

Lignes directrices pour les enseignants

Titre du projet: Deep Tech & Robotics for Human-Centered Manufacturing Systems

Acronyme du projet: DRUMS

Code du projet: 2023-1-DE02-KA220-VET-000155846

Reconnaissance du financement de l'UE

Ce projet a été cofinancé par l'Union européenne.



**Cofinancé par
l'Union européenne**

Clause de non-responsabilité

Financé par l'Union européenne. Les points de vue et avis exprimés n'engagent toutefois que leur(s) auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour l'éducation et la culture (EACEA). Ni l'Union européenne ni l'EACEA ne sauraient en être tenues pour responsables.

Licence ouverte

Sauf indication contraire, tous les résultats et matériels du projet sont disponibles en tant que Open Educational Resources (OER) sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>

Project Consortium

Bremen Institute for Mechanical Engineering

Badgasteiner Straße 1
28359 Bremen, Germany
www.bime.de



Vienna University of Technology

Karlsplatz 13,
1040 Vienna,
Austria
www.tuwien.ac.at



University of Zagreb

Trg Republike
Hrvatske 14,
HR-10000 Zagreb,
Croatia
www.unizg.hr



Technology Centre of Furniture and Wood of the Region of Murcia

Road Perales,
30510 Yecla, Murcia, Spain
www.cetem.es



TECOS Slovenia

Kidričeva 25
SI-3000 Celje,
Slovenia
www.tecos.si



EIT MANUFACTURING ASBL

2 Boulevard
Thomas Gobert,
91120 Palaiseau,
France
www.eitmanufacturing.eu



Table des matières

1. Présentation du projet	2
2. Résumé.....	2
3. Résultats de l'enquête	3
4. Résultats de l'entretien	11
5. Théories de l'apprentissage.....	15
5.1 Constructivisme	15
5.2 Approche pédagogique du cognitivisme par Bloom & Krathwohl	15
6. Élèves ayant des difficultés d'apprentissage	17
6.1 Types de handicaps.....	17
6.2 Autres	17
6.3 Détection, intervention et adaptation.....	17
7. Programme de formation.....	19
8. Plan de séance et recommandations pédagogiques	20
8.1 Module 1 : Introduction	20
8.2 Module 2 : Fabrication	22
8.3 Module 3 : Économie circulaire	28
8.4 Module 4 : Intelligence artificielle	34
7.5 Module 5 : Robotique.....	40
8.6 Module 6 : deep tech	44
Glossaire.....	48

1. Présentation du projet

Le projet DRUMS (Deep Tech & Robotics for Human-Centered Manufacturing Systems) est une initiative transformatrice visant à remodeler le secteur manufacturier européen grâce à l'intégration de technologies de pointe, telles que la deep tech, la robotique et l'intelligence artificielle, dans des systèmes de production qui privilégient le bien-être humain. Aligné sur les principes de l'industrie 5.0, le projet répond au besoin croissant d'une approche centrée sur l'humain dans les processus de fabrication, allant au-delà des objectifs traditionnels d'efficacité et de réduction des coûts. DRUMS cherche à créer un environnement où les travailleurs jouent un rôle central, en améliorant leurs compétences et leur productivité tout en renforçant la durabilité opérationnelle globale.

L'un des principaux piliers de DRUMS est l'élaboration d'un cadre de formation complet conçu pour doter les gestionnaires, les travailleurs et les étudiants du secteur manufacturier des compétences nécessaires pour interagir efficacement avec les technologies de pointe. En se concentrant sur l'intégration de la deep tech et de la robotique, le projet s'attaque au déficit de compétences dans l'industrie manufacturière européenne, dans le but de favoriser une main-d'œuvre à forte valeur ajoutée capable de conduire la double transition de la numérisation et de la durabilité. Grâce à une gamme de ressources de formation innovantes, DRUMS fournira du contenu éducatif pour les apprenants et du matériel de capacitation pour les formateurs, en mettant l'accent sur les applications pratiques et réelles dans des environnements de fabrication dans six pays européens.

De plus, DRUMS vise à assurer la durabilité à long terme de ses résultats grâce à la création de plans d'action qui soutiendront l'innovation continue dans le secteur. En s'appuyant sur les connaissances d'experts externes et en mettant en œuvre des actions pilotes impliquant 150 participants, le projet aspire à créer une méthodologie évolutive et transférable qui pourra être appliquée à d'autres industries.

En ce qui concerne les objectifs spécifiques du WP2 (Didactic Guidelines & DRUMS Methodology), ce groupe de travail se concentre sur le soutien du personnel de l'EFP avec des ressources actualisées pour la formation pratique dans le domaine de la fabrication. Le WP2 vise à créer des lignes directrices didactiques et une méthodologie centrée sur l'humain, qui inclura à la fois des supports de formation existants et nouvellement développés. Ces ressources aideront les formateurs et les apprenants à intégrer les nouvelles technologies de fabrication, en veillant à ce que les scénarios d'apprentissage soient centrés sur l'humain et transférables sur le lieu de travail.

2. Résumé

Les directives didactiques de DRUMS sont conçues pour fournir aux éducateurs et aux formateurs un cadre solide pour doter les apprenants des compétences et des connaissances

nécessaires pour prospérer dans le contexte de l'industrie 5.0. Ces lignes directrices mettent l'accent sur la durabilité, les principes de l'économie circulaire et les technologies de pointe telles que l'IA, la robotique, les technologies profondes et la fabrication. En combinant des stratégies pédagogiques innovantes avec des applications dans le monde réel, les lignes directrices visent à inspirer les apprenants à relever les défis industriels par la créativité, la pensée critique et la collaboration.

La structure du guide est modulaire, ce qui permet une flexibilité et une adaptabilité à divers contextes éducatifs. Chaque module comprend des objectifs clairement définis et des exercices pratiques, couvrant des thèmes essentiels allant de la durabilité et de l'innovation technologique aux implications sociales et éthiques de l'industrie 5.0. De plus, les lignes directrices fournissent aux formateurs des outils et des ressources pour faciliter l'apprentissage actif, les activités de groupe et les études de cas. Cette approche globale garantit que les apprenants sont non seulement préparés aux progrès technologiques, mais qu'ils sont également capables de contribuer à une croissance industrielle durable et inclusive.

De plus, les lignes directrices mettent l'accent sur une approche centrée sur l'apprenant, encourageant les éducateurs à favoriser des environnements où les participants peuvent s'engager activement avec le matériel et collaborer efficacement. En intégrant un contenu interdisciplinaire et en mettant l'accent sur l'application pratique, les lignes directrices servent de pont entre les connaissances théoriques et les besoins de l'industrie. Cela permet aux apprenants d'innover de manière responsable, en promouvant un avenir où le progrès technologique s'aligne sur le bien-être sociétal et environnemental.

3. Résultats de l'enquête

L'enquête DRUMS, menée entre mai et juillet 2024, a exploré divers points de vue des participants du secteur manufacturier concernant les transitions écologiques, les innovations numériques et les technologies émergentes. Avec 146 répondants, l'objectif était de recueillir des informations sur l'importance de la formation technologique, la transition verte et numérique de l'industrie manufacturière et les compétences perçues comme essentielles pour le développement de carrière futur.

1. Décrivez votre rôle :

Parmi eux, la majorité étaient des étudiants de l'EFP (49,66 %), suivis par les enseignants de l'EFP (17,93 %), les travailleurs (14,48 %), les PDG (8,97 %) et les cadres/gestionnaires (8,28 %) de l'industrie manufacturière.

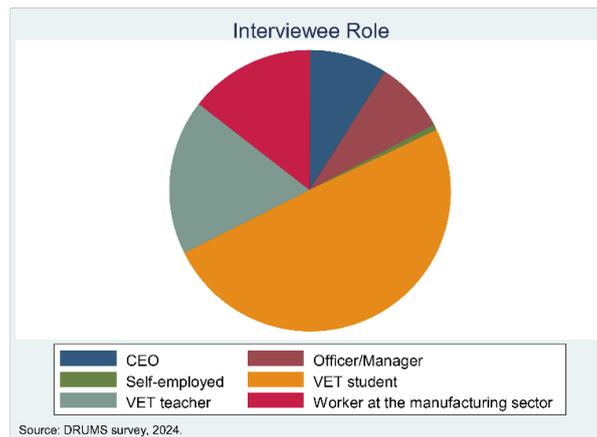


Figure 1: Rôle de la personne interrogée

2. Dans quelle mesure êtes-vous d'accord avec l'affirmation suivante ?

L'avenir de l'industrie manufacturière réside dans la transition écologique et numérique.

Le niveau d'accord est assez significatif, 65,75 % sont d'accord et 26,03 % sont tout à fait d'accord avec l'affirmation, et seulement 8,22 % ne sont pas d'accord ou totalement en désaccord. D'un pays à l'autre, il y a aussi un consensus. En Slovénie, 100 % des personnes interrogées sont d'accord ou tout à fait d'accord avec cette affirmation, en Allemagne 93,64 %, en France 90 %, en Croatie 90 %, en Autriche 88,89 % et en Espagne 88,57 %.

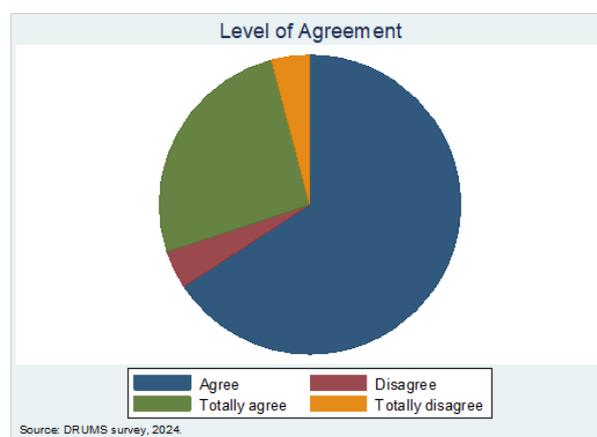


Figure 2: L'avenir de l'industrie manufacturière : Accord sur la transition écologique et numérique

3. Pensez-vous qu'une formation aux technologies émergentes serait bénéfique pour votre rôle actuel ?

Le niveau d'accord est écrasant, tandis que 52,74 % et 43,15 % déclarent qu'il serait respectivement très et quelque peu bénéfique, seulement 4,1 %, une petite minorité, n'y croient pas. Comme dans la question précédente, nous constatons qu'il existe un large consensus entre les pays. Les répondants d'EITM (France) et de Slovénie sont les plus d'accord, avec 100 % d'opinions déclarant que la formation aux technologies émergentes est très ou assez bénéfique, suivies de la Croatie (97,50 %), de l'Espagne (97,14 %), de l'Autriche (94,45 %) et de l'Allemagne (86,36 %).

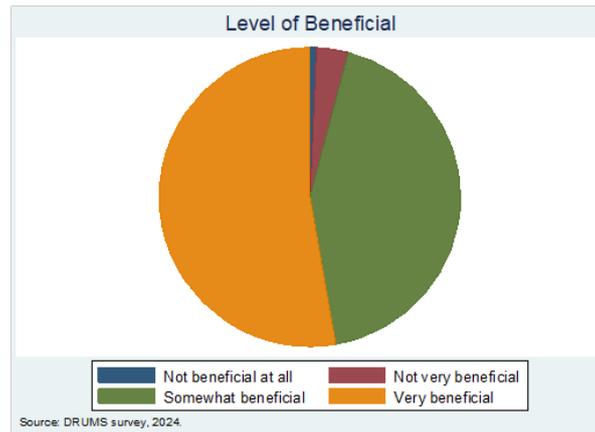


Figure 3: Avantages perçus de la formation technologique

4. Quel est votre style d'apprentissage préféré ?

En ce qui concerne les préférences en matière de style d'apprentissage, l'option la plus populaire est « pratique », préférée par 33,56 % des répondants. Vient ensuite « tous », choisi par 29,45 %. L'apprentissage « interactif » est le troisième style le plus prisé, avec 19,86 % des personnes interrogées qui le préfèrent. Cette répartition met en évidence une forte préférence pour les approches d'apprentissage pratiques et polyvalentes.

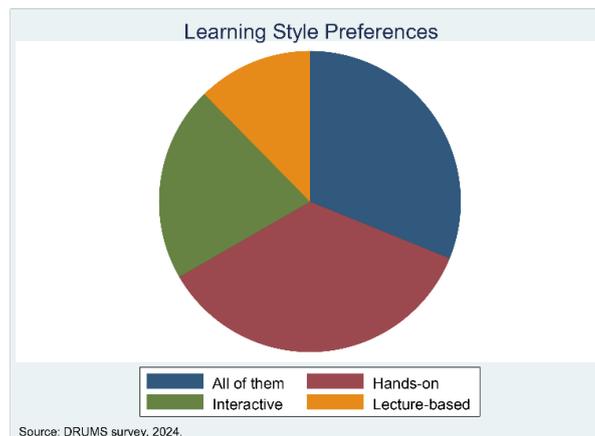


Figure 4: Préférences de style d'apprentissage

5. Combien d'heures pourriez-vous consacrer par semaine à un programme de formation ?

En ce qui concerne le nombre d'heures que les personnes interrogées consacraient à suivre un cours, les 20,42 % y consacraient jusqu'à 5 heures, les 16,20 % jusqu'à 2 heures, les 10,56 % jusqu'à 3 heures et 11,27 % jusqu'à 4 heures. Comme le montre le graphique, le nombre de personnes prêtes à investir entre 6 et 10 heures par semaine est de 23,24 %, et le pourcentage de répondants disposés à investir plus de 10 heures dans la formation est minime, soit 5,62 %.

