avec un peu de chance, a-t-il des bases de couture... Ne soyez pas alors surpris si l'auteur du roman refuse (« ce n'est pas mon métier ») ou se décourage, et si le film produit est médiocre ! Pour obtenir un bon film, le roman doit être retravaillé par un scénariste, les costumes réalisés par des couturiers, les acteurs vont tenir des rôles, le réalisateur s'occupera du jeu des acteurs choisis et des cadrages, accompagné des opérateurs d'image et du son, de coiffeurs, d'électriciens, de machinistes, etc. Enfin un monteur effectuera la post-production, sans oublier les producteurs et les distributeurs.

Pour l'engagement initial d'un auteur tout comme le maintien de ses engagements, une organisation doit être mise en place par l'établissement apportant des savoir-faire, des outils associés mais aussi beaucoup de travail de production.

3.3. Bénéfices – risques pour les établissements

Le cout d'un produit est issu de quatre dépenses essentielles : celles de conception, de fabrication ou production, de distribution et enfin d'usage.

Actuellement, le paiement, chaque année, des heures de formation intègre implicitement ces 4 aspects pour un produit de formation qu'est un cours, un TD ou un TP. La réglementation a même hiérarchisé ces couts : 1 heure de cours est égale à 1,5 fois une heure de TD qui est égale à 1,5 fois une heure de TP. Ces données révèlent l'importance attachée par l'administration centrale aux étapes de distribution et d'usage : implicitement, l'intervenant travaille tout le temps lors d'un cours, un peu moins lors d'un TD (car les étudiants cherchent) et encore moins lors d'un TP. De plus seule la réalité de ces heures peut être contrôlée. Ces dépenses sont récurrentes chaque année constituant ainsi une **dépense de fonctionnement**.

Cette gestion financière considère implicitement que la conception et la production des formations sont améliorées au fil du temps et incluses dans le cout horaire présentiel.

Pour une unité de formation en ligne, sa conception et sa production (ressources mises en ligne) nécessitent un **investissement unique**. En effet, contrairement au présentiel, les technologies numériques de l'Internet conduisent à un « cout marginal » (distribution et usage) nul [1]. En effet, l'apprenant y accède par ses propres équipements informatiques. Il n'y a donc pas de cout de fonctionnement (ou il est extrêmement faible).

C'est donc l'amortissement de cet investissement au regard des dépenses de fonctionnement qui permet d'établir si la formation en ligne est économiquement rentable.

Dans le cas de SEAMOnLine de l'INSA Toulouse, les développements des unités et leurs implantations sur la plateforme sont réalisés par un enseignant à mi-temps et un ingénieur pédagogique à 80%. Ces ressources humaines permettent le développement de 4 unités par an (environ 60 heures de formation). Notre expérience acquise et l'usage récent d'outils basés sur l'IA, nous permettent d'accélérer la production des ressources des unités (comme les vidéos basées sur des PowerPoint) ou la production de versions anglaises (traduction automatisée des planches et des narrations associées), et ainsi d'envisager la production de 5 unités par an (environ 75 heures de formation). En considérant un cout complet (chargé et environné) d'un enseignant à 100 K€ annuel et celui d'un ingénieur pédagogique à 60 K€ annuel, le cout de production annuel est de $100 \times 0,5 + 60 \times 0,8$ K€ soit 98 K€. Ainsi, **le cout de développement d'une heure de cours en ligne** est actuellement de 98 K€ / 60 h, soit environ **1600 €**. Une fois les unités développées, aucune dépense opérationnelle n'est nécessaire car la plateforme et ses unités fonctionnent jour et nuit sans intervention notable.

En nous basant sur les chiffres obtenus de l'INSA Toulouse pour sa comptabilité analytique au titre de l'année universitaire 2022-2023, **le coût complet** d'une heure équivalent TD est de 411 €, soit **616 € l'heure de cours en présentiel**.

Ainsi, formellement, **l'amortissement de l'investissement pour développer une heure de formation en ligne est de 2,5 années ce qui est très court**. Après 3 années, l'heure de cours est gratuite pour l'établissement.

4. Pour une mise en pratique au niveau du Groupe INSA

4.1. Economie du partage

Le calcul précédent reste théorique car aucun enseignant d'un établissement public n'acceptera de participer à la mise en ligne d'un de ses cours en sachant que les heures associées disparaîtront de sa « fiche de service » dans les années à venir.

Deux exceptions dont nous avons bénéficiées, sont cependant à noter :

- Les Enseignants chercheurs en fin de carrière qui désirent mettre à disposition leur expertise. Ceci évite à la personne reprenant le poste d'intégrer cette expertise alors qu'elle a sans doute été embauchée pour aborder des sujets nouveaux. Cette situation se rencontre également dans le cas d'enseignants invités ou de vacataires désirant arrêter (âge ou manque de disponibilité) tout en voulant continuer à faire profiter l'établissement de leur expertise. Ce mécanisme d'héritage est très intéressant pour l'établissement car il permet de **mettre en place une gestion de la préservation du patrimoine de formation**. C'est une pratique courante en entreprise (« Knowledge Management »).
- Ont également bien voulu développer des formations en ligne, des experts ou des enseignants-chercheurs plus intéressés par **la notoriété qu'apporte la mise à disposition**

d'un cours en ligne, que par le retour sur investissement direct (le paiement de vacations). J'ai en mémoire l'exemple d'une collègue dont la promotion dans un autre établissement que celui où elle enseignait a été facilitée par la notoriété de son cours en ligne dans sa communauté scientifique.

Les autres enseignants-chercheurs, c'est-à-dire presque tous, n'accepteront de participer au développement d'une version en ligne de leurs cours que si le volume horaire associé est préservé sur leur fiche de service durant une longue période (par exemple 10 ans). Dans ce cas, l'établissement aura une dépense double : en cout de fonctionnement (les heures de service des cours en présentiel) et en investissement (les couts de développement des cours en ligne). L'intérêt économique d'un tel établissement est alors nul. Le développement de cours en ligne par des collègues des écoles du Groupe INSA est-il alors une cause perdue ?

Pour répondre à cette question, remarquons l'analogie de la situation avec celle des accueils d'étudiants d'universités étrangères : cet accueil coute à l'établissement, sauf s'il est compensé par l'envoi équivalent d'étudiants de cet établissement dans ces universités étrangères. **Cette économie du partage permet non seulement de travailler à cout constant mais aussi d'enrichir le processus de formation** (cf. les nombreux apports scientifiques, linguistiques et culturels pour nos étudiants).

Cette économie du partage est à la base du modèle économique de nombreuses applications Internet. Par exemple, Waze ne possède aucun système physique de mesure du trafic routier (caméras...) ; les utilisateurs apportent cette information où ils se trouvent (les positions GPS successives permettent de calculer leur vitesse de déplacement) ; ils tirent bénéfice des informations issues des contributions des autres utilisateurs ce qui leur permet de connaître à l'avance l'existence d'un embouteillage sur la suite de leur trajet.

Appliquons ce principe économique à nos établissements. Considérons que chaque école du groupe INSA développe une unité de formation de 15 heures. Il en coutera à l'école une seule fois 24 K€ (=15 h x 1600 € / h de développement). **L'école continuera à payer les heures présentielles à l'enseignant/chercheur, même si elles ne sont pas effectuées en présentiel**, en les comptabilisant dans la fiche de service de cet enseignant/chercheur – comme elle l'aurait fait en l'absence de ce développement. Donc le cout effectif de ce changement (ce développement) pour cette école est de 24 K€. En contrepartie, cette même école bénéficiera gratuitement de 6 fois 15 heures de formation des 6 autres écoles, ce qui constitue une économie chaque année de plus de 55 K€ (6 x 15 h x 616 € / h). **Le bénéfice net de ce dispositif est donc de 31 K€ pour chaque unité de 15 heures de cours en ligne apporté par une école.** En réalité le montant est encore plus élevé car il peut permettre, par exemple, de ne pas créer un poste grâce aux apports des autres établissements ; en effet, n'oublions pas que chaque heure de cours en ligne apportée, conduit à recevoir 6 heures de cours en ligne des autres écoles du Groupe INSA. Il permet aussi d'enrichir ces ressources en ligne et d'**augmenter le capital de formations du Groupe INSA.**

Ce calcul simple a été fait par de nombreuses écoles ou universités françaises de Management avec lesquelles nous travaillons (SKEMA Business School et Université de Nice).

4.2. Le bénéficiaire n'est pas le propriétaire

Un petit quiz :

- Combien de logements la société AirBnB possède-t-elle ?
- Combien de biens vendus par Amazon sont produits par cette société ?
- Combien d'applications produites par Google sont disponibles sur Google Play ?

Les réponses sont « Zéro » pour les deux premières questions et « presque zéro » pour la troisième (une centaine sur 2 millions, soit $0,5 \cdot 10^{-4}$). Et pourtant ces sociétés gagnent bien leur vie sans rien produire ou très peu. Elles mettent à disposition les produits des autres en ayant obtenu des quasi-monopoles de distribution pour un domaine. Par exemple, Amazon a obtenu un bénéfice net de 30,4 milliards de dollars en 2023 (pour un chiffre d'affaires de 574,8 milliards de dollars).

Dans le domaine de la formation, le développement de telles plateformes commence à émerger. De façon encore modeste, la plateforme SEAMOnLine de l'INSA Toulouse héberge actuellement 25 unités dont seules 3 sont issues d'enseignants-chercheurs d'écoles du Groupe INSA. Donc 88% des formations sur cette plateforme INSA ont été produites par des personnes extérieures (ce chiffre montera 95% début 2026).

Grace à cette plateforme, l'augmentation du nombre d'unités de formation disponibles accroît la notoriété de notre établissement et apporte l'essentiel des candidatures à notre formation en présentiel. Ainsi, le Mastère spécialisé SEAM reçoit-il de nombreuses candidatures internationales génératrices de recettes financières (frais de formation). Des revenus directs sont aussi issus des certificats et du diplôme en ligne lancé récemment (500 € par inscrit) sur la plateforme SEAMOnLine.

Des économies sont également obtenues en remplaçant certains cours en présentiel par des ressources en ligne (formations hybrides). Ils répondent à une demande de nos étudiants internationaux qui peuvent ainsi préparer leurs venues en France. Les écoles et universités de Management avec lesquelles nous travaillons ont ainsi monté à près de 50% le taux des formations en ligne dans leurs diplômes.

On voit donc que les gains sont multiples mais souvent difficilement mesurables par la comptabilité analytique que mettent en place nos établissements.

5. Que va faire le groupe INSA ?

5.1. L'histoire de Kodak

La société américaine Kodak était dans les années 60, le leader incontesté de la photographie (appareils et pellicules). En 1975, la société met au point le premier appareil photo numérique dont elle dépose le brevet en 1978. Au regard de l'histoire, son avenir lui était donc assuré.

Cependant, la direction décide de ne pas produire d'appareils photo numériques. En effet, en 1976, Kodak possédait 85 % de part de marché dans la vente d'appareils photo argentiques et de 90 % de part de marché des pellicules. Pourquoi tuer la poule aux œufs d'or ?

Avant les années 90 des sociétés japonaises commercialisent les premiers appareils photo numériques. En 1993, Kodak décide de reprendre le développement de ce type d'appareil mais trop tard : malgré des ventes prometteuses dans les années 2000, après des pertes financières colossales et des licenciements massifs, la société dépose le bilan en 2012.

L'incompétence de la direction de la société, dans les années 1975, m'a toujours semblé être une justification trop simpliste. En réalité, la direction s'est trouvée dans un état de **sidération** : sa propre invention (la photographie numérique) remettait en question ses fondements (la photographie argentique) et ses revenus. Accepter la nécessité de la mutation (argentique vers numérique), imposait des bouleversements dans la vision de la société, de ses missions et de ses métiers. Mais ne pas réagir assez tôt lui a été fatal.

5.2. Et pour le Groupe INSA ?

Le Groupe INSA et ses établissements sont sans doute dans une situation similaire. Nos écoles possèdent à la fois l'expertise pour développer ces formations en ligne (Centres d'innovation pédagogique) et pour en apporter le contenu (enseignants-chercheurs et réseau d'experts). Le Groupe possède aussi largement la masse critique pour le faire et le réseau des anciens élèves pour s'imposer comme une plateforme incontournable.

En évaluant l'état de nos établissements avec des indicateurs basés sur le présent ou le passé (« Lagging indicators » en anglais), il n'y a aucun intérêt à changer. Surtout si ces changements sont considérables. Quelques « coups de rabot » sur les volumes horaires en présentiel permettront de passer l'année... On verra plus tard. Si au contraire, le futur est envisagé (« Leading indicators » en anglais), plusieurs évolutions peuvent être anticipées.

Pour **réduire les coûts de formation** ou du fait de la **difficulté de disposer d'intervenants** dans certains domaines (pas de recrutement possible ou pénurie d'experts extérieurs disponibles), l'usage de cours en ligne offerts par d'autres établissements universitaires français ou étrangers, par des entreprises, voire par des pays (« Soft power ») sera une solution évidente et économiquement intéressante pour nos directions. Si cette facilité / nécessité économique est choisie, l'affaiblissement de la marque INSA perçue comme surannée conduira les étudiants à s'inscrire directement dans les établissements ou sur les plateformes offrant ces ressources en ligne et des diplômes en ligne prestigieux.

Pour conclure, je suis convaincu que les changements proposés sont une opportunité pour le Groupe INSA de trouver une raison d'être ensemble, et d'offrir à nos étudiants un saut qualitatif de leurs formations. En effet, les ruptures technologiques peuvent apporter des améliorations sans être destructeurs des pratiques actuelles. Ainsi, il n'a jamais été question dans mon propos de supprimer toutes les activités de formation en présentiel. Pour illustrer cette amélioration, prenons l'exemple du théâtre. Il n'a pas été supprimé à l'apparition du cinéma. Au contraire ce dernier a augmenté la notoriété de nombreux comédiens. De même, la télévision n'a pas remplacé le cinéma. Au contraire, elle lui apporte des financements très importants et permet à un large public l'accès à des films. Enfin, le replay des plateformes offre aussi de nouveaux services adaptés à un public ne pouvant pas regarder une émission à heure fixe et est un apport financier important aux chaînes de télévision.

Références

- [1] Rifkin Jeremy. La nouvelle société du coût marginal zéro. Ed. Les liens qui libèrent, 2014.
- [2] National Center for Education Statistics. Number and percentage of students enrolled in degree-granting postsecondary institutions, by distance education participation, location of student, level of enrollment, and control and level of institution: Fall 2021 and fall 2022, 2022. https://nces.ed.gov/programs/digest/d23/tables/dt23_311.15.asp
- [3] Motet Gilles, Signoret Jean-Pierre, Mahieux Léonore. Sûreté de fonctionnement appliquée à un système de formation en ligne. Conférence Lambda-Mu. Institut de Maîtrise des risques, 2024.
- [4] Kolb Alice, Kolb David. Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. Academy of Management Learning & Education, vol 4, no 2, JSTOR publisher, 2005.



PARTIE 3



Pédagogies immersives : conceptions, usages et évaluations

L'essor des technologies immersives ouvre de nouvelles perspectives pour l'enseignement supérieur, en offrant aux étudiants des environnements d'apprentissage engageants, interactifs et parfois impossibles à reproduire dans le monde réel. La réalité virtuelle permet ainsi de manipuler des objets techniques complexes, d'expérimenter des situations à risques ou encore d'explorer des concepts abstraits de manière sensible et intuitive. Cette troisième partie rassemble trois contributions qui illustrent la diversité des approches et des apports pédagogiques liés à l'intégration de dispositifs immersifs dans les formations du Groupe INSA.

Permettre au formateur de scénariser sa formation en Réalité Virtuelle

Mathieu Risy¹, Marilyne Cornen², Valérie Gouranton¹

¹ Univ Rennes, INSA Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France

² INSA Rennes, Institut des Sciences Chimiques de Rennes (UMR CNRS 6226), France

Résumé

La formation en Réalité Virtuelle (RV) offre de nombreux avantages en complément des méthodes d'enseignement traditionnelles. Cet article présente le modèle SAMPO issu d'un travail de recherche sur la scénarisation pédagogique d'applications de formation en Réalité Virtuelle par les enseignants. La scénarisation d'application RV de formation est évoquée à travers l'implémentation d'un TP de formation aux risques du soudage en Réalité Virtuelle conçu en collaboration avec des enseignants de la matière. Une expérimentation scientifique de cette application a été menée auprès de 260 étudiants de l'INSA Rennes.

Mots-clés : Réalité Virtuelle. Pédagogie. Scénarisation. Modularité. VR.

1. Contexte

La création d'une formation implique la prise de nombreuses décisions pédagogiques, cependant, dans le cas des formations employant la Réalité Virtuelle (RV), les formateurs se retrouvent la plupart du temps à déléguer ces aspects de conception.

1.1. Conception d'Environnements de Formation en Réalité Virtuelle

Actuellement, les outils-auteurs de RV restent inaccessibles sans de solides connaissances en informatique et RV [1]. Par conséquent, la plupart des applications de formation en RV sont conçues par des développeurs en collaboration avec les enseignants (Fig. 1a). Or, les experts RV sont rarement experts du domaine de formation. De plus, les formateurs ont rarement la possibilité d'adapter l'application à leur pratique pédagogique a posteriori.

La RV pour l'enseignement supérieur représente un outil supplémentaire en support de la pratique enseignante. Les environnements virtuels de formation se révèlent particulièrement pertinents pour les formations à risques, dont la localisation ou le matériel sont inaccessibles, ou bien qui impliquent des visualisations et suivis impossibles hors environnement virtuel. Seuls les enseignants sont donc en mesure d'écrire les scénarios pour ces environnements, en tant qu'experts-domaine responsables de la pédagogie et du contenu de formation. Nous définissons ici un scénario comme étant l'organisation des événements possibles lors de la formation.

1.2. Objectifs

Notre objectif est de permettre aux enseignantes et enseignants de devenir les acteurs directs de la création de scénarios adaptés à leur pratique pédagogique pour la formation en RV (Fig. 1b). Notre objectif est la conception d'un modèle de scénarisation :

- Indépendant du domaine de formation
- Capable de valider les objectifs pédagogiques
- Permettant la création de nouveaux scénarios tout au long de la vie de l'application
- Supportant la variabilité pédagogique via la coexistence de multiples scénarios et approches pédagogiques.

Nous avons donc proposé le modèle de scénarisation RV « *Scenario Authoring Model with Pedagogical Objectives* » (SAMPO) [2, 3] pour répondre à ces objectifs.

Dans cet article, nous présentons le processus de scénarisation via SAMPO pour permettre aux enseignants de concevoir directement les scénarios d'apprentissage d'applications de formation en RV. Nous illustrons son application par le cas d'usage d'une formation aux risques du soudage en RV. Cette application a été utilisée au cours d'une expérience à l'INSA Rennes pour évaluer les capacités du modèle.

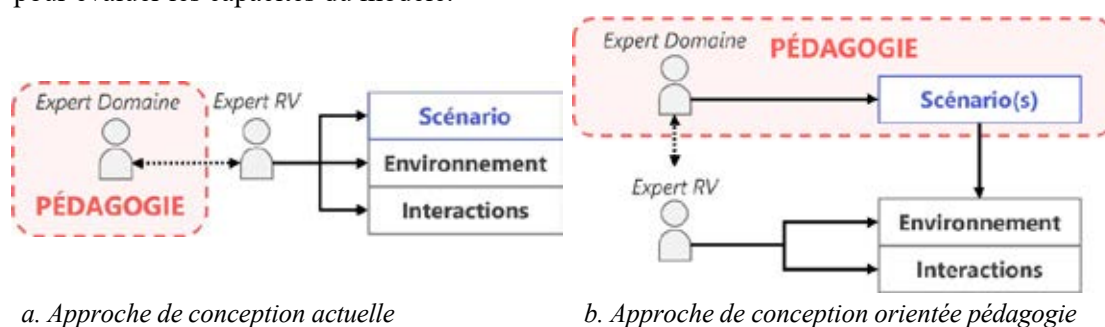


Figure 1. -Approches de conception d'environnements de formation en Réalité Virtuelle

2. Cas d'usage

Les étudiants en première année du cycle prépa-intégrée de l'INSA Rennes suivent une formation introductive au soudage à l'arc-électrique MIG. En cas de non-suivi des consignes de sécurité, cette méthode expose à des risques importants tels que des brûlures sévères, une exposition à des UVs intenses et à des risques de lésions oculaires. De plus, les étudiants ont du mal à appréhender le geste technique de soudage avant la pratique. Dans ce cadre, nous avons collaboré avec les enseignants de formation au soudage pour appliquer le modèle SAMPO à une formation aux risques du soudage MIG en RV. Celle-ci vient compléter la formation des étudiants en amont de la pratique réelle. Ce cas d'usage nous a également permis de tester le modèle au cours d'une étude utilisateurs auprès de 260 étudiants de l'INSA Rennes. Il est prévu que cette application devienne un TP pour les étudiants en 1ère année de l'INSA Rennes à partir de la rentrée 2025.

La formation aux risques du soudage contient une application étudiante en RV et une interface enseignante de suivi sur ordinateur tactile. L'application étudiante peut être lancée

avec ou sans supervision, et plusieurs applications étudiantes peuvent être supervisées en simultané (Fig. 2).



Figure 2. - *Participants localisés dans le même espace physique utilisant l'application de formation aux risques du soudage en RV en simultané.*

L'application étudiante propose deux environnements : un environnement de détection des tenues non-conformes pour la pratique du soudage (Fig. 3a), et un environnement permettant la mise en place d'un poste de soudage ainsi que la pratique du soudage MIG (Fig. 3b).

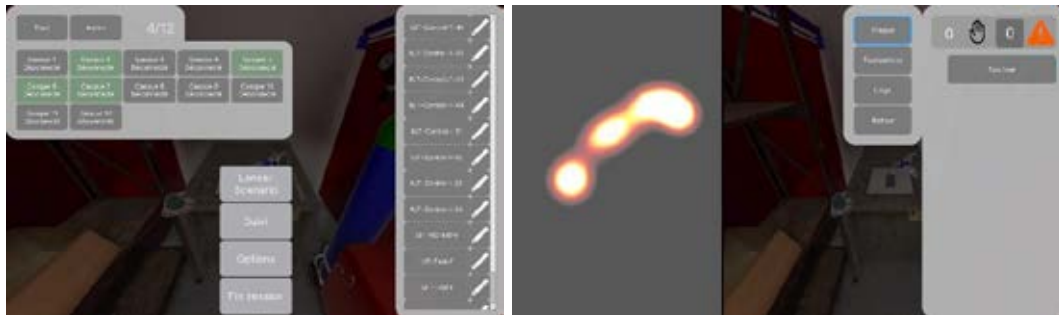
L'interface enseignante permet de sélectionner le scénario pédagogique à lancer, avec la possibilité de choisir des scénarios différents en fonction des apprenants (Fig. 4a). Elle remonte également les évaluations, erreurs, et demandes d'aides des apprenants en temps réel (Fig. 4b).



a. *Environnement de détection des tenues non-conformes.*

b. *Environnement du poste de soudage.*

Figure 3. - *Application étudiante en RV pour la formation aux risques du soudage*



a. Interface de lancement de scénarios.

b. Visualisation en direct de la plaque de soudage d'un apprenant.

Figure 4. -Interface enseignante de supervision pour la formation aux risques du soudage en RV

3. Modèle SAMPO

SAMPO propose une approche à la scénarisation en divisant les scénarios de formations en trois couches distinctes, basées sur l'expression de spécifications pédagogiques par les enseignants. Cette section présente comment l'approche de scénarisation de SAMPO intègre des spécifications pédagogiques pour construire les scénarios et l'interface de suivi des apprenants.

3.1. Processus de Scénarisation

Nous proposons un processus de conception en trois phases (Fig. 5), initié par la définition des besoins pédagogiques de l'enseignant. Le premier objectif est de permettre un dialogue clair entre l'expert domaine et l'expert RV. Le second objectif est d'aboutir à une phase de scénarisation récurrente, où l'enseignant a la possibilité de concevoir de nouveaux scénarios après la phase de développement informatique.

Tout d'abord, la conception des spécifications pédagogiques définit les activités et les mesures de suivi de l'apprenant. Ensuite, les éléments pédagogiques et cas d'erreurs sont implémentés durant la phase de conception des scénarios. Enfin, ces éléments sont intégrés dans des scénarios pédagogiques constitués d'un sous-ensemble d'activités, de niveaux de compétence, et d'aides pédagogiques. Cette dernière phase se déroule tout au long du cycle de vie de l'application et permet la production de scénarios aux objectifs et approches variés.

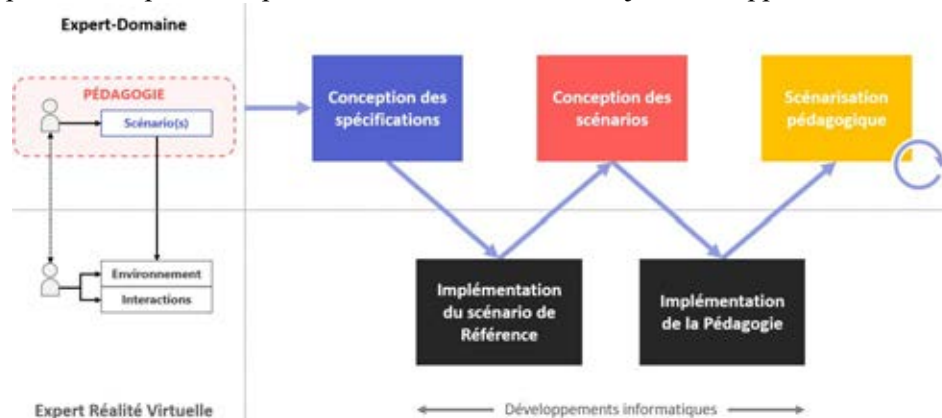


Figure 5. -Processus de scénarisation via SAMPO

3.2. Spécifications Pédagogiques

L'expert domaine commence par définir les spécifications pédagogiques qui serviront de base aux scénarios. Afin d'aligner le comportement de l'application avec les besoins pédagogiques, SAMPO emploie des spécifications issues de la théorie du « Constructive Alignment » [4] (Fig. 6), aussi nommé « alignement pédagogique ».

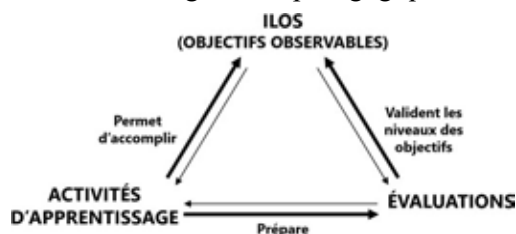


Figure 6. - « Constructive Alignment » adaptée des travaux de Biggs. J.B. [4]

La base des spécifications est l'écriture des « *Intended Learning Outcomes* » (ILOs). Ces spécifications décrivent précisément les objectifs pédagogiques en employant des verbes d'action observable. Un ILO peut être divisé en plusieurs niveaux de compétence, suivant une taxonomie éducative telle que la taxonomie révisée de Bloom [5]. Un exemple d'ILO pour la formation au soudage est présenté dans la Table I.

