



TEX4.0

Enabling Industry 4.0 Skills in Textile SMEs

Rapport et programme TEX4.0

Numéro d'accord : 2023-1-DE02-KA220-VET-000154009



Co-funded by
the European Union

Financé par l'Union européenne. Les points de vue et opinions exprimés n'engagent toutefois que leurs auteurs 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 peuvent en être tenus responsables.

Table des matières

PARTIE A - RAPPORT TEX4.0	6
Introduction	7
1. Recherche nationale auprès des formateurs et des apprenants de l'EFP	9
1.1 Informations générales.....	9
1.2 Connaissance des technologies émergentes de l'industrie 4.0.....	14
1.3 Identification des niveaux de connaissances et de compétences.....	18
1.4 Besoins et préférences en matière d'éducation.....	24
1.5 Pertinence du secteur textile.....	28
2. Résultats des groupes de discussion	31
2.1 Avancées technologiques primaires récentes.....	33
2.2 Lacunes ou défis potentiels liés aux technologies émergentes de l'industrie 4.0.....	35
2.3 Lacunes actuelles dans les connaissances ou les compétences de la main-d'œuvre textile liées aux technologies de l'industrie 4.0.....	36
2.4 Importance de la formation pour la durabilité du secteur textile.....	38
2.5 Obstacles à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile	40
2.6 Importance d'investir dans des programmes de formation pertinents.....	42
2.7 Élaboration d'un programme de formation idéal pour répondre aux besoins du secteur textile en matière de technologies de l'industrie 4.0.....	43
2.8 Défis ou obstacles actuels en matière de formation à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile.....	45
2.9 La contribution de la collaboration entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs politiques contribue à l'intégration réussie des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile	47
2.10 Implications sociales de l'impact de la 4e révolution industrielle sur le secteur textile.....	49
3. Conclusions générales de la recherche	51
3.1 Sensibilisation aux technologies émergentes de l'industrie 4.0.....	51
3.2 Niveaux de connaissances et de compétences, lacunes et défis.....	52
3.3 Importance, besoins et défis de la formation.....	54

3.4 Contextualisation dans le secteur textile	55
PARTIE B - PROGRAMME TEX4.0.....	58
A. Automatisation des tâches et des processus	58
R1. Objectifs	58
A2. Résultats	59
A2.1 Connaissances	59
A2.2 Compétences.....	59
A3. Plan du cours	59
B. Réalité augmentée et prototypage virtuel.....	60
B1. Objectifs	60
B2. Résultats	61
B2.1 Connaissances	61
B2.2 Compétences.....	61
B3. Plan du cours.....	61
C. Fabrication additive (impression 3D).....	62
C1. Objectifs	62
C2. Résultats	63
C2.1 Connaissances	63
C2.2 Compétences.....	63
C3. Plan du cours.....	64
D. Conception assistée par ordinateur (CAO) et fabrication assistée par ordinateur (FAO)	66
D1. Objectifs.....	66
D2. Résultats	66
D2.1 Connaissances	66
D2.2 Compétences.....	66
D3. Plan du cours.....	67
E. Robotique	68
E1. Objectifs	68
E2. Résultats	68
E2.1 Connaissances.....	68
E2.2 Compétences	68

E3. Plan du cours	68
F. Internet des objets (IoT)	70
F1. Objectifs	70
F2. Résultats	70
F2.1 Connaissances.....	70
F2.2 Compétences	70
F3. Plan du cours	70
G. Textiles et tissus intelligents	72
G1. Objectifs.....	72
G2. Résultats	72
G2.1 Connaissances	72
G2.2 Compétences.....	72
G3. Plan du cours.....	73
H. Implications sociales du textile 4.0.....	74
H1. Objectifs.....	74
H2. Résultats	74
H2.1 Connaissances	74
H2.2 Compétences.....	74
H3. Plan du cours	75
I. L'intelligence artificielle.....	76
I1. Objectifs	76
I2. Résultats.....	76
I2.1 Connaissances.....	76
I2.2 Compétences	77
I3. Plan du cours	78
J. Mégadonnées	79
J1. Objectifs	79
J2. Résultats	79
J2.1 Connaissances	79
J2.2 Compétences.....	80
J3. Plan du cours	80
K. Passeport numérique du produit.....	81