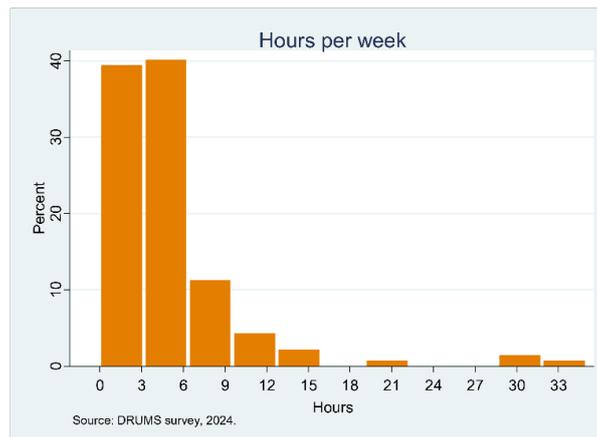


Figure 5: Engagement hebdomadaire en heures de formation

6. Combien de temps un programme d'entraînement idéal doit-il durer, en semaines, pour répondre à vos besoins ?

En ce qui concerne le nombre de semaines qu'ils consacraient à suivre un cours, l'option la plus populaire est de 5 semaines, choisie par 19,72 % des personnes interrogées, suivie de 4 semaines (15,49 %) et de 3 semaines (10,56 %).

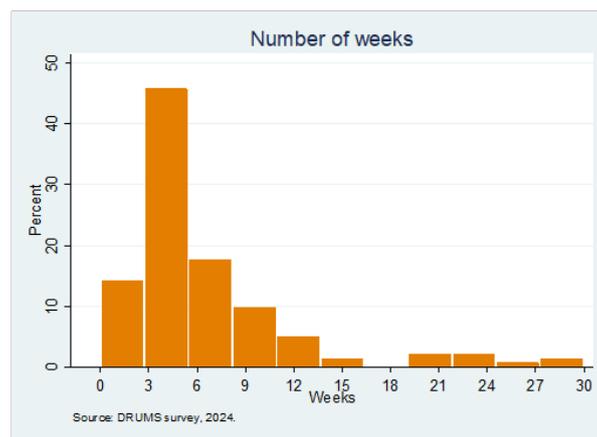


Figure 6: durée idéale des programmes de formation

7. Connaissez-vous l'éco-conception ou les modèles d'affaires circulaires ?

En ce qui concerne la connaissance de l'écoconception par les personnes interrogées, le segment le plus important, 41,10 % et 28,77 %, se sont décrits comme peu familiers et pas du tout familiers respectivement, ce qui indique un écart important dans les connaissances et la sensibilisation à l'écoconception parmi les répondants. Cela suggère la nécessité d'accroître l'éducation et la formation pour s'assurer qu'un plus grand nombre de personnes sont correctement informées et capables de mettre en œuvre les principes d'écoconception dans leur travail.

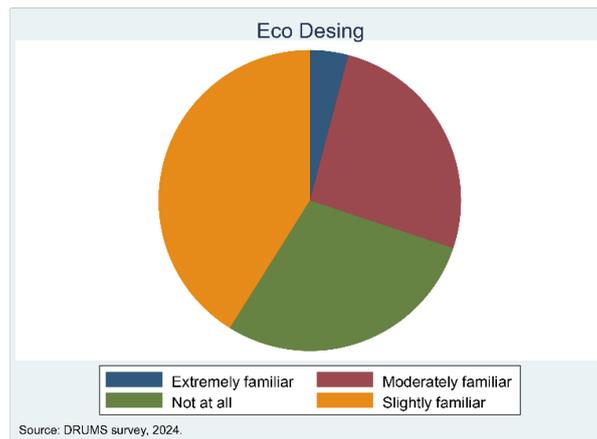


Figure 7: Niveau de familiarité avec le design circulaire

Voici les résultats pour chacune des compétences des deux questions, 8 et 9, présentées simultanément. Les graphiques à barres orange correspondent aux résultats de la question 8, tandis que les graphiques à barres bleues représentent les résultats de la question 9.

8. Parmi les compétences suivantes, évaluez l'importance que vous pensez qu'elles sont pour votre carrière éducative et professionnelle. Être 1 Pas important du tout et 10 Très important.

9. Pensez-vous qu'il manque des compétences suivantes dans le programme de formation ou dans votre ministère ? Être 1 fortement manquant et 10 fortement intégré.

Interface utilisateur

En ce qui concerne l'importance accordée à l'interface utilisateur (UI), nous trouvons une variété d'opinions. Les 29,66 % des personnes interrogées considèrent que la connaissance de l'interface utilisateur est très importante (notes de 8 à 10). Les notes modérées (4-7) montrent un certain alignement, 40,68 % considérant le sujet comme modérément important, et 29,66 % déclarant qu'il n'est pas pertinent pour eux (note 1-3). En revanche, 68,97 % pensent que leurs programmes académiques ne couvrent pas ce sujet (notes de 1 à 5).

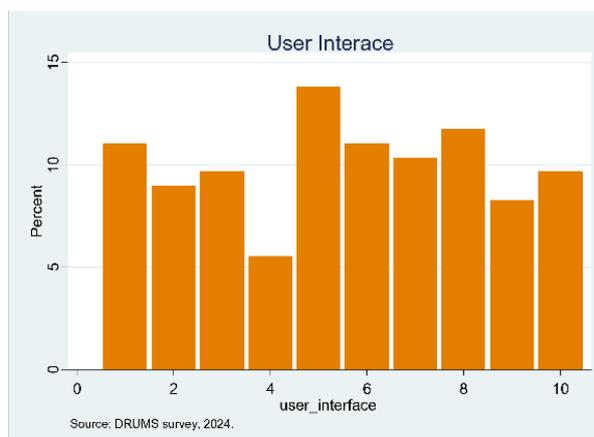


Figure 8: Niveau d'importance de l'interface utilisateur

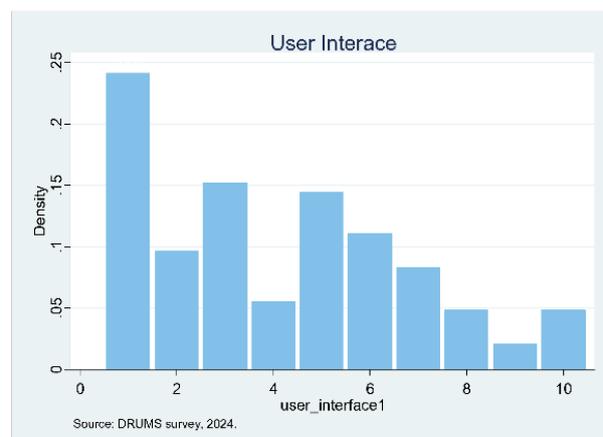


Figure 9: Écart de contenu pour l'interface utilisateur

Robotique

Une majorité de personnes interrogées (56,25 %) considèrent que les connaissances en robotique sont d'une grande importance (notes de 7 à 10). En revanche, seulement 28,47 % croient que leurs programmes universitaires offrent une couverture étendue de ce sujet (notes de 7 à 10).

Les données révèlent un écart évident entre l'importance accordée par les répondants à la connaissance de la robotique et son intégration dans leurs programmes scolaires. Alors qu'une majorité la considère comme très importante, moins d'un tiers estiment qu'elle est suffisamment couverte dans leurs études. Comblar cette lacune pourrait améliorer la pertinence et l'applicabilité des programmes d'études afin de mieux répondre aux attentes et aux besoins des étudiants.

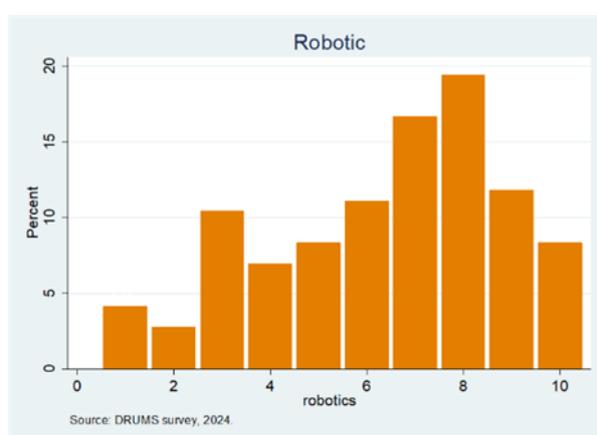


Figure 10: Niveau d'importance pour la robotique

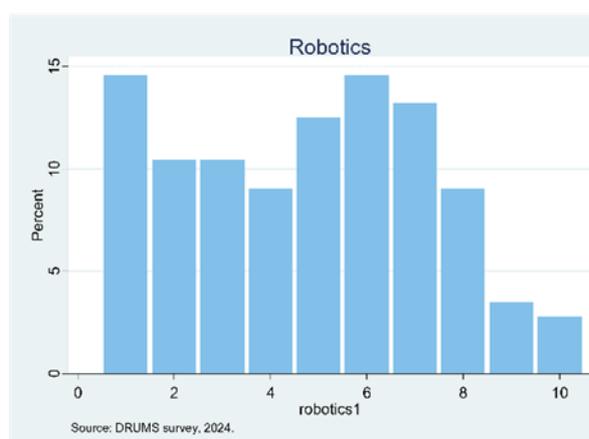


Figure 11: Manque de contenu pour la robotique

Internet des objets

Les données indiquent que la connaissance de l'Internet des objets (IoT) est très appréciée par la majorité des répondants, 67,36 % évaluant son importance entre 7 et 10. Cela met en évidence une forte reconnaissance de la pertinence de l'IoT dans l'éducation et le développement professionnel contemporains.

Contrairement à son importance perçue, seulement 28,87 % des personnes interrogées (note de 7 à 10) estiment que leurs programmes universitaires offrent une couverture étendue des connaissances de l'IoT. Cela suggère un écart important entre ce qui est considéré comme important et ce qui est enseigné.

Pour mieux aligner les offres académiques sur les attentes des étudiants et les demandes changeantes de la main-d'œuvre, les établissements d'enseignement pourraient envisager d'améliorer leurs programmes d'études pour inclure une couverture plus complète et plus approfondie des concepts et applications IoT.

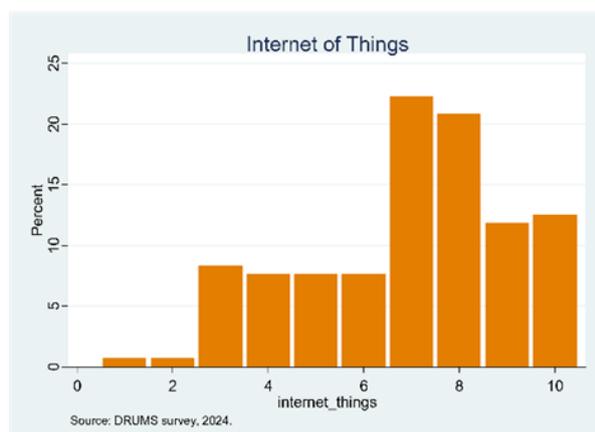


Figure 12: Niveau d'importance pour l'IoT

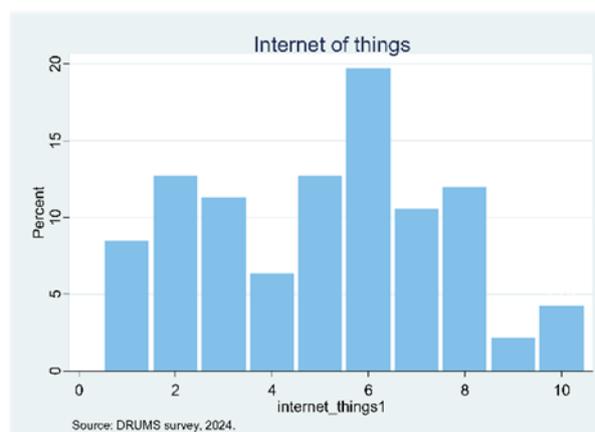


Figure 13: Manque de contenu pour l'IoT

Apprentissage automatique

Les données montrent que les connaissances en apprentissage automatique (ML) sont très appréciées par les répondants, 60,27 % d'entre eux évaluant son importance entre 7 et 10.

Cependant, seulement 29,66 % des personnes interrogées estiment que leurs programmes académiques offrent une couverture étendue de ce sujet. En outre, 38,61 % des personnes interrogées ont estimé que la présence de contenu d'apprentissage automatique dans leurs programmes d'études était minime (1-3). En comblant cette lacune, on pourrait mieux préparer les étudiants à l'importance croissante de ces technologies dans divers domaines.

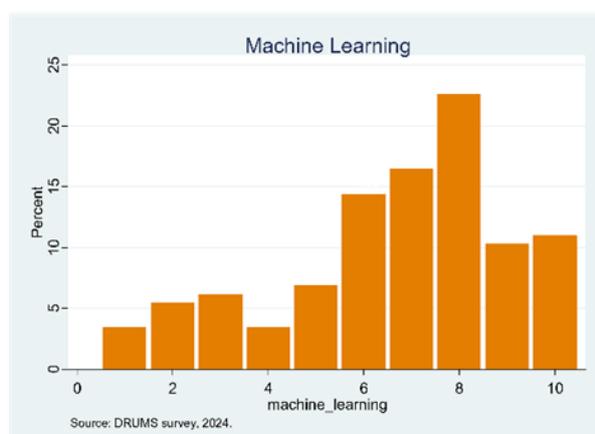


Figure 14: Niveau d'importance pour le ML

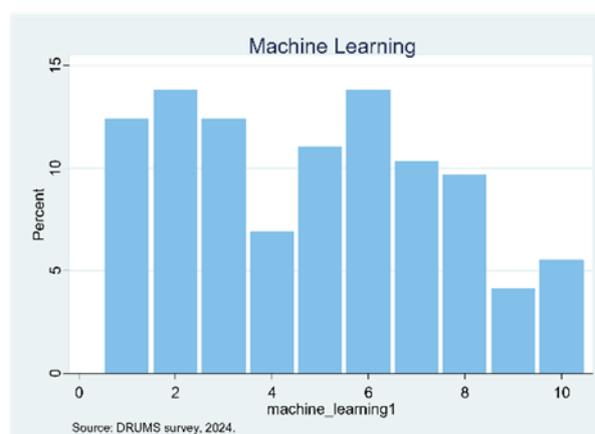


Figure 15: Écart de contenu pour le ML

Intelligence artificielle

Les données montrent que les connaissances en IA sont très appréciées par les répondants, 59,30 % d'entre eux évaluant son importance entre 7 et 10. Cela souligne une forte reconnaissance de l'importance de l'IA.