TABLE I. EXEMPLE D'ILO POUR LA PRATIQUE SIMPLE DU SOUDAGE

Niveau (Taxonomie de Bloom)	ILO – Pratique simple du soudage « L'apprenant est capable de » :
Appliquer	Déplacer la torche en la tirant selon un geste linéaire
	Maintenir une hauteur, angle et vitesse constante
Analyser	Corriger ses paramètres de soudage pendant la pratique s'ils dévient de la référence
Évaluer	D'évaluer la qualité de la soudure par inspection visuelle après la pratique
	Corriger sa pratique suivante d'après les erreurs identifiées

Les « Évaluations » découlent naturellement des ILOs. Elles décrivent les actions attendues de l'apprenant afin de valider l'ILO correspondant. Ce format permet d'implémenter informatiquement les observations nécessaires pour valider les objectifs pédagogiques, et permettre aux scénarios de réagir de manière cohérente à la progression des apprenants.

Enfin, les « Activités d'Apprentissage » décrivent des contextes de formation qui donnent la possibilité à l'apprenant de valider les ILOs via les évaluations qu'elles contiennent.

3.3. Approche de triple scénarisation

SAMPO supporte trois phases de scénarisation (Fig. 7) pour permettre la conception de scénarios qui : valident les objectifs pédagogiques des formateurs, restent modifiables même après la phase de conception, et supportent l'existence de multiples approches pédagogiques. Un scénario de formation proposé aux apprenants est toujours constitué du « Scénario de Référence », d'un « Scénario Pédagogique », et éventuellement d'un ou plusieurs « Scénarios d'Erreur ».

Le « Scénario de Référence » implémente toutes les spécifications pédagogiques de l'enseignant. Sa progression est conditionnée par la validation des « Évaluations ». Le

« Scénario de Référence » est conçu de telle manière qu'un expert du domaine puisse réaliser toutes les « Activités d'Apprentissage » sans commettre d'erreurs, ni nécessiter d'aide. L'expression d'un scénario de référence par le biais d'évaluations du « Constructive Alignment » permet aux formateurs de formaliser un scénario réagissant directement à la progression des apprenants dans le domaine enseigné.

Les « Scénarios d'Erreurs » représentent les conséquences d'une erreur et les mesures permettant de la corriger si c'est possible. Par exemple, dans la formation aux risques du soudage, « oublier d'ouvrir la bouteille de gaz » est une erreur dont la conséquence est la dégradation de la qualité de soudure, et la correction consiste à ouvrir la valve.

Enfin, les « Scénarios pédagogiques » définissent la portée de la formation, les activités et les aides disponibles. Chaque « Scénario Pédagogique » est constitué d'un sous-ensemble d'ILOs à valider, nommé le « Focus » de la formation. La sélection de ce sous-ensemble filtre automatiquement les « Activités d'Apprentissage », « Évaluations » et aides disponibles pour faciliter la scénarisation. Le « Scénario Pédagogique » définit également l'ordre des activités, ainsi que les conditions pour passer d'une activité à l'autre. Finalement, chaque « Scénario Pédagogique » définit les « Aides pédagogiques » disponibles. Plusieurs « Aides pédagogiques » différentes peuvent répondre au même besoin, permettant la création de scénarios dont le « Focus » est similaire, mais l'approche pédagogique adoptée est différente.

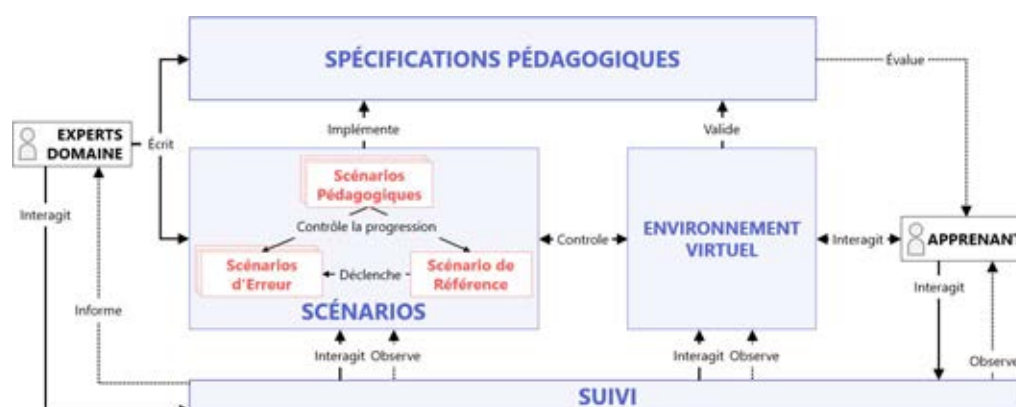


Figure 7. - Vue d'ensemble de SAMPO

3.4. Suivi

Une interface de suivi complète le modèle pour permettre l'interaction avec les apprenants et le suivi de leur progression en direct ou après la formation. Dans le cas de formation impliquant plusieurs apprenants, la transmission des flux vidéo devient vite coûteuse et insuffisante pour comprendre leurs progressions. L'interface de suivi remonte alors directement le contenu des « Évaluations » en cours, la validation des ILOs, l'activité courante, et le déclenchement des « Scénarios d'erreur » définis par l'enseignant (Fig. 4). Ces informations peuvent être enregistrées afin de produire un rapport final destiné aux enseignants ou apprenants, par exemple dans le cadre d'une formation en autonomie.

L'interface de suivi permet également une interaction directe entre enseignant et apprenant. L'enseignant peut déclencher des aides pédagogiques durant le déroulé du scénario, par exemple pour aider un apprenant en difficulté. À l'inverse, si l'application de formation intègre un système de demande d'aide, les demandes des apprenants sont aussi transmises à cette interface.

4. Validation

Nous avons conduit une interview semi-structurée sur l'acceptation du modèle de scénarisation SAMPO auprès de trois experts-domaine [2] : deux enseignants experts en soudage, sans expérience en RV, et un expert en pédagogie familier avec le développement en RV.

Les participants ont rapporté avoir une bonne confiance dans leur capacité à rédiger les spécifications pédagogiques à la base de la scénarisation. Ils ont également exprimé une forte confiance dans la capacité à éditer des scénarios au cours du temps pour les adapter à leur besoins pédagogiques courants. Les enseignants ont exprimé une confiance plus modérée dans leur capacité à scénariser entièrement une application de formation sans le soutien d'un expert en pédagogie. Les trois participants ont également manifesté un fort intérêt dans le format de la scénarisation afin de permettre une plus grande introspection de leur pratique pédagogique. Enfin, la capacité de variabilité pédagogique du modèle a suscité de nouvelles approches aux enseignements, par exemple pour adapter la formation aux étudiants non-francophones en simultané de la formation pour les autres apprenants.

Nous avons également appliqué conceptuellement le modèle au cas d'une formation sur le phénomène de polarisation optique afin de confirmer la généricité du modèle. Cette application contient un mode bac-à-sable et un mode « *escape-game* » pour lequel SAMPO s'est avéré pertinent afin de définir les attendus, observations et aides à disposition des apprenants.

5. Perspectives

L'application du modèle SAMPO au cas d'usage de formations aux risques du soudage et de la polarisation de la lumière, ainsi que l'interview d'experts-domaine, nous ont donné une bonne intuition des capacités du modèle en termes de cohérence pédagogique, généricité, et variabilité de la scénarisation.

Deux études utilisateurs sont également en cours auprès de 260 et 70 étudiants afin d'étudier les effets de la coexistence de plusieurs approches pédagogiques au sein de SAMPO. La première vise à observer l'effet sur l'apprentissage de scénarios conçus à l'aide des spécifications du « *Constructive Alignment* », avec la mise en place de deux approches pédagogiques différentes. La seconde étude vise à observer l'effet du choix d'adapter l'expérience pédagogique sur la motivation des apprenants et l'émergence de profils différents.

Mentions

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'Avenir portant la référence ANR 21 DMES 0001.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet PIA4 DemoES – AIR (Augmenter les Interactions à Rennes)¹. Le projet AIR a pour objectif le développement de démonstrateurs et outils numériques afin d'enrichir les interactions pédagogiques pour la formation. Des projets ont été menés avec pour objectif l'essaimage des projets et des pratiques. Les partenaires du projet AIR sont : l'Université de Rennes (porteur), l'INSA de Rennes, l'Université Rennes 2, la société Artefacto et la société Klaxoon.

Ce projet a été mené dans le cadre de l'axe « Pédagogies Interactives ».

¹ <https://projet-air.univ-rennes.fr/>

Remerciements

Nous souhaitons remercier Jérémy Belchior, Philippe Cabanes, et Frédéric Marie pour leur implication dans la mise en place de la formation aux risques du soudage. Nous souhaitons également remercier Pierre Guilleme qui est porteur du projet de formation à la polarisation de la lumière. Enfin nous souhaitons remercier Olivier Wong pour son investissement dans la conduite du projet AIR.

Références

- [1] Ashtari, Narges, Bunt, Andrea, McGrenere, Joanna, Nebeling, Michael, & Chilana, Parmit K. 2020: Creating Augmented and Virtual Reality Applications: Current Practices, Challenges, and Opportunities. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376722>
- [2] Risy, Mathieu, Arnaldi, Bruno, & Gouranton, Valérie 2024: Handing Pedagogical Scenarios Back over to Domain Experts: A Scenario Authoring Model for VR with Pedagogical Objectives: *Proceedings of the 19th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, 103–114. <https://doi.org/10.5220/0012397800003660>
- [3] Risy, Mathieu, Arnaldi, Bruno, & Gouranton, Valérie 2025: SAMPO, a Scenario Authoring Model for Virtual Reality with Pedagogical Objectives: An Authoring Perspective. *Communications in Computer and Information Science*, 12, 1–16.
- [4] Biggs, John 1999: Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does. SRHE and Open University Press Imprint, Society for Research into Higher Education
- [5] Anderson, Lorin W., & Krathwohl, David R. 2001: A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives: complete edition (Complete). Addison Wesley Longman, Inc.

Module CARE : Capteurs connectés et Réalité Virtuelle

Auffret Katja¹, Soto-Romero Georges², Seitier Philippe³, Galaup Michel⁴

¹ INSA Toulouse

^{2 2} LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS

³ UMR EFTS Education Formation Travail, Savoirs, Université de Toulouse

⁴ Institut National Universitaire Champollion

Résumé

Cette communication aborde le retour d'expérience sur la conception et la mise en œuvre d'un enseignement avec la réalité virtuelle (VR), sur les objets connectés de santé, dans un objectif d'acculturation des élèves INSA à la santé numérique.

Le programme France 2030 « Compétences et Métiers d'Avenir » Furii-Dem@ter, dont l'INSA Toulouse et le LAAS-CNRS sont partenaires, a donné lieu à la virtualisation (modélisation 3D) de dispositifs médicaux tels que le tensiomètre numérique ou encore le système de mesure de glycémie en continu. Cette virtualisation s'est traduite dans le « CUBE » (installation de réalité virtuelle) de l'INSA Toulouse, par un nouveau TP immersif, qui permet aux apprenants de démonter ces capteurs connectés, d'interagir avec chaque sous-système et d'en comprendre le fonctionnement. Une évaluation intégrée sous forme de quiz permet de vérifier les connaissances dans chaque équipe de travail et de valider l'expérience collectivement. Cette ludification de l'apprentissage a été possible grâce à l'expérience cumulée par le C2IP (Centre d'Innovation et d'Ingénierie Pédagogiques), INSA 2025, le SGRL (Serious Game Research Lab) et le LAAS-CNRS. [1], [2].

En parallèle, d'autres activités de prototypage sont proposées aux élèves, à l'aide de logiciels de simulations (TinkerCad), de programmation (Arduino IDE), ou encore de conception 3D (scanning et impression 3D). Celles-ci viennent compléter l'apprentissage avec une approche pédagogique plus traditionnelle, couramment utilisée sur des enseignements par projet en électronique et informatique embarquée dont le résultat peut être une maquette prototype [3]. Enfin, des tests en conditions réelles des dispositifs médicaux sont possibles par les élèves, ce qui permet de les acculturer aux données médicales, au suivi connecté des patients, mais aussi à des notions de physiologie.

Mots-clés : Santé numérique. Réalité virtuelle. Capteurs. Dispositif médical. ECIU. Interdisciplinarité.

1. Introduction

1.1. La formation en santé numérique dans l'enseignement supérieur

D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la santé numérique désigne l'utilisation d'outils, de services et de méthodes électroniques et informatiques pour assurer des prestations

de soins ou pour favoriser une meilleure santé. Aussi appelée eSanté, cybersanté, mSanté, télésanté ou santé connectée, elle comprend l'ensemble des produits et systèmes numériques au service de la santé [4].

Depuis le début des années 2000, les systèmes de santé du monde entier recourent au numérique de manière croissante, dans un contexte de réduction des ressources et des dépenses de santé mais aussi d'implication accrue des patient·e·s. En 2015, l'Ordre National des Médecins citait quelques exemples associant la santé numérique [5], tout en précisant la tendance croissante et imbriquée de ces nouveaux outils : cela comprend du dossier médical personnel informatisé, aux applications de santé sur téléphone portable, en passant par la télémedecine, la robotique médicale, la domotique et les technologies de maintien à domicile, les systèmes d'information (SI) hospitaliers ou de vigilance, les objets connectés de santé, etc.

Ainsi, la santé numérique et ces nouveaux dispositifs médicaux numériques participent d'un mouvement généralisé de biomédicalisation de la vie (Clarke et al., 2003), mais également de mondialisation et de technologisation de la pratique médicale. D'après leurs promoteurs, les technologies numériques permettraient une amélioration de la prise en charge, une diminution des disparités de santé et une optimisation des systèmes de santé.

Cela se traduit par l'association de l'ingénierie et de la santé, ainsi que par l'émergence de nouveaux métiers. Des disciplines telles que l'informatique, l'électronique, la mécanique sont mises à contribution dans les applications de santé numérique, et des emplois tels qu'ingénieur e-santé, data scientist, expert cybersécurité, architecte de données de santé, chef de projet health-tech, gestionnaire d'hôpital virtuel par exemple, sont de nouveaux débouchés pour les ingénieurs qui souhaitent participer au domaine de la santé.

Enfin, ce rapprochement "ingénierie-santé" s'accélère avec la multiplication des données et l'arrivée de l'Intelligence Artificielle (IA) appliquée à la santé. Le tout représente dans le monde un marché mondial de 78.1 milliards d'euros en 2025. En France, une "Stratégie d'Accélération en Santé Numérique" initiée depuis 4 ans, a permis le financement par le programme France 2030 de 148 projets et 290 millions d'euros.

1.2. Les AMI-CMA Former au numérique en santé

Lancée en octobre 2021 dans le cadre de France 2030, la stratégie d'accélération « Santé numérique » (SASN) est le premier programme interministériel de cette envergure. Elle est pilotée par la délégation au numérique en santé et embarque les ministères en charge de l'Economie, des Finances, et de la souveraineté industrielle et numérique, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, du Travail, de la Santé et des Solidarités, ainsi que le secrétariat général pour l'investissement, en charge de France 2030 et l'Agence de l'Innovation en Santé (AIS).

Parmi les cinq axes prévus dans la SASN, celui de la formation aux nouvelles expertises et aux nouveaux métiers de la santé numérique, qui s'est traduit par un Appel à Manifestation d'Intérêt Compétences et Métiers d'Avenir (AMI-CMA). L'enjeu de cet appel à manifestation d'intérêt (AMI) est de former les étudiants et experts en santé de demain en finançant des formations dédiées au numérique en santé.

Sur 30 projets lauréats, portés par des universités et/ou des écoles d'ingénieurs, 13 forment des ingénieurs en santé numérique. Les formations conçues par INSA Toulouse et le LAAS-CNRS s'intègre dans les objectifs d'un des lauréats, porté par l'Université de Toulouse, FURII DEM@TER, qui regroupe deux actions :

- Développer l'offre de formation professionnelle initiale et continue en santé numérique pour les professionnels de santé et médico-sociaux.
- Accroître la proportion de spécialistes en numérique possédant une culture en santé, parmi lesquels, 30 % des apprenants à l'INSA Toulouse.

FURII DEM@TER a une démarche de recherche et d'innovation avec des Avatars, Serious Games, Réalité Virtuelle, Réalité Augmentée, Cubes Immersifs, etc. Le projet est divisé en 6 composantes, dont INNOV, qui relève de la deuxième action de l'AMI et dans laquelle sont engagés l'INSA Toulouse et le CNRS-LAAS.



Figure 1 - Les outils innovatifs de FURII DEM@TER et le logo FURII DEM@TER

2. Formation à l'INSA Toulouse : les micro-modules ECIU

2.1. Les challenges et micro-modules ECIU

Le groupe INSA fait partie de l'alliance européenne ECIU (European Consortium of Innovative Universities). Le concept-clé de cette alliance est le CBL (Challenge-Based Learning ou Approche par Challenge). L'approche par challenge consiste à apprendre, innover et rechercher avec des partenaires de la société (collectivités, associations ou sociétés privées), en utilisant les défis auxquels ils sont confrontés dans la réalité, dans le but de trouver des solutions à ces défis avec ces partenaires, les étudiants et les enseignants, appelés *teamchers*.

Avant de travailler sur ces thématiques complexes, pour lesquels l'enseignant n'est plus le "sachant", mais plutôt un tuteur et médiateur, ECIU offre des micro-modules, préparant les apprenants à ces challenges, tout en étant plus basés sur des acquisitions de connaissances.

2.2. Les électifs scientifiques

Au sein de la formation à l'INSA Toulouse, les étudiants en deuxième année suivent tous un électif scientifiques qui doit s'intégrer dans la formation des différentes pré-orientations, tout en permettant aux étudiants d'approfondir certaines connaissances ou de découvrir des applications des connaissances déjà acquises. Dans le cadre de ces électifs scientifiques, est proposé depuis deux ans le micro-module CARE (CApteurs connectés et Réalité virtuelle) permettant aux étudiants en 2ème année de toutes les pré-orientations de collaborer avec des étudiants des 12 autres universités européennes de l'alliance ECIU.



Figure 2 - le micro-module CARE sur la plate-forme ECIU engage

Les étudiants travaillent en petits groupes internationaux et interdisciplinaires et en langue vivante (allemand, espagnol, anglais). Les étudiants ECIU ne sont pas tous des étudiants en ingénierie, ce qui permet aux étudiants INSA d’avoir un rôle “d’expert” auprès des autres étudiants. Edgar Dale a développé dès 1940 le “Cône d’expérience”, transformé par la suite en “pyramide d’apprentissage”, et il est aisé de voir qu’expliquer un contenu à d’autres apprenants permet aux étudiants INSA de mieux mémoriser leurs connaissances.

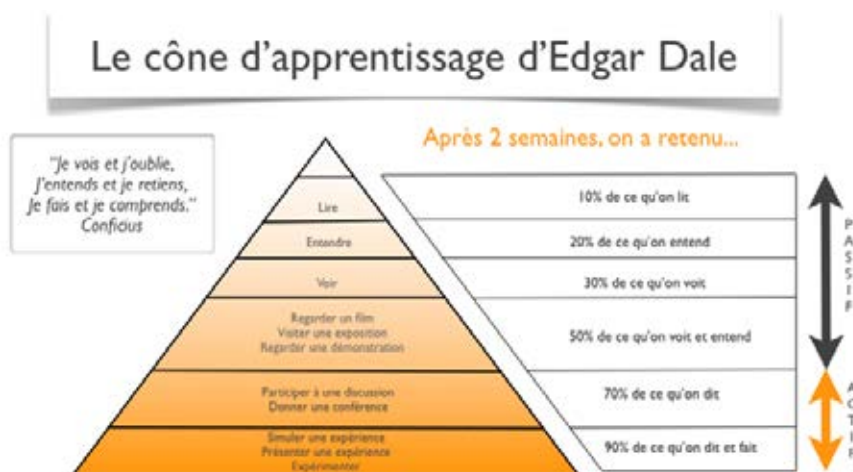


Figure 3 - Le cône d'apprentissage de Dale

3. Conception du cours

3.1. Objectifs du cours

L’objectif de ce micro-module est que les apprenants comprennent le fonctionnement d’un capteur, avec l’exemple d’un capteur du taux de glucose dans le sang et de l’influence de l’alimentation et d’autres facteurs sur ce taux. Les étudiants volontaires sont équipés d’un capteur de glucose pendant la durée du module d’ouverture et analyseront les données transmises, ce qui augmente fortement la motivation des étudiants. Depuis 2025, un tensiomètre a été intégré dans ce travail sur les capteurs connectés de santé. Les étudiants français et internationaux découvrent également le travail interdisciplinaire et multiculturel dans leurs groupes internationaux. Des exercices visant à mieux en comprendre les enjeux et les difficultés potentiels sont proposés au début du cours. L’ensemble du cours se déroule en anglais, même si des exercices multilingues sont proposés (par exemple, enregistrer un audio avec une description dans un scanner 3D, dans une langue étrangère autre que l’anglais).



Figure 4 - Les étudiants se présentent pour former leur dream team

3.2. Semaine de mobilité

Afin de renforcer les liens entre les équipes internationales, une semaine de mobilité est proposée au début du micro-module. Les étudiants ECIU peuvent bénéficier d'une bourse Erasmus+ pour ce séjour et les étudiants des autres INSA peuvent être financés par des fonds internes afin de pouvoir participer également à cette mobilité. Au cours de cette semaine, nombre d'expériences pratiques pour les étudiants sont intégrées. Des travaux pratiques sur des cartes Arduino, des mesures de glucose, de tension et de taux d'oxygène dans le sang sont réalisées dans des conditions définies par des protocoles scientifiques. Des experts sont invités (médecins nutritionnistes, juristes, pharmaciens...) afin de donner des conférences sur des fondements scientifiques et des cas d'applications des dispositifs de santé connectés. Des ateliers interculturels sont également réalisés.

3.3. Structuration du cours

Les équipes multidisciplinaires et internationales travaillent sur la compréhension de la réception et du traitement du signal du capteur de glucose afin de comprendre, grâce à des TP en présentiel ou en virtuel, les étapes de la transformation de la réaction chimique dans le capteur avec le nombre affiché sur un smartphone ou un lecteur de taux de glucose. Les explications et exercices sont déposés dans le cours préparé sur Open-Moodle. Certaines instructions ont été réalisées par des enseignants grâce à leur avatar produit à cet effet avec la plateforme Heygen. Il est également proposé aux étudiants de créer leur propre avatar.

Les capteurs choisis, capteur de glucose et tensiomètre, ont été modélisés par des équipes de développeurs et de graphistes de l'INSA Toulouse et Lyon. Ces modèles 3D ont ensuite été injectés dans l'environnement Réalité Virtuelle du Cube, installation de réalité virtuelle à l'INSA Toulouse dans un espace de 3x3x3 m et équipé de 5 vidéoprojecteurs 3D. En 2026, des capteurs de fréquence cardiaque et du taux d'oxygène dans le sang seront également modélisés pour cet environnement de VR. Les étudiants désassemblent les capteurs modélisés dans le Cube avec leur groupe international (en 2024-25 : 2 étudiants INSA Toulouse et 1 étudiant ECIU). Une version en 2D pour ordinateur est également proposée.



Figure 5 - Version 2D d'un capteur de glucose et du désassemblage

Les étudiants développent également un système simple de monitoring et d'analyse de données de leur capteur avec des données obtenues du capteur de glucose, de la tension et du taux d'oxygène dans le sang d'un des membres du groupe. En 2025, les étudiants ont organisé une randonnée dans les Pyrénées et ont constitué trois groupes avec une alimentation bien définie. Les mesures ont été prises toutes les demi-heures pendant toute la journée afin de pouvoir analyser et interpréter les résultats des trois groupes. En 2025 également, les étudiants français de 2ème année et les étudiants internationaux ont été rejoints par des étudiants en pharmacie en 5ème année de la Faculté de pharmacie de l'université de Toulouse. Cette rencontre a permis à chaque groupe d'être "expert" pour les autres groupes d'apprenants, car les étudiants en pharmacie pouvaient expliquer les influences de l'alimentation et de l'hygiène de vie en général sur le taux de glucose dans le sang ou la tension artérielle et les étudiants ingénieur connaissent le traitement des données menant de la mesure jusqu'à l'affichage sur un lecteur (ici : application smartphone).

Après la semaine de mobilité, les étudiants continuent de travailler sur des tâches assignées (analyse de données, TP de scanning 3D, de changement de code pour faire apparaître le taux de glucose dans une application, analyse et description de données) : chaque équipe peut les réaliser suivant leur propre rythme avant une date limite donnée. Les enseignants réalisent cependant aussi régulièrement des sessions synchrones avec l'ensemble du groupe pour permettre aux étudiants de présenter leurs résultats intermédiaires et de poser des questions. Des sessions par petit groupe international sont également réalisées.

La scénarisation du micro-module et du cours ont été consignées sur Scenari et sont consultables par toute la communauté du Groupe INSA.

3.4. Livrables du cours

En plus des exercices tout au long du cours, le livrable à la fin des 2 mois de suivi est une vidéo type Instagram, pour d'autres étudiants afin de leur prodiguer des conseils, sous une forme ludique, d'une meilleure hygiène de vie. Chaque groupe choisit une thématique (glucose et sport, l'influence de l'alimentation et du stress sur le taux de glucose ou encore le jeûne pendant le Ramadan).

3.5. Connaissances et compétences acquises

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer :

- Principe physique et de fonctionnement de capteurs qui permettent de transmettre des données et de surveiller ainsi la santé d'une personne à distance (Monitoring)

- Utilisation des capteurs de glucose et de tensiomètres pour des patients et pour des sportifs
- Transmission, traitement et analyse des données du système de monitoring.
- Notions de réalité virtuelle par la pratique, et explications des concepts déjà énumérés dans une langue étrangère.

L'étudiant devra être capable de :

- Décrire le principe des systèmes de monitoring (de glucose pour commencer) médicale
- Désassembler un dispositif de monitoring médicale dans un environnement de réalité virtuelle
- Synthétiser la méthodologie employée et les principaux résultats dans une langue étrangère.

4. Conclusion

Les micro-modules et challenges ECIU permettent aux étudiants du Groupe INSA de travailler dans un environnement international et d'explorer d'autres thématiques (santé numérique, hygiène de vie, interculturelité) et d'outils (VR, scan 3D, impression 3D) tout en réalisant une expérience nouvelle grâce aux contacts avec des étudiants d'autres pays, suivant d'autres études, et des professionnels de santé. Il s'agit d'une nouvelle façon d'apprendre qui permet d'appréhender, même pour les étudiants de 2ème année, les applications dans le monde réel de notions ou d'outils qu'ils découvrent en cours. Travailler en anglais leur permet de se sentir plus à l'aise dans cette langue et le travail en équipe multidisciplinaire et international les prépare à un monde professionnel complexe.