K1. Objectifs	81
K2. Résultats	81
K2.1 Connaissances	81
K2.2 Compétences	82
K3. Plan du cours	82
L. Gestion de la chaîne d'approvisionnement.....	83
N1. Objectifs.....	83
L2. Résultats	83
L2.1 Connaissances.....	83
L2.2 Compétences	83
L3. Plan du cours	84

PARTIE A - RAPPORT

TEX4.0

Introduction

Le projet TEX 4.0 vise à fournir aux apprenants de l'EFPP, y compris la main-d'œuvre actuelle du textile et les NEET, une formation et une montée en compétences sur les technologies liées au textile 4.0 afin de suivre les avancées technologiques rapides du secteur et d'accroître leurs opportunités d'employabilité.

Les objectifs du projet sont les suivants :

- identifier les besoins des formateurs et des apprenants de l'EFPP dans le domaine de la formation aux technologies de l'industrie 4.0
- développer un programme sur les compétences de l'industrie 4.0 dans le secteur textile pour les formateurs de l'EFPP
- doter les formateurs, les apprenants et les acteurs du textile des connaissances et des outils nécessaires grâce à un programme de formation innovant sur les compétences liées à l'industrie 4.0
- Fournir un format d'apprentissage en ligne avec des fonctions attrayantes et dynamiques où tout le matériel sera intégré
- Mettre en œuvre des activités de formation attrayantes en utilisant des approches participatives afin de tester les résultats et d'améliorer les compétences des groupes cibles
- diffuser les résultats du projet par l'intermédiaire des partenaires et des réseaux du projet et renforcer leur impact dans l'ensemble de l'UE.

L'objectif de ce rapport est de mettre en évidence les connaissances, les lacunes et les besoins éducatifs existants liés à l'industrie 4.0 et à ses technologies sous-jacentes pour le secteur textile, identifiés dans le cadre d'une vaste enquête menée avec la participation de formateurs de l'EFPP, d'apprenants de l'EFPP et d'intervenants du textile (propriétaires, gestionnaires, représentants des chambres de commerce). Les résultats de l'enquête inclus dans le rapport jetteront les bases de la création du programme TEX4.0, qui devrait couvrir un éventail de technologies et de pratiques du textile 4.0 afin de mieux comprendre le textile 4.0 et ses technologies sous-jacentes, quelles sont les

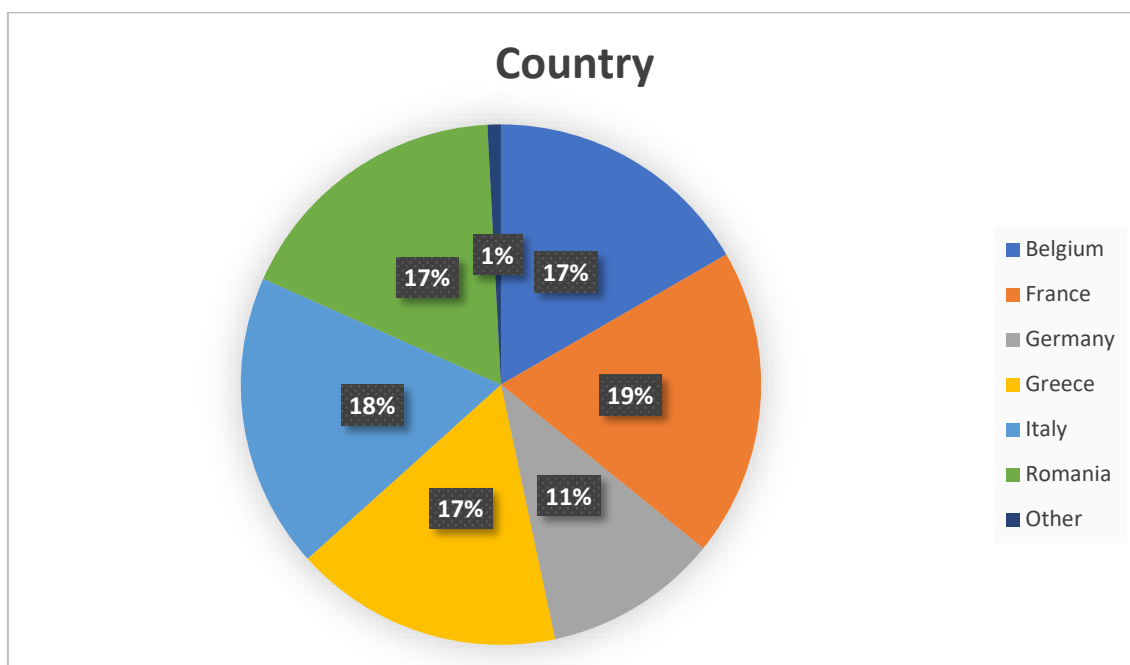
lacunes et les besoins, et comment les technologies peuvent être exploitées dans le secteur textile.