Ces résultats révèlent que seulement 19,32 % des répondants estiment que leurs programmes académiques couvrent largement les connaissances en IA, tandis qu'une proportion nettement plus importante (49,65 %) estime que sa présence est minime. Cela indique un écart substantiel entre ce qui est considéré comme important et ce qui est enseigné. Ces résultats

mettent en évidence un manque important d'éducation complète sur ce sujet dans les programmes académiques actuels.

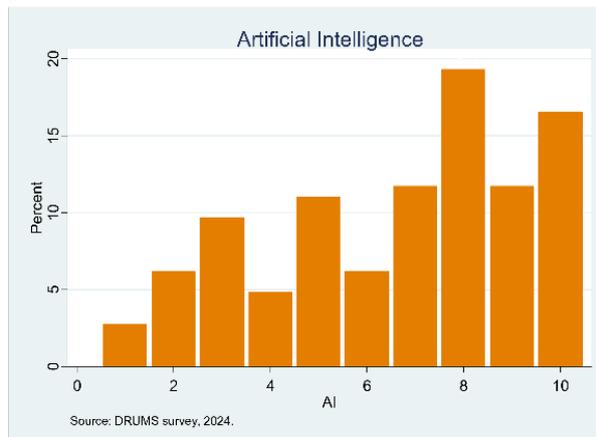


Figure 16: Niveau d'importance pour l'IA

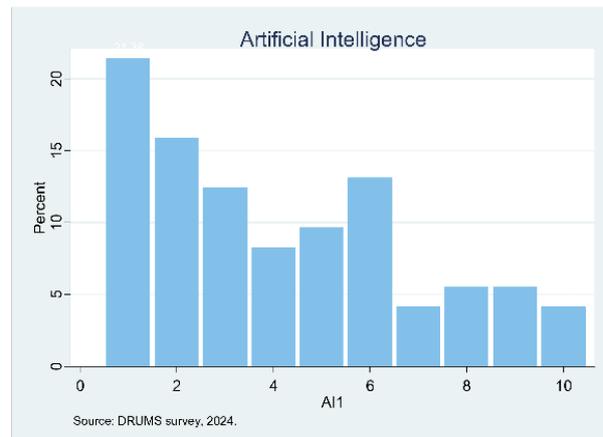


Figure 17: Écart de contenu pour l'IA

Cloud Computing et Blockchain

Les données montrent que les connaissances en matière de Cloud Computing et de Blockchain (CCB) sont modérément valorisées par les répondants, 36,62 % évaluant leur importance entre 7 et 10. Cela suggère une légère reconnaissance de la pertinence de ces technologies dans le système éducatif.

50,00 % des personnes interrogées ont estimé que la présence de l'informatique en nuage et des connaissances sur la blockchain dans leurs programmes d'études était minime (1-3).

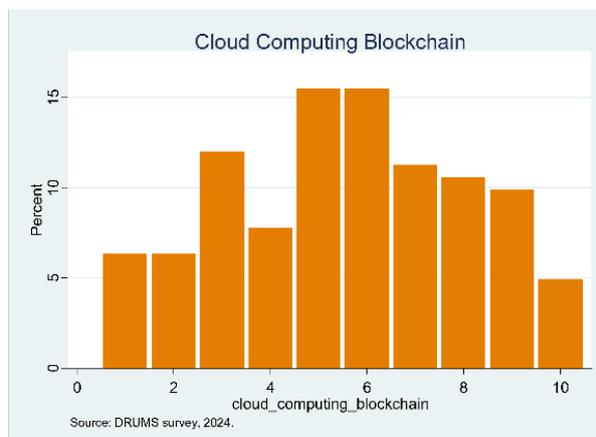


Figure 18: Niveau d'importance pour le CCB

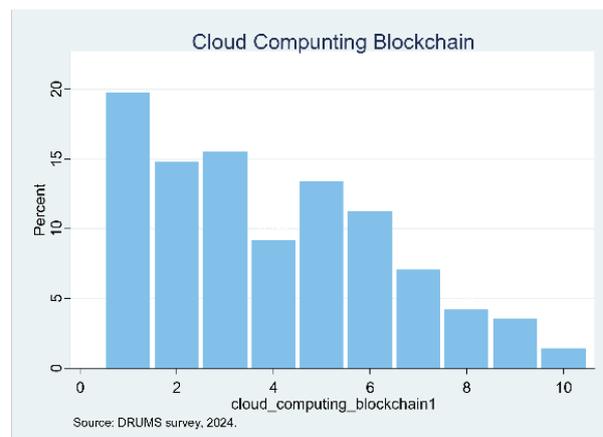


Figure 19: Écart de contenu pour le CCB

Économie circulaire

Les données montrent que les connaissances en matière d'économie circulaire sont très appréciées par les répondants, 50,68 % d'entre eux évaluant son importance entre 7 et 10. Cela suggère une reconnaissance de la pertinence de l'économie circulaire.

Malgré l'importance accordée aux connaissances sur l'économie circulaire, seulement 25,52 % des personnes interrogées estiment que leurs programmes académiques couvrent largement ce sujet, et 37,94 % des personnes interrogées ont estimé que la présence des

connaissances en économie circulaire dans leurs programmes était minime (1-3). Cela indique un écart important entre ce qui est considéré comme important et ce qui est enseigné.

L'enquête met en évidence un décalage évident entre l'importance perçue des connaissances sur l'économie circulaire et leur présence relativement insuffisante dans les programmes universitaires. En comblant cette lacune, on pourrait mieux préparer les étudiants à l'importance croissante des pratiques durables dans diverses industries.

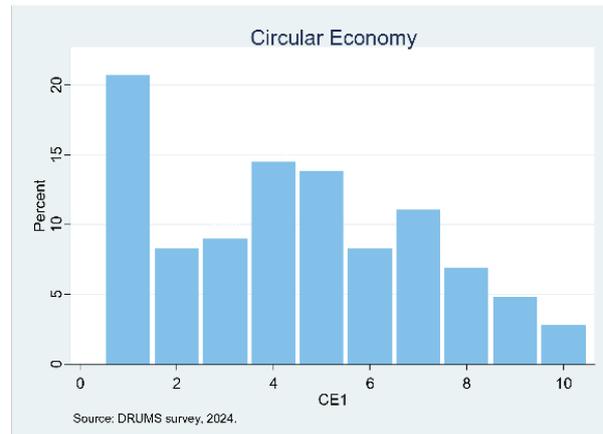
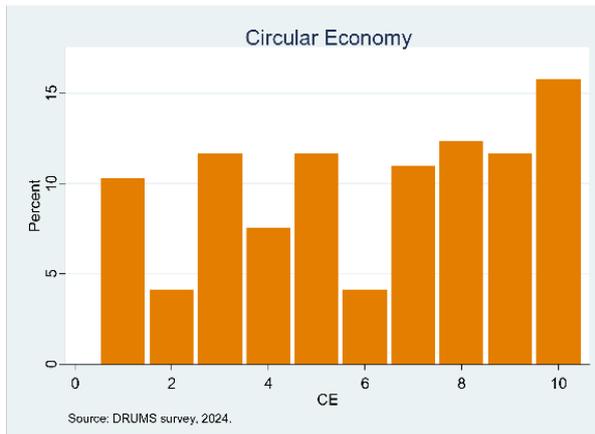


Figure 20: Niveau d'importance pour l'EC

Figure 21: Écart de contenu pour l'EC

Conclusions

Les résultats de l'enquête révèlent un fort consensus sur l'importance de la formation aux technologies émergentes, une grande majorité la trouvant bénéfique. Les personnes interrogées de différents pays soutiennent massivement la transition écologique et numérique dans l'industrie manufacturière. Cependant, il existe des écarts notables entre l'importance accordée à des compétences spécifiques, telles que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique, et leur intégration dans les programmes académiques. Cet écart souligne la nécessité pour les établissements d'enseignement d'aligner leurs programmes sur les exigences de la main-d'œuvre moderne.

4. Résultats de l'entretien

Ce document présente les résultats de dix entretiens menés entre mai et juillet 2024 dans les pays membres du consortium afin d'évaluer l'intégration de technologies de pointe telles que l'intelligence artificielle (IA), la robotique et les deep tech dans les pratiques éducatives et industrielles. Les discussions ont porté sur le besoin croissant de formation pratique, les défis associés à l'intégration d'innovations de pointe et la pertinence de la durabilité par le biais des principes de l'économie circulaire. Ces informations révèlent l'état actuel des programmes d'enseignement et des pratiques industrielles, mettant en évidence les lacunes et les possibilités d'amélioration dans l'éducation technologique et environnementale et sur les lieux de travail.

Les résultats de nombreux pays suggèrent l'importance croissante de l'intégration de technologies de pointe comme l'IA, la robotique et les technologies profondes dans les programmes éducatifs, en particulier lorsqu'il s'agit de formation et de matériel plus pratique. Cependant, il existe encore un écart notable dans la fourniture d'une formation adéquate dans ce domaine, la plupart de l'enseignement existant étant principalement axé sur la robotique.

« Nous n'avons pas encore beaucoup de matériel de formation dans ce domaine, nous pouvons donc voir qu'il y a un besoin. »

« Nous n'avons qu'une formation professionnelle de 2 jours pour les robots Wittmann Battenfeld sur leur utilisation, leur programmation, etc., pour le travail quotidien à l'intérieur de la production »

De plus, la discussion met en évidence plusieurs défis clés liés à l'intégration de l'intelligence artificielle (IA), de la robotique et ainsi de suite dans l'industrie et la nécessité de se tenir au courant des dernières avancées de la recherche. Tout d'abord, il souligne l'importance de la formation continue des travailleurs, notamment en raison de l'évolution rapide des innovations technologiques dans ce domaine. Maintenir à jour les connaissances et les compétences des techniciens et des professionnels de l'industrie nécessite des efforts continus et des ressources importantes.

« L'un des principaux défis est de se tenir au courant des derniers résultats de recherche. Le domaine est très dynamique, avec de nouvelles percées qui se produisent régulièrement. Rester à jour nécessite des efforts et des ressources considérables, et s'assurer que nos employés sont toujours à jour est un défi permanent. »

De plus, le défi auquel les entreprises sont confrontées lorsqu'elles tentent de mettre en œuvre les changements structurels nécessaires à l'intégration de nouvelles technologies telles que l'IA est également noté. Ces changements nécessitent non seulement des investissements financiers considérables, mais aussi une adaptation des processus internes. Ce défi est encore plus grand pour les petites et moyennes entreprises (PME), qui disposent souvent de ressources et d'une flexibilité plus limitées que les grandes entreprises.

« Le plus grand défi, auquel je pense que tout le monde est confronté, est probablement de trouver des opportunités pour vraiment mettre en œuvre l'IA dans son domaine d'activité. »

« Je pense que depuis environ 10, 12 ou 14 ans, cela a commencé à être mis en œuvre, en particulier dans les grandes entreprises, dans les PME et les petites entreprises, c'est plus compliqué à mettre en œuvre en raison du coût impliqué, de l'investissement initial. »

Il est important de souligner que l'économie circulaire est reconnue comme un concept important dans divers secteurs et programmes éducatifs dans tous les pays. L'Espagne, l'Allemagne, la Croatie, l'Autriche et la France discutent toutes de l'intégration des principes de l'économie circulaire dans leurs programmes éducatifs ou leurs pratiques d'entreprise. Cela comprend une formation sur les pratiques durables, la gestion des déchets et la réutilisation et le recyclage des matériaux. Cependant, bien qu'ils reconnaissent l'importance du concept,

il existe toujours un consensus sur le fait qu'il faut beaucoup plus de sensibilisation et de formation pour mettre pleinement en œuvre et tirer parti des pratiques d'économie circulaire.

« Il est essentiel d'éduquer les travailleurs et les étudiants à l'économie circulaire. Il promeut des pratiques plus durables et contribue à réduire les impacts environnementaux. »

« Je suis sûr qu'il est encore nécessaire d'intensifier cela et de s'éloigner un peu de la pensée que je vois chez les techniciens, selon laquelle la protection du climat est le travail d'une dernière génération ou d'un autre cinglé et qu'ils doivent s'occuper du monde réel »

Il existe une préférence commune pour les méthodes d'apprentissage pratiques, pratiques et interactives. Dans la plupart des pays, il existe une préférence partagée pour les méthodes d'apprentissage pratiques et pratiques par rapport aux approches purement théoriques. Cela reflète une tendance éducative plus large vers l'apprentissage par l'expérience qui améliore l'engagement et la rétention des connaissances.

« Nos travailleurs préfèrent définitivement l'apprentissage pratique. Les méthodes pratiques et expérientielles sont les plus efficaces pour eux car elles permettent l'application immédiate de nouvelles connaissances et compétences, ce qui conduit à une meilleure rétention et à une meilleure compréhension. »

Dans la plupart des pays, les certificats sont généralement considérés comme précieux et servent de preuve de compétences. Alors que certaines personnes interrogées en Autriche et en Slovénie considèrent que les certificats sont importants pour les étudiants et appréciés par les employeurs, la perspective varie légèrement en France, où les certificats sont considérés comme cruciaux dans des domaines spécifiques (comme la sécurité) mais moins pour la culture générale, ou en Croatie, où l'on accorde plus d'importance à l'expérience pratique en matière d'employabilité.

« Nous reconnaissons les certificats de compétence, mais ils n'ont pas été un facteur décisif dans notre processus d'embauche jusqu'à présent. Bien que ces certifications indiquent l'engagement d'un candidat à apprendre, nous accordons une plus grande valeur à l'expérience pratique et à la capacité d'appliquer les connaissances dans des scénarios du monde réel. »

Conclusions

Les entretiens soulignent le besoin évident de programmes de formation et d'éducation plus complets dans les technologies émergentes comme l'IA et la robotique. Bien que de nombreuses industries reconnaissent l'importance de ces innovations, en particulier les grandes entreprises, les petites et moyennes entreprises (PME) sont souvent confrontées à des obstacles tels que des coûts élevés et des ressources limitées. En outre, il existe un consensus partagé sur la nécessité de promouvoir les pratiques d'économie circulaire, bien que davantage de formation et de sensibilisation soient nécessaires. Dans tous les pays, la préférence pour les méthodes d'apprentissage pratique est évidente, car elle conduit à une meilleure rétention et à une meilleure application des compétences. Les certificats, bien qu'ils

aient des valeurs différentes d'une région à l'autre, sont généralement considérés comme importants, en particulier lorsqu'ils sont associés à une expérience pratique.

