



Engineering Education
for a Sustainable Future

Votre guide pour

Engineering Education for a Sustainable Future



Co-funded by
the European Union

Contenu

01	Introduction	3
02	Structure	4
03	Contenus	14
04	Pédagogies	29

05	Module 1	30
-----------	-----------------------	-----------

*Ingénierie holistique pour
l'impact : intégrer la pensée
systémique, la responsabilité et
l'approche multidisciplinaire*

06	Module 2	36
-----------	-----------------------	-----------

*Compétences transversales
pour un leadership en
ingénierie durable*

07	Module 3	42
-----------	-----------------------	-----------

Analyse du cycle de vie

08	Module 4	45
-----------	-----------------------	-----------

*Innover face aux défis
mondiaux*



Co-funded by
the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. The author is solely responsible for this publication (communication) and the Commission accepts no responsibility for any use may be made of the information contained therein. In compliance of the new GDPR framework, please note that the Partnership will only process your personal data in the sole interest and purpose of the project and without any prejudice to your rights.

Introduction

À propos de ce guide

Ce guide a été élaboré pour soutenir l'intégration du cours éducatif ouvert *Engineering Education for a Sustainable Future (EESF)*. Il présente aux enseignants le cadre conceptuel de l'EESF et offre des conseils étape par étape pour enseigner chacune des compétences en matière de durabilité qu'il décrit. L'objectif est d'aider les enseignants à développer, chez leurs étudiants, une mentalité orientée vers la durabilité.

Ce guide propose une variété de ressources et d'activités flexibles que les enseignants peuvent adapter au contexte de leur salle de classe.

Objectif de cette proposition

Le projet EESF vise à doter les enseignants et les étudiants des outils nécessaires pour développer un état d'esprit orienté vers la durabilité. Cet état d'esprit met l'accent sur l'intégration de la réflexion durable dans la conception des solutions et projets d'ingénierie, afin de pouvoir identifier et relever les défis liés à la pauvreté, la faim, la santé, l'éducation, l'eau et l'assainissement, les inégalités et le développement de communautés durables, en adoptant une approche holistique visant l'amélioration du bien-être.

Ce cours propose plusieurs activités comprenant des outils, exemples et cas pratiques utiles pour orienter les ODD vers des objectifs concrets dans vos projets.

À cette fin l'équipe EESF a conçu ce cours en REA, pensé comme un outil de formation flexible que les enseignants peuvent utiliser en présentiel, en autonomie avec les étudiants ou dans des environnements d'apprentissage en ligne. Ce guide vise à former les ingénieurs de demain, en particulier ceux engagés dans la durabilité, afin qu'ils deviennent plus proactifs dans l'application des principes durables à leurs projets et dans la réponse aux défis complexes qui concernent l'humanité et notre planète dans son ensemble.

Objectif principal

Ce cours répond au besoin d'intégrer une mentalité durable dans la formation en ingénierie.

Le but ultime est de faire en sorte que cette approche soit appliquée dans la pratique professionnelle, en formant des ingénieurs conscients de la nécessité d'assurer un avenir durable.

Pour atteindre cet objectif, l'équipe EESF a élaboré une liste de 12 compétences en matière de durabilité, combinant savoir-faire technique, créativité et innovation pour résoudre des problèmes complexes et évolutifs. Cela nécessite un état d'esprit durable qui rende les ODD réalisables.

Pour cette raison, notre modèle d'apprentissage repose sur l'acquisition d'une mentalité orientée vers la durabilité. Les compétences identifiées par l'équipe EESF facilitent l'adoption de cette nouvelle approche.

Ces compétences sont réparties en quatre modules thématiques, offrant aux enseignants une grande flexibilité dans leur mise en œuvre en classe. Le cours est conçu pour être suivi au travers d'une série d'activités structurées dans chaque module. Les compétences sont acquises grâce aux ressources traitant les sujets proposés et aux activités permettant aux étudiants de mettre en pratique les connaissances et aptitudes nécessaires pour les atteindre.

Les ressources proposées sont simples et facilement intégrables aux programmes existants, nécessitant peu de temps supplémentaire. Les activités sont structurées sur trois niveaux: Niveau 1 (Base), Niveau 2 (Avancé), Niveau 3 (Intégration).

Chaque niveau implique un engagement en temps et une complexité croissante. Cette structure pyramidale permet une adaptation au temps disponible et au niveau des étudiants : l'enseignant peut choisir de ne réaliser que le niveau 1 pour tous les modules, ou aller jusqu'à l'activité d'intégration, qui permet d'inclure ces contenus directement dans sa matière.

Chaque activité comprend des références permettant aux enseignants et étudiants d'explorer les thèmes plus en profondeur, selon leur temps, intérêt et curiosité. L'évaluation de la réalisation des activités est possible, et un court questionnaire est proposé à la fin de chaque activité de niveau 1 pour chaque compétence.

Graphiques temporels

Vous trouverez ci-dessous des tableaux indiquant le temps alloué à la réalisation des modules du cours. **Le cours REA EESF** offre une structure flexible qui vous permet de progresser à travers les **12 compétences** ou de choisir de compléter uniquement les modules nécessaires.

Engineering Education for a Sustainable Future REA	Module	Minutes	Minutes	Heures
	Module 1	325 - 540	1300 - 2160	21, 40' - 36
	Module 2	325 - 540		
	Module 3	325 - 540		
	Module 4	325 - 540		

Il comprend deux niveaux de complexité, **Base et Avancé**, ainsi qu'un troisième niveau **d'Intégration**, si l'enseignant dispose du temps nécessaire pour intégrer ces activités comme contenus dans son enseignement.

		Activités	Minutes
Module	Compétence 1	Niveau 1 Basique	15 - 30
		Niveau 2 Avancé	30 - 60
		Activité d'intégration	60 - 90
	Compétence 2	Niveau 1 Basique	15 - 30
		Niveau 2 Avancé	30 - 60
		Activité d'intégration	60 - 90
	Compétence 3	Niveau 1 Basique	15 - 30
		Niveau 2 Avancé	30 - 60
		Activité d'intégration	60 - 90

Grâce à sa structure pyramidale, vous pouvez choisir de parcourir les contenus par niveaux, en complétant d'abord le niveau 1 de tous les modules, et en l'adaptant ainsi au niveau de vos étudiants.

Engineering Education for a Sustainable Future REA	Niveau 1 Basique	180' - 360'	3h - 6 h
	Niveau 2 Avancé	360' - 720'	6h - 12h
	Activité d'intégration	720' - 1080'	12h - 18h

Objectifs du cours

L'objectif de ce cours REA EESF, structuré autour de quatre modules thématiques, est de permettre aux étudiants d'appliquer les connaissances et compétences acquises au cours de leur formation, en adoptant une approche durable et une vision systémique pour proposer, résoudre et développer des projets d'ingénierie.

Engineering Education for a Sustainable Future REA

Module 1

Ingénierie holistique pour l'impact : intégrer la pensée systémique, la responsabilité et l'approche multidisciplinaire

Module 2

Compétences transversales pour un leadership en ingénierie durable

Module 3

Analyse du cycle de vie

Module 4

Innover face aux défis mondiaux

Modules par thème

Structure

Schéma des REA – Compétences et savoirs

Les compétences transversales et spécifiques visées dans ce programme, ainsi que les savoirs sélectionnés, sont conçus pour compléter les compétences déjà acquises par les étudiants.

Elles sont destinées à être applicables dans tous les domaines de l'ingénierie et peuvent être adaptées à des disciplines ou contextes particuliers, en fonction des objectifs de l'enseignant. Ces compétences et savoirs visent à soutenir les étudiants dans leur formation continue ainsi que dans leur pratique professionnelle future.

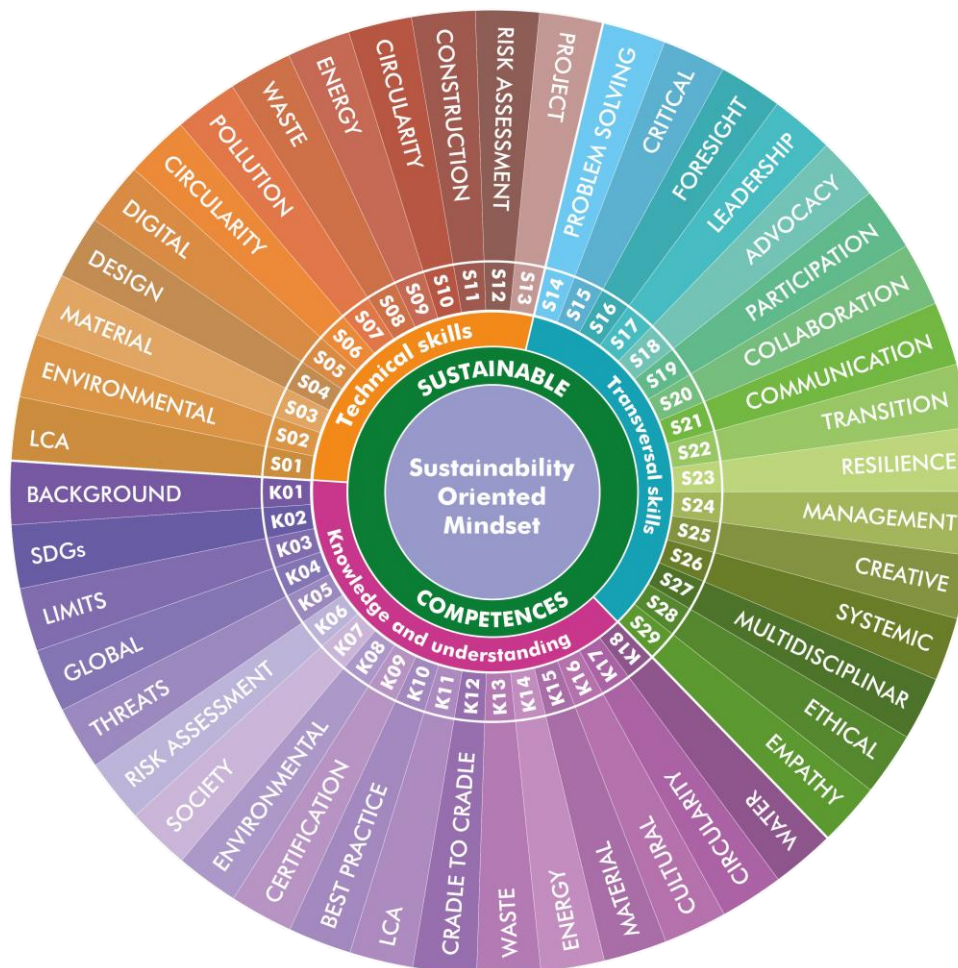


Schéma des REA – Compétences

Les 12 compétences durables développées pour l'ingénierie constituent le cœur de ce cours. Elles définissent les connaissances et aptitudes essentielles à acquérir à travers les activités proposées.