Références

- [1] Philippe Seitier, Patrick Gilles. Réalité augmentée en enseignement : l'outil ou la science ?. 17ème colloque national S-mart AIP-PRIMECA, Université Polytechnique Hauts-de-France [UPHF], Mar 2021, LAVAL VIRTUAL WORLD, France. (hal-03296135)
- [2] Jean-Benoît Culié, David Panzoli, Michel Galaup. Extension pédagogique du concept de smart object pour les agents conversationnels incarnés. Workshop Affects, Compagnons Artificiels et Interactions (WACAI), Jun 2024, Bordeaux, France. (hal-04820722)
- [3] Dispositifs médicaux en e-santé – Oxymètres & tensiomètres connectés. Eli Gabriel Aviña, Fabian Castaño, Christophe Escriba, Jean Yves Fourniols et Georges Soto-Romero. J3eA, 21 (2022) 2031. DOI: <https://doi.org/10.1051/j3ea/20222031>
- [4] Marine Al Dahdah et Vincent Duclos, « Santé numérique », Anthropologie & Santé [En ligne], 28 | 2024, mis en ligne le 29 mai 2024, consulté le 06 septembre 2025. URL : <http://journals.openedition.org/anthropologiesante/13648> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/11r33>
- [5] Livre blanc du Conseil national de l'Ordre des Médecins "Santé Connectée. De la e-santé à la santé connectée". Janvier 2015. Consulté le 01/09/2025
URL: <https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/edition/lu5yh9/medecins-sante-connectee.pdf>
- [6] (en) Edgar Dale, Audio visual Methods in Teaching, New York, Dryden Press, 1946, chap. 4 (« The "Cone of Experience" »), p. 39

Enseigner les Géométries non-Euclidiennes avec la Réalité Virtuelle

Maé Mavromatis¹, Ronan Gaugne², Rémi Coulon³, Valérie Gouranton¹

¹ Univ Rennes, INSA Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France

² Univ Rennes, Inria, CNRS, IRISA, France

³ Université Bourgogne Europe, CNRS, France

Résumé

Avec la démocratisation des technologies numériques, de nouvelles approches pédagogiques émergent, tirant parti de ces médias innovants pour renforcer l'engagement des étudiants et favoriser différentes manières d'apprendre.

L'étude présentée dans ce document compare trois modalités d'apprentissage — diapositives, écran et réalité virtuelle (RV) — en termes de connaissances acquises, de temps passé et d'utilisabilité. La modalité *diapositives* consiste en une présentation illustrée de diapositives, la modalité *écran* utilise une simulation à l'écran avec navigation, et la modalité *rv* présente la même simulation en réalité virtuelle à l'aide d'un casque de réalité virtuelle. Dans cette étude, nous avons examiné l'impact de ces modalités sur la compréhension, par les étudiants, des propriétés essentielles des géométries non-Euclidiennes contre-intuitives S^3 et H^3 .

Les trois modalités ont permis aux participants d'améliorer leurs réponses au questionnaire de mathématiques, bien que des recherches supplémentaires soient nécessaires pour exploiter pleinement les bénéfices de la réalité virtuelle.

Mots-clés : innovation pédagogique, impact sur les apprentissages, réalité virtuelle, mathématiques

1. Introduction

La réalité virtuelle (RV) progresse rapidement, avec des avancées significatives dans des domaines tels que la médecine, le divertissement et l'éducation. À mesure que la RV devient plus accessible, de nombreuses recherches se concentrent sur son potentiel à améliorer l'apprentissage des étudiants [1]. De nouvelles opportunités éducatives apparaissent, largement reconnues comme bénéfiques. L'utilisation de la RV dans le domaine éducatif devrait s'intensifier, notamment en mathématiques, où elle favorise la motivation et les performances [2]. La RV plonge les étudiants dans un monde virtuel, renforçant leur raisonnement mathématique et leurs compétences spatiales [3]. L'un des principaux atouts de la RV réside dans sa capacité à représenter des objets en trois dimensions dans un environnement également en 3D, ce qui favorise la pensée tridimensionnelle et les transformations mentales — un avantage que les technologies en 2D ne peuvent offrir [4]. Cela s'avère particulièrement utile en géométrie, notamment dans le cas des géométries non-Euclidiennes, qui sont contre-intuitives et complexes à appréhender en raison de leur divergence avec la géométrie classique. Plusieurs études ont examiné des méthodes innovantes pour enseigner ces géométries [5]. Cependant, peu de travaux se sont penchés sur le rôle de la RV dans l'enseignement des géométries non-Euclidiennes. Cette étude vise à évaluer l'impact de la RV sur l'apprentissage

de ces géométries, en la comparant aux simulations sur écran et aux présentations classiques basées diapositives, afin de déterminer si l'immersion facilite la compréhension de ces espaces.

Dans le cadre d'une étude utilisateur, nous avons conçu trois environnements d'apprentissage dédiés aux géométries non-Euclidiennes, testés auprès de participants issus de divers horizons. Les principales propriétés mathématiques de chaque géométrie, nécessitant différentes compétences, sont présentées dans la section 2. La compréhension de ces géométries a été évaluée avant et après l'expérience afin de mesurer l'efficacité des différents environnements et de les comparer. L'expérience, décrite dans la section 4, montre que les participants ont amélioré leurs réponses au questionnaire de mathématiques, sans qu'aucune différence statistiquement significative ne soit observée entre les trois modalités.

2. Concepts mathématiques sous-jacents

La géométrie Euclidienne est bien connue, mais d'autres géométries en deux dimensions existent également, telles que la sphère et l'hyperboloïde (Figure 1). En trois dimensions, le théorème de géométrisation de Thurston [6], démontré par Perelman [7], classe toutes les géométries possibles en huit modèles distincts. Parmi ceux-ci figurent l'espace Euclidien 3D familier, ainsi que sept géométries non-Euclidiennes, comme la géométrie sphérique S^3 et la géométrie hyperbolique H^3 . La sphère S^2 et l'hyperboloïde H^2 sont utilisées tout au long de l'article pour illustrer leurs spécificités.

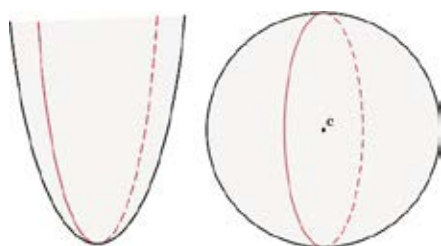


Figure 2. -Gauche, une hyperboloïde en 2D. Droite, une sphère en 2D. Les analogues de H^3 et S^3 en 2D. En rouge, une géodésique.



Figure 1. -De gauche à droite : dispositif pour la condition diapositives, écran, vr.

2.1. S^3 et H^3

S^3 (respectivement H^3) constitue l'analogue tridimensionnel de la sphère (respectivement du plan hyperbolique) de $\mathbb{R}^3$. On modélise S^3 comme la sphère unité dans $\mathbb{R}^4$ et H^3 comme l'hyperboloïde de Minkowski. La distance entre deux points P_1 et P_2 correspond à la longueur de la plus courte courbe les reliant. S^3 et H^3 sont toutes deux homogènes et isotropes : tous les points et toutes les directions y sont équivalents.

2.2. Notions mathématiques et propriétés associées

Géodésiques : une géodésique (Figure 1) dans un espace S est une courbe qui minimise localement la distance parcourue. Elle constitue l'analogue d'une droite dans un plan.

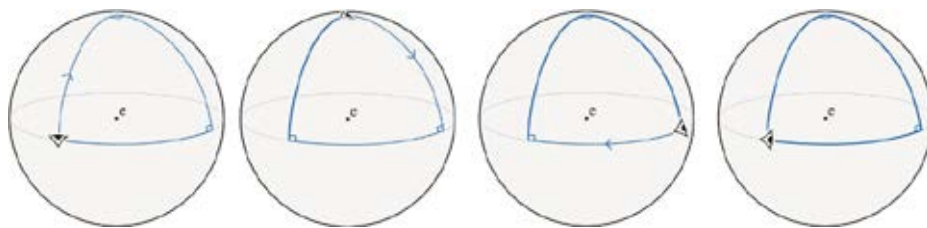


Figure 3. -Illustration de l'holonomie sur une sphère 2D. L'observateur se déplace le long d'un triangle à angles droits sans jamais tourner, mais son orientation change au fur et à mesure qu'il fait le tour du triangle, jusqu'à arriver à une rotation d'un quart de tour une fois le triangle parcouru.

Holonomie : l'holonomie d'une connexion mesure comment le transport parallèle le long de boucles fermées modifie les informations géométriques. Cette variation est due à la courbure de la connexion. Par exemple, la Figure 3 montre les changements d'orientation d'un observateur se déplaçant le long des côtés d'un triangle sur une sphère en 2D.

Points conjugués : les points conjugués marquent les situations où les géodésiques ne minimisent plus globalement la distance. Sur une sphère, par exemple, les géodésiques passant par le pôle Nord peuvent être prolongées jusqu'au pôle Sud. Ainsi, les segments reliant les deux pôles ne sont pas minimaux. Toute paire de points antipodaux sur la sphère 2D constitue une paire de points conjugués.

Objets visibles devant et derrière : les géodésiques de la sphère sont des grands cercles centrés au centre de la sphère (Figure 1). Par conséquent, un objet situé devant un observateur sur S^3 est également visible derrière lui, car un rayon lumineux peut parcourir la géodésique traversant l'objet dans les deux sens et revenir vers l'observateur.

Distance entre objets : la forme des géodésiques varie d'une géométrie à l'autre, voire à l'intérieur d'une même géométrie, ce qui influence la perception des distances. En particulier, la taille apparente d'un objet n'est pas toujours un indicateur fiable de sa distance (Figure 4).



Figure 4. -Cette série de figures illustre la proportion du champ de vision d'un observateur occupée par un objet en fonction de sa distance par rapport à l'observateur. L'objet est le disque rouge, l'observateur est le point vert. Les deux géodésiques rouges tangentes au disque forment un angle correspondant à la taille du disque telle que perçue par l'observateur. Cet angle diminue puis augmente quand le disque se déplace de la position de l'observateur vers la position antipodale.

Polygones réguliers à angles droits : en raison de la courbure de l'espace, les propriétés des polygones varient selon la géométrie. Par exemple, un triangle obtenu en découpant une sphère en huit parties identiques est un triangle équilatéral à angles droits (Figure 3), alors que dans la géométrie Euclidienne, la somme des angles d'un triangle est toujours de 180° . Dans H^3 , il est possible de construire tout polygone régulier à angles droits ayant $n \geq 5$ côtés (Figure 5).

3. Méthode

Ce travail vise à concevoir et évaluer un environnement d'apprentissage basé sur la RV pour les géométries non-Euclidiennes. Cette section présente la méthode de simulation, la conception centrée sur les propriétés clés des géométries, ainsi que l'approche d'évaluation.

3.1. Simulation des espaces non-Euclidiens

Les logiciels classiques de rendu ne prennent pas en charge les géométries non-Euclidiennes, car les rayons lumineux y suivent des lignes droites. En nous basant sur la méthode proposée par Coulon et al. [8], nous avons implémenté un moteur de rendu par *raymarching*, traçant les rayons le long des géodésiques propres à chaque géométrie. D'autres moteurs adaptés de rendu aux géométries de Thurston existent [9, 10, 11, 12]. L'illumination est calculée à l'aide du modèle de Phong.

3.2. Conception de l'environnement d'apprentissage

Lors de la conception de l'expérience, nous avons cherché à identifier les propriétés clés des géométries sélectionnées, en nous concentrant à la fois sur des propriétés simples comme la distance et les géodésiques, et sur des notions plus complexes comme l'holonomie. L'ordre de présentation de ces propriétés a été soigneusement réfléchi, certaines notions reposant sur d'autres. Une présentation aléatoire aurait été inappropriée. Cette section présente ces propriétés dans l'ordre choisi et explique comment elles ont été introduites aux participants.

Géodésiques : l'objectif était de permettre aux participants d'identifier la forme des géodésiques dans S^3 et H^3 . L'environnement virtuel comportait quatre cylindres infinis placés autour de quatre géodésiques (Figure 6).

Objets visibles devant et derrière : cette propriété concernait uniquement S^3 . Il s'agissait de faire comprendre aux participants que des objets visibles devant eux étaient également visibles derrière eux. L'environnement virtuel incluait un cylindre fini et une sphère.

Distance : l'objectif était de montrer que l'estimation des distances varie selon la géométrie. Pour cela, les sphères étaient colorées en fonction de leur distance à l'utilisateur : couleurs claires pour les sphères proches, foncées pour les lointaines. L'environnement était composé de deux sphères et de cylindres finis régulièrement disposés dans l'espace.

Points conjugués : cette notion ne concernait que S^3 et visait à faire comprendre aux participants la notion de points conjugués. L'environnement virtuel comportait un cylindre fini et une sphère colorés en fonction de leur distance à l'utilisateur. Dans les conditions *rv* et *écran*, les participants devaient identifier la position où ils se sentaient entourés par l'un des objets.

Polygones réguliers à angles droits : l'objectif était d'illustrer que les propriétés des polygones varient selon les géométries. Les participants ont observé des polygones réguliers à angles droits : un triangle équilatéral à angles droits dans S^3 (Figure 3) et un pentagone régulier à angles droits dans H^3 (Figure 5). Les UIs et les diapositives précisait que, dans H^3 , il est possible de construire des polygones réguliers à angles droits comportant plus de cinq côtés. Dans les conditions *rv* et *écran*, les participants pouvaient se déplacer pour observer les angles; dans la condition *diapositives*, un dessin leur était présenté.

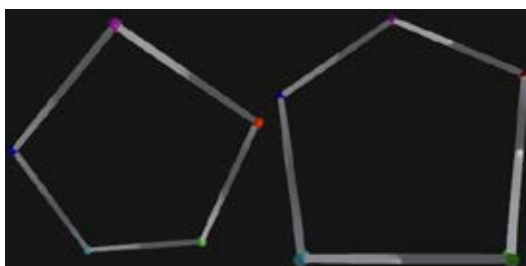


Figure 6. -Captures d'écran du pentagone à angles droits de H^3 depuis deux points de vue.

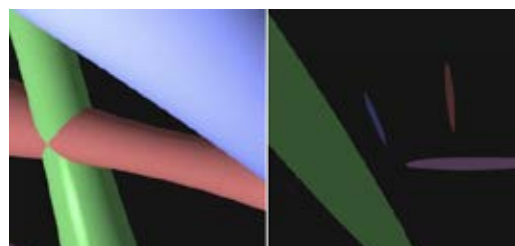


Figure 5. -. Capture d'écran comprenant quatre cylindres infinis placés autour de géodésiques de S^3 (gauche) et H^3 (droite).

Holonomie : l'objectif était d'aider les participants à comprendre les effets de l'holonomie pour un habitant de la géométrie. L'environnement virtuel représentait un espace pavé dans lequel apparaissaient des « piliers » (Figure 2). Dans la condition *rv*, les participants réalisaient des trajectoires en forme de carré avec leur tête pour observer l'environnement. Dans la condition *écran*, ils utilisaient le clavier pour déplacer la caméra. Dans la condition *diapositives*, une série de dessins montrait comment l'orientation de l'observateur évoluait en suivant le polygone à angles droits de la diapositive précédente (Figure 3).

4. Expérience

L'objectif de cette expérience était d'explorer l'impact de trois technologies (*rv*, *écran*, *diapositives*) sur la compréhension des géométries non-Euclidiennes. Dans les conditions *rv* et *écran*, les participants naviguaient dans un environnement virtuel et se concentraient sur une propriété de la géométrie par scène. Dans la condition *diapositives*, les participants parcouraient une diapositive par propriété. Ils étaient libres de passer autant de temps que nécessaire sur chaque propriété, que ce soit en explorant l'environnement dans les conditions *rv* et *écran*, ou en lisant les diapositives dans la condition *diapositives*. Les participants étaient divisés en deux groupes : les *experts* (étudiants en mathématiques de niveau Master ou Doctorat) et les *novices* (étudiants en classes préparatoires ou informaticiens).

4.1. Participants et matériel

19 participants *experts* ont pris part à l'expérience (5 femmes, 12 hommes, 1 autre, 1 préfère ne pas répondre), âgés de 19 à 28 ans ($\bar{X} = 22$, $SD = 2.5$) ainsi que 21 participants *novices* (3 femmes, 16 hommes, 2 autres), âgés de 19 à 60 ans ($\bar{X} = 26$, $SD = 8.8$). Tous étaient étudiants recrutés sur notre campus ou informaticiens du laboratoire. Aucun n'a reçu de compensation financière. Tous avaient une vision normale ou corrigée. Les participants ont été répartis en trois groupes correspondant aux trois conditions (Figure 2), de manière équilibrée selon leur ordre d'inscription. Ceux assignés à la condition *rv* étaient immergés dans l'environnement virtuel à l'aide d'un casque Oculus et de ses contrôleurs. L'expérience *rv* a été conduite sur un ordinateur de bureau garantissant un minimum de 80 *fps* dans toutes les conditions, développée avec Unity 2023.2. L'expérience a été approuvée par le comité d'éthique local (coerle 2024-37).

4.2. Protocole et plan expérimental

Après avoir signé le formulaire de consentement, les participants ont rempli un questionnaire démographique et ont été informés des objectifs de l'expérience. Un document leur a été remis pour expliquer les concepts mathématiques abordés : une version technique pour les experts, une version plus accessible pour les novices. Les participants ont ensuite passé un questionnaire mathématique afin d'évaluer leur compréhension initiale de la première géométrie. Selon leur condition, ils étaient équipés du matériel adéquat : casque RV pour la condition *rv*, ou écran avec clavier et souris pour les conditions *écran* et *diapositives*.

L'expérience comportait deux blocs, chacun correspondant à une géométrie (S^3 ou H^3). Chaque bloc contenait des scènes traitant différentes propriétés (6 scènes pour S^3 , 4 pour H^3). Les participants des conditions *rv* et *écran* remplissaient un questionnaire sur le mal des transports après chaque scène. Après le premier bloc, les participants repassaient le

questionnaire mathématique sur la première géométrie, puis celui sur la seconde. La même procédure était suivie pour le second bloc. À l'issue de celui-ci, les participants complétaient un questionnaire d'acceptation. L'ordre des géométries était contrebalancé. Les participants passaient environ 20 minutes par bloc dans les conditions *rv* et *écran*, et environ 45 minutes au total dans la condition *diapositives*.

4.3. Données expérimentales

Mesures subjectives. Dans les conditions *rv* et *écran*, nous avons utilisé le questionnaire VRSQ pour évaluer le niveau de cybercynotose. À la fin de l'expérience, tous les participants ont rempli une version réduite du questionnaire UTAUT2 à échelle de Likert en 7 points pour évaluer l'acceptation. Les sections « influence sociale », « habitude » et « valeur monétaire » ont été exclues car non pertinentes ici.

Mesures objectives. Nous avons mesuré le temps passé sur chaque scène ou diapositive selon la condition, ainsi que les déplacements effectués dans l'environnement virtuel pour les conditions *rv* et *écran*. Avant et après chaque bloc, les participants ont répondu à un questionnaire mathématique conçu avec un mathématicien. Il comportait six questions, une par propriété, avec une seule réponse possible. Une option neutre, « l'expérience ne me permet pas de répondre », était toujours disponible.

4.4. Hypothèses et résultats

Sur la base de la littérature et du protocole expérimental, nous avons formulé les hypothèses suivantes : **H1** Globalement, la modalité *rv* permettra une meilleure progression au questionnaire de mathématiques ; **H2** Les participants préféreront la condition *rv*, l'immersion dans l'environnement virtuel étant plus agréable que l'étude sur diapositives. L'usage du casque accentuera ce sentiment par rapport à la version sur écran. Cette préférence sera reflétée par les scores de motivation hédonique dans le questionnaire UTAUT2.

Les données ont été analysées à l'aide de statistiques non paramétriques, en raison du faible nombre de participants.

Mesures subjectives. Le questionnaire VRSQ a montré des résultats similaires entre les différentes conditions et géométries. Un test de Wilcoxon n'a révélé aucune différence statistiquement significative. Les scores (allant de 0 à 100) étaient faibles (*écran* $\bar{X} = 4.2$, $SD = 5.7$; *rv* $\bar{X} = 9.6$, $SD = 9.2$), ce qui indique que le niveau de cybercynotose n'a pas posé de problème. Le sous-ensemble du questionnaire UTAUT2 a donné des résultats similaires entre les conditions (*rv* $\bar{X} = 4.8$, $SD = 0.9$; *écran* $\bar{X} = 5.4$, $SD = 0.8$; *diapositives* $\bar{X} = 5.0$, $SD = 1.0$). Aucun effet significatif n'a été observé via un test de Kruskal-Wallis ($\chi^2 = 2.1$ df = 2, $p = 0.3$). On peut néanmoins noter que la motivation semble plus élevée dans les conditions *rv* et *écran* que dans la condition *diapositives*.

Mesures objectives. Pour analyser les résultats du questionnaire de mathématiques, nous avons attribué un score à chaque réponse : une bonne réponse valait $\$+1\$$, une mauvaise réponse $\$-1\$$, et une réponse neutre (« l'expérience ne me permet pas de répondre ») valait 0. Le score total pouvait donc aller de -6 à $+6$. Des tests de Wilcoxon appariés ont montré que chaque modalité présentait une amélioration significative des scores après l'expérience par rapport à avant ($p < 0.01$). Pour aller plus loin, nous avons calculé le gain moyen de score avant/après l'expérience pour chaque condition. Pour l'ensemble des participants, la condition *diapositives* a permis un gain moyen de 2.1 points, la condition *écran* de 3 points, et la condition *rv* de 3.3 points. Nous avons ensuite séparé les résultats entre experts et novices. Les experts ont montré une progression légèrement supérieure, avec une amélioration de 2.4 points en condition

diapositives, 3 points en condition *écran*, et 3.6 points en condition *rv*, contre 1.9, 3, et 2.9 points respectivement pour les novices. Cependant, un test de Kruskal-Wallis n'a révélé aucune différence significative entre les modalités ($p = 0.4$).

Enfin, le temps passé et la distance parcourue dans chaque scène (i.e. pour chaque propriété) ont été analysés par régression logistique afin de déterminer leur impact sur les scores du questionnaire. Cependant, cette analyse n'a pas permis de construire un modèle établissant un lien clair entre temps/déplacement et performance. En effet, une grande partie des réponses, qu'elles soient correctes ou incorrectes, se retrouvaient dans des intervalles de temps et de déplacement similaires, ce qui rendait difficile l'obtention d'un modèle fiable.

4.5. Discussion

Les résultats montrent que toutes les modalités ont conduit à une progression, mais la différence entre la modalité *rv* et les autres n'est pas statistiquement significative. Ainsi, nous ne pouvons ni confirmer ni rejeter notre hypothèse H1. De même, aucune différence significative n'a été observée dans les réponses à la section « motivation hédonique » du questionnaire UTAUT2, bien que les réponses pour les modalités *rv* et *écran* soient plus élevées et plus homogènes. Par conséquent, l'hypothèse H2 ne peut être ni confirmée ni rejetée. Pour maximiser la comparabilité entre les trois modalités, nous avons simplifié les expériences *rv* et *écran*. Nous avons volontairement évité les interactions complexes, qui auraient nui à la comparabilité. Cependant, cette simplification a probablement entraîné une perte des spécificités de chaque modalité : interaction physique en RV, contrôle précis via clavier/souris sur écran, et faible interactivité dans les diapositives. Une hypothèse pour expliquer les faibles différences observées entre modalités est justement cette simplification excessive. Enfin, sur la base des scores aux questionnaires et des retours informels des participants, nous avons constaté que l'expérience nécessitait un niveau de mathématiques plus élevé que prévu. Le document introductif, censé expliciter le vocabulaire, utilisait un formalisme et des concepts avancés qui ont empêché certains participants d'acquérir les compétences visées.

5. Conclusion

Dans cette expérience, nous avons exploré les différences entre les trois conditions *rv*, *écran* et *diapositives* pour l'apprentissage des propriétés des géométries non-Euclidiennes S^3 et H^3 . Nous avons développé une simulation de ces géométries permettant leur visualisation et une immersion, aussi bien en réalité virtuelle que sur écran. Nous avons également conçu un scénario pédagogique permettant d'aborder les propriétés clés de ces géométries dans un temps réduit. Les résultats obtenus nous encouragent à poursuivre ce travail, notamment en réduisant la présence de formalisme mathématique, en augmentant les possibilités d'interaction de l'utilisateur avec le système, et en renforçant l'approche pédagogique. Il est particulièrement intéressant de mieux comprendre ce que la réalité virtuelle permet — ou ne permet pas — en matière d'enseignement des mathématiques, en particulier dans des domaines aussi complexes que les géométries non-Euclidiennes. La réalité virtuelle est un outil puissant, qui pourrait permettre à tout scientifique en formation de mieux modéliser et géométriser les problèmes.

Mentions

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'Avenir portant la référence ANR 21 DMES 0001. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet PIA4 DemoES – AIR (Augmenter les Interactions

à Rennes)¹. Le projet AIR a pour objectif le développement de démonstrateurs et outils numériques afin d'enrichir les interactions pédagogiques pour la formation. Des projets ont été menés avec pour objectifs l'essaimage des projets et des pratiques. Les partenaires du projet AIR sont : l'Université de Rennes (porteur), l'INSA de Rennes, l'Université Rennes 2, la société Artefacto et la société Klaxoon. Ce projet a été mené dans le cadre de l'axe « Pédagogies Interactives ».

Références

- [1] Mikropoulos, T. and Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers Education*, 56.
- [2] Lai, J. W. and Cheong, K. H. (2022). Adoption of virtual and augmented reality for mathematics education: A scoping review. *IEEE Access*, 10.
- [3] Kaufmann, H. and Schmalstieg, D. (2003). Schmalstieg, d.: Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *computers graphics* 27(3), 339-345. *Computers Graphics*, 27.
- [4] Hedburg, J. and Alexander, S. (1994). Virtual reality in education: Defining researchable issues. *Educational Media International*, 31.
- [5] Sukestiyarno, Y. L., Nugroho, K. U. Z., Sugiman, S., and Waluya, B. (2023). Learning trajectory of non-euclidean geometry through ethnomathematics learning approaches to improve spatial ability. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- [6] Thurston, W. P. (1986). Hyperbolic structures on 3-manifolds, i: Deformation of acylindrical manifolds. *Annals of Mathematics*, 124.
- [7] Eres, L., Besson, G., Boileau, M., Maillot, S., and Porti, J. (2010). Geometrisation of 3-manifolds. 13.
- [8] Coulon, R., Matsumoto, E., Segerman, H., and Trettel, S. (2022). Ray-marching thurston geometries. *Experimental Mathematics*, 31.
- [9] Weeks, J. Curved Spaces. a flight simulator for multiconnected universes, available from <http://www.geometrygames.org/CurvedSpaces/>.
- [10] Berger, P. (2015). Espaces Imaginaires. <http://espaces-imaginaires.fr>
- [11] Kopczyński, E., Celińska, D. and Čtrnáct, M. (2017). HyperRogue: Playing with hyperbolic geometry. In *Proceedings of Bridges 2017: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture, Phoenix, Arizona*. Tessellations Publishing.
- [12] Velho, L., da Silva, V., and Novello, T. (2020). Immersive visualization of the classical non-euclidean spaces using real-time ray tracing in VR. In *Proceedings of Graphics Interface 2020, GI 2020*, pages 423–430.

¹ <https://anr.fr/ProjetIA-21-DMES-0001>



PARTIE 4



Inclusion, égalité des chances et réussite dans les INSA

Garantir l'égalité d'accès aux formations d'ingénieur, soutenir la diversité des publics et accompagner la réussite des étudiants constituent des enjeux majeurs pour le Groupe INSA. Depuis plusieurs années, les écoles du réseau développent des actions ambitieuses pour répondre aux défis posés par la massification de l'enseignement supérieur, l'hétérogénéité croissante des profils, les transitions complexes entre le lycée et les études supérieures, ainsi que les besoins accrus de bien-être et d'inclusion dans les communautés étudiantes. Cette quatrième partie rassemble trois contributions qui illustrent la diversité des dispositifs mis en place pour favoriser l'équité, accompagner les primo-arrivants et soutenir les compétences essentielles à la réussite étudiante.