5. Théories de l'apprentissage

Comprendre comment les étudiants apprennent est crucial pour concevoir des expériences éducatives efficaces, en particulier dans des domaines tels que la deep tech, la robotique, l'IA, la fabrication et la durabilité, où l'apprentissage pratique est essentiel. Deux théories d'apprentissage dominantes qui informent les directives didactiques modernes sont le constructivisme et l'approche d'enseignement cognitif de Bloom et Krathwohl.

5.1 Constructivisme

Le constructivisme considère l'apprentissage comme le processus par lequel les apprenants en viennent à construire leur propre compréhension et connaissance du monde par l'expérience et la réflexion sur cette expérience. Cette théorie de l'apprentissage postule que les gens ne sont pas des destinataires passifs de connaissances, mais qu'ils construisent activement de nouvelles idées basées sur leurs connaissances actuelles. Le constructivisme soutient l'expérimentation pratique avec des technologies émergentes dans des contextes liés à la deep tech, à la robotique, à l'IA, à la fabrication et à la durabilité pour s'engager avec les étudiants par une interaction directe avec ces technologies en concevant et en prototypageant des solutions réelles dans chacun de ces domaines. L'accent est mis sur l'apprentissage par problèmes par la résolution de problèmes réels qui exigent des solutions innovantes et respectueuses de l'environnement, en développant la pensée critique grâce à des compétences complexes en résolution de problèmes. Les projets collaboratifs tiennent compte de la nécessité d'une orientation d'équipe, y compris des affectations en équipe liées aux aspects industriels des pratiques de fabrication et au développement durable. L'utilisation de la pédagogie constructiviste garantit également la création d'un environnement d'apprentissage dynamique pour préparer les élèves en tant qu'innovateurs et adoptants dans des sphères de travail de haute technologie en évolution rapide, en équilibrant les intérêts économiques et environnementaux.

5.2 Approche pédagogique du cognitivisme par Bloom & Krathwohl

La taxonomie de Bloom révisée par David Krathwohl fournit un modèle hiérarchique qui peut être utilisé pour classer les différents niveaux d'apprentissage cognitif, qui comprennent la connaissance, la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse et l'évaluation, et peut être appliqué par les éducateurs pour élaborer des programmes et des évaluations axés sur le développement de compétences de réflexion d'ordre supérieur. Il comprend six catégories : Souvenir, Comprendre, Appliquer, Analyser, Évaluer et Créer. La mise en œuvre d'une telle stratégie dans l'enseignement de matières fondamentales telles que la deep tech, la robotique, l'IA, la fabrication et la durabilité nécessite l'élaboration d'un programme d'études qui comprend des formats de cours qui commencent par des connaissances rudimentaires jusqu'aux capacités d'évaluation et de création les plus avancées, sous la direction de chaque niveau de compétence cognitive. Différentes méthodes d'évaluation sont appliquées : des quiz variés, des projets, des présentations et des examens qui nécessitent différents niveaux de cognition : la récupération de la mémoire ainsi que l'application et la synthèse des connaissances, ce qui est particulièrement important lorsqu'il s'agit de créer des approches de

fabrication durables et centrées sur l'humain. Les méthodes d'enseignement adaptatives adaptent les leçons aux différentes capacités cognitives des élèves, donnant aux élèves avancés la possibilité d'étudier des niveaux de taxonomie plus complexes. Le développement des compétences est prioritaire, en mettant l'accent sur la pensée critique, la créativité et la sensibilisation aux pratiques durables, en plus de la maîtrise technique de la robotique et de l'IA. Cela aide les élèves à développer des capacités de prise de décision qui établissent un équilibre entre les préoccupations sociétales et environnementales et l'innovation technologique, les préparant à des rôles de leadership. Les enseignants s'assurent que les élèves acquièrent les compétences générales nécessaires pour réussir dans des industries qui combinent des technologies de pointe avec des méthodes de fabrication respectueuses de l'environnement en utilisant l'approche d'enseignement cognitif de Bloom et Krathwohls.

6. Élèves ayant des difficultés d'apprentissage

6.1 Types de handicaps

Déficience intellectuelle: Fait référence à des limitations du fonctionnement cognitif et des capacités d'adaptation, telles que la communication, la résolution de problèmes et la gestion de la vie quotidienne. Les exemples courants incluent le syndrome de Down ou les retards de développement.

Handicap sensoriel: Affecte un ou plusieurs sens, tels que la vision ou l'ouïe. Il s'agit par exemple de la cécité, de la basse vision, de la surdité ou de la perte auditive, qui affectent la façon dont une personne perçoit son environnement.

Handicap physique: Affecte la mobilité ou les fonctions motrices d'une personne. Il peut être causé par des affections telles que des lésions de la moelle épinière, la paralysie cérébrale, la dystrophie musculaire ou des amputations, ce qui rend difficile l'exécution de tâches physiques ou les déplacements.

Handicap organique: Se rapporte à des affections chroniques affectant les organes internes, comme l'épilepsie, le diabète ou les maladies cardiaques, où les dysfonctionnements internes ont un impact sur les activités quotidiennes.

6.2 Autres difficultés d'apprentissage

Dyslexie: est un trouble d'apprentissage qui affecte la lecture. Les personnes dyslexiques ont des difficultés à lire couramment et sans erreurs. Ils peuvent également avoir des difficultés à comprendre la lecture, l'orthographe et l'écriture. Cependant, ces défis ne sont pas liés à l'intelligence de l'individu.

Dyscalculie: est un trouble d'apprentissage qui affecte les capacités mathématiques. Les personnes atteintes de dyscalculie peuvent avoir du mal à comprendre les nombres, à effectuer des calculs de base et à saisir les concepts mathématiques. Cela peut rendre difficiles des tâches telles que la lecture de l'heure, la manipulation de l'argent ou la mesure, mais, dans le cas de la dyslexie, elle n'est pas liée à l'intelligence.

Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDAH): est un trouble neurodéveloppemental qui affecte la concentration, la maîtrise de soi et la régulation des impulsions. Les personnes atteintes de TDAH peuvent avoir des difficultés à être attentives, à rester organisées, à suivre des instructions ou à rester assises. La maladie peut toucher à la fois les enfants et les adultes et se caractérise souvent par des symptômes d'inattention, d'hyperactivité et d'impulsivité, mais son intensité varie d'une personne à l'autre.

6.3 Détection, intervention et adaptation.

Si un élève présente des signes de déficience, l'enseignant doit, si possible, identifier la déficience sous-jacente afin d'adapter l'enseignement à l'élève concerné.

Lors de l'enseignement, il est important que l'enseignant implique les camarades de classe et crée une compréhension de la nécessité de prendre en considération. Dans le cas de

déficiences intellectuelles, sensorielles ou physiques, une attention particulière devrait être accordée à l'élève concerné en faisant intervenir un spécialiste de l'éducation approprié dans les cours et en l'accompagnant dans la vie quotidienne de l'école. L'accès à la salle de classe ainsi qu'au matériel et aux concepts pédagogiques utilisés doivent être conçus de manière à être accessibles dès le départ.

Les élèves atteints de dyscalculie peuvent être aidés, par exemple, en lisant ensemble le matériel pédagogique à haute voix ou en créant une atmosphère ouverte pour poser des questions en cas de problèmes de compréhension.

Les élèves atteints de TDAH peuvent être aidés en rendant les leçons interactives et pratiques afin qu'ils soient constamment stimulés cognitivement. Afin d'aider les élèves à organiser le contenu de leur travail, il est conseillé d'effectuer des travaux de groupe et d'augmenter la volonté d'aide de l'enseignant.

7. Programme de formation

Ce programme de formation s'inscrit dans le cadre d'un guide complet qui met l'accent sur l'intégration des technologies de pointe dans le cadre de la fabrication centrée sur l'humain. Chaque session est méticuleusement conçue pour couvrir des sujets essentiels tels que l'industrie 5.0, les principes de l'économie circulaire et l'application de la robotique, de l'intelligence artificielle et de la deep tech dans les processus de fabrication. Avec une approche structurée qui combine connaissances théoriques et compétences pratiques, le programme vise à améliorer la compréhension des pratiques durables et des technologies innovantes.

N° de séance	Titre	Durée (heures)	Matériaux/Outils
1	Introduction et aperçu	2	Manuel et documents de référence : aperçu de DRUMS et de la Deep Tech
2	Fabrication	5	Manuel et matériaux de base : Techniques de fabrication
			Manuel et outils : Procédés de fabrication avancés
3	Économie circulaire	6	Manuel et documents de référence : Concepts d'économie circulaire
			Manuel et outils : Pratiques de fabrication durables
4	Intelligence artificielle	6	Manuel et documents de référence : L'IA dans l'industrie
			Manuel et outils : Applications de l'IA pour la durabilité
5	Robotique	6	Manuel et documents de base : la robotique dans la fabrication
			Manuel et outils : Techniques d'automatisation
6	Technologie profonde	5	Manuel et documents de base : Présentation de Deep Tech
			Manuel et outils : Intégration de technologies avancées

8. Plan de séance et recommandations pédagogiques

8.1 Module 1 : Introduction

Introduction
Durée proposée : 2 heures
Contenu et objectifs
<p>Ce module d'introduction constitue une base essentielle à la compréhension du projet DRUMS. L'accent sera mis sur les principes de la fabrication centrée sur l'humain, l'importance de l'industrie 5.0 et le rôle des technologies de pointe telles que la robotique, l'IA et les technologies profondes dans l'avenir de la fabrication. Il présentera également les pratiques de durabilité et les stratégies d'économie circulaire comme thèmes centraux dans le cadre de l'innovation manufacturière.</p>
Table des matières potentielles (non exhaustive)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction à la batterie et à l'industrie 5.0. ▪ Vue d'ensemble du projet DRUMS : objectifs, portée et impact. ▪ Principes de l'industrie 5.0 : un changement par rapport à l'industrie 4.0 avec un accent sur la fabrication centrée sur l'humain et durable. ▪ Technologies clés de la fabrication moderne. ▪ Introduction à la deep tech, à l'IA et à la robotique : définition des termes. ▪ Application de ces technologies dans le processus de fabrication : exemples concrets. ▪ Tendances émergentes et innovations dans le domaine des technologies profondes ▪ Durabilité et économie circulaire dans l'industrie manufacturière. ▪ Le rôle des principes de l'économie circulaire dans la fabrication durable. ▪ Comment la technologie soutient la durabilité : de l'efficacité énergétique à la réduction des déchets. ▪ Études de cas illustrant l'intégration réussie de pratiques durables dans les industries de haute technologie.
Objectifs potentiels (non exhaustifs)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprendre les objectifs fondamentaux de l'industrie 5.0 et son approche de la fabrication centrée sur l'humain.

- Définir les termes clés liés à la deep tech, à la robotique et à l'IA dans le contexte de l'industrie manufacturière.
- Reconnaître l'importance de la durabilité dans les processus de production modernes.
- Déterminer comment les progrès technologiques peuvent soutenir la transition vers une économie circulaire.

Acquis d'apprentissage potentiels (non exhaustif)

Connaissances potentielles (non exhaustives)

Les apprenants acquerront une compréhension fondamentale du rôle de la deep tech dans l'industrie 5.0, y compris la façon dont l'IA, la robotique et les pratiques de durabilité remodelent la fabrication

Compétences potentielles (non exhaustives)

Les apprenants seront en mesure de discuter des avantages de ces technologies et d'identifier leurs applications dans différents environnements de fabrication

Compétences potentielles (non exhaustives)

Les apprenants seront en mesure d'analyser de manière critique le rôle des approches centrées sur l'humain dans les pratiques industrielles modernes, en liant l'innovation technologique à la durabilité

Scénarios d'apprentissage facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Sans objet

Recommandations et soutien didactiques facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Engagement avec des exemples du monde réel

- **Recommandation** : Utilisez des études de cas pratiques et des exemples d'applications réelles pour rendre plus pertinents des concepts abstraits tels que « l'industrie 5.0 » et la « deep tech ».
- **Soutien** : Fournir des études de cas qui montrent comment les entreprises intègrent actuellement des approches centrées sur l'humain, la deep tech et la durabilité dans leurs processus de fabrication. Il peut s'agir, par exemple, d'usines intelligentes utilisant l'IA et la robotique ou d'entreprises adoptant des modèles d'économie circulaire.
- **Exemple** : Racontez l'histoire d'une usine qui a mis en œuvre des systèmes de maintenance prédictive basés sur l'IA pour réduire le gaspillage et les temps d'arrêt, en veillant à ce que les opérateurs humains restent au cœur de la prise de décision.

Utilisation de visuels et de médias interactifs

- **Recommandation** : Tirez parti des ressources multimédias telles que les vidéos, les infographies et les présentations interactives pour expliquer des sujets complexes tels que la robotique et l'IA.
- **Soutien** : créez ou organisez des vidéos de haute qualité qui démontrent les applications pratiques de ces technologies dans la fabrication. Incluez des explications visuelles de concepts tels que l'économie circulaire et son lien avec les innovations deep tech.
- **Exemple** : utilisez une vidéo pour montrer un processus de fabrication intelligent dans lequel les humains et les robots collaborent pour améliorer l'efficacité et la durabilité.

Exercices optionnels (suggestions, non exhaustives)

- **Quiz** : Un court quiz sur les termes et principes clés liés à l'industrie 5.0 et à la deep tech.
- **Discussion de groupe** : Les équipes discuteront et présenteront les applications potentielles de la deep tech et de la robotique dans la création d'un processus de fabrication durable.
- Répartissez les élèves en différents groupes. Chaque groupe se voit attribuer une industrie différente (p. ex., automobile, électronique, fabrication de meubles). Les groupes doivent rechercher et présenter comment les approches centrées sur l'humain, telles que le bien-être des travailleurs ou l'amélioration de l'ergonomie, pourraient être intégrées aux technologies de pointe (IA, robotique) dans leur secteur d'activité.