L'objectif est de permettre aux étudiants de faire face à des problèmes complexes avec une approche durable. Chaque module thématique développe trois compétences, offrant ainsi une approche pédagogique flexible.



Compétences

Les compétences sont définies comme « des ensembles articulés de connaissances, capacités, aptitudes, dispositions, attitudes et habiletés qui nous permettent de comprendre et d'analyser des problèmes ou situations, et d'agir de manière cohérente et efficace, individuellement ou collectivement, dans des contextes spécifiques. »

Les compétences sont définies comme des « ensembles articulés de connaissances, de capacités, de savoir-faire, de dispositions, d'attitudes et d'aptitudes qui nous permettent de comprendre et d'analyser des problèmes ou des situations, et d'agir de manière cohérente et efficace, individuellement ou collectivement, dans des contextes spécifiques. »

Elles sont évaluables à travers les acquis d'apprentissage et peuvent être démontrées par la capacité à mobiliser des connaissances, compétences et aptitudes personnelles, sociales, professionnelles et méthodologiques dans des situations de travail ou d'étude, ainsi que dans le cadre du développement professionnel et personnel. Les compétences sont inhérentes aux individus, qui les développent continuellement par leur pratique professionnelle et l'apprentissage tout au long de la vie.

Les compétences et les acquis d'apprentissage, parfois utilisés de manière interchangeable, constituent le point de départ et le cœur de tout processus d'enseignement, car ils définissent ce que l'on souhaite que l'étudiant atteigne sur le plan éducatif.

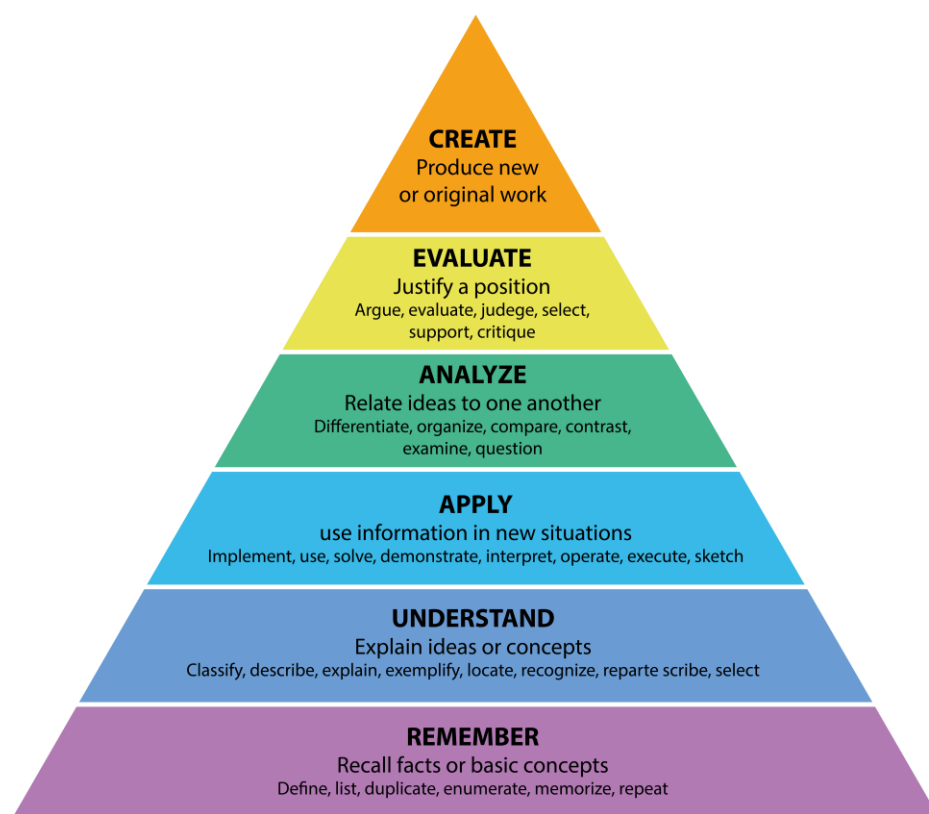
Ce cours, à travers ses quatre modules, vise à donner aux étudiants les moyens de réaliser leur travail avec un état d'esprit durable, une approche intégrative et une pensée systémique. Cette formation sera rendue possible grâce à un ensemble d'activités que les étudiants réaliseront à partir de ressources courtes et simples, conçues pour une utilisation en classe. Ces activités ont pour objectif de provoquer un changement de perspective et de connaissances que l'étudiant pourra intégrer dans sa vie quotidienne ainsi que dans le reste de son expertise technique.

Ainsi, les acquis d'apprentissage sont des énoncés décrivant ce qu'un étudiant est censé savoir, comprendre et/ou être capable de démontrer après avoir suivi un processus d'apprentissage (selon le Tuning Glossary of Educational Structures). De cette manière, un acquis d'apprentissage commence par la phrase « l'étudiant sera capable de... », suivie du verbe exprimant la compétence.

Résultats d'apprentissage

Le choix du verbe approprié dans l'énoncé de compétence est essentiel, car il détermine le niveau de complexité auquel l'étudiant sera confronté et, par conséquent, le niveau de formation attendu.

Pour ce faire, il est nécessaire de tenir compte du niveau d'enseignement afin d'ajuster la profondeur et la complexité des activités proposées, ainsi que le temps nécessaire à leur réalisation. La formation évolue au fil du temps, non seulement en termes d'étendue, mais aussi de complexité. Ainsi, un étudiant de première année n'est pas au même niveau qu'un étudiant sur le point de présenter son projet de fin d'études.



Bloom's Taxonomy
(revised by Anderson y Krathwohl)

Une sélection de domaines de connaissances liés à la durabilité et à l'ingénierie a été effectuée, permettant une approche différenciée. Il en va de même pour les compétences, qui ont été réparties en compétences transversales et en compétences spécifiques ou techniques.

Résultats d'apprentissage

Le cadre composé de 12 compétences, 29 aptitudes et 18 domaines de connaissances, ainsi que la liste de 22 méthodologies pédagogiques, constitue un outil pour générer des activités adaptables à l'avenir selon des intérêts plus spécifiques ou plus généraux. Par ailleurs, le cours que nous proposons, L'ingénierie au service d'un avenir durable, est un exemple des nombreuses possibilités existantes et aidera enseignants et étudiants à développer l'état d'esprit durable souhaité.

Ainsi, nous parlons de deux outils importants : d'une part, la structure qui sous-tend le cours et, d'autre part, les quatre modules proposés qui capteront l'intérêt et l'attention des étudiants, en mettant en évidence la relation directe entre leur future profession et la gestion de solutions tenant compte de la durabilité.

Module 1

Ingénierie holistique pour l'impact : Intégrer la pensée systémique, la responsabilité sociale et l'approches multidisciplinaires

- C10 Perspectives culturelles et multidisciplinaires
- C11 Responsabilité éthique et sociale
- C12 Interconnexion environnement, société et économie

Module 2

Compétences transversales pour un leadership en ingénierie durable

- C07 Gestion de projets durables
- C08 Leadership pour la transition durable
- C09 Stratégies durables et planification stratégique

Module 3

Analyse du cycle de vie

- C06 LCA & Analyse du cycle de vie (ACV) et évaluation des impacts environnementaux
- C05 Méthodologie ACV
- C04 Impacts des produits et services

Module 4

Innover face aux défis mondiaux

- C01 Minimisation de l'empreinte carbone
- C02 Effets environnementaux du transport
- C03 Infrastructures et villes durables et résilientes

Compétences et résultats d'apprentissage

Intégrer la durabilité dans la formation en ingénierie : un cadre de compétences global

Face à l'accélération des défis mondiaux – changement climatique, épuisement des ressources, inégalités sociales et dégradation environnementale – la formation en ingénierie doit évoluer pour préparer des professionnels capables de concevoir des solutions non seulement techniquement solides, mais aussi éthiquement responsables et écologiquement durables. Pour atteindre cet objectif, un ensemble complet de compétences a été élaboré afin de guider l'intégration de la durabilité dans les cursus d'ingénierie, toutes disciplines confondues.

Au cœur de ce cadre se trouve la capacité à comprendre et à réduire l'empreinte carbone associée aux systèmes énergétiques. Les ingénieurs doivent être en mesure d'évaluer les sources d'énergie non seulement en termes d'efficacité et de coût, mais aussi sous l'angle de leur impact environnemental, en appliquant des principes énergétiques fondamentaux et des analyses comparatives. Cette compréhension s'étend au secteur des transports, où les ingénieurs sont appelés à innover dans les systèmes logistiques, de mobilité et de tourisme afin de réduire les émissions et d'améliorer la durabilité.

Tout aussi essentielle est la capacité à concevoir des infrastructures et des environnements urbains durables et résilients. Cela implique d'anticiper les risques liés au changement climatique, de promouvoir des systèmes d'énergie renouvelable distribuée, de mettre en œuvre des chaînes d'approvisionnement circulaires et d'intégrer des solutions fondées

sur la nature. Ces approches nécessitent une compréhension approfondie du cycle de vie des produits et des processus. Les ingénieurs doivent maîtriser les méthodologies d'analyse du cycle de vie (ACV), être capables de quantifier les impacts environnementaux et d'intégrer l'analyse des risques afin de garantir la durabilité à long terme.

L'efficacité des ressources constitue un autre pilier de ce cadre de compétences. Les ingénieurs doivent être formés à optimiser l'utilisation de l'énergie et le choix des matériaux, en intégrant les ressources renouvelables et des pratiques de fabrication durable qui privilégient la durabilité, la recyclabilité et un impact environnemental minimal. Ces compétences techniques doivent être complétées par la capacité à gérer des projets avec un fort accent sur la durabilité : planification stratégique, atténuation des risques et alignement des initiatives avec les politiques, réglementations et certifications pertinentes.