Ce que le dispositif expérimental HORIZON INSA pourrait apporter à la diversité des primo-arrivants au Groupe INSA

Nathalie Gartiser-Schneider¹, Anna Loehr²,
Anne-Pascale Maquighen³, Violaine Roussier-Michon⁴

¹ INSA Strasbourg

² INSA Lyon

³ INSA Hauts-de-France

⁴ INSA Toulouse

Résumé

Les travaux de l'Institut Gaston Berger, service inter-INSA dédié à la valorisation et au développement du modèle INSA, ont récemment documenté une érosion progressive de la diversité sociale au sein des promotions étudiantes des INSA ainsi que des écarts significatifs de taux de passage en 2e année selon l'origine sociale. Les dispositifs de promotion sociale de type « Cordées de la réussite » et d'accompagnement des étudiants ne permettent donc pas de réduire les inégalités d'accès aux INSA, ni de réussite en leur sein. Dès lors, quels grands principes des dispositifs d'égalité des chances devraient être reconsidérés pour atteindre des résultats concrets en termes de démocratisation de l'accès à l'enseignement supérieur scientifique sélectif ?

Nous présentons ici le dispositif HORIZON INSA, expérimenté dans plusieurs écoles du Groupe et inscrit dans un continuum « Bac-5 / Bac+5 ». Sa conception s'appuie sur les deux tomes du Livre Blanc, publiés en 2021 et 2022. Le dispositif a pour principale ambition d'augmenter la proportion d'élèves issus de milieux sociaux modestes admis en première année et de les mener vers la réussite dans nos écoles jusqu'à l'insertion professionnelle. Pour ce faire, il adresse l'intégralité du parcours de l'élève, en défendant une double logique d'équité individuelle et collective et en initiant de nouvelles recherches-actions en lien avec les travaux académiques.

Mots-clés : Ouverture sociale et territoriale, égalité des chances, voie spécifique de recrutement

1. La genèse du projet HORIZON INSA

1.1. L'état des inégalités scolaires en France

Selon la dernière enquête PISA en 2022, la France est l'un des pays de l'OCDE où l'origine sociale a le plus d'impact sur les résultats et les parcours scolaires des élèves [5]. Par exemple, en mathématiques, l'écart de résultat est de 113 points entre les élèves de milieux très favorisés et ceux de milieux très défavorisés, alors qu'il n'est que de 106 points aux Pays-Bas ou de 86

points en Espagne. Cette étude montre également que l'origine sociale est le facteur le plus déterminant sur les résultats, bien plus que le genre ou l'origine migratoire.

Ces inégalités scolaires, c'est-à-dire la différence de parcours et de réussite scolaire en fonction du genre, de l'origine sociale ou du handicap..., peuvent prendre différentes formes : conditions de scolarisation différentes, inégalités d'accès à chaque niveau d'enseignement (primaire, secondaire et supérieur), inégalités d'acquis et de compétences scolaires, inégalités de réussite aux diplômes... Si elles sont inhérentes à l'histoire de notre système éducatif, elles sont perpétuées par certaines caractéristiques françaises : une dualité entre établissements publics et privés sous contrat ou entre universités et « grandes écoles », un principe méritocratique fort qui n'est compensé que par des politiques d'égalité des chances (et non d'égalité de résultats) et une importance particulière donnée au diplôme initial tout au long de la carrière professionnelle, qui induit une corrélation forte entre inégalités scolaires et reproduction sociale.

Ainsi, la massification scolaire qui s'est produit depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle n'a pas conduit à une véritable démocratisation. En effet, nous avons connu en France une forte augmentation des effectifs de l'enseignement secondaire puis de l'enseignement supérieur, pour atteindre presque 3 millions d'étudiant·es en 2024 (soit un chiffre multiplié par dix en 65 ans). La démocratisation a été réelle à l'égard du genre : 57 % des diplômé·es de l'université sont des diplômées [6]. Mais les parcours restent fortement genrés : en 2023, les étudiantes ne représentent que 29,8 % des effectifs dans les formations d'ingénieur, contre 83,7 % dans les formations paramédicales et sociales. Et les inégalités persistent dans la sphère professionnelle.

Par contre, la massification n'a pas conduit à une démocratisation qualitative des parcours. Les inégalités sociales se sont déplacées plus tard dans la scolarité mais n'ont pas été réduites [1]. L'origine sociale de l'élève reste fortement corrélée à son parcours scolaire ainsi qu'à son insertion professionnelle et conduit in fine à une forte reproduction sociale [7].

Si ces constats peuvent s'expliquer par les spécificités du système éducatif français comme la ségrégation urbaine et scolaire ou la dualité public/privé qui permet des stratégies d'anticipation des familles [4], il faut également noter la relative inefficacité des dispositifs mis en œuvre dans le cadre des politiques publiques pour réduire les écarts entre les élèves de zone d'éducation prioritaire et hors éducation prioritaire. Les dotations de ces dispositifs sont insuffisantes et trop peu fléchées et les objectifs peu évalués [7].

1.2. Le Livre Blanc

L'Institut Gaston Berger du Groupe INSA est un groupe de réflexion inter-INSA créé en 2018 pour accompagner le développement et les transformations du Groupe en cohérence avec le modèle fondateur pensé par le philosophe Gaston Berger et le recteur Jean Capelle. Cet idéal repose sur deux piliers : permettre l'accès aux études d'ingénieur post-bac à des jeunes de profils diversifiés et former des ingénieur·es humanistes capables de répondre aux enjeux sociétaux contemporains.

Le projet de rénovation du modèle social du Groupe INSA initié en 2021 est un projet d'ampleur articulant excellence académique et promotion sociale pour répondre à un enjeu de justice et de cohésion sociale. Les ambitions votées dans les conseils d'administration des sept écoles en 2021/2022 sont de renforcer l'ouverture sociale et l'inclusion des diversités (pour tendre vers une meilleure représentativité de la société), de garantir des conditions d'équité dans les INSA sans biais sociaux (que ce soit les conditions de vie et d'études, les chances de réussite au diplôme, l'accès aux activités de vie de campus ou l'insertion professionnelle) et de développer des campus durables et inclusifs au bénéfice de toutes les communautés INSA.

Le Livre Blanc, fruit d'un gros travail collaboratif inter-INSA, se compose de deux tomes. Le premier [2], publié en 2021, fait un état des lieux sur les cinq années passées des diversités parmi les promotions étudiantes et des actions mises en place pour les accompagner. Le deuxième tome [3], publié en 2022, est quant à lui un laboratoire d'idées et de préconisations pour accompagner l'ouverture sociale et territoriale du Groupe INSA.

Dans un contexte d'augmentation du nombre de candidatures, le premier tome du Livre Blanc [2] pointe des aspects positifs : augmentation régulière du nombre d'élèves en situation de handicap dans les INSA, taux de femmes, de boursier·ères CROUS et d'élèves de nationalité étrangère supérieurs aux moyennes nationales et un développement des filières par apprentissage source de diversité sociale. Mais les auteurs appellent également à la vigilance devant un constat sans appel d'érosion sociale des promotions étudiantes des INSA. En effet, ils constatent une sur-représentation des élèves issus de milieux sociaux favorisés et originaires d'aires urbaines fortement peuplées, un faible taux de boursier·ères de lycée parmi les néo-entrants en première année post-bac, une érosion constante du nombre de boursier·ères CROUS parmi les promotions étudiantes, dont très peu avec un échelon élevé. Plus inquiétant encore, ils documentent également une forte disparité dans le taux de passage en deuxième année selon l'origine sociale de l'élève.

Le deuxième tome du Livre Blanc [3] se présente comme un laboratoire d'idées et préconise un changement de paradigme dans les mesures d'égalité des chances. Les auteurs proposent de passer d'une logique compensatoire basée sur une logique d'équité collective à une double logique d'équité collective (sélection des lycées et sensibilisation d'un grand nombre d'élèves de Seconde dans ces lycées) et individuelle dans l'accompagnement personnalisé des élèves de Première et de Terminale, éligibles sur critères sociaux et académiques.

Ainsi est né le programme HORIZON INSA qui adresse l'intégralité du parcours de l'élève de la quatrième à l'insertion professionnelle. Il s'adosse sur les « Cordées de la Réussite » dans les collèges des secteurs des lycées ciblés, met en place un suivi individuel au lycée puis des modalités spécifiques d'analyse des candidatures sur Parcoursup, allant jusqu'à la création d'une voie spécifique de recrutement et enfin le dispositif prévoit un accompagnement social, culturel et pédagogique tout au long du cursus à l'INSA. A travers ce projet, le Groupe INSA s'engage sur des objectifs chiffrés de diversité afin de porter une ambition transformante de lutte contre l'assignation sociale.

2. L'expérimentation du projet HORIZON INSA

2.1. Un démonstrateur duplicable

Le programme HORIZON INSA est expérimenté depuis septembre 2023 par les INSA Hauts-de-France et Toulouse et depuis septembre 2024 par l'INSA Lyon. Le Groupe INSA a également été lauréat en 2025 d'un Appel à Manifestation d'Intérêt - Compétences et Métiers d'Avenir (AMI-CMA) pour développer le dispositif et en faire un démonstrateur duplicable par d'autres écoles post-bac.

Les cinq objectifs du projet sont de renforcer l'attractivité des STEM (Sciences, Technologies, Ingénierie, Mathématiques) dans les établissements ciblés, de valoriser les parcours d'études scientifiques, les métiers et carrières professionnelles en ingénierie, d'accompagner de manière renforcée des élèves de lycées issus de milieux modestes ou éloignés géographiquement des grandes métropoles, de créer une voie de recrutement spécifique sur Parcoursup et d'accompagner de manière renforcée les étudiant·es admis·es.



Les critères d'éligibilité des lycées se basent sur l'Indice de Positionnement Sociale (IPS) de leur filière générale. Pour répondre à une logique d'équité collective, les seuils retenus diffèrent selon l'implantation territoriale du lycée : en QPV, l'IPS doit être inférieur à la médiane nationale des IPS, dans les petites villes, cet IPS doit être inférieur au quatrième décile et en zone urbaine, inférieur au premier quartile. Ces critères concernent environ 150 lycées au niveau des académies des sept INSA.

La sélection des élèves bénéficiaires se base sur un critère académique : les élèves en voie générale doivent suivre des enseignements de spécialité compatibles avec une poursuite d'études en écoles d'ingénieur, et sur un critère social : les élèves doivent être boursier·ères de lycée et/ou avoir deux responsables légaux de professions et catégories socioprofessionnelles (PCS) moyennes ou défavorisées selon la nomenclature de l'INSEE.

D'ici cinq ans, le Groupe INSA s'est engagé via l'AMI-CMA, à travailler avec 90 lycées et à proposer 180 places de recrutement en première année post-bac par la voie spécifique.

2.2. Rejoignez-nous !

Le projet AMI-CMA proposé par le Groupe INSA est découpé en Work Packages (WP). Chaque membre de la communauté INSA peut s'investir dans les actions en amont auprès des élèves de lycées (WP2), en accompagnement des étudiant·es INSA (WP4) ou en aidant à la construction d'un campus durable et inclusif (WP4). La réussite de ce projet nécessite l'investissement de toute la communauté, étudiant·es, enseignant·es, chercheur·es et personnels, dans ce programme ambitieux et fédérateur.

Le WP2 regroupe les actions déployées dans les lycées autour des quatre enjeux suivants : contribuer au parcours d'orientation dans l'enseignement supérieur, développer la culture scientifique et technique des bénéficiaires, participer à l'acquisition de compétences transversales et disciplinaires pour favoriser la réussite en études supérieures et contribuer à lever l'autocensure sociale, genrée et territoriale des élèves et de leurs familles. Dans ce but, les Centres Gaston Berger proposent des visites de campus, des rencontres avec des élèves ingénieur·es, des technicien·nes, des chercheur·es, des visites de laboratoires et/ou de musées. Ils organisent des activités sur des thématiques variées (recherche documentaire, travail en équipe, prise de parole en public, écriture d'un mail, gestion d'un agenda, mobilité en transport en commun), mobilisent le tutorat étudiant et animent des rencontres avec les familles dans les lycées et sur les campus. Une attention particulière est portée aux jeunes filles de milieux défavorisés, pour lever une double autocensure s'expliquant tant par des conditions modestes que par le genre.

Le WP4 travaille à l'accueil et à l'accompagnement dans les INSA des élèves recrutés par la voie spécifique. Il s'articule autour de cinq enjeux : garantir des conditions matérielles d'études facilitant la réussite, favoriser l'intégration dans les INSA, assurer un suivi individualisé des élèves tout au long de leur cursus, construire leur projet d'études et de professionnalisation, et enfin sensibiliser et former les communautés INSA, dans une démarche inclusive. Même si les étudiant·es HORIZON INSA ne sont pas encore présent·es sur nos campus, les préconisations du Livre Blanc suggèrent de créer des bourses de vie ou de prévoir des prêts d'ordinateurs, de réserver un accueil spécifique à ces élèves comme une école d'été, de prévoir un coaching par des personnes dédiées, du tutorat par des étudiant·es plus avancé·es en études et une aide à la recherche de stages et à la construction d'un réseau professionnel. Enfin, il convient de former et de sensibiliser les communautés INSA aux stéréotypes, et de fournir des propositions « clé en main » pour une formation inclusive.

Quel que soit votre statut au sein des communautés INSA, le projet HORIZON INSA a besoin de vous ! Faites visiter votre laboratoire, exportez vos expériences scientifiques dans des lycées, proposez un mini-projet scientifique, témoignez de votre métier et/ou de votre parcours, proposez des ateliers sur les stéréotypes, les méthodes de travail ou les compétences psychosociales, aidez à la création de tutorat en distanciel, suivez pédagogiquement des étudiant·es HORIZON recruté·es, transformez votre pédagogie pour la rendre accessible au plus grand nombre... ou inventez votre participation avec le CGB de votre INSA !!!

3. Les défis du projet HORIZON INSA

3.1. Les difficultés rencontrées

Les expérimentations qui ont eu lieu dans les deux premiers INSA ont permis de mettre en avant quelques points de vigilance. Ce projet HORIZON INSA propose un changement de paradigme qui demande de la pédagogie. L'acceptabilité du projet auprès des communautés INSA (personnels, élèves, alumni) comme des autres acteurs éducatifs (Rectorats, équipes éducatives et pédagogiques des lycées...) doit être continuellement travaillée. Les craintes légitimes doivent être entendues et l'amélioration du projet continue... Par exemple, la logique d'équité individuelle ne sera effective qu'avec un accès fiable aux données sociales des élèves pour déterminer l'éligibilité au dispositif, données détenues de manière confidentielle par les établissements du secondaire. La stigmatisation de ces profils d'élèves doit également être prévenue et combattue, que ce soit au lycée ou après leur admission à l'INSA.

D'autre part, l'éloignement géographique de certains lycées ciblés par rapport aux INSA nécessite de déployer des outils d'accompagnement à distance et de lutter contre la « fracture numérique ».

Enfin, les moyens humains et financiers très contraints des Centres Gaston Berger ne permettent pas aujourd'hui de mettre en œuvre l'ensemble des actions préconisées dans le deuxième tome du Livre Blanc. Un redimensionnement des effectifs envisagés est donc prévu et une recherche de financements complémentaires déjà engagée.

3.2. Les enjeux à venir

Ce projet ambitieux doit également être l'occasion de développer de nouvelles recherches-actions pour évaluer le potentiel des lycéens à réussir des études d'ingénieur, pour identifier les facteurs de réussite et d'échec dans les « grandes écoles », pour mieux qualifier les biais sociaux et genrés, pour analyser les conditions du bien-être étudiant...

D'autre part, il est nécessaire de déterminer rapidement des outils d'évaluation quantitatifs et qualitatifs pour faire la démonstration des grands principes et éventuellement adapter le dispositif. Il faut également réfléchir dès maintenant aux conditions de transfert possibles vers d'autres établissements du supérieur afin de multiplier les débouchés possibles des élèves suivis et de diffuser les bonnes pratiques dans l'ESR.

Références

- [1] Bonneau, C., Charousset, P., Grenet, J. et Thebault, G. 2021 : *Quelle démocratisation des grandes écoles depuis le milieu des années 2000 ?* Institut des Politiques Publiques. <https://www.ipp.eu/publication/janvier-2021-quelle-democratisation-grandes-ecoles-depuis-le-milieu-des-annees-2000/>
- [2] Institut Gaston Berger du Groupe INSA (2021). *Livre blanc « Diversités et Ouverture sociale »*. Tome 1 : *État des lieux*. <https://www.calameo.com/read/00105768331febec0e353>
- [3] Institut Gaston Berger du Groupe INSA (2022). *Livre blanc « Diversités et Ouverture sociale »*. Tome 2 : *Préconisations* <https://www.calameo.com/read/001057683e20248cbe126>
- [4] Rayou P, van Zanten A. : *Les 100 mots de l'éducation* (2015) PUF
- [5] Observatoire des inégalités « l'école française réussit aux élèves les plus favorisés » Résultats de l'enquête PISA 2022 (2025) <https://www.inegalites.fr/pisa>
- [6] Etat de l'enseignement supérieur et de l'innovation en France n°18: https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eest/FR/T173/la_parite_dans_l_enseignement_superieur/
- [7] Brassart G. 2021 : *Les inégalités scolaires au sein du système éducatif français*. Document annexe au Livre Blanc. <https://www.calameo.com/books/0010576838e3ae32c7963>

Dispositifs d'accompagnement méthodologique des primo-entrants dans les INSA : acquis, difficultés et perspectives

Casanova Sophie, Raffaelly-Veslin Laure, Saïd-Touhami Fatma

INSA Lyon

Résumé

L'entrée dans l'enseignement supérieur constitue souvent une transition difficile pour les lycéens (Paivandi, 20215). Entre un environnement différent, des enseignements plus complexes, des approches pédagogiques différentes, des démarches administratives à entreprendre, une vie personnelle à prendre en main, des relations à tisser et d'autres à abandonner, les élèves se trouvent souvent confrontés à des obstacles d'ordres différents qui pourraient les démotiver et impacter leur réussite. Ces obstacles peuvent être d'ordre disciplinaire lié à l'hétérogénéité des parcours au lycée, comme elles peuvent être d'ordre psychologique et social, en lien avec le nouveau cadre de vie et d'études, notamment pour les élèves étrangers (Michaut et Romainville, 2012 ; Paivandi, 2015 ; Berthaud, 2017 ; Bournaud et Pamphile, 2021). Ceci induit un autre obstacle relatif à l'adoption d'une nouvelle méthodologie de travail adaptée au nouveau contexte d'apprentissage. Accueillant un grand nombre d'étudiants français et étrangers tous les ans, les 7 INSA de France ont tous mis en place des dispositifs d'accompagnement divers et variés destinés à réduire l'échec des étudiants en facilitant la transition entre le lycée et l'enseignement supérieur (Cosnefroy et al., 2014).

La sous-action 3.1 du projet INSA 2025 portant sur l'accueil des primo-entrants a permis la constitution d'un socle commun pour les dispositifs d'accompagnement à l'échelle du groupe INSA faisant apparaître trois grands types de dispositifs : disciplinaires (portants sur les connaissances à consolider), d'intégration (en particulier à destination des élèves à profils spécifiques) et méthodologiques (portant sur les aides et accompagnement relatifs à la méthodologie de travail). Dans cette présente communication, nous présentons les principaux résultats du projet INSA2025 concernant l'accompagnement des étudiants en première année, en particulier le socle commun défini par le groupe INSA, et nous faisons un focus sur les dispositifs d'aide à la méthodologie, en termes d'acquis, d'obstacles rencontrés par les enseignants impliqués dans ces dispositifs et de perspectives d'amélioration.

Mots-clés : Accompagnement méthodologique. Primo-entrants. Socle commun.

1. Contexte

1.1. Projet INSA 2025

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet Demoes INSA 2025 porté par le Groupe INSA. Ce projet articulé autour de huit actions principales et vise à mieux accompagner les étudiants des différents INSA dans leurs parcours d'études à travers, entre autres le déploiement et/ou l'amélioration de méthodes pédagogiques et d'outils et services numériques. L'action 3 de ce projet « Mieux accueillir les nouveaux entrants » veut faciliter la transition des lycéens vers le supérieur. Un des axes de cette action porte sur les dispositifs d'accompagnements que les INSA proposent aux primo-entrants dès leur arrivée dans les établissements. Cet axe vise à identifier les bonnes pratiques existantes afin de construire un socle commun mutualisé entre les établissements.

1.2. Méthodologie et principaux résultats

Pour arriver à construire un socle commun mutualisé de bonnes pratiques d'accompagnement des primo-entrants, nous avons mené un premier travail de recensement des différents dispositifs existant dans les différents INSA. Plus d'une soixantaine de dispositifs ont été recensés, avec des modalités de mise en place très différentes d'un INSA à l'autre :

- 2 modes d'accompagnements : avec des dispositifs dispensés soit tout au long de l'année (en présentiel) soit de manière intensive (ex: école d'été ou distanciel...)
- 3 types de publics : volontaires | ciblé (obligatoire) | ou pour tous (obligatoire)
- 5 types d'encadrements : par des intervenants extérieurs ou des enseignants de l'établissement, par des pairs ou des étudiants de l'année supérieure, ou en distanciel.

Mais au-delà des différences de modalité de mise en place, nous avons constaté que tous les dispositifs permettent d'atteindre trois objectifs communs à tous les établissements du Groupe, ce qui nous a permis d'identifier 3 catégories d'accompagnement pour les primo-entrants :

- Des soutiens disciplinaires, pour aider les étudiants à combler leurs lacunes (dus soit à la disparité des scolarités antérieures, soit à des difficultés actuelles) et leur permettre de construire leur acquis sur une base solide
- Des journées d'intégration pour souder les promotions, leur permettre de se connaître, de travailler ensemble et mieux connaître leur environnement, en particulier pour les élèves étrangers.
- Des séances d'accompagnement méthodologique pour mieux comprendre les attendus des formations post-bac, et appréhender de nouvelles méthodes de travail (y compris pour la gestion du temps la prise de notes, etc.).

Ces 3 catégories de dispositifs constituent donc un socle commun à tous les établissements du Groupe.

2. Focus sur les ateliers méthodologiques en 1^{ère} année à l'INSA Lyon

Des ateliers méthodologiques sont organisés depuis de nombreuses années à l'INSA Lyon et nous nous proposons de faire un focus sur leur forme actuelle.

2.1. Organisation : Quand ? Qui ? Avec qui ?

La problématique du positionnement temporel des ateliers méthodologiques est très prégnante : que ce soit à l'échelle macro (quand dans l'année universitaire ?) ou à l'échelle micro (quand dans une semaine de cours ?).

Les ateliers ont actuellement lieu aux alentours des vacances d'automne (une partie avant et l'autre au retour des congés). En effet, s'ils ont lieu beaucoup plus tôt dans l'année, les élèves n'ont pas encore forcément eu de prise de conscience de leurs éventuels besoins et n'ont pas encore reçu d'évaluations de leurs apprentissages. En revanche, il nous a semblé intéressant de ne pas attendre trop longtemps dans le semestre, d'une part pour éviter que des habitudes de travail peu efficaces s'ancrent et, d'autre part, pour éviter que les élèves n'accumulent un retard trop difficile à combler. Une première approche est faite avant les vacances, ce qui leur permet de mettre à profit cette pause dans les enseignements à la fois pour évaluer leurs méthodes actuelles, commencer à s'approprier les propositions méthodologiques, résorber un éventuel retard et partir avec un nouvel élan à la rentrée des vacances. A noter que les élèves sous convention Diversité bénéficient de quelques apports sur le sujet pendant l'école d'été.

Le positionnement des ateliers dans la semaine est également complexe à l'échelle de la promotion. En 2023, il avait été testé de positionner les ateliers sur les mêmes créneaux que les soutiens disciplinaires. Chaque élève a deux créneaux possibles de soutien dans la semaine : nous avons donc pensé que les deux dispositifs ne seraient pas en concurrence. Mais il s'est avéré que les élèves ont préféré une vision à court terme, en privilégiant le soutien disciplinaire et en délaissant les ateliers méthodologiques (seulement 70 élèves avaient participé aux ateliers). En 2024, nous avons donc choisi de positionner les ateliers méthodologiques le jeudi après-midi. Nous avons également recensé les besoins pour les élèves qui seraient indisponibles à ce moment-là, en particulier à cause de leur participation à l'association sportive et nous avons programmé des ateliers sur d'autres horaires pour ces élèves.

Par ailleurs les ateliers étant un dispositif ponctuel et non récurrent dans le semestre, il n'est pas toujours aisé pour les enseignants de trouver des compatibilités d'horaires avec leurs autres enseignements ou engagements.

Chaque lanière ou filière bénéficie donc d'une sensibilisation en amphithéâtre obligatoire, avant les vacances d'automne. Cela permet de présenter rapidement quelques problématiques (différences entre le lycée et l'enseignement supérieur, mémorisation, organisation) ainsi que le fonctionnement des ateliers. L'objectif de cet amphithéâtre est de générer une prise de conscience des besoins en méthodologie et de connaître ce que propose l'établissement sur ce sujet.

Cet amphithéâtre est suivi de 2 ateliers d'une heure, de 16 élèves maximum, sur la base du volontariat, encadré par un enseignant. Ces ateliers ont lieu dans les semaines suivant la rentrée des vacances d'automne.

2.2. Quel contenu ?

L'un des objectifs premiers de ces ateliers est de rompre la solitude et de prendre soin de l'estime de soi : un tour de table permet aux élèves de prendre conscience qu'ils ne sont pas seuls à rencontrer des difficultés lors de leurs apprentissages, à voir les limites du fonctionnement qui pouvait être le leur au lycée.

Les thématiques abordées ensuite sont assez variées et peuvent être adaptées selon les besoins des élèves et les sensibilités de l'enseignant. Voici celles qui sont le plus souvent abordées :

- Différences entre le lycée et l'enseignement supérieur, à la fois dans les exigences (utilisation de la taxonomie de Bloom), dans le contenu des enseignements

(apparition de l'amphi, cours parfois « éloigné » temporellement du TD) et dans l'accompagnement des apprentissages (l'entraînement du type « application directe » est plutôt à réaliser en autonomie avec les ressources fournies et non accompagné en séance comme au lycée).

- Fonctionnement de la mémoire : courbe de l'oubli et nécessité de réactivation régulière, ancrage et organisation en faisant du lien avec des notions connues et comment faire pour exploiter ces principes et pouvoir mémoriser sur du long terme et exploiter ces connaissances pour construire un raisonnement complexe.
- Organisation : prendre conscience de la nécessité de la gestion autonome du temps (sans la famille), importance de la motivation, des émotions, d'un environnement de travail porteur (où je travaille, à quel moment de la journée, de la semaine, avec qui, pour faire quoi, comment j'adapte mes conditions d'étude à mes objectifs...)
- Stress et évaluation écrite : comment s'y préparer, comment « gérer » pendant l'épreuve (brouillon, lecture du sujet, maîtrise du temps, etc.) et comment l'utiliser et l'analyser ensuite.