L'étude a été menée dans 6 pays européens (Belgique, France, Allemagne, Italie, Grèce et Roumanie), avec des questionnaires conçus pour les formateurs et les apprenants de l'EFP ainsi que des discussions de groupe avec des parties prenantes du textile (propriétaires, gestionnaires, représentants des chambres de commerce). Les questions incluses dans les entretiens et les questionnaires ont été adaptées à chacun des groupes cibles. Au cours de sa période de mise en œuvre, qui a duré de février à mars 2024, 120 réponses de formateurs de l'EFP et 128 réponses d'apprenants de l'EFP aux questionnaires de recherche ont été recueillies dans les pays européens susmentionnés, tandis que 33 parties prenantes du textile ont participé aux discussions de groupe nationales.

1. Recherche nationale auprès des formateurs et des apprenants de l'EFP

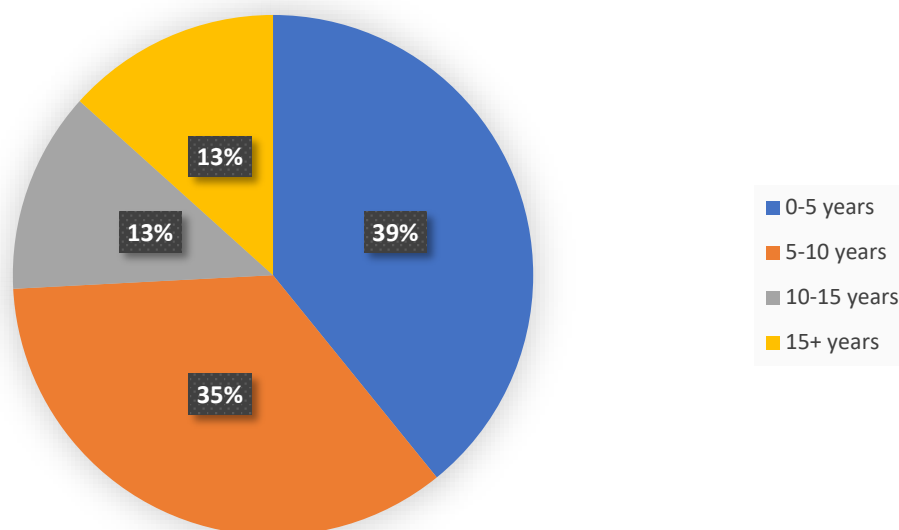
1.1 Informations générales

Formateurs EFP



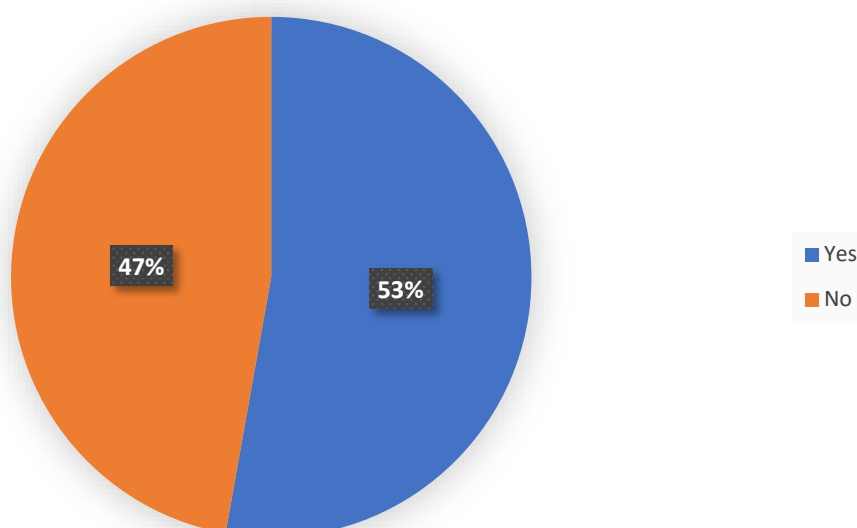
En ce qui concerne le **pays d'origine** des formateurs de l'EFP qui ont participé à l'ensemble des enquêtes menées au niveau national, 19 % venaient de France (23 participants sur 120), 18 % d'Italie (22), 17 % de Roumanie (21), 17 % de Belgique (20) et 17 % de Grèce (20), 11 % d'Allemagne (13) et 1 % d'un autre pays (Ukraine) (1).