Une approche systémique est fondamentale dans ce modèle éducatif. Les ingénieurs doivent reconnaître l'interdépendance des systèmes environnementaux, sociaux et économiques, et concevoir des solutions respectant les limites planétaires et tenant compte de la finitude des ressources. L'éthique et la responsabilité sociale doivent être intégrées à chaque décision, afin de garantir que les pratiques d'ingénierie promeuvent la justice environnementale, l'équité et la responsabilité.

Compétences et résultats d'apprentissage

Une approche systémique est fondamentale pour ce modèle éducatif. Les ingénieurs doivent reconnaître l'interdépendance des systèmes environnementaux, sociaux et économiques, en concevant des solutions qui respectent les limites planétaires et tiennent compte du caractère fini des ressources. L'éthique et la responsabilité sociale doivent être intégrées à chaque décision, garantissant que les pratiques d'ingénierie favorisent la justice environnementale, l'équité et la responsabilité.

Enfin, une perspective véritablement globale et inclusive est essentielle. Les ingénieurs doivent être capables d'intégrer des points de vue culturels et multidisciplinaires, y compris les savoirs autochtones, afin de développer des solutions pertinentes dans leur contexte et applicables à l'échelle mondiale. Cette approche holistique garantit que la durabilité n'est pas considérée comme un ajout, mais comme un élément central de la pratique de l'ingénierie.

L'intégration de ces thématiques interconnectées dans la formation en ingénierie représente un changement transformateur vers la durabilité. En incorporant ce cadre dans les cursus, les institutions peuvent former des ingénieurs non seulement techniquement compétents, mais aussi visionnaires, responsables et capables de conduire la transition vers un avenir plus durable et équitable.

Ce cadre de compétences répond non seulement à un besoin éducatif, mais s'aligne également étroitement sur l'Agenda 2030 et ses 17 Objectifs de Développement Durable (ODD), dont la réalisation nécessite une transformation structurelle de la manière dont l'ingénierie est conçue, enseignée et pratiquée. Comme le souligne le rapport de l'UNESCO « L'ingénierie au service du développement durable : une perspective mondiale », l'ingénierie joue un rôle fondamental dans la conception de solutions innovantes pour relever des défis interdépendants tels que le changement climatique, la pauvreté, les inégalités et la dégradation de l'environnement. L'ingénierie doit donc dépasser son objectif traditionnel et assumer sa responsabilité comme moteur de la durabilité et de la justice mondiale.

Ce nouveau paradigme exige une profonde réorientation de l'enseignement, afin que les futurs ingénieurs soient formés non seulement à résoudre des problèmes techniques, mais aussi à anticiper les impacts sociaux, écologiques et éthiques, et à intégrer de manière critique et proactive ces considérations dans leurs décisions professionnelles. Le cadre de compétences proposé ici offre une feuille de route cohérente pour préparer des professionnels capables de contribuer activement à la réalisation des ODD, en intégrant la pensée systémique, l'inclusion de savoirs divers, l'innovation responsable et l'action collective.

Ce n'est qu'à travers cette transformation de l'enseignement de l'ingénierie que nous pourrions progresser vers un développement véritablement durable, où la technologie et le savoir sont au service du bien commun et respectent les limites de la planète. Adopter cette vision n'est pas seulement un choix souhaitable, mais une nécessité urgente si nous voulons garantir un avenir viable, juste et résilient pour les générations futures.



Programme académique – Liste des compétences

C01 RÉDUCTION DE L'EMPREINTE CARBONE

Capacité à analyser qualitativement l'empreinte carbone associée aux différentes sources d'énergie. Principes énergétiques, variables de comparaison.

C02 EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DES TRANSPORTS

Capacité à appliquer les connaissances en ingénierie, l'expérience et l'innovation aux secteurs du transport, de la logistique, du fret, du transport de passagers et du tourisme.

C03 INFRASTRUCTURES ET VILLES DURABLES ET RÉSILIENTES

Capacité à développer des modèles d'infrastructures et de villes durables et résilientes, en identifiant et en comprenant les risques liés au changement climatique, en mettant en œuvre des stratégies de mobilité durable, de production d'énergie renouvelable distribuée, de chaînes d'approvisionnement circulaires, de solutions fondées sur la nature et de scénarios prospectifs.

C04 IMPACTS DES PRODUITS ET SERVICES

Capacité à réaliser des analyses de cycle de vie (ACV) et des évaluations d'impact environnemental, à évaluer l'impact environnemental des produits et processus, à appliquer l'ACV et le calcul de l'empreinte carbone, ainsi qu'à intégrer des méthodologies d'évaluation des risques pour garantir des résultats d'ingénierie durables.

C05 MÉTHODOLOGIE ACV

Capacité à comprendre des méthodologies telles que l'ACV, qui déterminent les impacts environnementaux des produits en tenant compte de leur cycle de vie, et à identifier les différentes phases et étapes selon la série de normes ISO 14040:2006.

C06 ACV ET ÉVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Capacité à réaliser des analyses de cycle de vie et des évaluations d'impact environnemental, en évaluant l'impact des produits et processus tout au long de leur cycle de vie, en appliquant la méthodologie ACV, y compris le calcul de l'empreinte carbone, afin d'assurer des résultats d'ingénierie durables.

C07 GESTION DE PROJETS DURABLES

Capacité à gérer des projets axés sur la durabilité grâce à une planification stratégique, la réduction des risques, la coordination d'initiatives durables et l'alignement sur les politiques, réglementations et certifications en matière de durabilité.

C08 LEADERSHIP POUR LA TRANSITION DURABLE

Capacité à conduire des transitions durables en initiant le changement dans les organisations d'ingénierie, en prenant des décisions éthiques, en mettant en œuvre des cadres de responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et en comprenant les liens entre la durabilité, le monde des affaires et la finance.

Programme académique – Liste des compétences

C09 STRATÉGIES DURABLES ET PLANIFICATION STRATÉGIQUE

Capacité à appliquer la prospective stratégique et la planification de scénarios en analysant les tendances à long terme en matière de durabilité, en anticipant les risques et en intégrant des stratégies adaptatives dans les projets d'ingénierie, en tenant compte des influences géopolitiques et économiques qui façonnent les politiques de durabilité, la disponibilité des ressources et les dynamiques des marchés mondiaux.

C10 INTERCONNEXIONS ENTRE ENVIRONNEMENT, SOCIÉTÉ ET ÉCONOMIE

Capacité à appliquer la pensée systémique à l'ingénierie durable, en reconnaissant et en traitant les interconnexions entre les dimensions environnementales, sociales et économiques, tout en concevant des solutions respectueuses des limites planétaires et tenant compte de la disponibilité limitée des ressources.

C11 RESPONSABILITÉ ÉTHIQUE ET SOCIALE

Capacité à intégrer l'éthique et la responsabilité sociale dans les décisions en matière de durabilité, en prenant en compte la justice environnementale, la responsabilité d'entreprise et l'équité sociale.

C12 PERSPECTIVES CULTURELLES ET MULTIDISCIPLINAIRES

Capacité à intégrer des perspectives culturelles et multidisciplinaires dans les approches de durabilité, en intégrant des points de vue diversifiés, y compris les savoirs autochtones, pour créer des solutions pertinentes à l'échelle mondiale.



Ressources et méthodologies d'enseignement

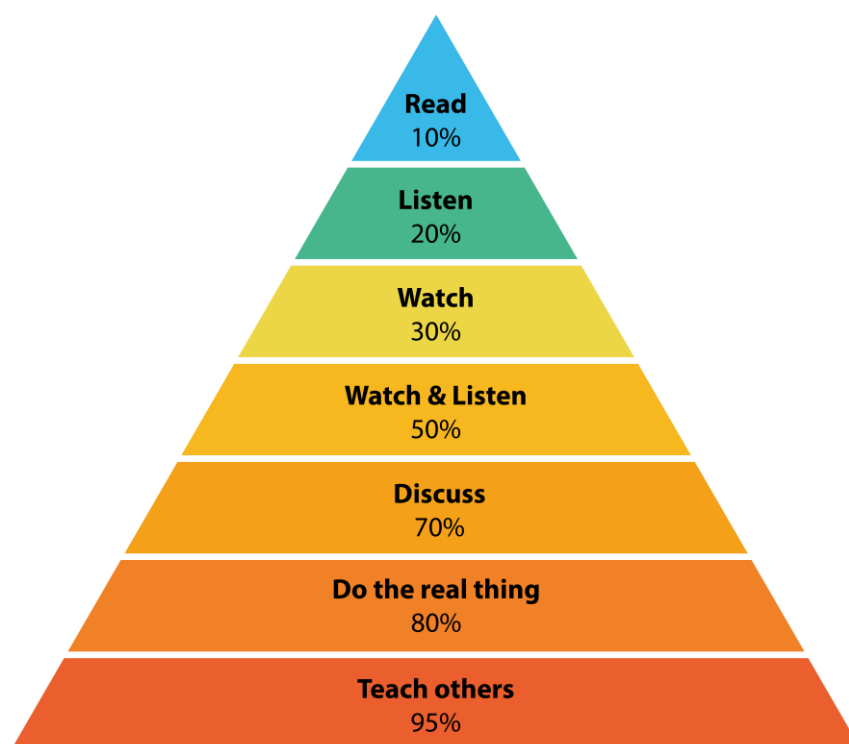
Faciliter l'apprentissage constitue l'objectif ultime de toute méthodologie éducative. La pyramide de l'apprentissage d'Edgar Dale illustre les activités qui favorisent un apprentissage plus approfondi et plus durable.

Ce schéma met en évidence que plus la participation des étudiants est importante, plus le niveau d'apprentissage est élevé.

Les méthodologies pédagogiques innovantes répondent aux préoccupations des étudiants afin de faciliter leur accès à leur propre univers et capter leur attention, leur permettant de développer les compétences dont ils ont besoin. Par « méthodologies pédagogiques innovantes ou actives », on entend des propositions ou activités mises en œuvre dans l'objectif d'un

enseignement dynamique, visant un apprentissage plus participatif qui place l'étudiant au centre du dispositif.

L'adoption de nouvelles méthodologies pédagogiques se généralise à l'échelle mondiale, favorisant de meilleurs résultats académiques pour les étudiants.