2.3. Quels retours des élèves et des animateurs ?

En 2024, tous les élèves des filières classiques, soit 442 élèves, avaient assisté à un amphi de présentation (des problématiques de compatibilité d'emploi du temps n'avaient pas permis de l'étendre à toute la promotion, comme cela va être le cas désormais). Un sondage avait ensuite été réalisé pour quantifier les besoins et calibrer le nombre d'ateliers à proposer. Finalement, 13 séries de 2 ateliers ont été réalisés avec 154 élèves, soit presque 20 % de la promotion de 1ère année.

Un sondage a été réalisé en fin d'année (un peu trop tardivement, certes), avec 74 réponses d'élèves ayant participé. 53 % d'entre eux les ont trouvés utiles ou très utiles. Nous prévoyons cette année de faire deux sondages : l'un peu de temps après les ateliers pour un ressenti « à chaud » et un autre plusieurs mois après pour estimer les évolutions pérennes des pratiques. Dans les réponses libres, les élèves proposent que le nombre et la durée de ces ateliers augmentent. Enfin, ils attendaient davantage de solutions « clé en main », efficaces pour tous et tout le temps. Bien que nous comprenions et entendions leur souci d'efficacité, nous leur rappelons qu'il est important d'expérimenter et de choisir parmi ce qui leur est présenté ce qui va leur être utile à eux, dans leur propre contexte, préférence, histoire et que cela évoluera sans doute au cours de leurs apprentissages. Nous leur rappelons aussi qu'un changement ne porte pas forcément ses fruits immédiatement et qu'il faut persévérer un peu pour obtenir une évolution au niveau des apprentissages et des résultats.

Du côté des enseignants, la difficulté pratique de compatibilité des emplois du temps s'est fait sentir. L'hétérogénéité des besoins dans les groupes peut être un frein. Sans doute pourra-t-on envisager par la suite des ateliers dont la thématique sera annoncée à l'avance pour mieux cibler le public. Tout comme les élèves, ils remarquent que le nombre et la durée des ateliers est potentiellement à faire évoluer : nous nous dirigeons plutôt vers 2 ateliers de 1h30. Il nous a semblé important de conserver 1 à 2 semaines entre les deux ateliers pour laisser le temps aux élèves d'expérimenter avant d'échanger à nouveau. Il est important aussi que les enseignants soient bien au fait des autres interlocuteurs disponibles dans l'institution, afin de répondre à des problématiques dépassant le cadre de situations d'apprentissage, mais pouvant avoir un impact sur celles-ci (psychologue, centre de santé, assistant ou assistante sociale par exemple).

Néanmoins, le travail sur la métacognition est jugé important et stimulant, ce qui motive les enseignants à animer ce genre d'ateliers. Les intervenants ont ressenti un fort besoin de formation sur ces sujets, ce qui a été réalisé, via des formations animées par Hélène Weber

(2019) ou par des formations par les pairs (des enseignants ayant déjà été formés auparavant). Par ailleurs une mutualisation des idées et des supports est encouragée (via une page Moodle et des rencontres entre animateurs).

Les enseignants ont pu alors utiliser toutes ces compétences non seulement lors de l'animation d'ateliers méthodologiques, mais aussi dans leurs propres enseignements, en faisant évoluer par exemple certaines séquences ou pratiques pédagogiques pour favoriser un apprentissage durable.

3. Conclusion et perspectives

L'entrée dans l'enseignement supérieur constitue une étape marquée par une rupture avec les habitudes de travail du secondaire et l'acquisition de nouveaux codes universitaires. Comme l'ont montré Coulon (1997), avec la notion de « métier d'étudiant », ainsi que Bourdieu et Passeron (1970) à travers l'analyse des inégalités scolaires, les primo-entrants doivent apprendre à maîtriser des normes implicites et des méthodes de travail qui vont conditionner leur réussite. Dans ce contexte, la mise en place de dispositifs d'accompagnement s'avère déterminante pour favoriser leur intégration académique et sociale (Romainville & Michaut, 2012). C'est donc dans cette perspective que s'inscrit le projet INSA 2025, qui a permis d'identifier et de comparer les dispositifs d'accompagnement proposés aux étudiants primo-entrants dans les différents INSA. L'analyse a mis en évidence l'existence d'un socle commun de dispositifs partagés ainsi que des initiatives spécifiques à certains établissements. Au-delà de la cartographie produite, ce travail a surtout favorisé des échanges entre enseignants, vécus comme des espaces d'apprentissage professionnel collectif, rejoignant ainsi l'idée que le partage de pratiques constitue un levier de développement pédagogique (De Ketele, 2010).

Les résultats du projet soulignent l'importance de pérenniser ces dynamiques. En particulier, l'organisation de rencontres annuelles entre enseignants apparaît comme une perspective prometteuse pour alimenter une véritable communauté de pratique (Wenger, 1998), fondée sur l'échange de retours d'expériences et la co-construction d'outils pédagogiques. Par ailleurs, l'analyse des ateliers méthodologiques a mis en évidence plusieurs enjeux : la complexité de leur organisation, les difficultés rencontrées dans leur animation et, surtout, le besoin d'accompagnement spécifique pour les enseignants qui y interviennent. Ces constats rejoignent les travaux de Romainville (2000), qui insistent sur la nécessité de former les enseignants à l'accompagnement des étudiants dans cette phase de transition vers le supérieur. Ainsi, le projet INSA 2025 contribue non seulement à renforcer l'accompagnement des primo-entrants, mais aussi à nourrir une réflexion collective sur l'évolution des pratiques pédagogiques et sur la professionnalisation des enseignants impliqués dans ces dispositifs.

Références

- [1] Berthaud, J. 2017. *L'intégration sociale étudiante : relations et effets au sein des parcours de réussite en Licence* [these de doctorat, Université Bourgogne Franche-Comté].
- [2] Bournaud, I., & Pamphile, P. 2021. Un dispositif d'accompagnement dans la transition lycée-université (IUT): enjeux et effets. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 37(37 (2)).
- [3] Cosnefroy, L., Hoffmann, C. et Douady, J. 2014. L'accompagnement méthodologique. *Recherche & formation*, 77(3), 29-44DOI : [10.4000/rechercheformation.2300](https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2300)

- 
- [4, 7] Michaut, C. et Romainville, M. 2012. *Réussite, échec et abandon dans l'enseignement supérieur*. De Boeck.
- [5] Paivandi, S. 2015. *Apprendre à l'université*. De Boeck supérieur. Pédagogies en développement. DOI : [10.3917/dbu.vandi.2015.01](https://doi.org/10.3917/dbu.vandi.2015.01)
- [5] Weber, H. 2019. 30 outils pour bien démarrer mes études : Donner du sens à mes études - Apprendre à apprendre - Devenir un pro de l'organisation - Gagner en confiance. Vuibert Edition.
- [6] Coulon, A. 1997. *Le métier d'étudiant. L'entrée dans la vie universitaire*. Paris : Presses Universitaires de France.
- [8] Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. 1970. *La reproduction. Éléments pour une théorie du système d'enseignement*. Paris : Éditions de Minuit.
- [9] De Ketele, J.-M. 2010. *La pédagogie universitaire : entre enseignement et apprentissage*. Bruxelles : De Boeck.
- [10] Romainville, M. 2000. *L'échec dans l'université de masse*. Bruxelles : De Boeck.
- [11] Wenger, E. 1998. *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Centre Gaston Berger de l'INSA Strasbourg : des activités pour développer les compétences psychosociales

Gartiser Nathalie, Bengolld Noéline, Dagneaux Floriane, Vidal Ana Paula

INSA Strasbourg

2

Résumé

Le Centre Gaston Berger de l'INSA Strasbourg conçoit et met en place des programmes favorisant l'égalité entre les hommes et les femmes ou l'égalité des chances, l'ouverture d'esprit et l'ouverture sociale, l'inclusion de tous les individus, quelle que soit leur différence. L'objectif est que chacun et chacune puisse évoluer dans un environnement au sein duquel bien-être de l'ensemble de la communauté INSA ainsi que la réussite de ses apprenants et apprenantes restent une priorité. Ses modes d'actions sont variés : conférences, ateliers, webinaires, stands de sensibilisation, formations, tables rondes...A l'occasion du projet Prévad'INSA cofinancé par la DGEIP et la Mission interministérielle de lutte contre les drogues et les conduites addictives (MILDECA), nous avons été amenés à nous intéresser aux compétences psychosociales dans le contexte de la vie étudiante.

Après une présentation de ce que sont les compétences psychosociales et de leur rôle, nous nous arrêterons sur la façon dont nous les présentons aux apprenants avant de présenter l'articulation globale entre activités du Centre Gaston Berger et contribution aux compétences psychosociales.

Mots-clés : Diversité. Réussite. Bien-être. Compétences psychosociales.

1. Définition du rôle des compétences psychosociales

Selon la définition donnée par l'OMS en 1993, les compétences psychosociales sont : « un ensemble de ressources psychologiques et d'aptitudes sociales qui permettent de maintenir des comportements favorables à sa santé, de répondre avec efficacité aux exigences et aux épreuves de la vie quotidienne dans les relations avec autrui, sa propre culture et son environnement ». Santé publique France définit les compétences psychosociales comme « un ensemble cohérent et interrelié de capacités psychologiques (cognitives, émotionnelles et sociales), impliquant des connaissances, des processus intrapsychiques et des comportements spécifiques, qui permettent :

- d'augmenter l'autonomisation et le pouvoir d'agir (*empowerment*),
- de maintenir un état de bien être psychique,
- de favoriser un fonctionnement individuel optimal

- et de développer des interactions constructives ».

Contrairement aux traits de personnalité ou au caractère des individus qui sont relativement stables, les compétences psychosociales ont la possibilité d'évoluer et donc de se modifier. Elles dépendent d'un ensemble de facteurs tant individuels que sociaux. Au nombre de neuf, réparties dans trois sous-catégories (les compétences cognitives, émotionnelles et sociales), elles couvrent un large spectre permettant de proposer une variété d'actions et toucher ainsi une grande diversité d'apprenants.

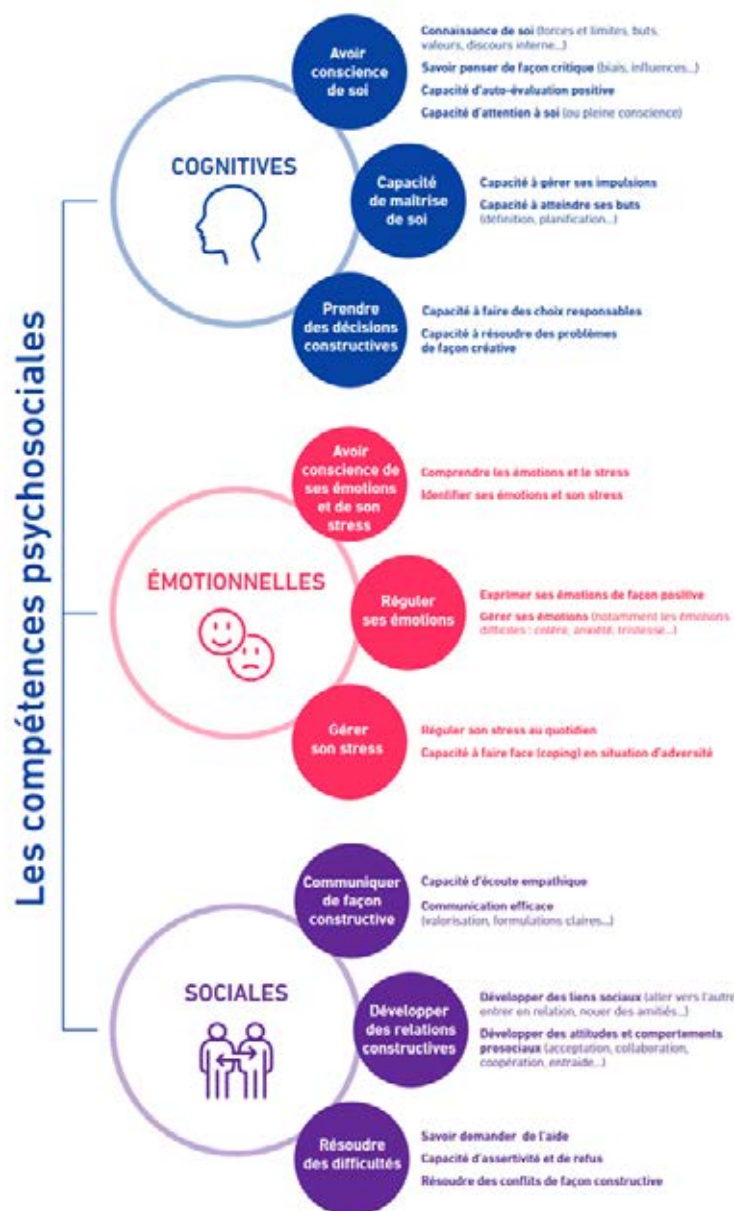


Figure 1 – Les compétences psychosociales (Santé publique France, juin 2023)

Nous nous appuyons sur le fait que les programmes de prévention fondés sur le renforcement des compétences psychosociales sont efficaces dans :

- l'accroissement du bien-être psychologique,

- l'amélioration du fonctionnement individuel et relationnel,
- la construction de relations saines et positives,
- l'adoption de comportements favorables à la santé,
- la réduction des comportements à risque.

Ainsi, elles contribuent à prévenir :

- les comportements à risques : comportement sexuel à risque, consommation de substances psychoactives (drogues illicites, tabac, alcool),
- les problèmes de santé mentale,
- les comportements violents.

En conclusion, ces compétences exercent un effet positif sur d'autres comportements : implication et réussite scolaires, estime de soi, bien-être physique et bien-être mental. De ce fait, la raison d'être des actions proposées par le Centre Gaston Berger de l'INSA Strasbourg visent à développer les réflexions sur les diversités, l'égalité et l'inclusion. Toutefois, au regard de cette approche par les compétences psychosociales, elles contribuent également aux questions de santé, de bien-être, de lutte contre les comportements addictifs, ainsi que de confiance en soi et de réussite.

2. Présentation des compétences psychosociales aux apprenants

L'accroissement de l'adhésion à un tel programme s'appuie sur le fait que les apprenants aient conscience de la construction de ce lien entre les activités proposées par le Centre Gaston Berger Strasbourg et le développement ou le renforcement de leurs compétences psychosociales.

Comme cela a été dit, les compétences psychosociales se caractérisent par la possibilité de changement et de développement. Elles sont donc modifiables : elles peuvent être acquises par des apprentissages formels ou informels et ainsi être renforcées par l'enseignement. Au travers de ses activités, le Centre Gaston Berger de l'INSA Strasbourg va donc proposer tout un ensemble de situation d'apprentissage permettant aux apprenants de se mettre en situation de renforcer ou de développer leurs compétences psychosociales.

Ainsi en début d'années, nous présentons ces éléments à l'ensemble des élèves, précisant que les activités proposées se positionne, d'une part, dans l'un des axes de missions du Centre et vise, d'autre part, à contribuer à un ensemble de compétences psychosociales.

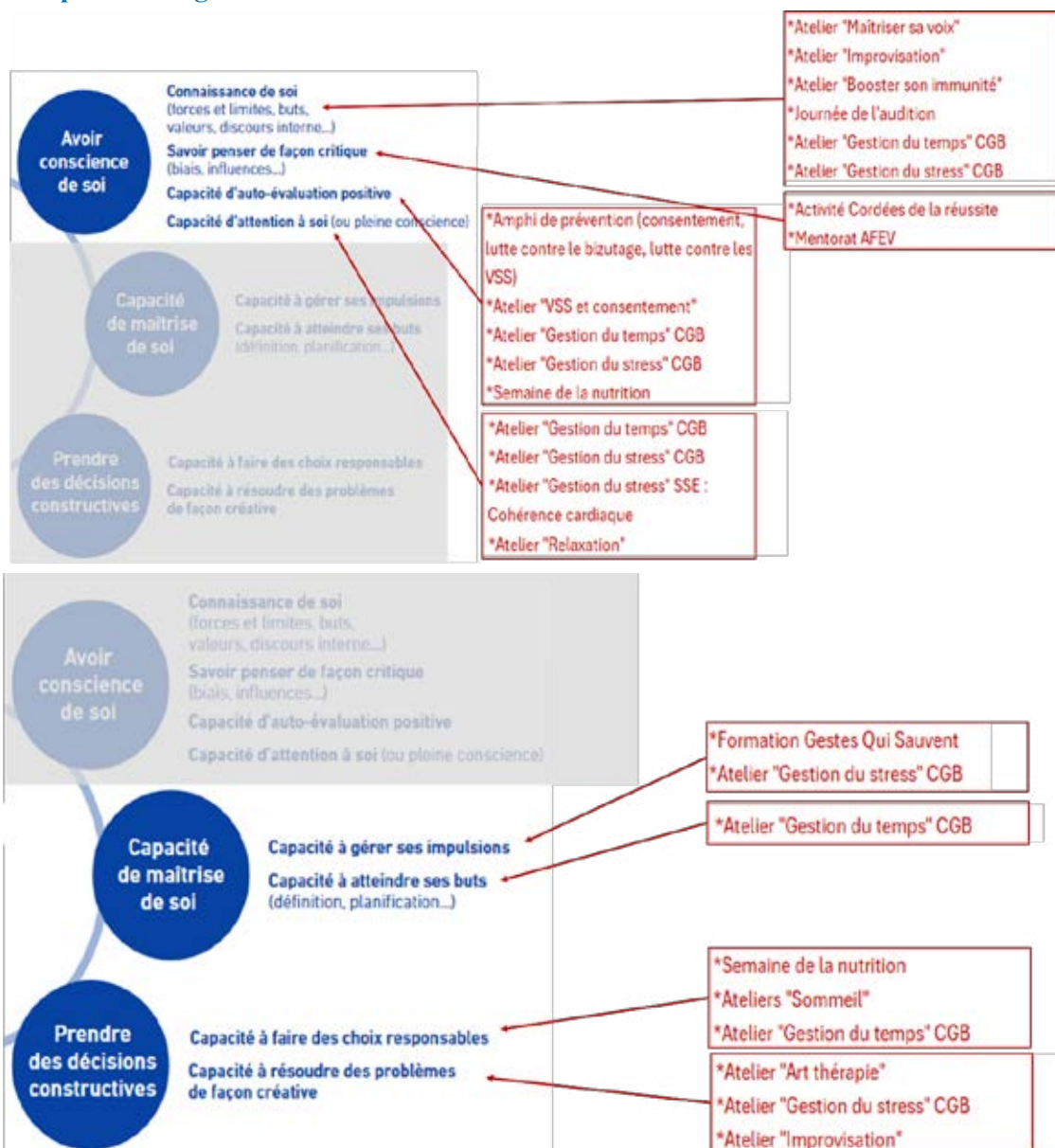
Nous insistons sur le fait que c'est le rôle du Centre Gaston Berger d'imaginer, de concevoir et de proposer ces activités, véritable situation d'apprentissage, mais c'est aux apprenants de se saisir de l'opportunité d'y participer. Nous insistons sur cette dimension, précisant que c'est de leur responsabilité de mettre en place ces démarches de prévention importantes pour eux. Chaque élève étant différent, disposant de compétences différentes, c'est à eux d'identifier ce qui est important pour eux, ce qui est utile pour leur développement et leur protection.

3. Articulation des activités du Centre Gaston Berger et contribution aux compétences psychosociales

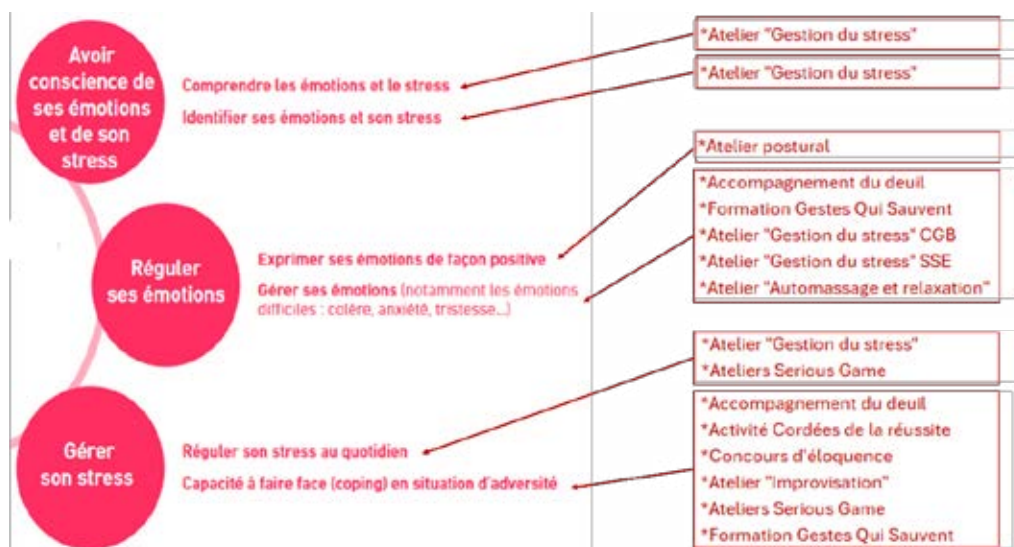
Nous avons cartographié et présenté aux apprenants l'ensembles des activités proposées par le Centre Gaston Berger de l'INSA Strasbourg pendant l'année universitaire 2024-2025 au regard des compétences psychosociales selon la nomenclature de Santé Publique France présentée plus haut.

Les retours de apprenants ont été positifs, précisant que ce lien était intéressant et qu'ils ne l'avaient pas forcément compris l'année dernière. Espérons que cela contribuera à une participation encore plus nombreuse cette année !

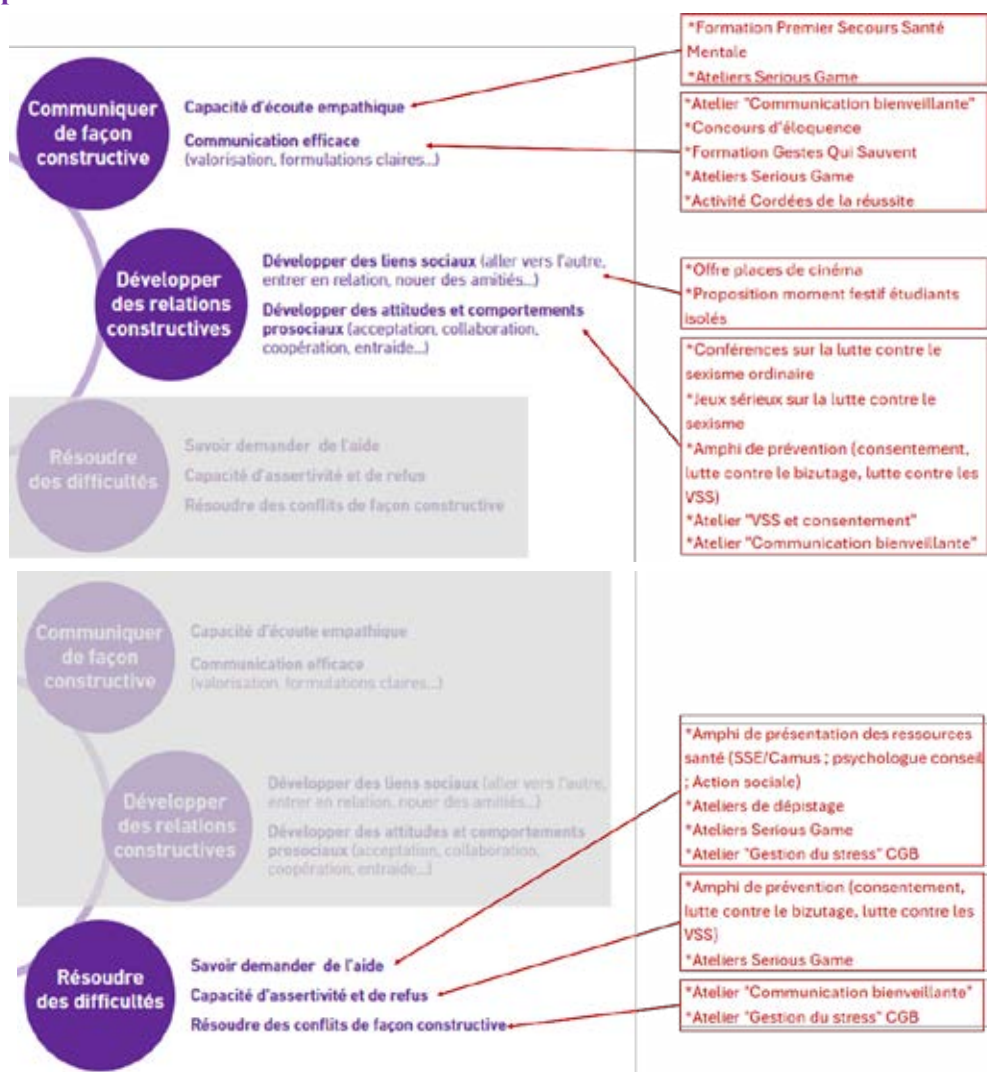
Compétences cognitives



Compétences émotionnelles



Compétences sociales





PARTIE 5



Transformer les curricula : vers une ingénierie de formation par compétences

Cette dernière section s'intéresse aux transformations profondes engagées dans les écoles d'ingénieurs, à l'heure où l'Approche par Compétences (APC) s'impose comme un cadre pour repenser l'ingénierie de formation. L'article « (Rétro) ingénierie de l'APC » examine ainsi les enjeux, les fondements théoriques et les défis opérationnels liés à la mise en œuvre d'un curriculum orienté compétences. S'appuyant sur les apports de la didactique professionnelle et des sciences de l'éducation, il montre en quoi l'APC constitue un changement de paradigme invitant les équipes pédagogiques à repenser collectivement la finalité des formations, l'alignement pédagogique et la cohérence des parcours.

(Rétro) ingénierie de l'APC

Bédouret Lydia¹, Partouche Rémi²

¹ CLLE CNRS Université Toulouse Jean Jaurès, INSA Toulouse

² INSA Toulouse

Résumé

La mise en place de l'Approche par Compétences (APC) est plus que jamais à l'ordre du jour des évolutions de la formation des ingénieurs. La caractéristique du modèle historique de la formation d'ingénieur a toujours été de s'adapter aux réalités, nécessités et défis contemporains (Roby, 2015; Lemaître, 2018; Bédouret, 2024). Aujourd'hui, les résultats de la recherche en sciences cognitives, en sciences de l'éducation et le succès des modèles d'ingénierie de formation développés par la didactique professionnelle plaident en faveur d'un nouveau paradigme de conception des formations dans l'enseignement supérieur (Le Boterf, 2001; Minet, 1995; Lison & Paquelin, 2019; Poumay et al. 2017; Tardif, 2006).

L'APC est une méthode d'ingénierie de formation qui place le développement des compétences au cœur de l'apprentissage (Tardif, 2006). Souvent opposée, à tort, à une approche « traditionnelle » supposément centrée sur l'accumulation de savoirs disciplinaires, l'APC se propose de conscientiser, puis de formaliser rigoureusement les finalités d'un projet éducatif en termes de compétences. Elle invalide une vision, erronée à notre sens, séparant la compréhension de l'action.

Toutefois, la mise en place d'un curriculum résultant de cette méthode présente de nombreux défis pour les équipes pédagogiques. En effet, celles-ci doivent s'extraire d'une vision silotée en disciplines afin de repérer des régularités et des complémentarités susceptibles de constituer les jalons d'un chemin de développement des compétences, nécessairement multidisciplinaires, conçues comme des « savoir-agirs complexes » (Tardif, 2006).