Years of experience as VET trainer



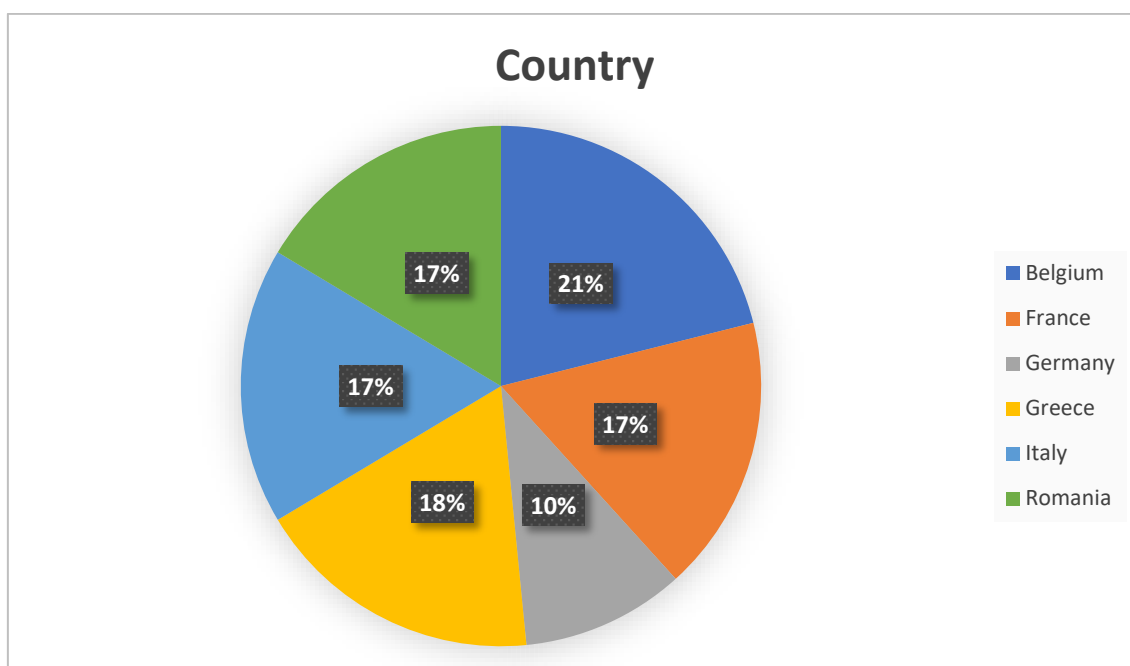
La majorité des participants à l'enquête ont une expérience de travail faible à modérée **dans le secteur de l'EFPP**, car ils ont travaillé de 0 à 5 ans (39%) ou de 5 à 10 ans (35%) en tant que formateurs de l'EFPP. 13% d'entre eux travaillent depuis 10 à 15 ans et 13% depuis 15+ ans dans le secteur de l'EFPP. ils sont donc des formateurs professionnels très expérimentés.