Évaluation (suggestions, non exhaustives)

Sans objet

Matériaux de base/outils facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Document sommaire du projet** : Faites un bref aperçu des objectifs, des technologies clés et des résultats attendus du projet.
- **Vidéo d'introduction à l'industrie 5.0** : utilisez une vidéo expliquant la transition vers une fabrication durable et centrée sur l'humain.
- **Documents d'études de cas sur les applications de la deep tech** : utilisez des exemples d'utilisations réelles de l'IA et de la robotique pour améliorer l'efficacité et la durabilité de la fabrication

8.2 Module 2 : Fabrication

Fabrication

Durée proposée : 5 heures

Contenu et objectifs

Ce module fournit une présentation complète du secteur manufacturier, des types d'industries et de processus manufacturiers, des systèmes de fabrication et de leur flux de travail. Il se concentre également sur le contrôle de la qualité et son assurance dans le secteur manufacturier. Le cours permet aux étudiants d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur la technologie de fabrication intelligente et les aspects de l'automatisation selon les principes de l'industrie 4.0

Table des matières possible (non exhaustive)

- Introduction à la fabrication
- Types d'industries et de processus manufacturiers
- Systèmes de fabrication et flux de travail
- Contrôle et assurance de la qualité
- Technologie et automatisation

Objectifs possibles (non exhaustifs)

- Fournir une compréhension approfondie du secteur manufacturier
- Comprendre les types d'industries et de procédés manufacturiers
- Acquérir des connaissances approfondies sur les systèmes de fabrication et le flux de travail
- Fournir les meilleures pratiques en matière de contrôle de la qualité et d'assurance
- Découvrez des études de cas sur les meilleures pratiques en matière d'amélioration de la qualité
- Comprendre le rôle de l'automatisation et de la robotique dans la fabrication
- Découvrez l'importance de l'industrie 4.0 et de la technologie de fabrication intelligente

Acquis d'apprentissage potentiels (non exhaustif)

Connaissances potentielles (non exhaustives)

- Comprendre le secteur manufacturier et son importance
- Comprendre les types d'industries et de processus manufacturiers
- Acquérir des connaissances approfondies sur les systèmes de fabrication et le flux de travail

- Découvrez les meilleures pratiques en matière de contrôle de la qualité et les études de cas sur les meilleures pratiques en matière d'amélioration de la qualité
- Comprendre le rôle de l'automatisation et de la robotique dans la fabrication
- Reconnaître l'importance de l'industrie 4.0 et de la technologie de fabrication intelligente

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Compétences en résolution de problèmes dans le secteur manufacturier
- Compétences en contrôle de la qualité
- Compétences numériques

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Distinguer les types d'industries et de procédés manufacturiers
- Analyser différentes techniques de fabrication
- Analyser l'efficacité énergétique et la réduction des déchets dans le secteur manufacturier
- Collaborer à la planification et à la conception du système de fabrication avec un flux de travail adéquat
- Mettre en œuvre le contrôle de la qualité dans le secteur manufacturier
- Contribuer aux discussions sur le rôle de l'automatisation et de la robotique dans le secteur manufacturier
- Utilisation réfléchie de la technologie de fabrication intelligente conformément aux directives de l'industrie 4.0

Scénarios d'apprentissage facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Analyse d'études de cas : analysez différentes études de cas d'entreprises de production ou d'industries qui ont mis en œuvre avec succès des solutions d'automatisation et de robotique dans leurs lignes de production. Ces études de cas pourraient couvrir un large éventail de domaines de production différents, où l'industrie manufacturière intelligente pourrait être mise en œuvre conformément à l'industrie 4.0.

Visites sur le terrain : organisez des visites sur le terrain auprès d'entreprises de production locales ou d'industries qui ont réussi à améliorer leur processus de fabrication en augmentant le niveau d'automatisation et de robotique pour stimuler la productivité. Il peut s'agir de visites de centres de R&D industriels, de lignes de fabrication qui ont augmenté leur niveau de productivité.

Recommandations et soutien didactiques facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Intégrez l'apprentissage basé sur des cas :

- **Recommandation** : études de cas d'utilisation d'entreprises manufacturières qui ont mis en œuvre avec succès des technologies d'automatisation, de robotique et d'industrie 5.0.
- **Soutien** : fournir aux élèves des documents de base sur des industries manufacturières spécifiques où l'automatisation, la robotique et les concepts de l'industrie 5.0 sont appliqués, et les encourager à analyser comment ces stratégies ont été mises en œuvre et leurs avantages pour une meilleure productivité.
- **Exemple** : des cas d'utilisation comme AUDI, VW, etc. passent à l'augmentation de la productivité de la construction automobile ou d'entreprises manufacturières similaires qui ont investi dans l'automatisation, la robotique et les solutions de l'industrie 4.0.

Encouragez la participation active et la collaboration de groupe :

- **Recommandation** : structurer les activités de groupe où les étudiants collaborent à des projets de résolution de problèmes tels que la conception de lignes de fabrication avec des solutions d'automatisation améliorées, l'intégration de robots et la mise en œuvre de solutions de l'industrie 4.0.
- **Soutien** : fournir des directives et des attentes claires pour le travail de groupe, ainsi que des outils (comme l'outil logiciel de simulation d'usine Siemens, des simulateurs robotiques...) qui les aideront dans l'exécution de leur projet.
- **Exemple** : demandez aux élèves de travailler en équipe pour créer une chaîne de fabrication améliorée pour une entreprise fictive, en utilisant des données réelles sur le flux de travail et les paramètres de production, et des temps de production réalistes.

Utilisez les laboratoires pratiques pour le développement des compétences :

- **Recommandation** : inclure des ateliers pratiques où les étudiants peuvent appliquer les concepts de l'automatisation, de la robotique et de l'industrie 4.0 dans des environnements pratiques, tels que la conception de lignes de fabrication à l'aide d'outils de simulation d'usine Siemens pour évaluer et évaluer les temps de production de produits ou de processus de fabrication spécifiques.
- **Assistance** : donner accès à la simulation d'usine, à la simulation de robot et à des logiciels similaires, ainsi qu'aux listes de contrôle des équipements d'automatisation et de robotique, aux listes de capteurs critiques, aux tableaux de production, etc.
- **Exemple** : un exercice de laboratoire où les élèves évaluent la productivité d'une chaîne de production tout en produisant des pièces données (par exemple, des phares de voiture) à l'aide d'un logiciel Siemens, puis redessinent la chaîne de production afin d'augmenter la productivité.

Lier la théorie aux technologies émergentes :

- **Recommandation** : Montrez aux élèves comment les concepts de fabrication sont améliorés par l'utilisation de technologies émergentes comme la robotique, l'intelligence artificielle (IA) et les technologies profondes. Encouragez-les à explorer comment ces technologies peuvent optimiser le processus de fabrication de manière à stimuler davantage le recyclage, la gestion des déchets et à augmenter la productivité.
- **Soutien** : fournir des ressources sur les derniers développements technologiques et leur rôle dans les stratégies de fabrication. Incluez des conférences invitées comme par exemple des experts de l'industrie ou des vidéos et des rapports sur la façon dont l'I4.0, l'automatisation, l'IA et la robotique sont utilisés dans les usines intelligentes.
- **Exemple** : démontrer comment l'industrie 4.0 peut améliorer le processus de fabrication, améliorer la maintenance prédictive et augmenter la productivité des machines de production en tenant compte également des pratiques de durabilité dans les processus de production (par exemple, la fabrication verte).

Favoriser la pensée critique et la réflexion :

- **Recommandation** : encourager les étudiants à analyser de manière critique les avantages et les défis de l'application de l'automatisation et des solutions robotiques dans le secteur manufacturier par le biais de discussions et d'exercices de réflexion. Les étudiants doivent tenir compte des limites du monde réel, telles que les défis techniques et de sécurité, la préparation au marché et les obstacles à l'adoption de la technologie.
- **Soutien** : proposez des pistes de discussion et des questions de réflexion dans les débats en classe ou avec des exercices où les élèves réfléchissent à la faisabilité de la mise en œuvre de solutions d'automatisation et de robotique dans différentes industries manufacturières.
- **Exemple** : une discussion en classe sur les défis de la fabrication sur la façon de mettre en œuvre l'automatisation, la robotique et les solutions I4.0 pour favoriser une transition en douceur d'une faible maturité technologique des lignes de fabrication vers une fabrication plus moderne, plus intelligente et plus productive.

Fournir une rétroaction et une évaluation continues :

- **Recommandation** : tout au long du module, donnez aux étudiants un retour d'information en temps opportun sur leur travail, en particulier sur leur compréhension et leur application de l'automatisation, de la robotique et des solutions de l'industrie 4.0 dans le monde de la fabrication dans le cadre de travaux et de projets.
- **Soutien** : utilisez des rubriques pour évaluer les projets, les laboratoires et les activités de groupe en fonction de critères tels que l'adoption de solutions d'automatisation, la robotique, l'IA, la deep tech et l'alignement avec les normes de l'industrie 4.0. Planifiez des réunions individuelles ou fournissez des commentaires détaillés pour aider les élèves à s'améliorer.

- **Exemple** : offrir une rétroaction personnalisée sur la modernisation de la chaîne de fabrication des étudiants, en mettant en évidence les forces et les points à améliorer en matière d'adoption de solutions d'automatisation, de robotique, d'IA et de technologies profondes pour améliorer la productivité.

Exercices optionnels (suggestions, non exhaustives)

Exercice 1. Amélioration de la conception de la ligne de fabrication :

- Les étudiants peuvent travailler en groupe sur différents exercices dans le secteur manufacturier, notamment sur les sujets suivants : réduction de la consommation de matériaux et d'énergie, augmentation de la productivité, adaptation des pratiques et techniques de fabrication durable (zéro défaut).
- Les étudiants évalueront ensuite les avantages de leurs approches à l'aide d'outils de simulation d'usine, de simulation robotique ou de tout autre logiciel similaire, et discuteront des défis et des avantages.

Exercice 2. Assurance de productivité accrue :

- Les équipes développent un concept de ligne de fabrication intelligente d'un processus en proposant différentes solutions d'automatisation et de robotique (augmentation du niveau d'automatisation et du nombre de robots) pour augmenter la productivité.
- Les équipes discutent des défis et des avantages des solutions proposées en cas d'application à l'industrie manufacturière réelle.

Exercice 3. Assurance qualité:

- Les étudiants conçoivent un système d'assurance qualité pour surveiller la qualité de la pièce produite pour une ligne de fabrication donnée.
- Présenter leur système de qualité proposé en mettant l'accent sur une meilleure traçabilité et un meilleur contrôle de la qualité de chaque pièce produite.

Évaluation (suggestions, non exhaustives)

- **Quiz** : évaluez les connaissances sur ce module à travers des quiz.
- **Projet final** : les étudiants proposent et développent un concept de ligne de fabrication intelligente avec un niveau d'automatisation accru, proposant un nombre adéquat de robots pour une ligne donnée, et ils peuvent introduire/justifier différentes solutions telles que l'IA, le ML, l'IoT, le Deep Teach pour créer une ligne de fabrication intelligente conformément aux directives de l'industrie 4.0 en préparant un rapport final ou une présentation.
- **Participation** : participation à des laboratoires pratiques, visites sur le terrain et discussions d'études de cas au sein du groupe.

Matériaux de base/outils facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Études de cas:** exemples concrets concrets sur une ligne de fabrication améliorée/numérisée réussie pour une production de pièces avec une productivité accrue en améliorant le niveau d'automatisation, l'intégration de la robotique et l'adoption de certaines technologies de fabrication intelligentes.
- **Comparaison avec la ligne de production conventionnelle.**

8.3 Module 3 : Économie circulaire

Économie circulaire

Durée proposée : 6 heures

Contenu et objectifs

Ce module fournit une exploration approfondie des principes, des réglementations, des stratégies, de la conception et des modèles d'affaires de l'économie circulaire. Il se concentre sur la manière dont les industries peuvent passer à la circularité en optimisant l'utilisation des ressources, en prolongeant le cycle de vie des produits et en réduisant les impacts environnementaux. Le cours permet aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires pour mettre en œuvre les concepts de l'économie circulaire dans des scénarios pratiques et pertinents pour l'industrie.

Table des matières possible (non exhaustive)

- Définitions et introduction : Pourquoi l'économie circulaire est nécessaire
- Fondements : bref aperçu des cadres réglementaires et des normes, réflexion sur le cycle de vie et évaluations de l'impact sur l'environnement, matières premières critiques
- Stratégies d'économie circulaire : de la maintenance prédictive au recyclage
- Conception circulaire : lignes directrices et processus de développement de produits pour la durabilité
- Modèles d'affaires circulaires : Développement de modèles d'affaires pour ralentir, rétrécir, intensifier et améliorer les cycles de vie des produits

Objectifs possibles (non exhaustifs)

- Comprendre la nécessité de l'économie circulaire (EC)
- Connaître les principaux règlements et normes
- Appliquer la réflexion sur le cycle de vie et l'analyse du cycle de vie (LCA-Screening)

- Explorer les stratégies d'économie circulaire
- Comprendre les principes de l'éco-conception
- Analyser les modèles d'affaires circulaires
- Lier l'économie circulaire aux technologies émergentes

Acquis d'apprentissage potentiels (non exhaustif)

Connaissances potentielles (non exhaustives)

- Comprendre les défis liés aux ressources à l'origine de la nécessité de stratégies d'économie circulaire (EC), y compris l'épuisement des ressources mondiales.
- Comprendre les principales réglementations telles que la directive sur l'écoconception, les normes ISO et les cadres de responsabilité élargie des producteurs qui régissent les pratiques de formation continue.
- Comprendre le rôle de l'analyse du cycle de vie (ACV) et de la pensée du cycle de vie dans l'évaluation des impacts environnementaux.
- Reconnaître l'importance des matières premières critiques dans le contexte de la circularité.
- Familiarisez-vous avec les stratégies d'économie circulaire, y compris l'utilisation des matériaux, la remise à neuf et la maintenance prédictive, et comment elles sont liées à des technologies telles que la robotique, l'IA et les technologies profondes.
- Comprendre les principes de l'éco-conception et comment la modularité et la conception circulaire influencent le processus de développement de produits.
- Découvrez les modèles d'affaires circulaires et leur application dans le partage, la location, la logistique inverse et la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Appliquez la pensée du cycle de vie et l'analyse du cycle de vie pour évaluer la durabilité des produits et des processus à un niveau de base.
- Utilisez des stratégies de maintenance prédictive et de remise à neuf pour trouver des idées pour prolonger la durée de vie du produit et améliorer l'efficacité des ressources.
- Mettre en œuvre les principes de base de l'éco-conception dans le développement de produits en mettant l'accent sur la modularité, la facilité de démontage et la recyclabilité.
- Développez des modèles commerciaux circulaires tels que le leasing, le paiement à l'utilisation, le logiciel en tant que service et les systèmes de logistique inverse.
- Analyser et créer des stratégies de logistique inverse et de gestion circulaire de la chaîne d'approvisionnement.