Il semble peu courant, aujourd'hui, dans les écoles d'ingénieur, qu'une équipe se réunisse pour créer une formation *ex-nihilo*. La construction curriculaire serait, dans ce cas, plus aisée car elle donnerait une marge de manœuvre confortable aux équipes pour s'assurer de la cohérence du parcours et de son alignement pédagogique (Biggs, 1996).

Comment donc, sans repartir de zéro, satisfaire aux exigences de pluri- voire de trans- disciplinarité et d'intégration des savoirs de l'APC ?



L'INSA Toulouse fait le pari de s'appuyer sur l'existant ainsi que sur son écosystème d'innovation pédagogique pour inscrire la préparation aux diplômes d'ingénieur dans la logique APC. Dans cet article, nous présentons la démarche entreprise à travers un retour d'expérience de l'équipe de soutien à la pédagogie.

Mots-clés : Réforme pédagogique. Approche par compétences. Formation d'ingénieur. Ingénierie pédagogique

1. Contexte : la mise en place de l'APC dans l'approche « tardifienne » à l'INSA Toulouse

1.1. Une réforme pédagogique structurée par un double ancrage institutionnel et théorique

Depuis 2020, l'INSA Toulouse a engagé une réforme curriculaire d'envergure fondée sur l'APC. Cette dynamique s'inscrit dans une volonté institutionnelle d'aligner les finalités éducatives de la formation avec les exigences contemporaines en matière d'apprentissage, tout en répondant aux prescriptions de la Commission des Titres d'Ingénieur (CTI) et du Répertoire National des Certifications Professionnelles (RNCP).

Afin d'accompagner cette transformation, l'établissement a progressivement renforcé les moyens de son Centre d'Innovation et d'Ingénierie Pédagogique (C2IP) et a sollicité, au début de l'année universitaire 2023-2024, l'expertise de B. Escrig, enseignant-chercheur et expert auprès de la CTI. Ce dernier a été chargé d'acculturer les équipes pédagogiques au modèle « tardifien » dans lequel les compétences sont entendues comme des « savoir-agir complexes prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations » (Tardif, 2006, p.22). Il s'agissait également de structurer la démarche en s'appuyant sur la robustesse des méthodologies d'ingénierie de formation issues de ce modèle, mais également sur le pragmatisme de la proposition de Poumay & Georges,

qui fournit rigoureusement une pluralité de scénarios et d'avenues pour, d'une part, privilégier et adopter une approche par compétences dans la formation, et d'autre part, concevoir chacune des situations d'enseignement, d'apprentissage et d'évaluation comme étant les composantes d'un système axé sur le développement progressif de compétences explicitement formulées dans un référentiel (Poumay & Georges, 2022, p.8).

Ce double ancrage, à la fois théorique et opérationnel, a servi de cadre de référence pour entamer ce que nous appelons une « rétro-ingénierie » de formation. Notre démarche consiste en premier lieu à mettre en mots, formaliser et documenter les trajectoires de développement des savoir-agir au sein des maquettes de l'établissement. D'emblée, nous nous inscrivons dans une logique itérative, considérant les productions issues de cette démarche non comme des artefacts figés, mais comme des outils évolutifs, destinés à nourrir la réflexion collective, soutenir les ajustements curriculaires et accompagner l'amélioration continue des formations.

1.2. La formalisation des compétences à travers les référentiels de savoir-agir : une première étape de structuration

En 2023-2024, une première étape structurante a été franchie avec la co-construction de huit référentiels correspondant aux huit diplômes délivrés dans le cadre de la formation initiale. Il paraît évident que nos étudiants développent bien des compétences au cours de leur formation, l'enjeu est surtout de les identifier à travers un outil commun. Les référentiels produits reposent sur l'identification de quatre savoir-agir fondamentaux – Imaginer, Concevoir, Réaliser, Exploiter – inspirés du modèle international CDIO, et adaptés à chaque spécialité à partir d'une analyse fine des profils de sortie et des visées éducatives propres à l'établissement (nous revenons sur ce point dans la partie 2.)

Chaque référentiel de savoir-agir a donné lieu à la construction d'un référentiel de formation, détaillant la progression des savoir-agir selon des jalons de développement annuels, de la première à la cinquième année. Ces jalons matérialisent une montée en complexité progressive, et servent de repères pour guider les apprentissages et leur évaluation. Ici, l'enjeu est bien d'aider les étudiants à s'emparer de leur formation et de les accompagner tout au long de leurs études à assembler les pièces du « puzzle » que constituent des formations longues et exigeantes. Pour cela, à chaque étape, les équipes ont identifié de manière concertée les apprentissages critiques nécessaires à la maîtrise des savoir-agir visés par chacun des jalons.

1.3. L'opérationnalisation de l'alignement pédagogique et l'identification des SAE

Afin d'assurer la cohérence entre référentiels et maquettes pédagogiques, des matrices de croisement ont été réalisées entre les savoir-agir, les apprentissages critiques et les différents domaines de ressources d'apprentissage (Grands Domaines, EC, projets, stages, etc.) Ces matrices visent à garantir l'alignement pédagogique tout au long du parcours en indiquant la contribution de chaque enseignement disciplinaire à la réalisation d'un ou plusieurs apprentissages critiques nécessaires à l'acquisition d'un jalon de développement des savoir-agir.

Par ailleurs, ce travail minutieux de cartographie met en évidence, au sein des maquettes pédagogiques, les situations d'enseignement et d'apprentissage propices à l'observation du positionnement des élèves ingénieurs dans le parcours de développement des savoir-agir sur lequel ils sont engagés. En effet, à travers cette représentation matricielle exhaustive, les équipes pédagogiques ont identifié les activités de mise en situation présentant les caractéristiques des Situations d'Apprentissage et d'Évaluation (SAE), c'est-à-dire des dispositifs pédagogiques complexes, pluridisciplinaires, actifs et ancrés dans des tâches authentiques (Poumay et Georges, 2022) à travers lesquels les savoir-agir des élèves ingénieurs seront évalués.

1.4. Un déploiement progressif et accompagné à l'échelle du cursus

La mise en œuvre de la logique APC s'inscrit dans une dynamique progressive. L'année universitaire 2025-2026 marque la deuxième étape de ce projet avec l'expérimentation des SAE pour les jalons de cinquième et de quatrième années. En 2026-2027, cette expérimentation sera étendue aux jalons de troisième et de deuxième années, tandis que les SAE de cinquième et quatrième années feront l'objet d'une mise en œuvre consolidée, à partir des premiers retours d'expérience. Enfin, l'année 2027-2028 verra l'amorce de l'expérimentation pour les jalons de première année, accompagnée d'un déploiement généralisé des SAE, désormais stabilisées, sur l'ensemble du cursus.

2. Les savoir-agir des ingénieurs de l'INSA Toulouse : le « CDIO »

2.1. Un cadre praxéologique international au service de la formation d'ingénieurs

Depuis la fin des années 1990, CDIO, une initiative éducative fondée par le M.I.T (Massachusetts Institute of Technology) regroupant plus d'une centaine de formations d'ingénieurs du monde entier, propose un cadre mettant l'accent sur les principes fondamentaux de l'ingénierie de systèmes et de produits réels (Crawlew, 2001). Le CDIO (*Conceive – Design – Implement – Operate*), repose sur le postulat selon lequel les diplômés en ingénierie doivent être capables d'Imaginer - Concevoir – Mettre en œuvre – Exploiter des systèmes d'ingénierie complexes à valeur ajoutée dans un environnement d'ingénierie moderne basé sur le travail d'équipe afin de créer des systèmes et des produits¹.

2.2. Une déclinaison contextualisée des savoir-agir par spécialité

Cette proposition praxéologique du métier d'ingénieur nous a semblé à même de fournir un point de départ pour la formulation des compétences que chacune des huit formations de spécialité de l'INSA Toulouse se donne pour mission de faire acquérir à ses jeunes diplômés. Ainsi, chaque département a été encouragé à se servir de ce cadre pour formuler quatre savoir-agir spécifiques à son domaine de spécialité, en se posant la question « qu'est-ce qu'Imaginer pour un ingénieur de X spécialité ? qu'est-ce que Concevoir ? », etc. Par exemple, en génie biologique, « Concevoir » consiste à « définir les étapes permettant d'élaborer des bioproduits, enzymes, microorganismes, lignées cellulaires innovants ainsi que les procédés associés » (document interne).

Ensuite, une réflexion sur les « composantes essentielles » de chaque savoir-agir leur a permis de formuler la spécificité d'un ingénieur de spécialité X à l'INSA Toulouse, qui ne sera pas nécessairement celle d'un diplômé d'une autre école. Que souhaite-t-on qu'il emporte dans ses bagages pour réaliser les différentes activités qui requièrent ce savoir-agir ? Comment les abordera-t-il ? Comment les réalisera-t-il ? C'est au travers de cette catégorie que la vocation humaniste de la formation à l'INSA, par exemple, peut pleinement être formalisée.

2.3. Une modélisation progressive des parcours de développement des compétences

Les équipes ont défini les étapes intermédiaires (« jalons ») par lesquelles leurs étudiants vont passer pour développer ce savoir-agir. Quels sont les « apprentissages critiques » que l'étudiant doit obligatoirement réaliser pour atteindre chacun des jalons ? Qu'est-ce que l'étudiant fait avec ce qu'il apprend dans mon cours à cette étape de son parcours de formation ? Pour l'enseignant, cela implique d'opérer un changement de perspective depuis le contenu à enseigner vers les apprentissages de l'étudiant. En effet, ce dernier ne fait pas « des maths », il développe, exerce, automatise des processus cognitifs (formaliser, modéliser, etc.) (Musial & Tricot, 2020). Or ces mêmes processus sont aussi mobilisés dans d'autres cours : la transdisciplinarité et la complémentarité des apprentissages, caractéristique fondamentale d'une ingénierie de formation basée sur l'APC, peut alors émerger et être formulée.

¹ “complex value-added engineering systems in a modern team-based engineering environment to create systems and products” <https://cdio.org/cdio-vision> (traduction des auteurs, consulté le 18/07/2025)

Ce travail de réflexion, ces différents questionnements, ont ainsi permis aux équipes, au cours de nombreuses réunions, de coconstruire des référentiels de compétences opérationnels et représentatifs, selon eux, de la réalité de leurs formations ainsi que de leurs aspirations pédagogiques (voir table 1).

TABLE I. EXEMPLE DE REFERENTIEL DE LA SPECIALITE GENIE BIOLOGIQUE POUR LE SAVOIR-AGIR « CONCEVOIR »

Description du savoir-agir	Définir les étapes permettant d'élaborer des bioproduits, enzymes, microorganismes, lignées cellulaires innovants ainsi que les procédés associés	
Composantes essentielles	En choisissant les méthodes d'ingénierie enzymatique ou cellulaire nécessaires ainsi que les conduites de procédés associés En sachant gérer un projet de R&D En intégrant la législation, l'éthique et les Bonnes Pratiques de Laboratoire En tenant compte des besoins, des ressources et de l'écosystème En collaborant et en communiquant efficacement	
Années	Jalons	Apprentissages critiques
5A	Définir les étapes permettant d'élaborer des bioproduits, enzymes, microorganismes, lignées cellulaires innovants ainsi que les procédés associés	Élaborer les étapes détaillées d'une démarche expérimentale pluridisciplinaire ou d'une synthèse biologique à l'aide d'enzymes, de microorganismes, de lignées cellulaires Dimensionner un bioprocédé innovant en choisissant les opérations unitaires adéquates et en effectuant le calcul économique du procédé
4A	Concevoir les étapes unitaires nécessaires à une bioproduction dans différents écosystèmes	Modéliser une ingénierie génétique et enzymatique in silico Évaluer à l'aide de bilans différents fonctionnements de bioréacteurs et choisir le plus adapté en fonction de l'enzyme ou de l'organisme Choisir un hôte cellulaire en fonction de ses caractéristiques métaboliques Concevoir et appliquer des protocoles respectant les BPL
3A	Concevoir une expérience, des opérations unitaires, et la démarche analytique associée en se projetant dans un environnement professionnel	Élaborer la synthèse d'une biomolécule à partir d'une étude bibliographique Proposer une démarche de suivi analytique (chimique, biophysique, de bioseparation) Savoir dimensionner les transferts thermiques dans un réacteur et les pompes associées
2A	Décrire et analyser des phénomènes physiques ou chimiques	Définir le système étudié et formuler des hypothèses Identifier et calculer des grandeurs physiques ou chimiques en utilisant les unités pertinentes Analyser un système donné et y porter un regard critique Travailler en équipe en faisant preuve de créativité, de prise d'initiative et d'ouverture d'esprit
1A	Analyser un problème théorique, expérimental ou un questionnement	Choisir le cadre théorique, les ressources et les outils adaptés pour la résolution d'un problème Mettre en place une méthodologie adaptée Tester des hypothèses

3. Évaluer les savoir-agir : cartographie de l'existant et des opportunités

3.1. De l'identification des SAE à leur alignement avec les référentiels

On l'a vu, ce travail a donc consisté à formaliser les parcours d'apprentissage. L'évaluation dans l'APC est indissociable de l'apprentissage : les deux processus coexistent au sein de « SAE » (Situations d'Apprentissage et d'Évaluation). La SAE est une modalité spécifique d'un ensemble plus large de dispositifs pédagogiques nommés « AMS » (Activités de Mise en Situation), dispositifs intégrateurs, transdisciplinaires ou pluridisciplinaires, complexes et authentiques qui doivent « contribue[r] à l'acquisition de compétences et au développement de l'autonomie des étudiants » (Paindorge et al, 2020, p.1). Nous avons donc proposé aux équipes enseignantes d'identifier, parmi les dispositifs pédagogiques déjà proposés dans leurs maquettes, ceux dont les caractéristiques s'approchaient de celles d'une AMS, voire d'une SAE.

Une SAE est une tâche authentique consciemment organisée pour permettre le développement de compétences. Elle demande de réaliser une production (matérielle ou immatérielle) proche de celles exigées d'un professionnel. Cette production doit faire sens pour l'étudiant. Elle nécessite de sa part de choisir les ressources internes et externes à mobiliser et à combiner, mais aussi de se situer régulièrement (en cours de route et en fin de tâche) par rapport à l'objectif qu'il s'est fixé en s'autoévaluant ou en bénéficiant du regard de ses enseignants, experts et pairs (Poumay & Georges, 2020, p.2).

Rapidement, il est apparu que chaque département disposait, essentiellement en quatrième et cinquième années, de projets complexes, intégrateurs et transdisciplinaires (intégrant des enjeux sociaux et écologiques, par exemple) qui pouvaient servir de base à la création de SAE. Une fois ces dispositifs identifiés et documentés, le travail a consisté, pour chacun d'eux, à assurer l'alignement pédagogique en identifiant dans le référentiel de formation les savoir-agir, jalons, apprentissages critiques et composantes essentielles visés ; en retravaillant les grilles d'évaluation critériées pour les mettre en cohérence avec ces éléments ; en s'assurant que les savoir-agir et apprentissages critiques ciblés soient explicitement mentionnés dans les supports pédagogiques à destination des étudiants ; et enfin, en intégrant une dimension réflexive au sein du dispositif, sans imposer de format unique (portfolio réflexif, rapport, soutenance, etc.)

3.2. Vers une progressivité des SAE sur l'ensemble du cursus

Bien que certains départements aient également identifié des dispositifs susceptibles de fournir des SAE pour les troisième voire deuxième années, la plupart a exprimé des difficultés à le faire, en particulier pour la première année. En effet, le caractère authentique, complexe et intégrateur leur a semblé plus difficile à proposer dans ces premières années de formation qui ont pour finalité de consolider un socle de connaissances scientifiques et techniques de haut niveau.

Cette difficulté ne nous semble pas insurmontable. En effet, les notions d'authenticité et de complexité des tâches d'apprentissage ne se limitent pas à l'isomorphisme professionnel : la progressivité du parcours d'apprentissage telle qu'elle est construite dans nos formations d'ingénieurs en cinq ans prévoit d'amener l'étudiant d'un tronc commun transversal vers le choix d'une pré-orientation puis d'une spécialisation dans un domaine d'ingénierie spécifique. Tout au long de ce parcours, la professionnalisation est bien progressive : les activités susceptibles de constituer des SAE dans les premières années de la formation sont des tâches élémentaires, sortes de « grains d'ingénierie » que l'élève ingénieur mobilisera dans des situations d'apprentissage de plus en plus professionnalisantes, toujours authentiques.

La complexité et l'authenticité des tâches d'apprentissage et d'évaluation ne se limitent pas non plus au degré de spécialisation et d'expertise nécessaires à la résolution d'un problème d'ingénierie. Le nombre et la diversité des variables à traiter participent de la complexité et de l'authenticité des problèmes à résoudre. Les approches pluridisciplinaires et systémiques, telles que proposées dans les cours ClimatSup, constituent ainsi des entrées particulièrement propices dans les premières années de formation.

Ainsi, nous espérons qu'une première année d'expérimentation en quatrième et cinquième années permettra aux équipes enseignantes de s'approprier la démarche pour l'étendre aux premières années de formation.

4. Conclusion

Au cours du processus engagé à l'INSA Toulouse, nous avons identifié des difficultés, certes, mais aussi et surtout des opportunités pour les équipes enseignantes, les plans de formation et, nous l'espérons, l'apprentissage des étudiants.

Le travail collégial d'élaboration des référentiels de compétences a permis aux équipes de clarifier leurs objectifs, de tracer un projet commun, et de prendre conscience de manière approfondie de ce que les collègues « font ». Cela a également mis en évidence les liens interdisciplinaires qui existaient dans les parcours de formation mais qui n'avaient jusqu'alors pas été formalisés ni explicités. Le défi à relever pour parvenir à ce résultat est de renforcer le dialogue interdisciplinaire et les collaborations sur le moyen et long terme.

Les équipes, en s'emparant des outils conceptuels et méthodologiques issus des sciences de l'éducation, ont compris cette démarche, et certaines ont utilisé les référentiels produits comme instruments privilégiés de communication avec des partenaires industriels et/ou institutionnels. Le département de Mathématiques Appliquées, par exemple, estime qu'il leur

est ainsi devenu plus facile qu'auparavant d'expliquer ce qu'est le métier auquel ils forment. Plus encourageant encore, nous avons soumis le référentiel de la formation de l'INSA Toulouse, spécialité Génie Civil, à un alumni tout juste diplômé. Ce dernier, engagé dans une démarche de recherche d'emploi, a déclaré que ce document réussissait à exprimer ses propres compétences mieux qu'il n'aurait pu le faire lui-même. Par ailleurs, il estime que si on lui avait présenté sa formation de cette façon-là dès la première année, cela l'aurait aidé à en comprendre les finalités, c'est-à-dire à assembler les pièces du « puzzle ».

Ce travail minutieux et chronophage, néanmoins, n'a pu être réalisé qu'avec un échantillon des équipes enseignantes. L'autre défi à relever pour la suite du processus sera d'ouvrir massivement l'acculturation à l'APC pour l'ensemble des enseignants. Il nous faudra déconstruire les idées reçues sur l'APC et continuer de convaincre du bien-fondé de la démarche, sans prosélytisme, mais en nous assurant que le travail permette de construire un projet pédagogique qui fait sens pour les équipes et pour les étudiants.

Références

- [1] Bédouret, L. 2024 : Pourquoi apprendre de façon explicite ce que l'on apprend très bien de façon implicite ? Le cas des dispositifs de formation à l'interculturalité [thèse de doctorat non publiée]. Université de Toulouse.
- [2] Biggs, J. 1996: Enhancing teaching through constructive alignment. Higher Education, 32(3), 347364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- [3] Crawlew, E.-F. 2001. The CDIO Syllabus A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education, CDIO.
- [4] Le Boterf, G. 2001: Construire les compétences individuelles et collectives. Édd'organisation.
- [5] Minet, F. 1995: L'analyse de l'activité et la formation des compétences. L'Harmattan.
- [6] Musial, M., Tricot, A. 2020 : Précis d'ingénierie pédagogique. De Boeck Supérieur.
- [7] Lemaître, D. 2018: Formation et professionnalisation des ingénieurs en France : Le modèle de l'école d'ingénieurs et ses recompositions: Savoirs, N° 47(2), 1139. <https://doi.org/10.3917/savo.047.0011>
- [8] Lison, C., & Paquelin, D. 2019: La formation du supérieur : Un levier de transformation des universités québécoises. Revue internationale d'éducation de Sèvres, 80, 6170. <https://doi.org/10.4000/ries.8184>
- [9] Paindorge, M., Lang, V., Libante, V., Reboul, P., Aigle, B. 2020 : Accompagnement dans l'apprentissage de l'argumentation par une équipe pluridisciplinaire : quels effets sur les acteurs?", Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur, 36(2).
- [10] Poumay, M., Tardif, J., & Georges, F. 2017: Organiser la formation à partir des compétences : Un pari gagnant pour l'apprentissage dans le supérieur / Marianne Poumay, Jacques Tardif, François Georges (sous la direction de). De Boeck Supérieur.
- [11] Roby, C. 2015 : Évolutions de la formation et de la recherche en sciences humaines et sociales dans les écoles d'ingénieurs en France. Phronesis, 4(2), 1733. <https://doi.org/10.7202/1033447ar>
- [12] Tardif, J. 2006 : L'évaluation des compétences : Documenter le parcours de développement. Chenelière Education.



POSTERS



Posters présentés lors de la 9^e édition du colloque Pédagogie et Formation de l'INSA
Rouen Normandie



Créer, encadrer, évaluer : vers une pédagogie inclusive et engagée

Joyeux E.

OpenINSA

INSA Lyon

Résumé

Ces trois posters proposent une approche structurée et synthétique pour renforcer les pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur. Ils se concentrent sur trois thématiques complémentaires : la conception d'enseignements inclusifs, l'encadrement des activités d'apprentissage et l'évaluation des acquis d'apprentissage.

- Le premier poster, "Concevoir des enseignements qui favorisent l'apprentissage de chacun", souligne l'importance de définir des objectifs clairs, généraux et spécifiques, en utilisant des cadres comme la taxonomie de Bloom. Il met l'accent sur l'alignement pédagogique, qui assure une cohérence entre objectifs, activités et évaluations. Enfin, il explore différentes stratégies d'enseignement, comme les approches affirmatives, interrogatives, actives ou expérimentales, pour diversifier les méthodes et engager davantage les apprenants.
- Le deuxième poster, "Encadrer les activités d'apprentissage", explore des approches pour motiver et impliquer activement les étudiants. Il met en avant la contextualisation des apprentissages, l'utilisation de défis cognitifs et de mécanismes de jeu, ainsi que l'importance de varier les supports et méthodes pédagogiques. Des outils concrets, comme les capsules vidéo scénarisées, sont proposés pour renforcer l'impact des activités pédagogiques tout en maintenant l'attention des apprenants.
- Le troisième poster, "Évaluer les acquis d'apprentissage", met en avant des stratégies d'évaluation adaptées, l'analyse des traces d'apprentissage et la rétroaction stratégique. Il insiste sur l'importance d'une évaluation claire et alignée avec les objectifs pédagogiques. Des outils comme les grilles d'évaluation, les techniques de rétroaction en classe (TRC) et les enquêtes auprès des étudiants sont mis en avant pour améliorer la qualité des enseignements.

Ensemble, ces posters offrent une boîte à outils complète pour les enseignants souhaitant améliorer leurs pratiques pédagogiques tout en favorisant l'inclusion, l'engagement des étudiants et l'efficacité des apprentissages.

Mots-clés : Pédagogie. Inclusive. Alignement pédagogique. Méthodes. Evaluation.

CONCEVOIR DES ENSEIGNEMENTS QUI FAVORISENT L'APPRENTISSAGE DE CHACUN

SYNTHÈSE

1 DÉFINIR DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

TAXONOMIE DE BLOOM

La taxonomie est proposée comme une aide aux enseignants afin de situer ou de projeter un niveau de compréhension ou d'application.



Généraux : les finalités d'un programme ou d'un cours, qu'elles soient liées à des connaissances, habiletés ou compétences à développer.

Spécifiques : le niveau opérationnel des apprentissages visés dans un cours.

Pourquoi : annoncer les finalités et les orientations de son cours de façon claire, nette et précise et faciliter le choix des approches pédagogiques et des stratégies d'enseignement les plus adaptées.

VÉRIFIER L'ALIGNEMENT PÉDAGOGIQUE 2

Pourquoi : orienter sa pédagogie à partir des résultats que l'on cherche à atteindre.

Comment : les résultats sont définis en premier lieu ; les méthodes d'enseignement et d'évaluation sont ensuite conçues afin d'atteindre au mieux les résultats visés et d'évaluer le niveau de leur atteinte par les étudiants.

L'ALIGNEMENT PÉDAGOGIQUE

C'est vérifier la triple concordance d'un enseignement :
<> Objectifs <> Activités <> Evaluations <>



SCÉNARIO PÉDAGOGIQUE

Initié par un enseignant ou une équipe pédagogique dans le but d'encadrer les activités des apprenants. Un scénario pédagogique décrit une séquence d'apprentissage, des objectifs pédagogiques et des moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs définis.

3 CHOISIR DES STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT

Méthodes affirmatives : expositive & démonstrative

Savoir théorique | **Savoir procédural**

Permet une transmission rapide des connaissances à un grand nombre de personnes en même temps. Attention : risque d'engendrer chez l'apprenant passivité et dépendance.

Méthode interrogative :

Savoir théorique

A pour fondement essentiel la nécessité de comprendre.

Méthode active :

Savoir théorique | **Savoir procédural** |

Savoir-faire | **Savoir-être**

La mémorisation est facilitée par l'échange, l'activité et la découverte personnelle

Méthode expérimentale :

Savoir théorique | **Savoir procédural** | **Savoir-faire** | **Savoir-être**

La connaissance n'est acquise que si l'apprenant agit de lui-même, les activités sont essentiellement centrées sur l'action.



OPEN
INSA
L'INNOVATION
PÉDAGOGIQUE

CONTEXTUALISER LES APPRENTISSAGES

La contextualisation consiste à réaliser des tâches qui demandent l'utilisation des savoirs appris. Ce qui suit la conceptualisation est donc la contextualisation, c'est-à-dire l'application des savoirs dans un contexte artificiel de travail. L'activité d'apprentissage interpelle l'apprenant, elle l'invite à traiter l'information reçue et à se mettre en action pour construire d'autres connaissances et développer d'autres habiletés.



1 DONNER DU SENS AUX APPRENTISSAGES

Pistes cognitives : Donner des consignes claires et des objectifs précis | Contextualiser l'activité en démontrant son intérêt concret | Faire des associations entre les différentes activités pédagogiques.

PROPOSER UNE ACTIVITÉ 2 QUI REPRÉSENTE UN DÉFI COGNITIF

Un cerveau actif est un cerveau qui apprend. Ainsi, même s'il manipule du matériel, un élève peut apprendre très peu de la réalisation d'une activité d'apprentissage si son cerveau n'est pas activement engagé.

Pistes cognitives : Enjoindre les élèves à collaborer et coopérer ensemble | Leur laisser des choix.