Edgar Dale's Learning Pyramid

Ressources et méthodologies d'enseignement

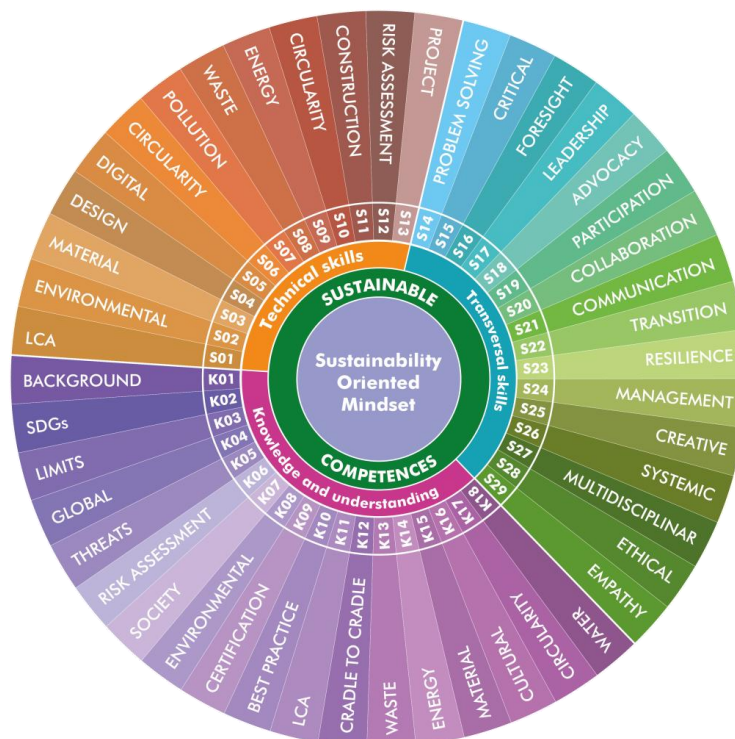
La durabilité commence dans la salle de classe.

Apprendre à penser et à agir de manière durable en ingénierie dépend non seulement du contenu enseigné, mais aussi de la manière dont il est transmis. Les méthodologies actives transforment les étudiants en résolveurs de problèmes engagés, prêts à relever les défis du monde réel avec responsabilité et vision.

Favoriser un état d'esprit durable dans le domaine de l'ingénierie nécessite bien plus que la simple transmission de connaissances techniques ; cela requiert une approche pédagogique transformatrice qui place l'étudiant au centre du processus d'apprentissage, en sollicitant son engagement, sa pensée critique et sa capacité à agir de manière éthique et responsable. Ainsi, le cours a été conçu selon une perspective méthodologique alignée sur les principes de l'apprentissage significatif, et structuré autour de douze compétences clés couvrant différentes dimensions de la durabilité :

énergétique, environnementale, urbaine, éthique, sociale, économique et culturelle.

Cette structure s'organise en quatre modules, chacun centré sur trois compétences, avec des activités réparties en trois niveaux progressifs de complexité (de base, avancé et intégratif), conformément à la taxonomie de Bloom, révisée par Anderson et Krathwohl, qui guide le développement cognitif depuis la mémorisation et la compréhension jusqu'à l'application, l'analyse, l'évaluation et la création.



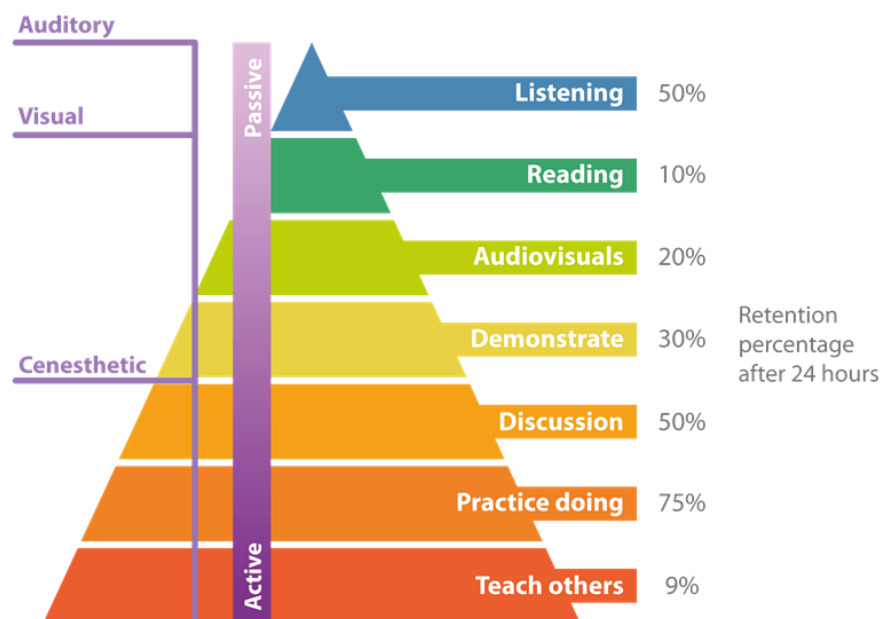
Ressources et méthodologies d'enseignement

Les méthodologies d'apprentissage actif sont privilégiées, où les étudiants ne sont pas de simples récepteurs d'informations, mais participent activement à la transformation et à l'application des connaissances dans des contextes réels et stimulants.

Ainsi, le cours propose des ressources variées : études de cas, vidéos analytiques, textes d'appui, infographies et schémas, afin de consacrer la majeure partie du temps de formation à des activités significatives.

Cette approche repose sur des preuves pédagogiques largement reconnues. Comme le montre le Cone of Experience d'Edgar Dale (1969), les méthodes qui impliquent une participation directe et active conduisent à une compréhension plus profonde et durable que les approches basées uniquement sur la lecture ou l'écoute. Bien que Dale n'ait pas attribué de

pourcentages de rétention à chaque niveau du cône, son travail a été réinterprété dans le cadre de la taxonomie de Bloom, notamment par Anderson et Krathwohl, qui mettent l'accent sur l'action, la créativité et le jugement critique comme résultats avancés de l'apprentissage. De même, la bien connue Pyramide de l'apprentissage actif, popularisée par des pédagogues tels que Cody Blair, propose une hiérarchie des méthodes d'enseignement en fonction du degré d'engagement des étudiants.



Cody Blair's Learning Pyramid

Ce modèle suggère que l'apprentissage par la pratique, l'application des connaissances dans des contextes réels et l'enseignement à autrui figurent parmi les stratégies les plus efficaces. Bien que les pourcentages spécifiques souvent associés à ces schémas doivent être interprétés avec prudence, car ils ne reposent pas sur des recherches empiriques systématiques, leur valeur réside dans la mise en évidence de l'importance d'un apprentissage centré sur l'étudiant, contextualisé et participatif.

Ressources et méthodologies d'enseignement

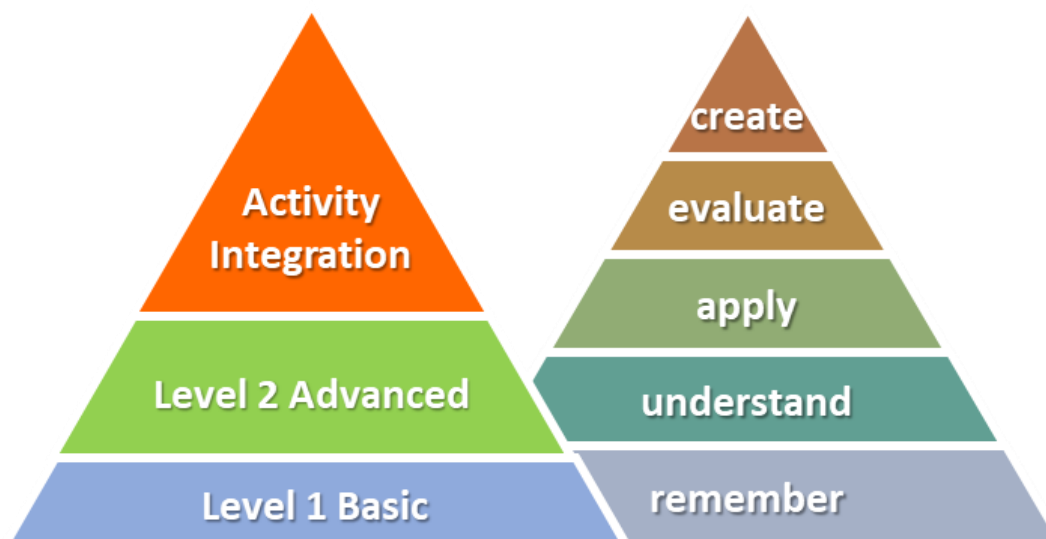
Douze compétences, trois niveaux, un objectif commun

La conception du cours structure la progression de l'apprentissage à travers des activités alignées sur la taxonomie révisée de Bloom.

Cette organisation, basée sur la pensée systémique et les compétences clés pour la durabilité, garantit que les connaissances techniques sont reliées de manière significative à l'action, à la réflexion et au jugement éthique.

Ce modèle suggère que l'apprentissage par la pratique, l'application des connaissances dans des contextes réels et l'enseignement aux autres figurent parmi les stratégies les plus efficaces. Bien que les pourcentages souvent associés à ces schémas doivent être interprétés avec prudence, car ils ne reposent pas sur une recherche empirique systématique, leur valeur réside dans la mise en évidence de l'importance d'un apprentissage centré sur l'étudiant, contextualisé et participatif.

Ce principe prend une importance particulière lorsque le temps d'apprentissage est limité. Dans ces contextes, les méthodologies actives maximisent l'impact éducatif en favorisant le transfert des connaissances vers des situations réelles, étroitement alignées sur les compétences professionnelles requises pour une ingénierie orientée vers la durabilité.



Comparison of the EESF course development levels and the levels of Bloom's taxonomy

Ressources et méthodologies d'enseignement

Il n'y a pas de durabilité sans transformation éducative.

L'utilisation de méthodologies actives n'améliore pas seulement l'apprentissage dans des délais restreints, mais représente également un engagement stratégique en faveur de la formation de professionnels capables de conduire le changement. Apprendre en faisant, réfléchir et collaborer est, plus que jamais, une condition nécessaire pour une ingénierie qui contribue réellement à un avenir juste et durable.