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Trouvez les phases les plus importantes du cycle de vie et trouvez des améliorations pour les processus et les produits circulaires.
- Collaborer à la conception de cycles de vie de produits durables et à l'application de stratégies d'économie circulaire.
- Contribuer aux discussions sur la gestion des ressources et la conformité réglementaire.
- Mettre en œuvre des modèles d'affaires circulaires qui s'alignent sur les normes de l'industrie et les exigences réglementaires.
- Utilisation réfléchie des matières premières critiques
- Optimisation des stratégies de produits en fin de vie telles que le tri automatique et le recyclage.

Scénarios d'apprentissage facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Analyse d'études de cas** : Analysez en principe des études de cas réels d'entreprises ou d'industries qui ont mis en œuvre avec succès des pratiques d'économie circulaire. Ces études de cas pourraient couvrir un large éventail de secteurs, du recyclage de l'électronique à la construction durable.
- **Visites sur le terrain** : Organisez des visites sur le terrain auprès d'entreprises ou d'industries locales qui ont mis en œuvre avec succès des pratiques d'économie circulaire. Il peut s'agir de visites de centres de recyclage, d'usines de reconditionnement ou d'entreprises dotées de chaînes d'approvisionnement durables.
- **Ateliers sur la conception circulaire et le prototypage** : Organisez des ateliers de conception pratiques où les étudiants créent des prototypes de produits conçus selon les principes de l'économie circulaire, tels que la modularité, les matériaux biodégradables ou la recyclabilité. Les étudiants peuvent expérimenter avec des outils simplifiés de dépistage par analyse du cycle de vie (ACV) et des outils de modèle d'entreprise circulaire, afin de développer des produits et des composants circulaires, ainsi qu'un modèle d'entreprise circulaire approprié.
- **Hackathon sur l'économie circulaire ou défi de l'innovation** : Organisez un hackathon où les étudiants travaillent en équipe pour proposer des solutions innovantes en matière d'économie circulaire à des problèmes du monde réel. Les équipes peuvent être chargées de développer un nouveau modèle d'entreprise, une nouvelle conception de produit ou un nouveau processus de chaîne d'approvisionnement qui intègre des principes circulaires.

Recommandations et soutien didactiques facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Intégrez l'apprentissage basé sur des cas :

- **Recommandation** : Utiliser des études de cas d'entreprises qui ont adopté avec succès des stratégies d'économie circulaire, telles que des entreprises mettant en œuvre des modèles de location, de logistique inverse ou de conception de produits circulaires.
- **Soutien** : Fournissez aux élèves des documents de base sur des industries spécifiques (par exemple, l'électronique, l'automobile, le textile) où les concepts de l'économie circulaire sont appliqués, et encouragez-les à analyser comment ces stratégies ont été mises en œuvre et leurs avantages.
- **Exemple** : Des exemples tels que **la transition de Philips** vers un modèle commercial circulaire pour les systèmes d'éclairage (paiement par lux) ou **les efforts de Patagonia** dans la création de textiles circulaires.

Encouragez la participation active et la collaboration de groupe :

- **Recommandation** : Structurez des activités de groupe où les étudiants collaborent sur des projets tels que la conception de produits circulaires, le développement de modèles d'affaires circulaires ou la planification de systèmes de logistique inverse.
- **Soutien** : Fournissez des directives et des attentes claires pour le travail de groupe, ainsi que des outils (comme un logiciel de dépistage de l'ACV ou des outils de conception de modèles d'affaires circulaires) qui les aideront dans l'exécution de leur projet.
- **Exemple** : Demandez aux étudiants de travailler en équipe pour créer un modèle d'affaires circulaire pour une entreprise fictive, en utilisant des données du monde réel sur le cycle de vie des matériaux et le comportement des clients.

Utilisez les laboratoires pratiques pour le développement des compétences :

- **Recommandation** : Inclure des laboratoires pratiques où les étudiants peuvent appliquer les concepts de l'économie circulaire dans des environnements pratiques, tels que la conception de produits modulaires ou l'utilisation d'outils de dépistage de l'ACV pour évaluer l'impact environnemental de produits ou de processus spécifiques.
- **Assistance** : Fournir un accès à des logiciels de filtrage ACV et similaires, ainsi qu'à des matériaux tels que des listes de contrôle de circularité, des listes de matières premières critiques, des tableaux de recyclabilité, etc.
- **Exemple** : Un exercice de laboratoire où les étudiants évaluent l'impact environnemental d'un produit (par exemple, un smartphone) à l'aide d'un logiciel de criblage ACV, puis redessinent le produit à l'aide de principes de conception circulaire (par exemple, réutilisabilité, modularité, recyclabilité).

Lier la théorie aux technologies émergentes :

- **Recommandation** : Montrez aux élèves comment les concepts de l'économie circulaire sont améliorés par les technologies émergentes comme la robotique, l'intelligence artificielle (IA) et les technologies profondes. Encouragez-les à explorer comment ces

technologies peuvent optimiser des processus tels que le recyclage, la gestion des déchets et la surveillance du cycle de vie des produits.

- **Soutien** : Fournir des ressources sur les derniers développements technologiques et leur rôle dans les stratégies d'économie circulaire. Incluez des conférences d'experts de l'industrie ou des vidéos et des rapports sur la façon dont l'IA et la robotique sont utilisées dans les usines de recyclage intelligentes.
- **Exemple** : Démontrer comment l'IA peut améliorer les processus de tri dans les centres de recyclage ou comment la maintenance prédictive permise par l'IoT peut prolonger la durée de vie des machines industrielles.

Favoriser la pensée critique et la réflexion :

- **Recommandation** : Encouragez les élèves à analyser de manière critique les avantages et les défis des modèles d'économie circulaire par le biais de discussions et d'exercices de réflexion. Les étudiants doivent tenir compte des limites du monde réel, telles que les défis réglementaires, la préparation au marché et les obstacles à l'adoption de la technologie.
- **Soutien** : Proposez des pistes de discussion et des questions de réflexion tout au long du module. Animez des débats en classe ou des exercices d'écriture où les élèves réfléchissent à la faisabilité de la mise en œuvre de stratégies d'économie circulaire dans différents secteurs.
- **Exemple** : Une discussion en classe sur les défis de la transition vers des modèles circulaires dans les marchés émergents ou les industries à faible maturité technologique.

Fournir une rétroaction et une évaluation continues :

- **Recommandation** : Tout au long du module, donnez aux étudiants une rétroaction opportune sur leur travail, en particulier sur leur compréhension et leur application des principes de l'économie circulaire dans les devoirs et les projets.
- **Assistance** : utilisez des rubriques pour évaluer les projets, les laboratoires et les activités de groupe en fonction de critères tels que l'innovation, la faisabilité, la durabilité et l'alignement avec les normes du secteur. Planifiez des réunions individuelles ou fournissez des commentaires détaillés pour aider les élèves à s'améliorer.
- **Exemple** : Offrir un retour d'information personnalisé sur les modèles d'affaires circulaires des étudiants, en mettant en évidence les points forts et les points à améliorer en termes de durabilité, d'alignement réglementaire et de faisabilité du marché.

Exercices optionnels (suggestions, non exhaustives)

Exercice 1 : Concevoir un produit circulaire

Objectifs:

- Concevoir un produit selon les principes de l'économie circulaire (réutiliser, réparer, remettre à neuf, reconditionner, recycler) et évaluer les avantages environnementaux.

Instructions:

- Formez des groupes et choisissez une catégorie de produits (par exemple, électronique, meubles, mode).
- Appliquez des principes circulaires (par exemple, modularité, démontage facile, matériaux durables) pour garantir que le produit peut être réutilisé, réparé ou recyclé.
- Évaluez la performance environnementale à l'aide d'outils d'analyse du cycle de vie de votre conception circulaire pour comparer les impacts environnementaux avec un produit conventionnel.
- Présenter les principales caractéristiques et les résultats du dépistage de l'ACV

Réflexion de groupe :

- Discutez des défis de conception auxquels vous avez été confrontés et des avantages environnementaux les plus importants ?

Exercice 2 : Concevoir un modèle d'affaires circulaire**Objectifs:**

- Développer un modèle d'entreprise circulaire (axé sur l'utilisation ou les résultats) qui maximise l'efficacité des ressources et essayer de comprendre les défis et les opportunités de l'adoption de modèles d'entreprise circulaires.

Instructions:

- Formez des équipes et sélectionnez une catégorie de produits ou de services (p. ex., appareils électroniques, vêtements, équipement de bureau).
- Utilisez le Business Model Canvas pour créer un modèle commercial circulaire qui inclut un niveau de service orienté vers l'utilisation ou les résultats.
- Discutez des défis de la mise en œuvre de votre modèle (p. ex., infrastructure, comportement des consommateurs, coûts, sources de revenus).
- Présentez le modèle d'affaires et les sources de revenus, ainsi que les avantages environnementaux.

Réflexion de groupe :

- Discutez des défis rencontrés lors de la conception du modèle d'affaires et des avantages et des obstacles qui existent pour la mise en œuvre de la solution proposée.

Évaluation (suggestions, non exhaustives)

- **Quiz :** Évaluez les connaissances sur les réglementations, les principes de conception circulaire et les modèles d'affaires circulaires à l'aide de quiz.

- **Projet final** : Les étudiants proposent et développent un concept de produit circulaire, de système de logistique inverse et de modèle d'entreprise circulaire avec un rapport et une présentation.
- **Participation** : Participation à des laboratoires pratiques, des hackathons, des ateliers, des visites sur le terrain et des discussions d'études de cas.

Matériaux de base/outils facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Directives d'éco-conception** : Matériaux sur la conception modulaire, les techniques de connexion, les matières premières critiques et les processus de développement de produits.
- **Logiciels** : Logiciels et guides pour la réalisation d'analyses de cycle de vie, de dépistages de l'empreinte carbone des produits et de modèles d'affaires circulaires.
- **Études de cas** : Exemples concrets de modèles commerciaux circulaires réussis, notamment le leasing, la logistique inverse et les stratégies de prolongation de la durée de vie des produits.

8.4 Module 4 : Intelligence artificielle

Intelligence artificielle

Durée proposée : 6 heures

Contenu et objectifs

Ce module explore les différents types d'intelligence artificielle en mettant l'accent sur l'apprentissage automatique et ses sous-catégories. Le cours vise à préparer les étudiants à comprendre les bases de l'IA, l'importance des données utilisées pour former les modèles d'IA ainsi qu'à permettre aux étudiants d'identifier des cas d'utilisation potentiels pour l'application de l'IA dans leur vie professionnelle.

Table des matières possible (non exhaustive)

- Introduction à l'intelligence artificielle
- Machine Learning et Deep Learning : concepts de base
- Le rôle des données dans l'IA
- Avantages et risques de l'IA
- Éthique de l'IA
- L'IA dans le secteur manufacturier : considérations pratiques

Objectifs possibles (non exhaustifs)

- Comprendre ce qu'est l'IA et quels types d'IA existent
- Acquérir une compréhension de base de l'apprentissage automatique et de l'apprentissage profond
- Être capable de comprendre l'importance des données pour les applications d'apprentissage automatique et comment les résultats dépendent des données
- Être capable d'évaluer les principaux avantages et risques de l'IA à un niveau général ainsi que la capacité d'appliquer ces connaissances à l'évaluation d'applications spécifiques
- Acquérir une compréhension de l'éthique de l'IA en mettant l'accent sur les défis et les applications spécifiques dans le secteur manufacturier

Acquis d'apprentissage potentiels (non exhaustif)

Connaissances potentielles (non exhaustives)

- Comprendre ce qu'est l'IA et différencier les types d'IA
- Compréhension du Machine Learning et du Deep Learning
- Comprendre l'importance des données dans l'apprentissage automatique et l'impact de la qualité des données sur les résultats.

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Être capable d'identifier des cas d'utilisation possibles pour les applications d'IA dans leur propre vie professionnelle.
- Capacité à identifier les aspects pertinents de la connaissance du domaine pour le développement d'un système d'IA
- Être capable d'évaluer la qualité des données et de comprendre le processus de prétraitement des données, y compris la sélection des fonctionnalités et l'ingénierie.
- Être capable d'évaluer de manière critique les principaux avantages et risques de l'IA dans différents secteurs, en particulier dans le secteur manufacturier

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Développer la capacité d'appliquer des outils d'IA de base pour résoudre des problèmes prédéfinis dans un environnement familier et structuré
- Développer la compétence d'appliquer un raisonnement éthique lors du développement ou de l'évaluation des technologies d'IA, en particulier dans les environnements manufacturiers.