Working with vulnerable groups

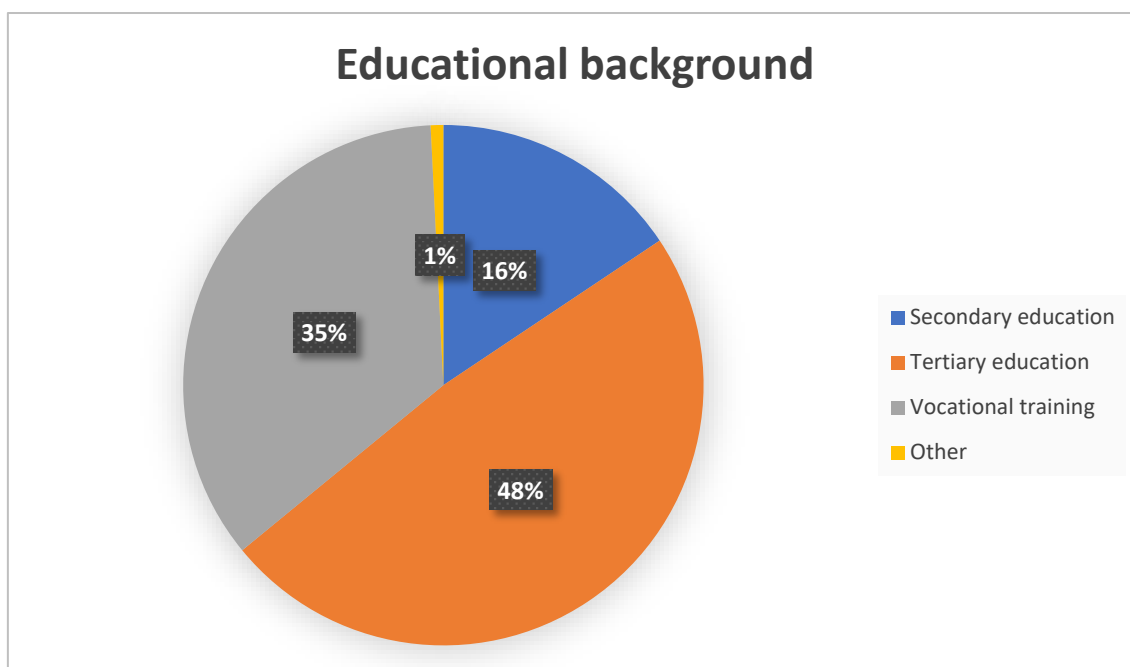


La plupart des participants à l'enquête (53 %) ont **travaillé avec des groupes vulnérables, notamment les NEET, les migrants, les réfugiés, etc.** en tant que formateurs de l'EFPP, tandis qu'un peu moins (47 %) ont déclaré ne pas l'avoir encore fait.

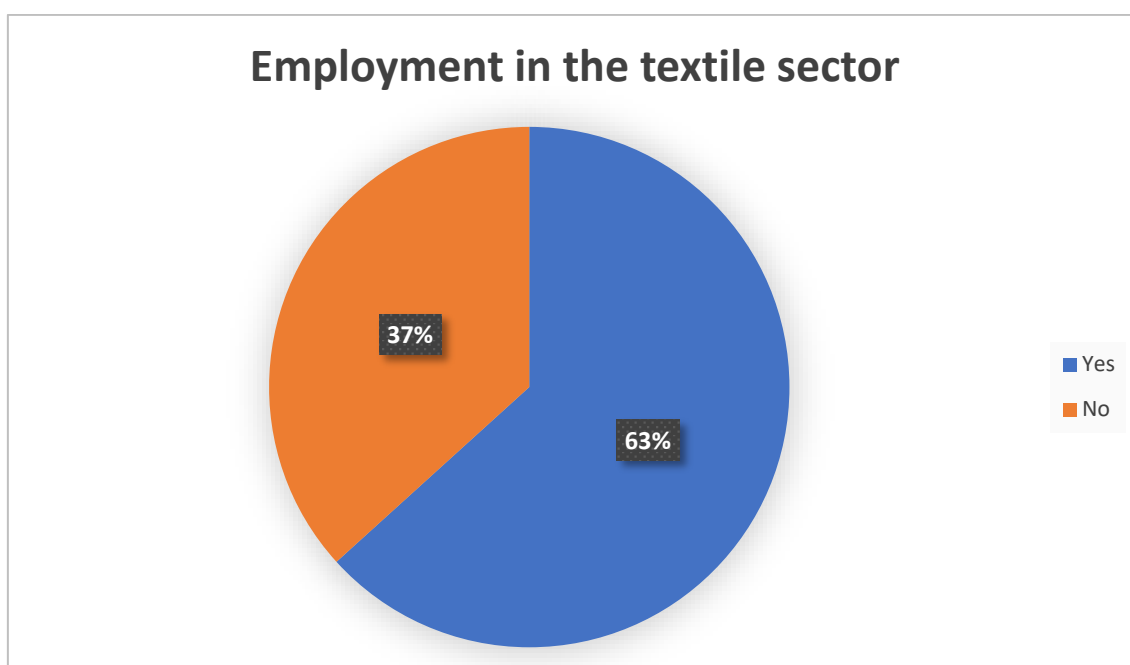
Apprenants de l'EFPP



En ce qui concerne le **pays d** 'origine des apprenants de l'EFPP qui ont participé à l'ensemble des enquêtes menées au niveau national, 21 % étaient originaires de Belgique (27 participants sur 128), 18 % de Grèce (23), 17 % d'Italie (22), 17 % de France (22), 17 % de Roumanie (21) et 10 % d'Allemagne (13).