La sélection des méthodologies spécifiques pour chaque activité n'est pas arbitraire, mais répond au type de compétence à développer et au niveau cognitif souhaité. Ainsi, les activités de niveau 1 (de base) reposent sur la découverte guidée, l'analyse vidéo ou les exercices structurés ; les tâches de niveau 2 (avancé) utilisent des méthodes telles que les études de cas, les simulations ou l'apprentissage par défis ; tandis que les activités intégratives se basent sur l'apprentissage par projets (APP), le design thinking et la collaboration entre pairs, permettant aux étudiants d'appliquer de manière systématique les connaissances et compétences dans des situations professionnelles.

Dans l'ensemble, cette conception méthodologique vise non seulement à faciliter l'atteinte des résultats d'apprentissage, mais aussi à encourager une attitude active, réflexive et transformatrice chez les étudiants. Seules des expériences d'apprentissage authentiques, participatives et stimulantes permettront de progresser vers une formation en ingénierie alignée sur les défis du XXI^e siècle, où le développement des compétences techniques va de pair avec une conscience critique et un engagement ferme en faveur de la durabilité.

Notes explicatives pour le lecteur

La taxonomie de Bloom révisée par Anderson et Krathwohl introduit une dimension cognitive plus structurée dans la conception des objectifs d'apprentissage, progressant de Se souvenir, Comprendre, Appliquer, Analyser, Évaluer, à Créer.

Edgar Dale n'a pas attribué de pourcentages de rétention à son Cône de l'expérience. Les chiffres souvent associés à ce modèle ont été introduits ultérieurement et doivent être utilisés avec prudence, principalement comme

exemples pédagogiques plutôt que comme données empiriques. La "Pyramide d'apprentissage actif", popularisée par Cody Blair et d'autres enseignants, classe visuellement les stratégies d'apprentissage selon leur efficacité en fonction de l'engagement des étudiants. Bien qu'elle ne soit pas issue d'une étude empirique unique, ce modèle est largement utilisé dans la conception pédagogique pour promouvoir un apprentissage expérientiel et centré sur l'étudiant.

Programme académique – Liste des compétences et connaissances

Compétences transversales

- S01 ANALYSE DU CYCLE DE VIE**
- S02 ENVIRONNEMENT** Compétences en évaluation des impacts environnementaux
- S03 MATÉRIAUX** Compétences pour le choix de matériaux durables
- S04 CONCEPTION** Compétences pour concevoir selon une approche durable
- S05 NUMÉRIQUE** Compétences pour utiliser des outils numériques au service de la durabilité
- S06 CIRCULARITÉ** Compétences pour la mise en œuvre de l'économie circulaire et l'optimisation
- S07 POLLUTION** Compétences pour mettre en œuvre des stratégies de prévention de la pollution
- S08 DÉCHÉTS** Compétences pour mettre en place une gestion durable des déchets
- S09 ÉNERGIE** Compétences pour optimiser la performance énergétique et l'efficacité des ressources
- S10 DONNÉES** Compétences pour utiliser la simulation et l'analyse de données pour la durabilité
- S11 CONSTRUCTION** Compétences pour promouvoir la construction durable
- S12 RISQUES** Compétences pour accorder de l'importance à l'évaluation des risques
- S13 PROJETS** Compétences pour identifier les opportunités d'amélioration de la durabilité dans les projets

Programme académique – Liste des compétences et connaissances

Compétences et techniques spécifiques

- S14 **RÉSOLUTION DE PROBLÈMES** Compétences en résolution de problèmes complexes
- S15 **PENSÉE CRITIQUE** Compétences en pensée critique
- S16 **PROSPECTIVE** Compétences pour la prospective stratégique et la planification de scénarios
- S17 **LEADERSHIP** Compétences en leadership pour la durabilité
- S18 **PLAIDOYER** Compétences pour plaider en faveur de la durabilité
- S19 **PARTICIPATION** Compétences pour générer l'engagement des parties prenantes, négocier et gérer les conflits
- S20 **COLLABORATION** Compétences pour collaborer avec diverses parties prenantes et disciplines
- S21 **COMMUNICATION** Compétences pour communiquer efficacement avec différents publics
- S22 **TRANSITION** Compétences pour gérer le changement et les transitions pour la durabilité
- S23 **RÉSILIENCE** Compétences pour développer la résilience et l'adaptabilité dans les projets durables
- S24 **GESTION DE PROJETS** Compétences en gestion de projets et ingénierie durable
- S25 **CRÉATIVITÉ** Compétences pour favoriser la créativité et l'innovation
- S26 **PENSÉE SYSTÉMIQUE** Compétences pour appliquer la pensée systémique
- S27 **MULTIDISCIPLINARITÉ** Compétences pour travailler dans des environnements et approches multidisciplinaires
- S28 **ÉTHIQUE** Compétences pour intégrer une approche éthique dans la résolution de problèmes
- S29 **EMPATHIE** Compétences pour comprendre les besoins des utilisateurs et améliorer la qualité de vie

Programme académique – Liste des compétences et connaissances

Connaissances et compréhension

- K01 CONTEXTE** Évolution de la durabilité et des ODD
- K02 LES ODD** Lien entre l'ingénierie, la durabilité et les ODD
- K03 LIMITES** Limites planétaires et état actuel des ressources critiques
- K04 GLOBALE** Influences géopolitiques et économiques sur la durabilité
- K05 MENACES** Menaces environnementales majeures et leurs indicateurs
- K06 RISQUES** Gestion des risques liés à la durabilité
- K07 SOCIÉTÉ** Interaction entre durabilité et systèmes sociaux
- K08 ENVIRONNEMENT** Interaction entre durabilité et environnement
- K09 CERTIFICATION** Politiques, réglementations et certifications liées à la durabilité en ingénierie
- K10 BONNES PRATIQUES** Bonnes pratiques en matière de durabilité dans les projets d'ingénierie
- K11 ACV** Approche et application du cycle de vie (ACV)
- K12 CRADLE TO CRADLE** Conception circulaire selon l'approche Cradle to Cradle
- K13 DÉCHETS** Gestion des déchets
- K14 ÉNERGIE** Énergies propres, systèmes énergétiques futurs et technologies vertes émergentes
- K15 MATÉRIAUX** Classification des matériaux selon leur impact environnemental (recyclables, renouvelables, biosourcés)
- K16 CULTUREL** Différences culturelles dans les approches de la durabilité
- K17 CIRCULARITÉ** Chaînes d'approvisionnement circulaires et gestion durable des ressources
- K18 LES EAUX** Gestion de l'eau

Programme académique – Liste des méthodes pédagogiques

Méthodes pédagogiques

- P01 Apprentissage par problèmes (APP)** Les étudiant·e·s résolvent en groupe des défis réels liés au développement durable.
- P02 Apprentissage par étude de cas** Les étudiant·e·s analysent des cas pratiques d'ingénierie comportant des dilemmes en matière de durabilité.
- P03 Design Thinking** Méthodologie structurée visant à favoriser l'innovation et l'empathie dans la résolution des défis liés aux ODD.
- P04 Jeux de rôle & simulations**
Les étudiant·e·s incarnent différents acteurs dans des négociations multipartites (ex. : planification durable, accords climatiques).
- P05 Séminaire socratique / Débat** Utilisé pour analyser de manière critique des enjeux controversés liés au développement durable.
- P06 Apprentissage par le service (Service-Learning)** Relie les contenus enseignés en classe à des projets communautaires en matière de durabilité.
- P07 Global Café / Débat en cercle mouvant (Fishbowl)** Favorise des échanges inclusifs sur des problématiques complexes liées aux ODD.
- P08 Classe inversée** Les étudiant·e·s consultent des vidéos ou textes en libre accès avant le cours ; le temps en présentiel est dédié à l'application et à la résolution de problèmes.
- P09 Micro-apprentissage** Modules numériques courts et ciblés (vidéos, infographies, quiz) portant sur les ODD.
- P10 Ludification (Gamification)** Utilisation de points, badges ou scénarios pour stimuler l'engagement autour des thématiques de durabilité.
- P11 Narration créative & numérique** Les étudiant·e·s créent des supports (affiches, vidéos, contenus multimédias) pour explorer des enjeux de durabilité.

Programme académique – Liste des méthodes pédagogiques

Méthodes pédagogiques

- P12 WebQuests / Recherche guidée** Les étudiant·e·s utilisent des ressources en ligne sélectionnées pour explorer et présenter des thématiques liées à la durabilité.
- P13 Wikis collaboratifs ou tableaux numériques** Utilisation d'outils collaboratifs (Padlet, Miro) pour coconstruire des connaissances en ingénierie durable.
- P14 Apprentissage par défis** Travail en équipe sur des problématiques concrètes liées aux ODD, mobilisant des approches interdisciplinaires.
- P15 Apprentissage & évaluation par les pairs** Les étudiant·e·s s'entraident ou s'évaluent mutuellement pour développer et améliorer des idées ou projets.
- P16 Apprentissage par projets** Projets à long terme axés sur la durabilité, réalisés sous divers formats.
- P17 Apprentissage par investigation** Les étudiant·e·s formulent des questions et explorent des problématiques d'ingénierie liées aux ODD en suivant une démarche d'enquête.
- P18 Apprentissage par l'enseignement** Les étudiant·e·s recherchent un sujet (ex. : un ODD) et le présentent à leurs pairs.
- P19 Pratique réflexive / Journaux d'apprentissage** Les étudiant·e·s documentent leur processus d'apprentissage et le développement d'une posture axée sur la durabilité.
- P20 Exercices de pensée systémique** Utilisation d'outils visuels (boucles causales, cartes de systèmes) pour explorer les interconnexions entre les ODD.
- P21 Enseignement didactique** Introduction et définition des concepts par un enseignement direct.
- P22 Apprentissage collaboratif** Les étudiant·e·s travaillent en groupe pour résoudre des problèmes, accomplir des tâches ou comprendre des concepts.