Scénarios d'apprentissage facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Introduction aux concepts de l'IA** : Donnez une brève conférence en classe sur les bases de l'IA et de l'apprentissage automatique. Ce qu'ils retiennent principalement, c'est qu'ils sont capables de décrire les différences entre l'IA faible et l'IA forte, ainsi que les concepts d'apprentissage supervisé, d'apprentissage non supervisé et d'apprentissage par renforcement. Donnez des exemples clairs et faciles à comprendre pour chaque concept.
- **L'apprentissage automatique en pratique**: Atelier pratique où les étudiants expérimentent des algorithmes d'apprentissage automatique de base et préprogrammés à l'aide d'échantillons de jeux de données afin de les aider à comprendre le fonctionnement des méthodes d'apprentissage automatique.
- **Rôle des données dans l'apprentissage automatique** : Projet de groupe où les élèves évaluent différents ensembles de données et les prétraitent afin de comprendre comment la qualité des données affecte les résultats de l'apprentissage automatique.
- **Évaluation des risques et des avantages de l'IA** : Séance de débat où les étudiants sont divisés en équipes pour discuter des risques et des avantages de l'IA dans différents domaines (par exemple, les soins de santé, les véhicules autonomes, la production) afin de développer une réflexion critique sur les impacts potentiels de l'IA.
- **Éthique de l'IA dans le secteur manufacturier** : Réalisation d'une analyse d'étude de cas où les étudiants examinent un dilemme éthique réel dans le secteur manufacturier axé sur l'IA (p. ex., déplacement des travailleurs, préoccupations relatives à la protection de la vie privée) afin de faciliter la sensibilisation et la prise de décisions éthiques.

Recommandations et soutien didactiques facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Approches d'apprentissage mixte

- **Recommandation** : Combinez des cours magistraux traditionnels en personne avec des modules en ligne, des ressources d'apprentissage à votre rythme et des outils interactifs tels que des quiz.
- **Soutien** : Fournir aux étudiants l'accès à une plateforme d'apprentissage en ligne où ils peuvent trouver d'autres supports d'apprentissage.
- **Exemple** : Après un cours d'introduction en classe sur l'apprentissage automatique, attribuez aux étudiants un module en ligne où ils regardent de courtes vidéos tutorielles sur la mise en œuvre d'algorithmes d'apprentissage automatique. Les élèves répondent ensuite à un quiz pour renforcer les concepts clés et discuter des résultats en groupe

Projets pratiques

- **Recommandation** : Intégrez des projets de codage pratiques et pratiques à l'aide de blocs de programmation faciles à utiliser ou d'exercices d'analyse de données au début du cours pour compléter la compréhension théorique par une application pratique.

- **Soutien** : Offrez des conseils étape par étape pendant les exercices initiaux et créez un espace pour les sessions de dépannage où les étudiants peuvent poser des questions et obtenir des commentaires sur leur travail. Fournir un code facile à utiliser qui permet aux étudiants de comprendre les concepts sans avoir à programmer eux-mêmes le code source pour réduire la barrière initiale.
- **Exemple** : Lors d'une session sur le prétraitement des données, donnez aux étudiants un ensemble de données brutes et guidez-les tout au long du processus de nettoyage et de normalisation à l'aide de Python ou d'Excel. Fournir un modèle qui décrit les étapes du processus et pendant les séances de laboratoire

Travail de groupe et apprentissage par les pairs

- **Recommandation** : Encouragez l'apprentissage collaboratif en demandant aux élèves de travailler en groupe pour résoudre des problèmes, mener des recherches ou critiquer le travail des autres.
- **Soutien** : Attribuez intentionnellement des groupes pour assurer la diversité des niveaux de compétences et des perspectives. Surveillez les progrès du groupe et fournissez des rôles clairs pour chaque membre de l'équipe afin de garantir l'engagement de tous les participants.
- **Exemple** : Pour un projet de groupe sur les risques et les avantages de l'IA, attribuez à chaque groupe un secteur différent (p. ex., soins de santé, transports, fabrication). Chaque groupe doit faire des recherches et présenter ses résultats à la classe, ce qui permet d'organiser des séances de rétroaction par les pairs où les autres groupes fournissent des suggestions ou des contre-arguments.

Discussions et débats sur l'éthique

- **Recommandation** : Intégrer l'éthique comme thème central dans les discussions sur l'IA en préparant des cas d'utilisation basés sur l'IA qui peuvent servir de base aux débats.
- **Soutien** : Gardez à portée de main une feuille avec quelques arguments en faveur de l'utilisation de l'interdiction de l'IA pour les cas d'utilisation sélectionnés afin de faciliter le débat. Assurer une participation égale entre les étudiants.
- **Exemple** : Organisez un débat où un groupe défend l'utilisation de la reconnaissance faciale dans les espaces publics à des fins de sécurité, tandis qu'un autre groupe s'y oppose pour des raisons de confidentialité. Fournir aux élèves des cadres éthiques et des documents de base pour les aider à structurer leurs arguments. Après le débat, résumez les principales considérations éthiques et discutez de la manière dont elles peuvent s'appliquer à d'autres scénarios d'IA.

Exercices optionnels (suggestions, non exhaustives)

Exercice 1 : Influence des données pour les modèles d'IA

Objectifs : Collecter des données pour une application de machine learning et discuter des résultats de formation en fonction d'un cas d'utilisation donné

Instructions:

- Commencez par une brève introduction concernant les outils utilisés pour collecter l'ensemble de données et entraîner le modèle d'apprentissage automatique
- Présentez aux étudiants un cas d'utilisation pour lequel ils doivent collecter les données
- Divisez les élèves en petits groupes
- Demandez aux élèves de collecter les données et d'entraîner le modèle d'IA à l'aide du cadre fourni

Réflexion de groupe :

- Discutez des défis rencontrés et demandez aux élèves de décrire ce qu'ils ont observé lors de l'utilisation du modèle d'apprentissage automatique pour l'inférence.
- Discutez de la manière dont certains comportements inattendus et attendus du modèle d'apprentissage automatique peuvent être expliqués et de la manière dont les changements doivent être abordés

Exercice 2 : Classification de l'IA

Objectifs : Classifier si différents types d'applications utilisent l'IA et, le cas échéant, lesquels identifier quel type d'IA

Instructions:

- Faites une présentation sur le fonctionnement de catégories d'IA spécifiques et à quoi elles servent habituellement.
- Donnez aux élèves des exemples d'applications utilisées dans la vie de tous les jours et demandez-leur d'identifier si des modèles d'IA sont utilisés ou non dans ces applications
- Demandez aux élèves de prendre des notes sur la façon dont ils ont identifié l'utilisation de l'IA et de discuter des résultats en groupe

Réflexion de groupe :

- Discutez des raisons pour lesquelles les élèves pensent que les applications incluent ou non des modèles d'IA.
- Animez la discussion en donnant des conseils aux élèves si nécessaire

Exercice 3 : Affectation du prétraitement des données

Objectifs : Comprendre quels types de données sont importants pour un cas d'utilisation donné dans un ensemble de données spécifique

Instructions:

- Commencez par une brève présentation sur l'ingénierie des fonctionnalités

- Présentez aux étudiants un cas d'utilisation et un ensemble de données spécifique pour le cas d'utilisation donné qui contient différents types de données pouvant être utilisés pour résoudre une tâche d'apprentissage automatique.
- Laissez les étudiants décider quelles données de l'ensemble de données sont pertinentes pour le cas d'utilisation donné

Réflexion de groupe :

- Discutez des résultats en groupe et demandez aux élèves d'expliquer leurs résultats.

Exercice 4 : Évaluation des avantages et des risques de l'IA

Objectifs : Permettre aux étudiants d'identifier les risques et les avantages d'une application d'IA donnée

Instructions:

- Donner une brève présentation des avantages et des risques de l'IA en utilisant une application spécifique comme exemple
- Présentez aux étudiants un autre cas d'utilisation, de préférence axé sur leur vie professionnelle quotidienne.
- Demandez aux élèves de dresser une liste des avantages et des risques en petits groupes et demandez-leur de déterminer si les avantages l'emportent sur les risques pour une application donnée.

Réflexion de groupe :

- Discutez des résultats des groupes et comparez leurs résultats.
- La discussion de groupe donne aux étudiants la possibilité de mieux évaluer les avantages et les inconvénients de l'IA par rapport à des cas d'utilisation spécifiques

Exercice 5 : Analyse éthique dans l'industrie manufacturière

Objectifs : Les étudiants sont en mesure d'évaluer la justification éthique des cas d'utilisation de l'IA dans le secteur manufacturier

Instructions:

- Donner une présentation sur l'éthique de l'IA en mettant l'accent sur la façon dont l'IA peut être utilisée pour améliorer le travail des humains plutôt que de les remplacer.
- Fournir aux étudiants un cas d'utilisation écrit concernant l'introduction de l'IA dans la fabrication, y compris des déclarations positives et négatives des travailleurs concernant l'introduction dudit système d'IA.
- Demandez aux élèves de rédiger une courte dissertation dans laquelle ils expliquent s'ils pensent ou non que l'introduction est menée de manière responsable.
- Demandez aux élèves de prendre des notes sur la façon dont ils pensent que l'introduction peut être améliorée.

Réflexion de groupe :

- Discutez des résultats en groupe et demandez aux élèves de débattre en fonction de leurs dissertations écrites

Évaluation (suggestions, non exhaustives)

- **Quiz** : Courtes évaluations sur les types d'intelligence artificielle et leurs applications.
- **Évaluations pratiques en laboratoire** : performances graduées en fonction d'un problème d'apprentissage automatique donné avec un ensemble de données spécifique.
- **Projet final** : Conception et mise en œuvre d'un petit projet d'apprentissage automatique avec une documentation correspondante
- **Participation** : Participation à des discussions, à des travaux pratiques et à des travaux de groupe.

Matériaux de base/outils facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Matériel** : Ordinateur avec accès à Internet et spécifications suffisantes pour l'utilisation de l'apprentissage automatique
- **Logiciels** : logiciels et guides pour la mise en œuvre à bas seuil de modèles d'apprentissage automatique

7.5 Module 5 : Robotique**Robotique**

Durée proposée : 6 heures

Contenu et objectifs

Ce module explore les applications de la robotique dans le secteur manufacturier. Les sujets abordés comprennent l'assemblage et le démontage robotiques, l'interaction homme-robot et le rôle des capteurs, des caméras et des pinces dans les systèmes robotiques modernes. Le cours vise à préparer les étudiants à comprendre et à travailler avec les robots industriels, en mettant l'accent sur la précision, l'efficacité et les tendances futures.

Table des matières possible (non exhaustive)

- Introduction à la robotique industrielle.
- Applications robotisées d'assemblage, de démontage et de recyclage.
- Interaction homme-robot et cobots.

- Mécatronique et périphériques : capteurs, caméras et préhenseurs.
- Tendances et avenir de la robotique dans l'industrie.

Objectifs possibles (non exhaustifs)

- Comprendre les bases de la robotique industrielle.
- Apprenez les bases des processus d'assemblage et de désassemblage robotisés.
- Explorez l'interaction homme-robot.
- Saisir les fondamentaux de la mécatronique en robotique.
- Explorez les tendances émergentes en robotique et en automatisation.

Acquis d'apprentissage potentiels (non exhaustif)

Connaissances potentielles (non exhaustives)

- Comprendre les principes de base de l'utilisation des robots dans l'assemblage et le démontage dans des secteurs tels que l'électronique, l'ameublement et la construction automobile.
- Connaître les principales applications de la robotique dans des tâches telles que l'assemblage de produits et la récupération de matériaux pour le recyclage.
- Reconnaître les composants matériels clés de la robotique, notamment les capteurs, les caméras et les pinces.

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Appliquez des systèmes robotiques de base dans des tâches industrielles, telles que des processus simples d'assemblage et de démontage.
- Utiliser et configurer des outils robotiques simples, tels que des capteurs et des caméras, pour les tâches de fabrication de base.
- Travaillez en toute sécurité avec des robots collaboratifs (cobots) dans des espaces partagés, en suivant les procédures de sécurité.

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Aider à la mise en place de systèmes robotiques pour améliorer les processus industriels de base.
- Adaptez les robots pour effectuer des tâches spécifiques avec des conseils, en mettant l'accent sur la sécurité et l'efficacité.
- Contribuer à l'évaluation des processus robotiques en termes d'efficacité et de durabilité sous supervision.

Scénarios d'apprentissage facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Études de cas** : Exemples concrets de robots dans l'électronique et la construction automobile.
- **Travaux pratiques** : Séances pratiques où les étudiants travaillent avec des bras robotiques, des pinces et des capteurs.
- **Projets de groupe** : Conception d'une ligne d'assemblage robotisée pour une industrie spécifique.
- **Simulations** : Utilisation d'environnements virtuels pour simuler des opérations robotiques de désassemblage et de recyclage.

Recommandations et soutien didactiques facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Utilisation d'exemples pratiques et concrets

- **Recommandation** : Utilisez des exemples concrets et pertinents pour expliquer les principes et les applications de la robotique.
- **Assistance** : Introduisez des scénarios de fabrication où les robots effectuent des tâches telles que l'assemblage, le soudage et l'emballage. Relier les applications robotiques aux technologies quotidiennes telles que les bras robotiques utilisés dans la construction automobile ou la transformation des aliments.
- **Exemple** : Montrez une vidéo d'un bras robotique assemblant une pièce de voiture, suivie d'une discussion en classe sur la façon dont l'automatisation améliore la précision et réduit l'erreur humaine.

Travail de groupe et apprentissage par les pairs

- **Recommandation : Promouvoir** l'apprentissage collaboratif par le biais d'exercices de groupe et de rétroaction entre pairs.
- **Soutien** : Répartissez les élèves en petits groupes et attribuez-leur des tâches robotiques collaboratives, telles que la conception d'un processus robotique pour une chaîne de fabrication hypothétique. Encouragez les élèves à partager leurs solutions avec la classe, en leur permettant de donner leur avis et de faire des suggestions de leurs pairs.
- **Exemple** : Attribuez des groupes pour configurer un robot afin d'assembler différents composants d'un produit. Chaque groupe présente son approche, et d'autres groupes critiquent et proposent des idées d'amélioration.

Exercices optionnels (suggestions, non exhaustives)

Exercice 1 : Principes de base de l'assemblage robotique

Objectifs : Comprendre les bases du fonctionnement et de la configuration d'un robot en effectuant une tâche d'assemblage simple.