UTILISER LES MÉCANISMES DU JEU

Le jeu pédagogique est un jeu où le plaisir intrinsèque est rapidement orienté vers des formes de réussites qu'on peut nommer performances. Le jeu permet de dédramatiser les situations d'échec, parce qu'elles n'ont, dans le contexte de la formation, aucune conséquence sur la vie réelle. Avec le jeu, l'apprenant s'implique, il n'est plus passif : il doit faire face à des choix et doit participer.

PENSER À LA CAPSULE VIDÉO SCÉNARISÉE

Comme son nom l'indique c'est une vidéo courte qui traite une partie précise du cours. De nombreuses études ont montré que plus la durée de la vidéo est courte (durée optimale 7 minutes), plus il sera facile à l'élève de retenir l'essentiel et de maintenir son attention.



3 VARIER LES SUPPORTS ET LES MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT

Le cerveau doit non seulement s'activer, mais il doit s'activer à plusieurs reprises pour le même objet d'apprentissage. Les tâches complexes ne peuvent être maîtrisées que par la consolidation et l'automatisation d'un apprentissage qu'apporte l'activation répétée.

Le principe neuroéducatif de l'activation neuronale répétée est compatible avec un grand nombre de pratiques d'enseignement.

Pistes cognitives : Utiliser fréquemment des approches actives | Mixer des approches passives avec des approches actives (interactivité).

CONCLURE L'ACTIVITÉ EN SOULIGNANT L'ESSENTIEL

4

UTILISER LES TRC

TECHNIQUES DE RÉTROACTION EN CLASSE

Les TRC sont de brefs moments où l'enseignant questionne les étudiants et les met en situation de réflexion vis-à-vis du cours. En plus de favoriser les apprentissages de qualité en accentuant notamment l'attention et la motivation, les TRC peuvent aussi servir à l'évaluation formative pour aider les étudiants à s'exercer, mais aussi pour permettre à l'enseignant d'adapter son enseignement en fonction de leurs acquis ou difficultés.



1 CHOISIR UNE STRATÉGIE D'ÉVALUATION ADAPTÉE

Identifier les apprentissages à évaluer

Cibler les objectifs pédagogiques à évaluer en cohérence avec les objectifs d'apprentissage

Déterminer quand et comment obtenir une trace

Choisir la typologie d'évaluation :

Diagnostic | **Formative** | **Sommative**

Choisir un outil et une méthode adaptés.

2 PLANIFIER L'ANALYSE DES TRACES D'APPRENTISSAGE

Déterminer les critères d'évaluation en adéquation avec les objectifs pédagogiques et les activités pédagogiques préalables.

Pistes cognitives : rendre publiques les grilles d'évaluation dès l'annonce des objectifs pédagogiques ou du travail à fournir en indiquant les critères d'évaluation, les niveaux de performance et la description des attendus.



PRENDRE EN COMPTE LES BIAIS D'ÉVALUATION

Le propre d'un biais étant d'être inconscient, il importe donc de prendre du recul et s'accorder un temps de réflexion. Travailler en équipe de professeurs et se concerter pour construire des outils d'évaluation ; expliciter aux étudiants le contenu ainsi que les modalités des évaluations ; recueillir des informations sur la progression des apprentissages de chacun des étudiants afin de porter un jugement plus éclairé et adopter une posture de praticien réflexif qui amènerait à analyser son rôle et à repérer ses postures dominantes pourraient faciliter la limitation des biais en enseignement.

L'ÉVALUATION DES ENSEIGNEMENTS PAR LES ÉTUDIANTS -EEE

UNE STRATÉGIE DE SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT PÉDAGOGIQUE DES ENSEIGNANTS

L'EEE est un système d'enquête systématique permettant aux enseignants d'obtenir un feed-back du groupe visé afin de se servir des informations fournies par les étudiants pour améliorer la qualité des prestations pédagogiques (par exemple, l'enseignement en classe, l'encadrement individuel, l'aide dans les travaux). Les feedbacks reçus des étudiants dans le cadre de l'EEE peuvent fournir des informations qui s'avèrent des plus utiles à l'enseignant, particulièrement si celles-ci sont croisées avec d'autres telles que les résultats aux examens, les observations de l'enseignant lui-même ou encore l'observation d'autres professionnels de l'enseignement.



3 PENSER LA RÉTROACTION DE MANIÈRE STRATÉGIQUE

La rétroaction est une stratégie puissante puisqu'elle survient lorsqu'il est encore temps pour l'élève de s'ajuster. C'est la seule stratégie vraiment puissante que les enseignants peuvent utiliser quels que soient les âges des élèves et quelles que soient les disciplines. La recherche montre que le simple fait de fournir la réponse correcte a beaucoup plus d'impact que de simplement annoncer juste ou faux.

Pistes cognitives : différencier les types de rétroactions selon le niveau d'habileté des apprenants.

La compétence informationnelle dans le cursus de l'ingénieur humaniste à l'INSA Lyon : tout un programme !

Devillard-Goetgheluck N., Boutin L., Chataignon E., Maillet F., Werner A.

Bibliothèque Marie Curie INSA Lyon : Pôle Compétences informationnelles

S2HEP

Résumé

Parmi les attendus en fin de cursus d'un ingénieur INSA, figurent des compétences liées entre elles : formaliser un problème complexe, expérimenter des solutions, se former tout au long de la vie. Elles sont également en lien avec une compétence complexe et évolutive, la compétence informationnelle : « trouver l'information pertinente, l'évaluer et l'exploiter » qui est « un savoir-agir au travers d'un véritable travail intellectuel de compréhension des processus d'information et des enjeux sous-jacents (...) incluant un regard réflexif sur la démarche effectuée ».

A l'INSA Lyon le programme de formation, en cours d'élaboration, fait une place importante à la construction de cette compétence en 5 ans, par étape et en interdisciplinarité.

Les apprentissages sont initiés en FIMI (Formation Initiale aux Métiers d'Ingénieur) : exploration des ressources, analyse de la légitimité des autorités, regard critique sur les documents. En département, les étudiants approfondissent leur réflexion, apprennent à se servir de différents outils selon les projets et leurs contextes : organisation, partage, valeur des informations, intégrité scientifique.

Les dispositifs propres à ces apprentissages sont interdisciplinaires, en situations jugées légitimes pour des formations et évaluations d'étudiants ingénieurs.

Le poster de l'équipe enseignante de la bibliothèque Marie Curie de l'INSA Lyon donnera la trame de base de ce programme, un modèle de dispositif interdisciplinaire et la progression envisagée. Un QR code renverra vers des exemples d'activités pédagogiques : ateliers, jeu sérieux, etc.

Mots-clés : Approche par compétences. Approche par programme. Compétence informationnelle. Dispositif. Interdisciplinarité. Innovation pédagogique. Projet. Socio-constructivisme.

Bibliographie

[1] CTI Commission des titres d'ingénieur. 2022. Références et orientations Version 2022, p. 21

[2] Devillard-Goetgheluck, Nicole. « Contribution des bibliothèques de l'enseignement supérieur à la formation pour la compétence informationnelle (CI) des étudiants. Etude de cas : la formation portée par la Bibliothèque de l'INSA Lyon, appropriation par les différents acteurs, impacts et limites, changements culturels et professionnels ». Sciences de l'Education et de la Formation, Lyon 1, 2022., p.79



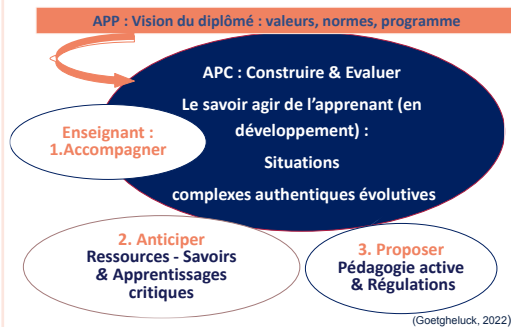
La compétence informationnelle dans le cursus de l'ingénieur humaniste à l'INSA Lyon.

Tout un programme !

Deviillard-Goetgheluck N., Boutin L., Chataignon E., Maillet F., Werner A.

1. Enseignement – apprentissage

L'APC ou approche pour des compétences (Tardif ; Rey,...), et l'APP ou approche programme (Loisy et al., 2018) sont basées sur le cadre théorique socio-constructiviste. L'étudiant construit ses compétences en interaction avec son milieu (Vygotski, Bruner ; Jonnaert) ; l'enseignant adapte sa posture (Coulet, Tardif & Poumay).



2. La compétence informationnelle

Selon Tardif, une compétence est un savoir-agir complexe, en situation. Elle se décline en composantes, mobilise et combine des ressources (savoirs, usage adapté d'outils, habiletés), se développe avec le temps, selon les cultures,...

La compétence informationnelle : ses composantes



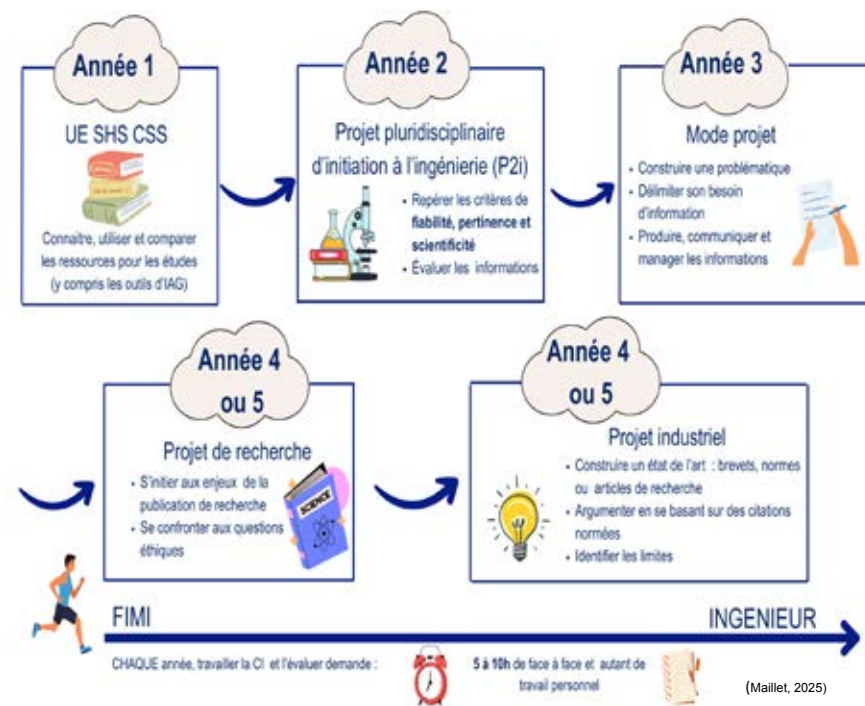
3. Modèle de dispositif pédagogique

En projet, l'étudiant.e développe ses compétences et sa culture humaniste si, au-delà de la performance, l'équipe enseignante vise une réflexion sur les valeurs, les informations utilisées, construites et diffusées, les finalités et l'organisation.



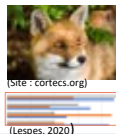
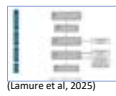
4. Le programme dans le cursus en cinq ans

Chaque année, en situation de projet, un focus est proposé sur un aspect de la compétence informationnelle. Les étudiant.e.s construisent les bases de leur compétence informationnelle par étape en mobilisant certaines composantes de la compétence. Ces dernières sont choisies par les enseignantes de la bibliothèque en concertation avec l'équipe pluridisciplinaire dans le cadre du projet. Le niveau de compétence attendu est évalué sur la base des savoirs et savoir faire montrés par l'étudiant dans le cadre du projet.



5. Scénarios, activités & références

Flashez le QR code pour accéder aux activités et références =>



Évaluer des documents, c'est d'abord savoir les distinguer.

Le sauriez vous ? Testez-vous avec le jeu des typologies d'informations et documents (FIMI)

Pour s'intéresser à l'information, il faut **en comprendre les enjeux** : quels choix d'information fera votre personnage ? Découvrez le jeu Sauvez l'info (FIMI)

Concevoir un objet, **en rendre compte** dans une note construite comme un article scientifique : **scénario de cours/TD** pour la compétence informationnelle dans un projet scientifique et technique d'année 3.

'Méta-littératie' ou Réflectivité : rendre compte de la méthode d'un état de l'art avec un diagramme des flux, intégrant toutes les ressources y compris les IA(G) (Année 4/5)

Questionnements éthiques et déontologiques, **conflits de valeurs** liés aux enjeux de la publication scientifique, quels repères ? (Année 4/5)

Évaluer le programme : Retour sur l'évaluation « avant programme ».

Références bibliographiques : flashez le QR CODE

Esprit critique : la bibliothèque en première ligne

Aymard A.-L., Guillard L., Treille M.

Service Commun de Documentation

INSA Toulouse

Résumé

Le pôle formation de la bibliothèque de l'INSA Toulouse anime depuis de nombreuses années des formations aux compétences informationnelles à destination des élèves-ingénieurs. Face à un paysage médiatique toujours plus complexe, l'équipe des bibliothécaires-formateurs a imaginé et mis en œuvre différents dispositifs visant à renforcer le développement de l'esprit critique des étudiants primo-entrants. Des webinaires, ateliers participatifs, quiz, débats, analyses critiques sont autant d'occasions d'aborder les divers sujets qui relèvent de l'éducation aux médias et à l'information.

A l'aide de pédagogies actives, les thèmes étudiés avec les élèves-ingénieurs portent sur la construction de l'information, le fonctionnement des médias, la fiabilité et la validité de l'information et de ses sources. Les échanges permettent de mieux comprendre les enjeux de la qualité de l'information et d'identifier les acteurs d'une controverse sociotechnique complexe pour apporter une aide à la décision. Un atelier ludique, sous forme d'une fresque de l'information animée par les bibliothécaires-formateurs, est utilisé depuis 2024. Il suscite une prise de conscience critique face aux enjeux actuels de l'information et des médias.

La construction, la qualité, la fiabilité et l'analyse critique de l'information sont des apprentissages intégrés dans un module plus large et interdisciplinaire, Apprendre à apprendre, qui vise à apporter des méthodes de travail dès l'entrée à l'INSA Toulouse. Ce module offre l'opportunité de travailler en transversalité et en interdisciplinarité avec des enseignants-chercheurs en sciences humaines, physique ou mathématique. Il contribue à donner un socle initial d'apports théoriques sur les sciences, la notion de vérité, les connaissances, et d'approfondir ensuite en abordant le fonctionnement du cerveau, les stratégies d'apprentissage et de motivation.

L'ensemble de ces actions contribue à éveiller l'esprit critique des élèves-ingénieurs humanistes, que le Groupe INSA ambitionne de former.

Mots-clés : Esprit critique. Education aux médias et à l'information (EMI). Bibliothèque. Désinformation.

Bibliographie

- [1] Dikilitaş, Kenan, Tim Marshall, et Masoumeh Shahverdi. 2025. *A Practical Guide to Understanding and Implementing Challenge-Based Learning*. 1st ed. 2025. Cham: Springer Nature Switzerland.
- [2] Knight, Jane. 2015. « Updated Definition of Internationalization ». *International Higher Education* 0(33). doi: [10.6017/ihe.2003.33.7391](https://doi.org/10.6017/ihe.2003.33.7391).
- [3] Leask, Betty. 2009. « Using Formal and Informal Curricula to Improve Interactions Between Home and International Students ». *Journal of Studies in International Education* 13(2):205-21. doi: [10.1177/1028315308329786](https://doi.org/10.1177/1028315308329786).

CARNET DE ROUTE

Découvrez le parcours de Bib'INSA Toulouse

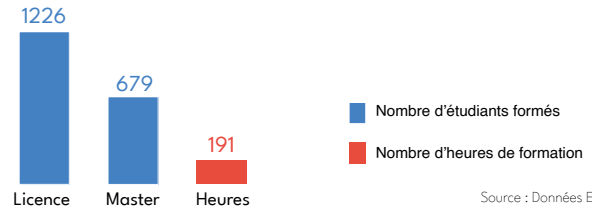


ESPRIT CRITIQUE



Gérer des informations, résoudre des problèmes, prendre des décisions, autant de compétences qui nécessitent de développer un esprit critique. La **bibliothèque de l'INSA Toulouse** et ses partenaires proposent plusieurs parcours aux élèves ingénieurs pour renforcer leur capacité d'analyse face à un écosystème informationnel complexe. Découvrez le carnet de route de Bib'INSA.

STATISTIQUES DE FORMATION



REPÈRES PÉDAGOGIQUES

Pour les étudiants

Sélection d'ouvrages dédiés à l'EMI (Éducation aux médias et à l'information)

Vidéo présentation
Apprendre à apprendre



Pour les formateurs

Guillaume CABANAC (EC, IRIT)
Fake science : panorama des méconduites et contrefeux pour déjouer les pièges (Vidéo Youtube)

Anne-Sophie NOVEL,
Le paysage médiatique français (Infographie)

OBJECTIFS

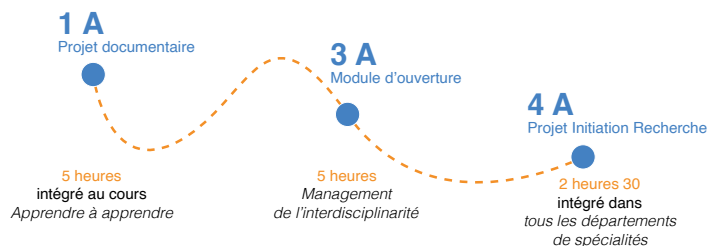
- Identifier les mécanismes cognitifs
- Analyser la construction de l'information
- Évaluer le fonctionnement des médias et des réseaux sociaux
- Critiquer la qualité de l'information



Partenaires des parcours

CSH Centre des Sciences Humaines • EC Enseignants chercheurs des domaines de Spécialités • C2IP Centre d'Innovation et d'Ingénierie Pédagogiques • Journalistes/Associations experts en éducation aux médias et à l'information

NOS PARCOURS



ÉTAPES DU VOYAGE

- ▲ **Biais cognitifs : 1A, 3A, EC, CSH.** Notions abordées en cours d'épistémologie reprises et complétées par Bib'INSA.
- ▲ **Atelier EMI : 1A, CSH.** Co-construction et animation d'un atelier ludique.
- ▲ **Analyse des controverses : 3A, CSH.** Cours construit et dispensé par le CSH. Collaboration de Bib'INSA pour la constitution des corpus documentaires.
- ▲ **Les médias & la science : 4A, EC, CSH.** Co-construction du *Projet Initiation à la Recherche* abordant les notions de publications scientifiques, d'intégrité et de méconduites scientifiques.



Retrouvez le support sur Zenodo

JOUEZ, TESTEZ, DÉBATTEZ !

Question pour un champion : buzzez sur les typologies de documents. Avec le buzzer de la plateforme *La Digitale*.

Fact checking EMI : enquêtez, doutez, débattuez ! Ces sources sont-elles fiables, de qualité ? Comparez vos points de vue avec *Wooclap*.

Quiz droit d'auteur : défiez vos connaissances. Rapidité et pertinence en 10 questions avec *Quizizz*.

Test de santé informationnelle : Quel est votre rapport à l'information ? Découvrez votre profil et adoptez un régime plus sain !



La fresque de l'information, conçue par *Be My Media*. Jouez en équipe pour comprendre l'écosystème des médias.

CARNET PRATIQUE

ANIMATIONS À BIB'INSA

Webinaire (2023) cocréé avec Olivier GUILLEMAIN directeur d'*Entre les lignes*. Comment et qui construit l'information aujourd'hui ?

Café décrypto (2025) dans le cadre du Printemps de l'esprit critique. Débats, jeux, discussions, animés par *Synapses*, *Rasoir d'Oc* et l'*AFIS*.

Projet Exposition (2025) Épistémè 1. Eurêka - une histoire des idées scientifiques durant l'Antiquité Pascal Marchand, Jean-Benoît Meybeck.

NOUVEAUX HORIZONS 2025-2031

- Évolution des référentiels avec l'approche par compétences (APC).
- Contribution aux GT IA INSA Toulouse pour l'évolution des formations.
- Collaboration au parcours Fun MOOC *Usage éthique et responsable des IA génératives dans le processus d'apprentissage* piloté par **Toulouse Tech Grandes Ecoles**, partenariat ANITI.



Contact : bibinsa@insa-toulouse.fr • <https://bib.insa-toulouse.fr>
Carnet de route © 2025 by Bib'INSA is licensed under CC BY 4.0.



Apprentissage et évaluation par projet

Lin-Shi X.

Département Génie Electrique

INSA Lyon

Résumé

Cette communication présente la méthode pédagogique mise en œuvre pour les élèves du département Génie Électrique (GE) de l'INSA Lyon. Deux modules sont concernés : d'une part, un cours d'Automatique intitulé « Commande numérique des systèmes linéaires » (CNSL), suivi par l'ensemble des étudiants de 4^e année, et d'autre part, un cours de 5^e année dans l'option « Commande des Convertisseurs et des Systèmes d'Actionnement ». Dans un souci de favoriser l'autonomie des élèves et de les rendre plus actifs en cours, nous avons d'abord expérimenté la pédagogie inversée pour le cours CNSL. Cette approche a été bien accueillie par les élèves. Cependant, le programme de 4^e année étant particulièrement dense, ils disposent de peu de temps pour préparer efficacement l'étape d'autoapprentissage, ce qui limite l'acquisition des notions nécessaires pour les étapes suivantes. Face à ce constat, nous avons développé une autre approche, centrée sur l'illustration des concepts théoriques à partir d'exemples industriels concrets et accessibles. Ces exemples permettent de mobiliser toutes les compétences enseignées en s'appuyant sur un cahier des charges et des contraintes techniques en lien avec une application ciblée. Par ailleurs, nous avons mis en place une évaluation par projet. Celle-ci est donnée après quelques cours, généralement avant une période de vacances scolaires, et couvre les différentes notions abordées, avec une mise en application sous Matlab/Simulink. L'évaluation repose sur deux éléments : un rendu généré sous LiveScript de Matlab et un QCM individuel en fin de projet. La conception, l'encadrement et la correction de ces projets nécessitent un investissement conséquent pour les enseignants, mais les résultats obtenus sont très satisfaisants. Les élèves sont motivés, s'impliquent activement et la majorité d'entre eux estiment avoir réellement compris le cours à travers cette approche.

Mots-clés : Pédagogie inversée. Evaluation par projet.

ACCOMPAGNEMENT À LA CRÉATION DE CLASSES PRÉPARATOIRES EN CÔTE D'IVOIRE

Projet porté par le Ministère de l'Enseignement Technique de la Formation Professionnelle et de l'Apprentissage (METFPA), qui souhaite offrir une filière dans l'enseignement supérieur aux étudiants issus d'un bac technique.



1ère promotion avec leurs enseignant.e.s

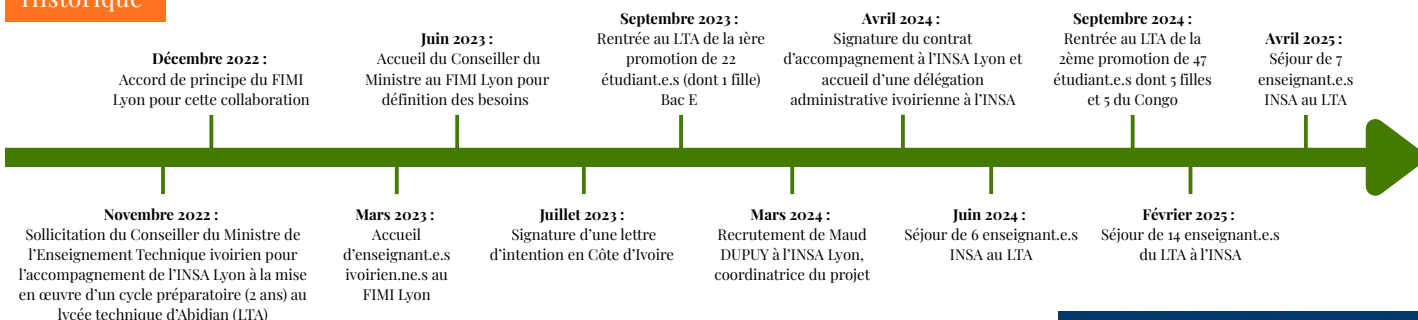
"PERMETTRE AUX JEUNES TALENTUEUX D'INTÉGRER DES ÉCOLES D'INGÉNIEURS"

PROPOS DU MINISTRE N'GUESSAN KOFFI

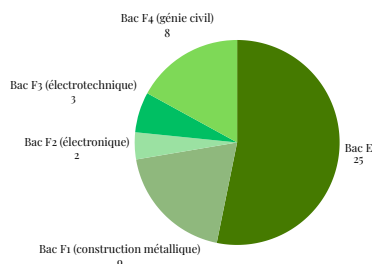
Locaux Lycée
Technique
d'Abidjan (LTA)



Historique



Profil des étudiants : 2ème promo



Formation

- 18 enseignant.e.s ivoirien.ne.s + directrice de la classe préparatoire
- 19 enseignant.e.s INSA + coordinatrice du projet
- Création de binôme par discipline : un.e enseignant.e INSA et un.e LTA.
- Plateforme Moodle spécifique à la prépa TSI : partage des supports pédagogiques (entre enseignant.e.s INSA et TSI et entre enseignant.e.s TSI et étudiant.e.s TSI)
- Missions d'enseignants INSA en Côte d'Ivoire : organisation matérielle, mise en place des TP de physique, chimie et prototypage agile et formations disciplinaires et pédagogiques des enseignant.e.s.
- Missions d'enseignant.e.s ivoirien.ne.s à l'INSA : formations disciplinaires et pédagogiques et immersion dans le modèle de formation INSA.
- Suivi administratif, financier, matériel, visioconférences hebdomadaires.



Moodle TSI

"CRÉER UN CENTRE DE FORMATION POUR L'AFRIQUE DE L'OUEST"

PROPOS DU MINISTRE N'GUESSAN KOFFI

Programme suivi

- Mêmes cours qu'au FIMI Lyon en synchrone.
- IE et EFS communes sur les mêmes créneaux que FIMI Lyon.
- Correction des EFS par les enseignant.e.s du LTA et 3 copies corrigées par leur binôme INSA (une bonne, une moyenne, une faible).
- Un P2l inspiré d'un des 8 P2l FIMI Lyon au choix.
- Stage de découverte en entreprise d'un mois entre la 1A et la 2A.

En plus :

- Programme CPGE TSI.
- Stage linguistique d'un mois dans une université au Ghana
- Pour les étudiant.e.s venant d'un bac F : un mois de renforcement, en aout, en maths et en SI.

Cas particulier 1ère promotion

- En 1A : seulement 3 EFS communes au S2 : maths, conception, ISN
- Stage de découverte de l'entreprise fait en fin de 2A pour ceux pris à l'INSA
- ETRE : normalement sur 2 semestres : le contenu des 2 semestres a été adapté pour tenir sur 1 semestre en 2A.
- Adaptation aux moyens techniques et humains :
 - P2l en 2A : projet adapté (60 heures au lieu de 160) sur la sécurité routière.
 - Production : des TP de CPGE ont été fait et les machines de construction métallique et d'usinage ont été, normalement, vues au lycée.
 - Une partie des TP de physique et de chimie 1A et 2A fait en 2A.

Recrutement dans le groupe INSA

Dans le contrat l'INSA s'engage à favoriser l'intégration dans sa formation des meilleurs élèves issus de ces classes préparatoires.