Table matrice

Compétences, aptitudes et connaissances

		Module 4			Module 3			Module 2			Module 1		
Compétences techniques		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
ACV	S01												
ENVIRONNEMENT	S02												
MATÉRIAUX	S03												
CONCEPTION	S04												
NUMÉRIQUE	S05												
CIRCULARITÉ	S06												
POLLUTION	S07												
DÉCHETS	S08												
ÉNERGIE	S09												
DONNÉES	S10												
CONSTRUCTION	S11												
RISQUES	S12												
GESTION DES PROJETS	S13												
Compétences transversales		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
RÉSOLUTION DES PROBLÈMES	S14												
PENSÉE CRITIQUE	S15												
PROSPECTIVE	S16												
LEADERSHIP	S17												
PLAIDOYER	S18												
PARTICIPATION	S19												
COLLABORATION	S20												
COMMUNICATION	S21												
TRANSITION	S22												
RÉSILIENCE	S23												
GESTION	S24												
CRÉATIVITÉ	S25												
PENSÉE SYSTEMIQUE	S26												
MULTIDISCIPLINARITÉ	S27												
ÉTHIQUE	S28												
EMPATHIE	S29												
Connaissances		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
CONTEXTE	K01												
LES ODD	K02												
LIMITES	K03												
GLOBALE	K04												
MENACES	K05												
RISQUES	K06												
SOCIÉTÉ	K07												
ENVIRONNEMENT	K08												
CERTIFICATION	K09												
BONNES PRATIQUES	K10												
ACV	K11												
CRADLE YO CRADLE	K12												
DÉCHETS	K13												
ÉNERGIE	K14												
MATÉRIAUX	K15												
CULTURELLE	K16												
CIRCULARITÉ	K17												
LES EAUX	K18												

Table de matrice

Pédagogies

	Module 4			Module 3			Module 2			Module 1		
Enseignement pédagogique	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
Apprentissage par problèmes (APP) P01												
Apprentissage par étude de cas P02												
Design Thinking P03												
Jeux de rôle et simulations P04												
Séminaire socratique / Débat P05												
Apprentissage par le service P06												
Café Globale / Débat en cercle mouvant P07												
Class inversée P08												
Micro-apprentissage P09												
Ludification P10												
Narration créative & numérique P11												
WebQuests / Recherche guidée P12												
Wikis collaboratifs ou tableaux numériques P13												
Apprentissage par défis P14												
Apprentissage & évaluation par les pairs P15												
Apprentissage par projets P16												
Apprentissage par investigation P17												
Apprentissage par l'enseignement P18												
Pratique réflexive / Journaux d'apprentissage P19												
Exercices de pensée systémique P20												
Enseignement didactique P21												
Apprentissage collaboratif P22												

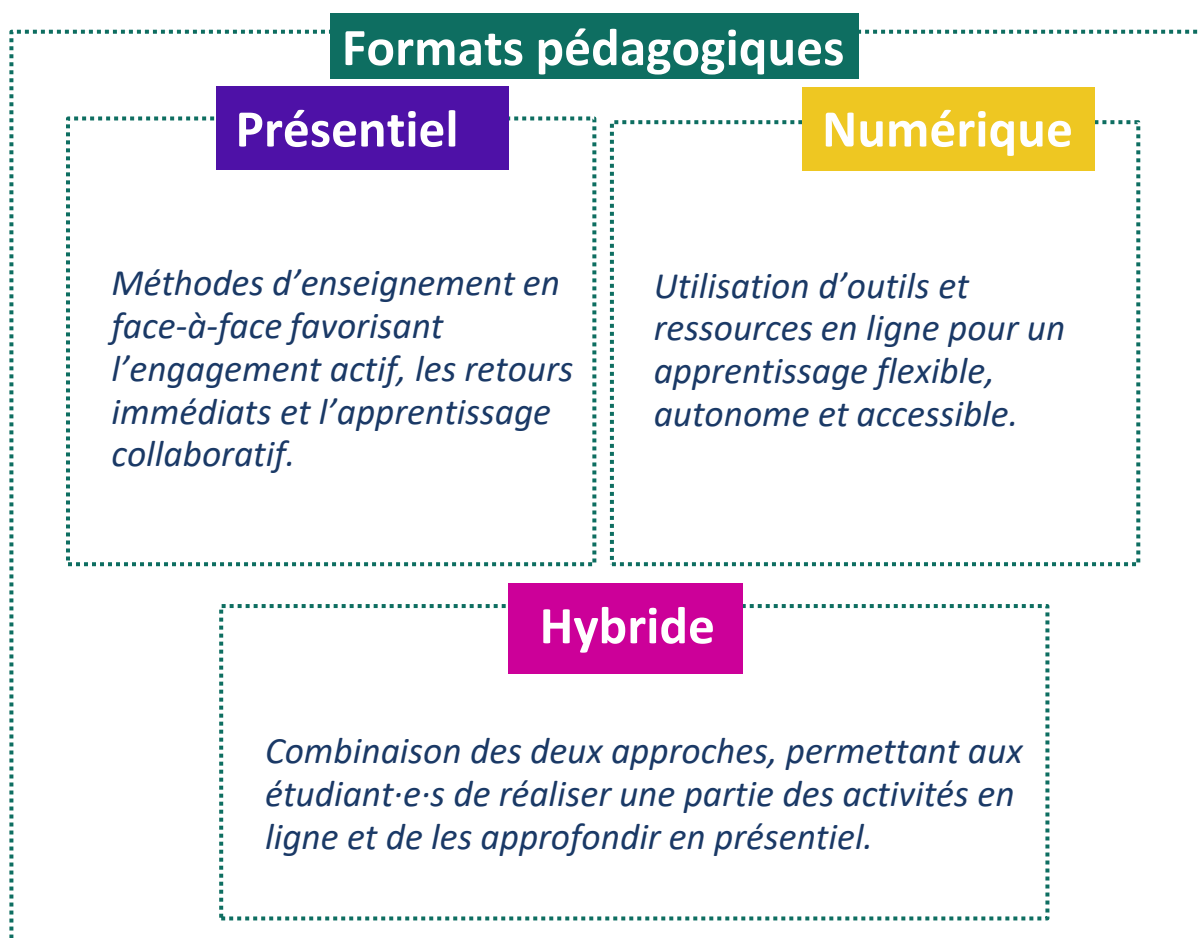
Contenu

Références

- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessment: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Blair, C. (n.d.). *The Learning Pyramid: Active vs. Passive Learning*. Retrieved from <https://codyblair.medium.com>
- Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching* (3rd ed.). Dryden Press.

Approches pédagogiques de l'EESF

Le cadre Engineering Education for a Sustainable Future (EESF) mobilise un ensemble varié d'approches pédagogiques afin d'offrir aux enseignant·e·s des expériences d'apprentissage efficaces, engageantes et flexibles, adaptées à différents contextes d'enseignement. Cette section présente les pédagogies retenues pour les Modules 1 à 4 et explique leur application selon trois principaux formats : présentiel, numérique et hybride.



Pourquoi diversifier les pédagogies ?

L'utilisation de méthodes variées dans ces trois formats permet aux étudiant·e·s de développer à la fois des compétences techniques et transversales essentielles à la pratique de l'ingénierie durable :

- **Adaptation aux différents styles d'apprentissage.**
- **Flexibilité face aux tailles de groupes, aux emplois du temps et aux modes de diffusion.**

Alignement des modules EESF sur les meilleures pratiques d'apprentissage actif, avec un accent sur la résolution de problèmes, la prise de décision éthique, la pensée systémique et l'engagement des parties prenantes.

Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 1. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.

Jeu de rôle & simulation

Définition

Les étudiants mettent en scène des scénarios afin d'explorer des dilemmes éthiques et des enjeux de durabilité, développant ainsi des compétences en leadership et en négociation.

Activités Module 1

- **M1_C07_A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Négociation entre parties prenantes du projet *Green Junction*
- **M1_C08_A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Simulation d'un briefing stratégique (cas *EnvrioTek*)
- **M1-C09-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Défi de prospective stratégique sur les scénarios de durabilité future.

Conseil pédagogique... fournir des fiches de rôle claires afin que tous les étudiants comprennent la perspective des parties prenantes qu'ils incarnent.



Apprentissage par études de cas

Définition

Les étudiants analysent des études de cas d'ingénierie comportant des dilemmes réels ou fictifs liés à la durabilité, en appliquant leurs connaissances à des exemples concrets.

Activités Module 1

- **M1-C08-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Analyse approfondie des défis de leadership en transition durable à partir du cas *EnviroTek*
- **M1-C07-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Analyse du projet solaire *GreenTech* pour la gestion de projets durables.
- **M1-C09-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Exercice d'analyse de scénarios sur les tendances et risques à long terme en matière de durabilité

Conseil pédagogique... encourager les étudiants à identifier les problèmes clés, à les relier aux compétences en durabilité et à proposer des recommandations fondées sur des preuves.



Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 1. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.

Apprentissage par problèmes (APP)



Définition

Les étudiants travaillent en équipe pour résoudre des défis complexes et réels liés à la durabilité, mobilisant leur esprit critique et leurs capacités de résolution de problèmes.

Activités Module 1

- **M1-C08-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Planification stratégique de la transition pour EnviroTek.
- **M1-C09-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Élaboration de stratégies adaptatives pour des scénarios de durabilité future.

Conseil pédagogique... guider les équipes à l'aide d'énoncés de problème clairs et fournir des retours intermédiaires afin de maintenir des discussions productives et ciblées.

Design Thinking



Définition

Une approche structurée et centrée sur l'humain qui favorise l'innovation, l'empathie et la créativité dans le développement de solutions durables.

Activités Module 1

- **M1-C08-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Élaboration de stratégies de durabilité concrètes dans le cadre de l'analyse EnviroTek.

Conseil pédagogique... encourager les étudiants à identifier les problèmes clés, à discuter de multiples perspectives et à justifier leurs recommandations par des preuves.

Pédagogies numériques

Cette section présente les pédagogies numériques utilisées dans le Module 2, axées sur des méthodes en ligne flexibles qui engagent les étudiants autour des concepts clés du développement durable. Ces approches favorisent un apprentissage autonome et peuvent compléter les activités en présentiel.

Classe inversée

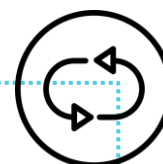
Définition

Les étudiants consultent des vidéos ou lectures en libre accès (OER) avant le cours, afin de consacrer le temps en classe à l'application des concepts, à la résolution de problèmes ou aux discussions.

Activités Module 1

- **M1-C07-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Utilisation de ressources préalables pour préparer la négociation entre parties prenantes de *Green Junction*

Conseil pédagogique... attribuer des tâches préparatoires claires et définir les attentes pour que les étudiants arrivent prêts à participer activement.



Micro-apprentissage

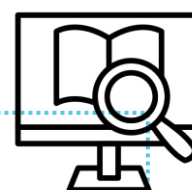
Définition

Des unités d'apprentissage numériques courtes et ciblées, telles que des vidéos, infographies ou quiz, pour introduire ou renforcer des concepts liés à la durabilité.