Instructions:

- Commencez par une brève introduction sur les systèmes robotiques dans la fabrication.
- Présentez une tâche d'assemblage robotique où les élèves programment un robot pour assembler un produit simple, comme positionner des composants sur une carte de circuit imprimé.
- Effectuez la tâche et analysez les performances des robots en termes de vitesse, de précision et d'efficacité.

Réflexion de groupe :

- Discutez des défis rencontrés et de la façon d'améliorer l'efficacité des tâches.
- En suivant cette structure, les étudiants acquerront une expérience pratique de la robotique et comprendront mieux son rôle dans la fabrication moderne.

Exercice 2 : Collaboration homme-robot et sécurité

Objectif : Explorer la collaboration homme-robot et comprendre les mesures de sécurité requises dans les environnements de travail partagés.

Instructions:

- Commencez par une introduction aux robots collaboratifs (cobots) et à leur rôle dans le travail aux côtés de l'homme en milieu industriel.
- Mettez en place un scénario où les étudiants doivent programmer un cobot pour les aider dans une tâche, comme emballer de petits articles dans des boîtes, tandis qu'un humain effectue des tâches complémentaires comme le contrôle de la qualité.
- Assurez-vous que les protocoles de sécurité sont intégrés à la tâche, y compris la programmation du cobot pour qu'il ralentisse ou s'arrête lorsqu'un humain entre dans son espace de travail.

Réflexion de groupe :

- Discutez de la façon dont la collaboration homme-robot améliore l'efficacité et la sécurité, et identifiez les défis ou améliorations potentiels dans le flux de travail.
- Cet exercice aidera les étudiants à comprendre l'importance de la sécurité et de l'efficacité dans la collaboration homme-robot, en leur donnant un aperçu pratique de ses applications dans les industries modernes.

Évaluation (suggestions, non exhaustives)

- **Quiz :** Courtes évaluations sur les types de matériel robotique et leurs applications.

- **Évaluations pratiques en laboratoire** : Performances graduées sur les tâches d'assemblage/démontage à l'aide de systèmes robotisés.
- **Projet final** : Conception et simulation d'une ligne d'assemblage/désassemblage robotisée avec un rapport écrit.
- **Participation** : Participation à des discussions, à des travaux pratiques et à des travaux de groupe

Matériaux de base/outils facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Guide de configuration du système robotique** : Guides fournissant des instructions détaillées sur l'installation et la configuration des systèmes robotiques, couvrant des aspects tels que l'assemblage du matériel, l'installation du logiciel et l'étalonnage initial pour des performances optimales dans les environnements de fabrication.
- **Procédures de sécurité pour la collaboration homme/robot** : décrit les protocoles de sécurité essentiels pour garantir une interaction sûre entre les humains et les robots dans les espaces de travail partagés. Il comprend des directives pour minimiser les risques, définir des zones de sécurité et utiliser des mesures de protection pour prévenir les accidents.
- **Manuels de matériel robotique (capteurs, caméras, pinces)** : Manuels fournissant de la documentation technique et des spécifications pour les différents composants matériels d'un robot, tels que les capteurs, les caméras et les pinces. Ils expliquent le fonctionnement de chaque composant, comment les installer et les entretenir, et comment ils interagissent avec le reste du système robotique.
- **Listes de contrôle d'évaluation de la performance robotique** : Ces listes de contrôle servent d'outils pour évaluer et surveiller les performances des systèmes robotiques. Ils aident à évaluer des facteurs tels que la précision, la vitesse et l'efficacité des opérations, en s'assurant que le robot répond aux normes de performance souhaitées.

8.6 Module 6 : deep tech

Technologie profonde

Durée proposée : 5 heures

Contenu et objectifs

Ce module d'apprentissage propose une introduction complète à la Deep Tech tout en abordant le potentiel des technologies émergentes pour accélérer la transition vers une économie circulaire.

Les étudiants acquerront à la fois des connaissances théoriques et des informations pratiques, ce qui leur permettra de se plonger dans les applications de la Deep Tech à

l'industrie manufacturière et de comprendre l'importance de la Deep Tech à la fois dans le contexte de l'industrie 5.0 et de la transition vers une économie circulaire.

Table des matières possible (non exhaustive)

- Introduction à la deep tech
- Technologies fondamentales au sein de la Deep Tech
- La deep tech au service de la durabilité

Objectifs possibles (non exhaustifs)

- Introduire la Deep Tech et ses principales technologies habilitantes.
- Expliquer le rôle des Deep Tech dans la transition vers une économie circulaire.
- Donner aux étudiants un aperçu des applications Deep Tech à travers des exercices interactifs.
- Présenter des exemples de bonnes pratiques de start-ups au sein de l'écosystème Deep Tech.

Acquis d'apprentissage potentiels (non exhaustif)

Connaissances potentielles (non exhaustives)

- Comprendre les principes fondamentaux des technologies Deep Tech.
- Comprendre le concept Deep Tech et les domaines de la Deep Tech, notamment les matériaux avancés ; la réalité virtuelle et augmentée ; et les jumeaux numériques.
- Obtenez un aperçu des applications et des implications de ces technologies dans le contexte du secteur manufacturier.
- Découvrez le rôle des Deep Tech dans la transition vers une économie circulaire, y compris l'application de modèles d'affaires circulaires.

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Compétences en résolution de problèmes
- Compétences analytiques
- Compétences entrepreneuriales
- Compétences vertes
- Compétences numériques

Compétences potentielles (non exhaustives)

- Compétences en résolution de problèmes

- Compétences en matière d'innovation
- Réflexion stratégique

Scénarios d'apprentissage facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Exercice basé sur des défis sur les modèles d'affaires circulaires appliqués à la Deep Tech** : les étudiants relèvent des défis ouverts sur la Deep Tech en appliquant des modèles d'affaires circulaires.
- **Séance de présentation sur les modèles d'affaires circulaires** : les étudiants présenteront leurs solutions et donneront leur avis à d'autres groupes, favorisant ainsi l'apprentissage entre pairs.
- **Session interactive sur les technologies Deep Tech** : les étudiants exploreront les principales technologies Deep Tech en interagissant avec le Radar¹ de l'EIT Deep Tech Talent Initiative, un outil en ligne permettant de visualiser les technologies émergentes.

Recommandations et soutien didactiques facultatifs (suggestions, non exhaustives)

Intégration de l'approche d'apprentissage par défis :

- **Recommandation** : intégrer des exercices basés sur des défis en vue de relier les connaissances théoriques à leurs applications pratiques et de promouvoir l'apprentissage entre pairs. Les exercices basés sur des défis améliorent également les compétences de résolution de problèmes, d'entrepreneuriat et d'analyse des élèves.
- **Accompagnement** : exemples concrets de défis Deep Tech pour les étudiants.
- **Exemple** : exercice basé sur des défis sur les modèles d'affaires circulaires (voir exercice 1 du module 6).

Appliquer l'apprentissage interactif à l'exploration des technologies émergentes :

- **Recommandation** : utiliser un outil interactif en ligne pour permettre aux élèves de se familiariser avec les technologies émergentes. Les avantages de l'apprentissage interactif comprennent une meilleure rétention, une meilleure pensée critique et un engagement et une motivation plus élevés.
- **Soutien** : sera fourni par une plateforme interactive de technologies émergentes, telle que le Radar de l'EIT Deep Tech Talent Initiative, qui permet aux utilisateurs d'explorer et de visualiser les technologies émergentes.
- **Exemple** : **Identification de cas d'usage deep tech** (voir exercice 2 du module 6).

Exercices optionnels (suggestions, non exhaustives)

Exercice 1. Exercice basé sur des défis sur les modèles d'affaires circulaires :

Objectif : engager les étudiants dans l'application de modèles économiques circulaires aux défis de la Deep Tech. L'approche axée sur les défis de l'exercice permettra aux étudiants d'acquérir des compétences entrepreneuriales tout en travaillant en équipe pour résoudre des problèmes réels auxquels sont confrontées les entreprises.

Instructions:

- Présentation des enjeux de la Deep Tech.
- Les étudiants, divisés en groupes, définiront des solutions qui répondent à l'un des défis. Les étudiants appliqueront des modèles d'affaires circulaires pour formuler les solutions, qui seront présentées sur un canevas de modèle d'affaires.

Réflexion de groupe :

- Chaque groupe présentera sa solution à tous les participants, en s'appuyant sur le canevas de la maquette circulaire.
- Les étudiants fourniront des commentaires entre pairs.

Exercice 2. Identification des cas d'usage deep tech :

Objectif : familiariser les étudiants avec les technologies émergentes et les cas d'usage correspondants en appliquant des méthodes d'apprentissage interactives.

Instructions:

- Présentation de l'exercice et de l'outil interactif en ligne des technologies émergentes.
- Les élèves navigueront dans l'outil individuellement.
- Répartis en groupes, les étudiants se verront attribuer une technologie émergente et seront invités à identifier et à décrire trois cas d'utilisation.

Réflexion de groupe :

- Chaque groupe présentera les cas d'usage identifiés.
- Après chaque présentation, tous les étudiants seront encouragés à donner leur avis et à suggérer d'autres cas d'utilisation correspondant à la technologie émergente présentée.

Évaluation (suggestions, non exhaustives)

- **Quiz :** quiz couvrant le contenu du module.
- **Exercices basés sur des défis :** évaluation du business model canvas et pitch.

Matériaux de base/outils facultatifs (suggestions, non exhaustives)

- **Canevas du modèle d'affaires circulaire**
- **Les défis de la Deep Tech⁴**
- **Le radar technologique de l'EIT Deep Tech Talent Initiative⁵**

Glossaire

Algorithme

Un algorithme se compose d'un ensemble d'instructions ou d'étapes utilisées pour résoudre un problème (par exemple, il n'inclut pas les données). L'algorithme peut être abstrait et implémenté dans différents langages de programmation et bibliothèques logicielles.

Intelligence artificielle

Un système d'IA est un système basé sur une machine capable d'influencer l'environnement en produisant un résultat (prédictions, recommandations ou décisions) pour un ensemble donné d'objectifs. Il utilise des données et des intrants basés sur des machines et/ou des humains pour (i) percevoir des environnements réels et/ou virtuels ; (ii) abstraire ces perceptions dans des modèles par l'analyse de manière automatisée (par exemple, avec l'apprentissage automatique) ou manuellement ; et (iii) utiliser l'inférence du modèle pour formuler des options pour les résultats. Les systèmes d'IA sont conçus pour fonctionner avec différents niveaux d'autonomie.

Réalité augmentée

Un système qui complète le monde réel avec des objets virtuels (générés par ordinateur) qui semblent coexister dans le même espace que le monde réel. Un système de RA [aura] les propriétés suivantes : combine des objets réels et virtuels dans un environnement réel ; fonctionne de manière interactive, et dans Real Timal 2001, 34).

Automatique/Automatisation/Automatisé

Se rapportant à un processus ou à un système qui, dans des conditions spécifiées, fonctionne sans intervention humaine.

Économie circulaire

Un cadre de solutions systémiques qui s'attaque aux défis mondiaux tels que le changement climatique, la perte de biodiversité, les déchets et la pollution. Elle repose sur trois principes, guidés par le design : éliminer les déchets et la pollution, faire circuler les produits et les matériaux (à leur valeur la plus élevée) et régénérer la nature.

Elle s'appuie sur une transition vers les énergies et les matériaux renouvelables. La transition vers une économie circulaire implique de découpler l'activité économique de la consommation de ressources finies.

Technologie profonde

Les innovations deep tech sont des solutions technologiques de pointe combinant les domaines de la science et de l'ingénierie dans les sphères physique, biologique et numérique.

Éco-conception

L'intégration des aspects environnementaux dans le processus de développement du produit, en équilibrant les exigences écologiques et économiques. L'éco-conception prend en compte les aspects environnementaux à toutes les étapes du processus de développement du produit, en s'efforçant d'obtenir des produits qui ont le moins d'impact possible sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie.

IA centrée sur l'humain

L'approche centrée sur l'humain de l'IA vise à faire en sorte que les valeurs humaines soient au cœur de la manière dont les systèmes d'IA sont développés, déployés, utilisés et contrôlés, en garantissant le respect des droits fondamentaux, y compris ceux énoncés dans les traités de l'Union européenne et la charte des droits fondamentaux de l'Union européenne, qui sont tous unis par référence à un fondement commun ancré dans le respect de la dignité humaine, dans lequel l'être humain jouit d'un statut moral unique et inaliénable. Cela passe également par la prise en compte de l'environnement naturel et des autres êtres vivants qui font partie de l'écosystème humain, ainsi que par une approche durable permettant l'épanouissement des générations futures.

Internet des objets (IoT)

Infrastructure d'entités, de personnes, de systèmes et de ressources d'information interconnectés, ainsi que de services qui traitent et réagissent aux informations du monde physique et du monde virtuel

Apprentissage automatique

Le Machine Learning (ML) est une branche de l'Intelligence Artificielle (IA) qui se concentre sur le développement de systèmes capables d'apprendre à partir de données pour résoudre un problème applicatif sans être explicitement programmés. L'apprentissage fait référence au processus de calcul qui consiste à optimiser les paramètres du modèle à partir de données, selon un critère donné. Le modèle est une construction mathématique qui génère une sortie basée sur des données d'entrée.

Robot

Système d'automatisation avec actionneurs qui effectue des tâches prévues dans le monde physique, au moyen de la détection de son environnement et d'un système de contrôle logiciel.

Note 1: Un robot comprend le système de commande et l'interface d'un système de commande.

Note 2 : La classification d'un robot en robot industriel ou robot de service est effectuée en fonction de son application prévue.

Note 3: Afin d'effectuer correctement ses tâches, un robot utilise différents types de capteurs pour confirmer son état actuel et percevoir les éléments composant l'environnement dans lequel il évolue.

Robotique

Science et pratique de la conception, de la fabrication et de l'application de robots.

Réalité virtuelle

La réalité virtuelle est un monde alternatif rempli d'images générées par ordinateur qui réagissent aux mouvements humains.