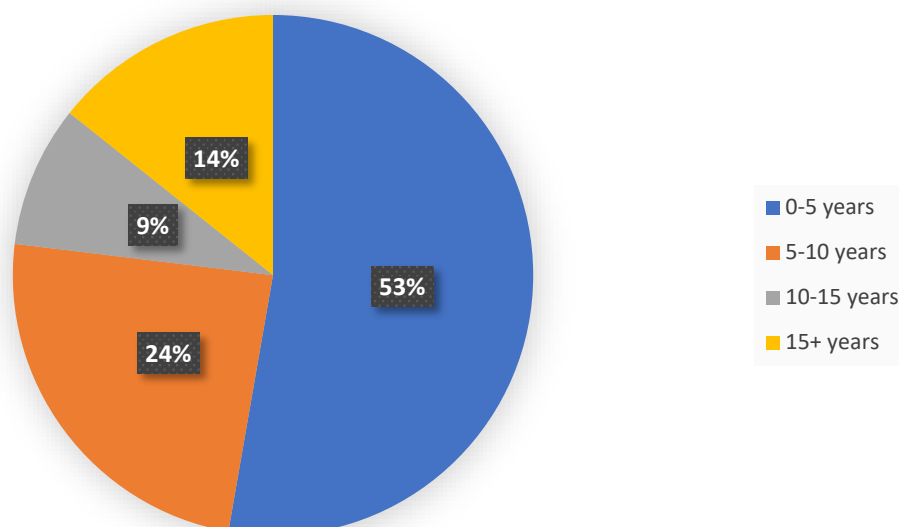


En ce qui concerne le **niveau d'éducation des apprenants de l'EFPP**, la majorité d'entre eux (48 %) sont diplômés de l'enseignement supérieur, tandis qu'ils sont moins nombreux (35 %) à être diplômés de l'EFPP et de l'enseignement secondaire (16 %). Un participant roumain à l'enquête a indiqué qu'il était encore un élève du secondaire (« liceu clasa a 11-a »).



En ce qui concerne l'emploi des apprenants **de l'EFPP dans le secteur textile**, la majorité (63 %) d'entre eux sont actuellement employés dans les entreprises du secteur, tandis que 37 % ne le sont pas.

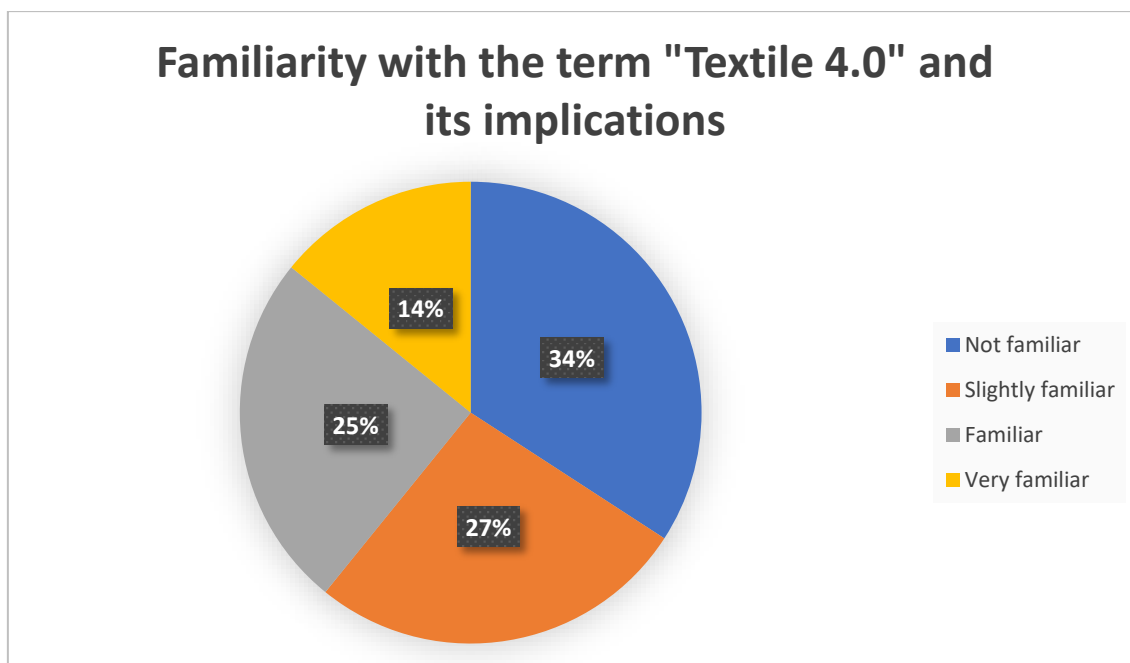
Years of employment in the textile sector