Activités Module 1

- **M1-C08-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Quiz rapides sur les fondamentaux du leadership durable.
- **M1-C07-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Quiz rapides sur les concepts de gestion de projets durables.

Conseil pédagogique... utiliser le micro-apprentissage comme activité d'échauffement ou de révision afin de vérifier la compréhension des concepts.



Pédagogies numériques

Cette section présente les pédagogies numériques appliquées dans le Module 1, axées sur des méthodes en ligne flexibles qui engagent les étudiants autour des concepts clés du développement durable. Ces approches favorisent un apprentissage autonome et peuvent compléter les activités en présentiel.

WebQuests / Recherche guidée

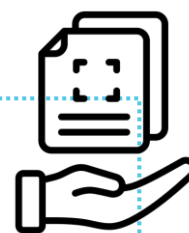
Définition

Les étudiants explorent des ressources en ligne sélectionnées pour enquêter sur des thématiques de durabilité, synthétiser leurs résultats et présenter leurs conclusions.

Activités Module 1

- **M1-C07-A1 (Niveau 1 – Basique):** Recherche guidée en ligne sur la planification stratégique et la gestion des risques de projet

Conseil pédagogique... fournir une liste claire de sources fiables et une fiche de travail structure pour guider la recherche.



Pédagogies hybrides

Cette section présente les méthodes hybrides utilisées dans le module 1, qui combinent des éléments numériques et en présentiel. Ces approches aident les étudiants à faire le lien entre théorie et pratique en associant recherche ou préparation en ligne à une application en classe.

Apprentissage par défis



Définition

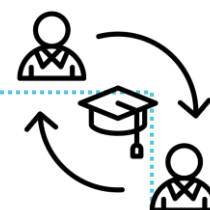
Les étudiants relèvent des défis réels en lien avec les ODD, intégrant des connaissances issues de plusieurs disciplines et formats d'enseignement.

Activités Module 1

- **M1-C09-A2 (Niveau 2 – Avancé):** Développement de stratégies adaptatives pour la durabilité à travers des défis de prospective

Conseil pédagogique... formulez clairement les défis avec des questions ouvertes pour encourager l'exploration et l'appropriation

Apprentissage & revue par les pairs



Définition

Les étudiants collaborent ou s'évaluent mutuellement afin d'améliorer leurs idées et d'approfondir leur compréhension par l'interaction entre pairs.

Activités Module 1

- **M1-C09-A3 (Niveau 3 – Intégré):** Relecture et amélioration des scénarios de prospective stratégique.

Conseil pédagogique... fournir des grilles d'évaluation structures pour garantir un retour d'information constructif et pertinent.

Pédagogies hybrides

Cette section présente les méthodes hybrides utilisées dans le module 1, qui combinent des éléments numériques et en présentiel. Ces approches aident les étudiants à faire le lien entre théorie et pratique en associant recherche ou préparation en ligne à une application en classe.



Enseignement didactique

Définition

Instruction directe visant à introduire des concepts, des cadres théoriques ou des outils que les étudiants appliqueront dans des activités ultérieures.

Activités Module 1

- **M1-C07-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Introduction à la gestion de projet durable.
- **M1-C09-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Concepts fondamentaux de la prospective stratégique
- **M1-C08-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Aperçu des principes de leadership durable..

Conseil pédagogique... Gardez les présentations ciblées et intégrez de courts moments de vérification de la compréhension (ex. : sondages rapides ou questions)

Apprentissage collaboratif

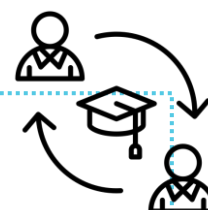
Définition

Travail en groupe combinant interactions numériques et en présentiel pour résoudre des problèmes et partager des connaissances.

Activités Module 1

- **M1-C07-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Analyse collective d'une étude de cas GreenTech
- **M1-C09-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Défi collaborative de prospective.
- **M1-C09-A3 (Niveau 3 –Intégré) :** Création collective de scénarios futurs.

Conseil pédagogique...Attribuez des rôles précis au sein des groups afin de garantir la participation active de tous les étudiants.



Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 2. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.



Apprentissage par problèmes (APP)

Définition

Les étudiants travaillent ensemble pour résoudre des défis concrets liés à la durabilité, en mobilisant la pensée systémique, le raisonnement éthique et une approche interdisciplinaire.

Activités du module 2

- **M2-C12-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Réduction du plastique sur le campus par le biais d'un défi contextuel complexe.

Conseil pédagogique... Fournissez des énoncés de problème clairs et des jalons ; encouragez la diversité des points de vue au sein des équipes étudiantes.



Apprentissage par études de cas

Définition

Analyse par les étudiants de cas d'ingénierie intégrant des dilemmes de durabilité réels ou fictifs, en appliquant leurs connaissances à des exemples concrets.

Activités du module 2

- **M2-C10-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Introduction à la conception systémique avec cartographie d'ensemble.
- **M2-C11-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Application de l'éthique et de la responsabilité sociale via une étude de cas SA8000.

Conseil pédagogique : Incitez les étudiants à relier les détails des cas aux compétences clés comme la pensée systémique et la prise de décision éthique.

Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 2. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.

Jeu de rôle et simulations



Définition

Les étudiants incarnent différents acteurs pour négocier, planifier ou simuler des scénarios réels liés à la durabilité, développant ainsi leur empathie et leurs compétences en négociation.

Activités du module 2

- **M2-C12-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Exploration des défis urbains à travers divers points de vue et rôles de parties prenantes.

Conseil pédagogique : Fournissez des descriptions de rôles et des règles claires afin de garantir des simulations constructives et réalistes.

Séminaire socratique / Débat



Définition

Discussions ou débats structurés où les étudiants explorent de manière critique des sujets controversés ou complexes liés à la durabilité, développant argumentation et raisonnement éthique.

Activités du module 2

- **M2-C11-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Débat sur les impacts plus larges des décisions d'ingénierie.
- **M2-C11-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Discussion sur la responsabilité des entreprises et l'équité sociale.

Conseil pédagogique : Préparez des questions ouvertes et stimulantes ; établissez des normes claires pour un dialogue respectueux et inclusive.

Pédagogies numériques

Cette section présente les pédagogies numériques utilisées dans le Module 2, axées sur des méthodes en ligne flexibles qui engagent les étudiants autour des concepts clés du développement durable. Ces approches favorisent un apprentissage autonome et peuvent compléter les activités en présentiel.

Ludification (Gamification)

Définition

Intégration de points, badges ou scénarios interactifs dans des activités numériques afin d'accroître la motivation et l'engagement autour des thématiques liées au développement durable.

Activités Module 2

- **M2-C10-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Cartographie de systèmes complexes, intégrant des éléments ludiques pour encourager l'exploration des compromis.



Conseil pédagogique... fixez des objectifs clairs et proposez des récompenses pertinentes, directement liées aux résultats d'apprentissage en matière de durabilité, afin de maintenir l'engagement des étudiants.

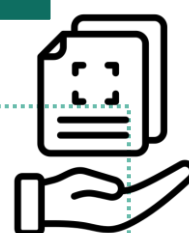
WebQuests / Recherche guidée

Définition

Travaux de recherche en ligne structurés où les étudiants utilisent des ressources sélectionnées pour explorer des problématiques de durabilité et synthétiser leurs conclusions pour les présenter ou les discuter.

Activités Module 2

- **M2-C12-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Exploration de défis de durabilité multi-perspectifs, tels que les impacts du cycle de vie d'un smartphone.



Conseil pédagogique... fournissez une liste de sources fiables et des instructions claires afin d'aider les étudiants à mener leurs recherches et à établir des liens avec les compétences visées par le module.

Pédagogies numériques

Cette section présente les pédagogies numériques utilisées dans le Module 2, axées sur des méthodes en ligne flexibles qui engagent les étudiants autour des concepts clés du développement durable. Ces approches favorisent un apprentissage autonome et peuvent compléter les activités en présentiel.

Micro-apprentissage

Définition

Unités d'apprentissage courtes et ciblées, telles que des vidéos, quiz ou infographies, pour introduire efficacement les concepts clés du développement durable.

Activités Module 2

- **M2-C10-A1_R1_V1 (Niveau 1 – Basique)** : Vidéo d'introduction à la conception systémique et à la pensée cycle de vie.
- **M2-C10-A2_R1_V1 (Niveau 2 – Avancé)** : Vidéo sur les concepts de cartographie systémique.
- **M2-C10-A3_R1_V1 (Niveau 3 – Intégré)** : Vidéo appliquant la cartographie de systèmes complexes.
- **M2-C11-A1_R1_V1 (Niveau 1 – Basique)** : Vidéo sur les impacts élargis des décisions d'ingénierie.



Conseil pédagogique... utilisez ces vidéos comme ressources préalables au cours ou en apprentissage autonome ; complétez-les par des questions de réflexion ou des quiz pour vérifier la compréhension.

Pédagogies hybrides

Cette section présente les méthodes hybrides utilisées dans le module 2, qui combinent des éléments numériques et en présentiel. Ces approches aident les étudiants à faire le lien entre théorie et pratique en associant recherche ou préparation en ligne à une application en classe.

Apprentissage & évaluation par les pairs

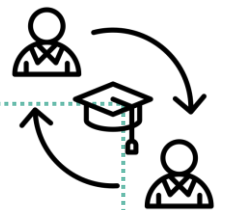
Définition

Les étudiants apportent des retours constructifs et soutiennent les idées ou projets de leurs pairs, favorisant un apprentissage collaboratif grâce à des échanges de points de vue.

Activités Module 2

- **M2-C10-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Discussions entre pairs lors de l'introduction à la conception systémique
- **M2-C10-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Retours entre pairs sur les résultats de la cartographie systémique

Conseil pédagogique... proposez des grilles ou check-lists d'évaluation par les pairs pour garantir des retours constructifs, ciblés et alignés sur les objectifs d'apprentissage.



Apprentissage par investigation

Définition

Les étudiants formulent leurs propres questions et mènent des recherches sur des enjeux d'ingénierie liés aux ODD, développant curiosité et autonomie dans la résolution de problèmes.

Activités Module 2

- **M2-C11-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Exploration de l'impact global des décisions d'ingénierie
- **M2-C11-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Analyse des enjeux de responsabilité des entreprises et des compromis éthiques.

Conseil pédagogique... accompagnez les étudiants dans la formulation de questions précis et pertinentes ; encouragez des réponses fondées sur des preuves.