- Les élèves du LTA doivent candidater par la porte « autre candidature extérieure (hors-CPGE) »
- Choix de 6 départements parmi les 58 départements éligibles du Groupe INSA
- Dossier de candidature : notes du bac, du S1, S2 et S3, lettre de motivation
- Entretien en visio si candidature retenue
- Candidatures visibles par les chargé.e.s de recrutement grâce à un "tag" spécial.



Zoom sur la sortie Biodiversité dans le cadre du module ETRE (Enjeux de la Transition Ecologique).

A Lyon les étudiants vont sur le campus, lors de la mission n°2 au LTA nous avons été dans la forêt du Banco en plein cœur d'Abidjan.

A la suite de cette sortie une journée DDRS a été organisée par les TSI 2A : conférences, plantation d'arbres dans le lycée, pièce de théâtre...



Cours de badminton au LTA



Fresque du climat et TP de chimie au LTA

Porteuses du projet : Maud DUPUY et Marion FOURMEAU
Remerciements à toute l'équipe d'enseignant.e.s de l'INSA de Lyon, l'équipe ATENA, le FIMI, la DRAEI, toute l'équipe enseignante du LTA et au METFPA.
Auteur : Maud DUPUY, coordinatrice du projet

JUMP ! Expérimenter de nouveaux schémas de mobilité internationale pour former les ingénieurs à l'entrepreneuriat et à l'innovation responsable

Bédouret L.

CLLE-CNRS

INSA Toulouse

Résumé

L'internationalisation de l'enseignement supérieur ne se limite plus aux seules mobilités académiques physiques. Elle engage une transformation des pratiques pédagogiques (Knight, 2015 ; Leask, 2009). Les écoles d'ingénieurs s'engagent dans la conception de parcours intégrant à la fois l'hybridation des formations et la valorisation des dynamiques interculturelles et interdisciplinaires.

Le projet ECIU - JUMP (*Joint University Challenge-Based Minor Program*), financé par Erasmus+, propose une expérimentation pédagogique inédite pour développer les compétences en entrepreneuriat et innovation responsable des étudiants. Porté par un consortium de quatre universités européennes (Université de Trente, INSA Toulouse, Université Polytechnique de Łódź et Université de Linköping), JUMP modélise un parcours européen flexible combinant micro-modules de formation, mobilités physiques et virtuelles, et pédagogie basée sur des challenges interdisciplinaires ou *challenge-based learning* (Dikilitaş et al., 2025).

JUMP préfigure une nouvelle génération de programmes internationaux flexibles, engageants et professionnalisants, où l'internationalisation devient un levier de transformation pédagogique. Ce poster présentera la démarche de conception du parcours JUMP, ancré dans une logique de co-construction avec les écosystèmes académiques et socio-économiques européens. Il détaillera les méthodes innovantes mobilisées (co-conception des challenges avec des entreprises et des institutions, formats pédagogiques hybrides et actifs, reconnaissance des acquis via la micro-certification) ainsi que les bénéfices attendus pour l'expérience d'apprentissage de étudiants.

Mots-clés : Internationalisation. Interculturalité. Mobilité académique. Interdisciplinarité. Innovation pédagogique.

Bibliographie

- [1] Dikilitaş, Kenan, Tim Marshall, et Masoumeh Shahverdi. 2025. *A Practical Guide to Understanding and Implementing Challenge-Based Learning*. 1st ed. 2025. Cham: Springer Nature Switzerland.
- [2] Knight, Jane. 2015. « Updated Definition of Internationalization ». *International Higher Education* 0(33). doi: [10.6017/ihe.2003.33.7391](https://doi.org/10.6017/ihe.2003.33.7391).
- [3] Leask, Betty. 2009. « Using Formal and Informal Curricula to Improve Interactions Between Home and International Students ». *Journal of Studies in International Education* 13(2):205-21. doi: [10.1177/1028315308329786](https://doi.org/10.1177/1028315308329786).

JUMP !

Expérimenter de nouveaux schémas de mobilité internationale pour former les ingénieurs à l'entrepreneuriat et à l'innovation responsable



Joint University Challenge-based Minor Program for Future Generation of Innovative Entrepreneurs
Partenariat européen Erasmus + (2024-2027)

Coordination : Université de Trento

Objectif : Concevoir un parcours européen flexible combinant micro-modules de formation, projets, stages et thèses CBL, en mobilités virtuelles et/ou physiques courtes pour former des étudiants engagés dans l'innovation responsable.

Challenge-based Learning Minor : Un nouveau schéma de mobilité basé sur une pédagogie active, dans laquelle les étudiants problématisent des challenges sociétaux et tentent d'y apporter une réponse innovante en collaborant en équipe multiculturelle et pluridisciplinaire. Ils sont encadrés par des *Teamchairs* et des représentants du monde économique et social.

Organisation du partenariat

- WP1 - Coordination du projet (U. Trento)
- WP2 - Conception d'une mineure distribuée basée sur le CBL (U. Linköping)
- WP3 - Piloter les tests de micro-modules hybrides et de projets CBL (INSA Toulouse)
- WP4 - Faciliter les activités intersectorielles (Q-Helix) (U. Lodz)
- WP5 - Diffusion et valorisation (U. Trento)

Innovation pédagogique et méthode

- Co-conception de challenges avec les acteurs socio-économiques
- Mobilités virtuelles et physiques
- Micro-certification du parcours JUMP (entre 12 et 30 ECTS)
- Apprentissage collaboratif, interculturel et orienté résolution de problèmes

Expérimentations en trois temps



Vers deux modèles de parcours



"JUMPING between islands"

- Package de MM et challenges
- Thématiques clés
- Apprentissage en parallèle

"JUMPING rivers"

- Parcours progressif
- Approfondissement d'une thématique spécifique
- Apprentissage séquentiel



Pour nous suivre :



www.eciu.eu/jointprojects/jump

Contacts :

Ariane Abou Chakra, coordinatrice institutionnelle ECIU-JUMP
(abouchak@insa-toulouse.fr)

Lydia Bédouret, manager de projet ECIU-JUMP
(l_bedour@insa-toulouse.fr)

Intégration de modules dédiés DDRS à l'ensemble de l'ENSISA

Josso-Laurain T., Fondement F., Gautier K., Orjuela R., Dréan E., Jordan C.

Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace (ENSISA) – INSA partenaire Université de Haute-Alsace (UHA)

Mulhouse, France

Résumé

Les challenges environnementaux transforment la société, notamment la sphère socio- professionnelle. Les métiers d'ingénieur changent, et avec eux les écoles qui forment les cadres scientifiques de demain. C'est le cas de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace, située à Mulhouse.

Intégrer du contenu dédié au Développement Durable et à la Responsabilité Sociétale inhérente à la crise climatique soulève plusieurs défis : d'une part, les modifications de maquettes pédagogiques déjà bien chargées pour ajouter du volume horaire ; d'autre part, la création d'un contenu uniforme, impactant et intéressant pour l'ensemble des élèves-ingénieurs, issus de formations très hétérogènes (Génie industriel, Textile...). La question de la formation des enseignants à ces problématiques mérite également d'être soulevée.

Ce poster a pour objectif de présenter l'intégration qui a été faite de modules DDRS au sein de l'ENSISA, plus particulièrement auprès des 1A et des 2A (BAC+3 et BAC+4). Nous détaillerons la progression pédagogique avec une introduction par des serious games. Au cours des 3 dernières années, différents supports ont été expérimentés (Fresque du Climat, Atelier 2 tonnes...). Nous résumerons ensuite les CM qui sont proposés aux étudiants (utilisation énergétique, ACV, etc.). Les modules ayant beaucoup évolué depuis leur première intégration, un retour sur expérience reviendra sur les conclusions de l'équipe d'EC DDRS. Enfin, les perspectives d'amélioration permettront de présenter les chantiers en cours (co-construction de CM avec l'INSA Strasbourg) et les futures ambitions pédagogiques.

Le poster présentera également la démarche de sensibilisation / formation qui a été réalisée auprès des collègues de l'ENSISA afin d'inclure d'autres enseignants dans les cours dédiés, et également de favoriser l'intégration de DDRS dans les cours non dédiés. Si les cours dédiés font office de constat, la transformation des pratiques des ingénieurs de demain passera par la coloration écologique des cours de métier.

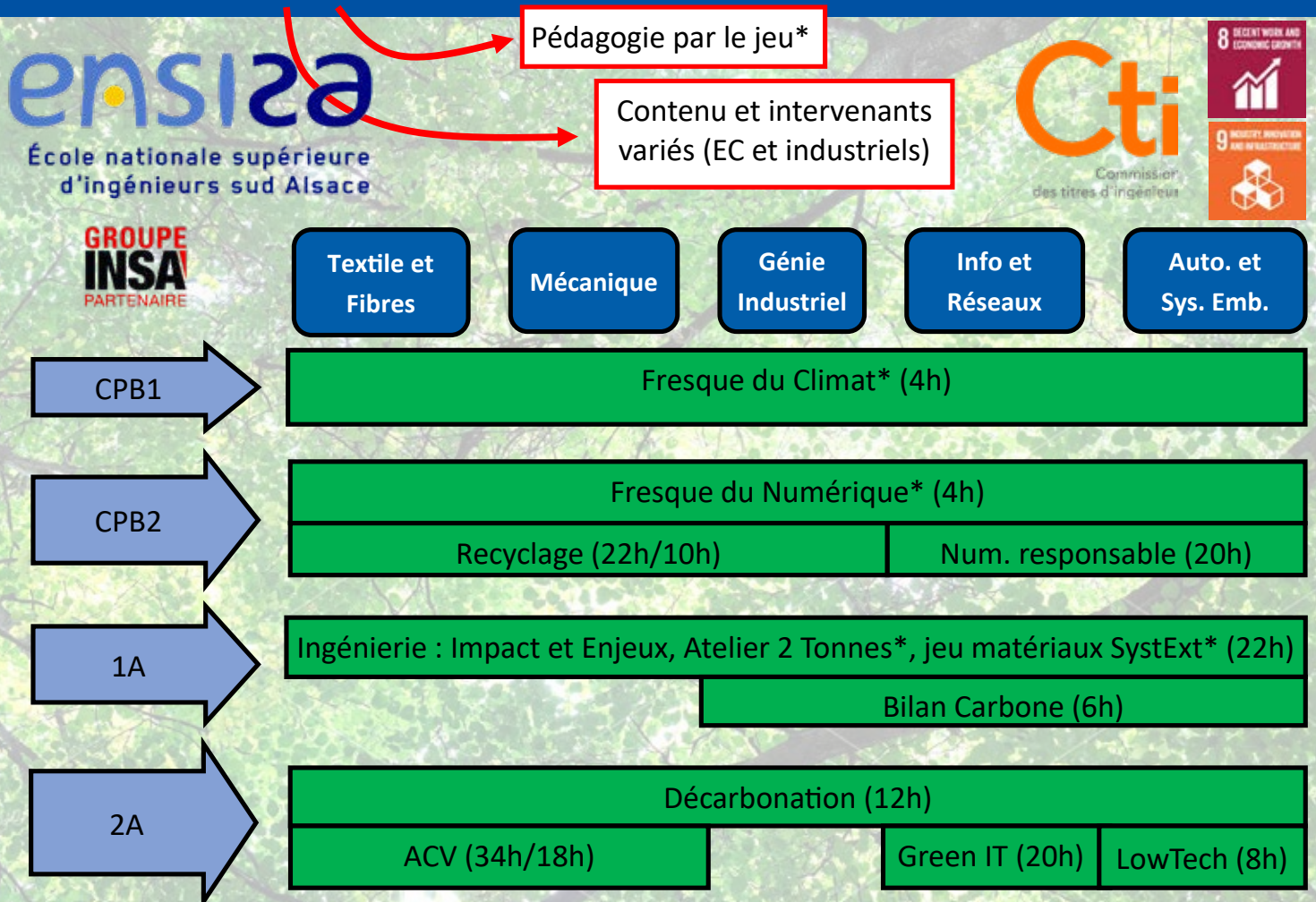
Mots-clés : DDRS. Maquettes pédagogiques. Serious games. Formation. Sensibilisation.

Intégration de modules dédiés DDRS à l'ensemble de l'ENSISA

Thomas Josso-Laurain, Frédéric Fondement, Karine Gautier, Rodolfo Orjuela,
Emilie Dréan, Catherine Jordan

Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace (ENSISA), INSA partenaire
Université de Haute-Alsace, Mulhouse

Objectif : Intéresser les élèves-ingénieurs de l'ENSISA aux enjeux DDRS



1 journée / an pour la formation des EC & BIATSS

Cours dédiés
DDRS

Intégration DDRS dans
cours non dédiés

- Tissage, Maille, Filature (2A Textile)
- Matériaux et traitement (2A Mécanique)
- Industrialisation (2A Génie Industriel)
- Big Data (3A Informatique)
- Algorithmie (1A Automatique)
- Challenge Entreprendre (2A toutes spécialités)

RETOUR D'EXPERIENCE DES JEUX SERIEUX



Deux exemples d'intégration de problématiques DDRS dans des cours non dédiés

Josso-Laurain T., Vigne B.

*Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace (ENSISA) – INSA partenaire Université de
Haute-Alsace (UHA)*

Mulhouse, France

Résumé

Il est difficile d'imaginer le métier d'ingénieur sans l'associer aux challenges environnementaux. A l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace, dans la spécialité Automatique et Systèmes embarqués, ces problématiques de Développement Durable et de Responsabilité Sociétale ont été intégrées dans la maquette pédagogique soit par la création de nouveaux modules « dédiés » (contenu entièrement DDRS), soit par la transformation de modules existants « non dédiés » afin d'y inclure une coloration écologique.

Ce poster présente deux exemples de transformation de ces cours non dédiés pour sensibiliser les élèves-ingénieurs de 1A (BAC+3) aux problématiques environnementales.

Le module d'Algorithmie et Structure de Données est dédié à la programmation de structures de données complexes (listes chaînées, etc.). Le sujet de TP a été transformé afin d'inclure des enjeux DDRS : l'utilisation de listes chaînées dans le contexte de crise alimentaire en Asie des années 1970 où la programmation permet de recenser la population située sous un seuil de pauvreté nutritionnelle ; la modélisation et la comparaison par le code des systèmes de production énergétique (panneaux photovoltaïques, centrale hydraulique, centrale nucléaire) permettant de répondre à la demande industrielle.

Le second exemple est le Projet 1A où les étudiants sont dans une situation d'Apprentissage par Projet. Le contexte initial (exploration de Mars) a été modifié pour le diagnostic de la biodiversité et du climat en Antarctique. Au cours des séances d'introduction, les élèves- ingénieurs étudient par le code la corrélation entre la répartition des espèces de manchot et la présence de certains végétaux. Durant la phase en autonomie, ils doivent programmer un robot mobile TurtleBot pour qu'il explore l'Antarctique à la recherche de fissures afin d'en scanner la profondeur et ainsi évaluer l'importance de la fonte des glaces. Ce contexte s'inspire du travail d'Heïdi Sevestre, glaciologue.

*Mots-clés : Systèmes embarqués. Apprentissage par projet. Changement climatique.
Biodiversité. Sensibilisation.*

Deux exemples d'intégration de problématiques DRS dans des cours non dédiés

Thomas Josso-Laurain, Benoît Vigne

Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace (ENSISA), INSA partenaire

Université de Haute-Alsace, Mulhouse

Objectif : Sensibiliser aux applications DRS des compétences d'ingénieur

TP Algorithmie et Structure de Données (BAC+3)



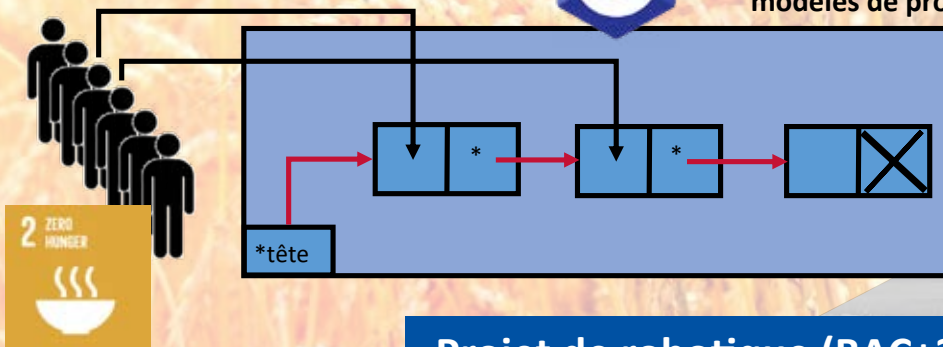
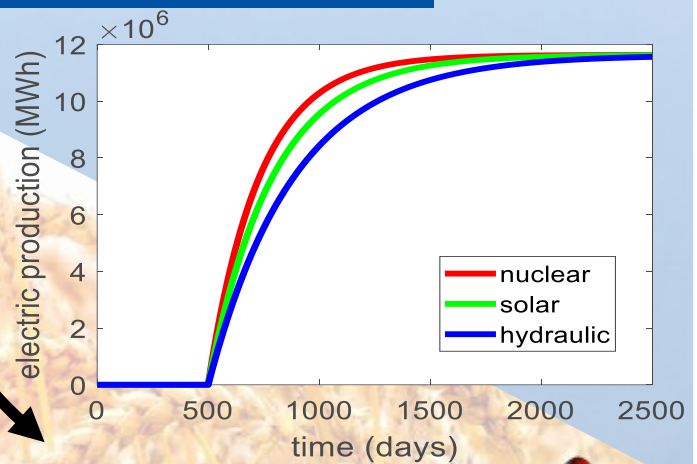
Norman Borlaug, agronome

Années 1970. Le Pakistan souffre de famine.

Utilisation des listes chaînées pour recenser combien d'habitants sont sous le seuil de « pauvreté nutritionnelle »

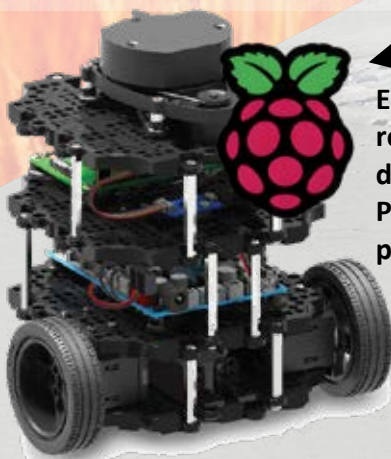


Identification des constantes de temps de modèles de production énergétique



Projet de robotique (BAC+3)

ROS 2



Explorer une zone hostile grâce à la robotique mobile : Etudier les glaciers de l'Antarctique !
Programmer le robot Turtlebot 3 Burger pour le rendre autonome :

- naviguer sur la glace
- détecter les obstacles (manchots...)
- cartographier l'environnement polaire
- détecter les fissures dans l'Antarctique

Algorithmes de manipulation matricielle pour étudier la corrélation gorfou doré—tussac



Heidi Sevestre, glaciologue



Accompagnement à la création de classes préparatoires TSI à Abidjan sur le modèle de la FIMI Lyon

Dupuy M., Fourmeau M.

INSA Lyon

Résumé

Le projet d'accompagnement à la création de classes préparatoires TSI sur le modèle de la FIMI de l'INSA Lyon, au lycée technique d'Abidjan, est financé par le Ministère de l'Enseignement Technique de Côte d'Ivoire, sur la période 2024 – 2026. Les 18 enseignant.e.s ivoirien.ne.s dispensent les cours à des étudiant.e.s ivoirien.ne.s issu.e.s des bacs E et F (promo 2025 : 22 étudiant.e.s – exclusivement bac E -, promo 2026 : 48 étudiant.e.s). Iels travaillent en binôme disciplinaires avec leurs homologues FIMI INSA Lyon (19 enseignant.e.s). Le déroulé des cours et des évaluations (IE et EFS) est en synchrone avec la FIMI Lyon. Les étudiant.e.s pourront être recruté.e.s dans les 58 départements éligibles du Groupe INSA. Iels candidateront en 3A au titre de « autre candidature hors CPGE » et seront donc recrutés après analyse de leur dossiers et d'un éventuel entretien en visio.

Des missions d'enseignant.e.s FIMI à Abidjan (1 par an) permettent notamment, de faire des formations pédagogiques, disciplinaires, l'organisation matérielle, comme la mise en place des TP de physique, de chimie et de production à la prépa TSI. A l'inverse, les enseignant.e.s TSI viennent (1 fois par an) à l'INSA Lyon pour s'imprégner des cours et des pratiques pédagogiques INSA.

Dans certaines disciplines telles que CSS, ETrE, une partie des contenus pédagogiques est adaptée aux contextes socio-culturels locaux. Pour la production et les P2I, les cours ont été adaptés aux moyens techniques et humains disponibles sur place. Une plateforme Moodle a été déployée spécifiquement pour la prépa TSI, afin de partager les supports pédagogiques entre les enseignant.e.s INSA et TSI et entre les enseignant.e.s TSI et les étudiant.e.s TSI.

Mots-clés : Prépa TSI. Abidjan. Côte d'Ivoire. FIMI Lyon.

ACCOMPAGNEMENT À LA CRÉATION DE CLASSES PRÉPARATOIRES EN CÔTE D'IVOIRE



1ère promotion avec leurs enseignant.e.s

Projet porté par le Ministère de l'Enseignement Technique de la Formation Professionnelle et de l'Apprentissage (METFPA), qui souhaite offrir une filière dans l'enseignement supérieur aux étudiants issus d'un bac technique.

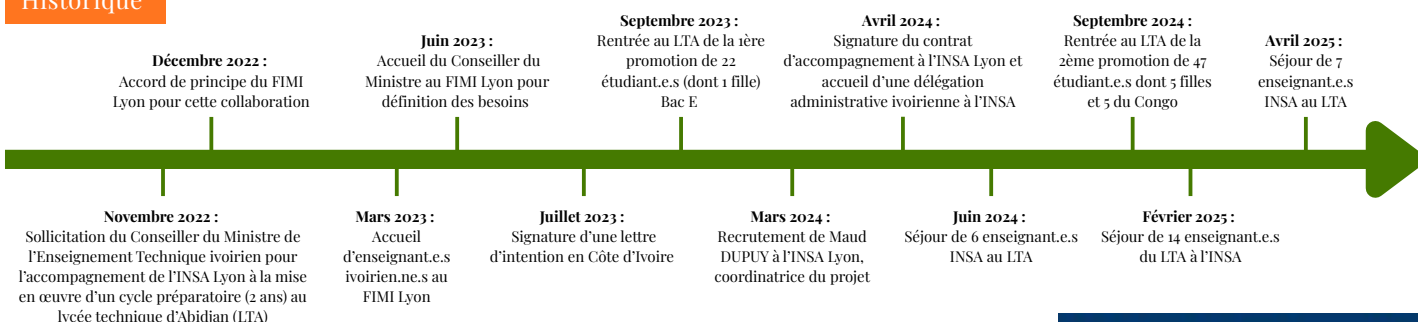
"PERMETTRE AUX JEUNES TALENTUEUX D'INTÉGRER DES ÉCOLES D'INGÉNIEURS"

PROPOS DU MINISTRE N'GUESSAN KOFFI

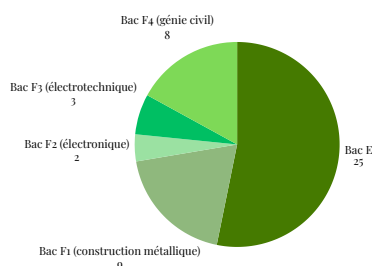
Locaux Lycée
Technique
d'Abidjan (LTA)



Historique



Profil des étudiants : 2ème promo



Formation

- 18 enseignant.e.s ivoirien.ne.s + directrice de la classe préparatoire
- 19 enseignant.e.s INSA + coordinatrice du projet
- Création de binôme par discipline : un.e enseignant.e INSA et un.e LTA.
- Plateforme Moodle spécifique à la prépa TSI : partage des supports pédagogiques (entre enseignant.e.s INSA et TSI et entre enseignant.e.s TSI et étudiant.e.s TSI)
- Missions d'enseignants INSA en Côte d'Ivoire : organisation matérielle, mise en place des TP de physique, chimie et prototypage agile et formations disciplinaires et pédagogiques des enseignant.e.s.
- Missions d'enseignant.e.s ivoirien.ne.s à l'INSA : formations disciplinaires et pédagogiques et immersion dans le modèle de formation INSA.
- Suivi administratif, financier, matériel, visioconférences hebdomadaires.



"CRÉER UN CENTRE DE FORMATION POUR L'AFRIQUE DE L'OUEST"

PROPOS DU MINISTRE N'GUESSAN KOFFI

Programme suivi

- Mêmes cours qu'au FIMI Lyon en synchrone.
- IE et EFS communes sur les mêmes créneaux que FIMI Lyon.
- Correction des EFS par les enseignant.e.s du LTA et 3 copies corrigées par leur binôme INSA (une bonne, une moyenne, une faible).
- Un P2l inspiré d'un des 8 P2l FIMI Lyon au choix.
- Stage de découverte en entreprise d'un mois entre la 1A et la 2A.

En plus :

- Programme CPGE TSI.
- Stage linguistique d'un mois dans une université au Ghana
- Pour les étudiant.e.s venant d'un bac F : un mois de renforcement, en août, en maths et en SI.

Cas particulier 1ère promotion

- En 1A : seulement 3 EFS communes au S2 : maths, conception, ISN
- Stage de découverte de l'entreprise fait en fin de 2A pour ceux pris à l'INSA
- ETRE : normalement sur 2 semestres : le contenu des 2 semestres a été adapté pour tenir sur 1 semestre en 2A.
- Adaptation aux moyens techniques et humains :
 - P2l en 2A : projet adapté (60 heures au lieu de 160) sur la sécurité routière.
 - Production : des TP de CPGE ont été fait et les machines de construction métallique et d'usinage ont été, normalement, vues au lycée.
 - Une partie des TP de physique et de chimie 1A et 2A fait en 2A.

Recrutement dans le groupe INSA

Dans le contrat l'INSA s'engage à favoriser l'intégration dans sa formation des meilleurs élèves issus de ces classes préparatoires.

- Les élèves du LTA doivent candidater par la porte « autre candidature extérieure (hors-CPGE) »
- Choix de 6 départements parmi les 58 départements éligibles du Groupe INSA
- Dossier de candidature : notes du bac, du S1, S2 et S3, lettre de motivation
- Entretien en visio si candidature retenue
- Candidatures visibles par les chargé.e.s de recrutement grâce à un "tag" spécial.



Zoom sur la sortie Biodiversité dans le cadre du module ETRE (Enjeux de la Transition Ecologique).

A Lyon les étudiants vont sur le campus, lors de la mission n°2 au LTA nous avons été dans la forêt du Banco en plein cœur d'Abidjan.

A la suite de cette sortie une journée DDRS a été organisée par les TSI 2A : conférences, plantation d'arbres dans le lycée, pièce de théâtre...



Cours de badminton au LTA



Fresque du climat et TP de chimie au LTA

Porteuses du projet : Maud DUPUY et Marion FOURMEAU
Remerciements à toute l'équipe d'enseignant.e.s de l'INSA de Lyon, l'équipe ATENA, le FIMI, la DRAEI, toute l'équipe enseignante du LTA et au METFPA.
Auteur : Maud DUPUY, coordinatrice du projet

9^e COLLOQUE PÉDAGOGIE ET FORMATION DU GROUPE INSA

→ DU 25 AU 27 JUIN 2025
| À L'INSA ROUEN NORMANDIE