Pédagogies hybrides

Cette section présente les méthodes hybrides utilisées dans le module 2, qui combinent des éléments numériques et en présentiel. Ces approches aident les étudiants à faire le lien entre théorie et pratique en associant recherche ou préparation en ligne à une application en classe.

Exercices de pensée systémique

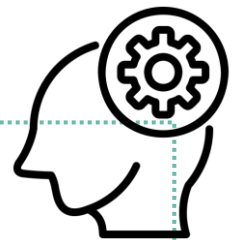
Définition

Outils visuels tels que les diagrammes de boucles causales ou les cartes systémiques pour explorer les interconnexions entre les dimensions environnementales, sociales et économiques des ODD.

Activités Module 2

- **M2-C10-A2 (Niveau 2 – Avancé) : Activité de cartographie de systèmes complexes.**
- **M2-C10-A3 (Niveau 3 – Intégré) : Application pratique de cares systémiques.**
- **M2-C12-A3 (Niveau 3 – Intégré) : Réduction des plastiques sur le campus par approche systémique.**

Conseil pédagogique... présentez des exemples de cartes complétées et animez des discussions de groupe sur les boucles de rétroaction.



Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 3. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.



Apprentissage par problèmes (APP)

Définition

Les étudiants travaillent en groupe pour résoudre des défis réels liés à la durabilité, en développant des compétences de réflexion critique et de résolution de problèmes.

Activités Module 3

- **M3-C04-A1-R1 (Niveau 3 – Intégré) :** Travail de groupe sur l'identification des impacts d'un produit selon les dimensions économique, sociale et environnementale.

Conseil pédagogique... cadrez les défis autour de produits ou processus familiers aux étudiants ; encouragez la formulation de questions critiques et la proposition de solutions.



Apprentissage par études de cas

Définition

Analyse d'études de cas d'ingénierie comportant des dilemmes réels ou fictifs liés à la durabilité, mobilisant les connaissances dans des situations concrètes.

Activités Module 3

- **M3-C05-A2-R2 (Niveau 2 – Avancé) :** Exploration des phases d'AVC (Analyse du cycle de vie), incluant inventaire et évaluation des impacts, à l'aide d'exemples détaillés.

Conseil pédagogique... aidez les étudiants à relier les données des cas aux différentes phases de l'AVC ; utilisez des check-lists pour suivre les éléments clés comme la définition des objectifs et les frontières d'étude.

Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 3. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.

Séminaire socratique / Débat

Définition

Discussions structurées incitant les étudiants à examiner de manière critique les thématiques liées à la durabilité, à remettre en question les hypothèses et à développer des arguments fondés sur des preuves.

Activités Module 3

- **M3-C04-A1-R1 (Niveau 3 – Intégré) :** Débats sur la priorisation des différents piliers de la durabilité.
- **M3-C05-A2-R2 (Niveau 2 – Avancé) :** Discussions sur les compromis des méthodologies d'ACV.

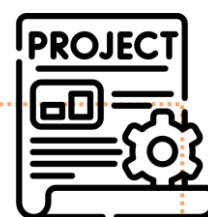
Conseil pédagogique... posez des questions ouvertes pour stimuler le dialogue ; définissez des attentes claires en matière d'arguments fondés et de respect dans les échanges.



Pédagogies hybrides

Cette section présente les méthodes hybrides utilisées dans le module 3, qui combinent des éléments numériques et en présentiel. Ces approches aident les étudiants à faire le lien entre théorie et pratique en associant recherche ou préparation en ligne à une application en classe.

Apprentissage par projets



Définition

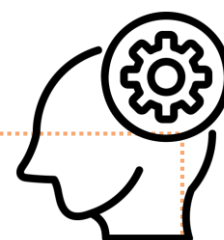
Les étudiants mènent des projets de longue durée combinant recherche, analyse et présentation, en appliquant les méthodes d'Analyse du Cycle de Vie (ACV) à des produits réels ou hypothétiques.

Activités Module 3

- **M3-C04-A1-R1 (Niveau 3 – Intégré) :** Identification et évaluation des impacts économiques, sociaux et environnementaux dans le cadre d'un projet compet.

Conseil pédagogique : structurer les projets en plusieurs phases avec des jalons clairs ; prévoir des points de suivi avec les pairs ou l'enseignant pour maintenir l'élan.

Exercices de pensée systémique



Définition

Les étudiants élaborent des représentations visuelles, telles que des diagrammes de boucles causales ou des cartes systémiques, afin d'analyser les interconnexions et boucles de rétroaction dans les cycles de vie des produits.

Activités Module 3

- Activités d'intégration : Cartographier les impact économiques, sociaux et environnementaux pour comprendre les interdépendances dans le cadre des ACV.

Conseil pédagogique... animer des discussions de groupe sur les schémas identifiés dans les cartes systémiques ; relier les conclusions aux stratégies de conception durable.

Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 4. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.



Apprentissage par problèmes (APP)

Définition

Les étudiants travaillent en groupes pour résoudre des défis complexes et réels en matière de durabilité, en mobilisant la pensée critique et les approches systémiques.

Activités Module 4

- **M4-C03-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Activité d'intégration finale où les étudiants proposent des stratégies pour des transformations urbaines durables.

Conseil pédagogique... attribuer des rôles varies dans les groupes (facilitateur, chercheur, secrétaire, etc.) pour garantir une collaboration organisée et équitable.



Apprentissage par études de cas

Définition

Les étudiants analysent des cas réels ou fictifs de durabilité urbaine, reliant les concepts théoriques à des scénarios pratiques impliquant l'ODD 11 et les initiatives urbaines européennes.

Activités Module 4

M4-C03-A2 (Niveau 2 – Avancé) : Étude de cas sur Kerkrade, Getafe, Göteborg, Budapest et Amsterdam afin de comprendre les défis et les solutions possibles.

Conseil pédagogique... orienter les discussions à l'aide de questions reliant les cas aux cibles des ODD ; encourager les comparaisons entre les cas pour en tirer des enseignements généraux.

Pédagogies en présentiel

Cette section présente les méthodes pédagogiques en présentiel utilisées dans le module 4. Elles sont conçues pour l'enseignement en face-à-face et favorisent un apprentissage interactif et collaboratif. Des exemples illustrent comment chaque pédagogie contribue au développement des compétences en leadership durable.

Design Thinking



Définition

Une approche structurée favorisant la créativité et l'empathie dans la conception de solutions aux défis liés aux ODD, par une exploration itérative.

Activités Module 4

- **M4-C03-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Conception de stratégies innovantes pour la durabilité urbaine à partir des enseignements tirés des études de cas analysées.

Conseil pédagogique... utiliser des outils de prototypage rapide (croquis, maquettes) pour aider les étudiants à visualiser et affiner leurs idées.

Séminaire socratique / Débat



Définition

Discussions ou débats structurés où les étudiants examinent de manière critique des sujets complexes ou controversés en matière de durabilité, renforçant leur capacité d'argumentation et de réflexion.

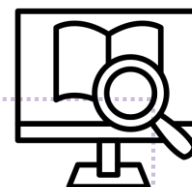
Activités Module 4

M4-C02-A2 (Niveau 2 – Avancé) : Débats sur les compromis en matière de transport durable en Asie-Pacifique et en Europe, en lien avec la santé, l'équité et les ODD.

Conseil pédagogique... définir des règles claires pour un dialogue respectueux ; utiliser des questions approfondies pour pousser les étudiants au-delà des arguments superficiels.

Pédagogies numériques

Cette section présente les pédagogies numériques appliquées dans le Module 4, axées sur des méthodes en ligne flexibles qui engagent les étudiants autour des concepts clés du développement durable. Ces approches favorisent un apprentissage autonome et peuvent compléter les activités en présentiel.



Micro-apprentissage

Définition

Courtes unités d'apprentissage numériques (vidéos, infographies, quiz) destinées à introduire ou renforcer efficacement des concepts clés liés aux ODD.

Activités Module 4

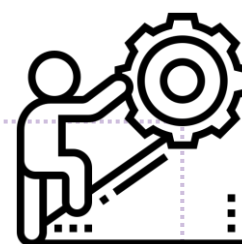
- **M4-C02-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Vidéos et ressources brèves sur les liens entre transport, santé et durabilité
- **M4-C03-A1 (Niveau 1 – Basique) :** Vidéos explorant l'ODD 11, l'Agenda Urbain Européen et des pratiques urbaines innovantes.
- **M4-C03-A2 (Niveau 2 – Avancé) :** Courtes vidéos et ressources présentant des études de cas européennes sur la durabilité urbaine (Kerkrade, Getafe, Göteborg, Budapest, Amsterdam).

Conseil pédagogique... associer les vidéos de micro-apprentissage à des questions de réflexion ou des quiz courts pour renforcer la compréhension avant de passer à des activités plus approfondies.

Pédagogies hybrides

Cette section présente les méthodes hybrides utilisées dans le module 4, qui combinent des éléments numériques et en présentiel. Ces approches aident les étudiants à faire le lien entre théorie et pratique en associant recherche ou préparation en ligne à une application en classe.

Apprentissage par défis



Définition

Les étudiants travaillent en équipes interdisciplinaires sur une période prolongée afin de relever des défis réels liés aux ODD, combinant recherche, pensée critique et résolution collaborative de problèmes.

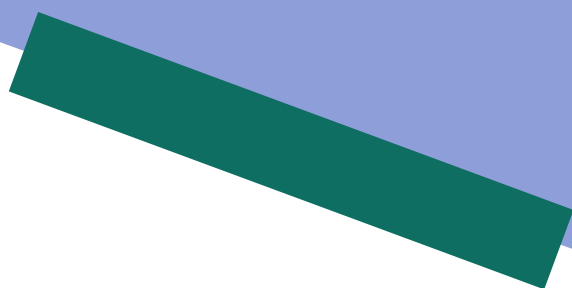
Activités Module 4

- **M4-C03-A3 (Niveau 3 – Intégré) :** Activité d'intégration finale où les étudiants développent des propositions concrètes pour des villes durables, en mobilisant les acquis des études de cas, discussions et analyses systémiques.

Conseil pédagogique... formuler les défis à partir de questions directrices claires et ouvertes ; planifier des points de suivi réguliers pour accompagner la progression et encourager les connexions interdisciplinaires.



Engineering Education
for a Sustainable Future



www.eesfproject.eu



Co-funded by
the European Union