En ce qui concerne le **nombre d'années d'emploi** des apprenants de l'EFPP qui sont ou ont été employés **dans le secteur textile**, la majorité (53 %) ont travaillé de 0 à 5 ans, 24 % d'entre eux ont travaillé de 5 à 10 ans dans le secteur, tandis que 14 % des apprenants de l'EFPP ont 15 ans ou plus d'expérience de travail dans des entreprises textiles et, Enfin, 9% d'entre eux ont 10 à 15 ans d'expérience dans ces entreprises.

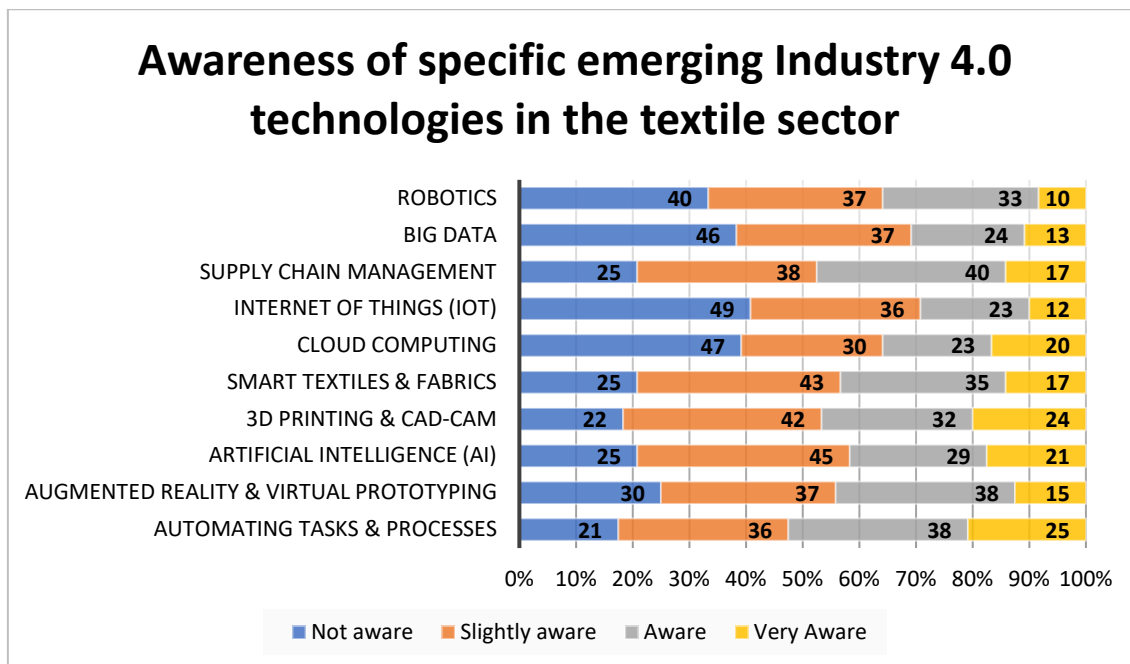
1.2 Connaissance des technologies émergentes de l'industrie 4.0

Formateurs EFP



En ce qui concerne la **familiarité des formateurs de l'EFP avec le terme « Textile 4.0 »**, la majorité d'entre eux semblent soit peu familiers (34 %), soit peu familiers (27 %) avec le concept, tandis que 25 % d'entre eux ont déclaré qu'il s'agissait d'un concept familier

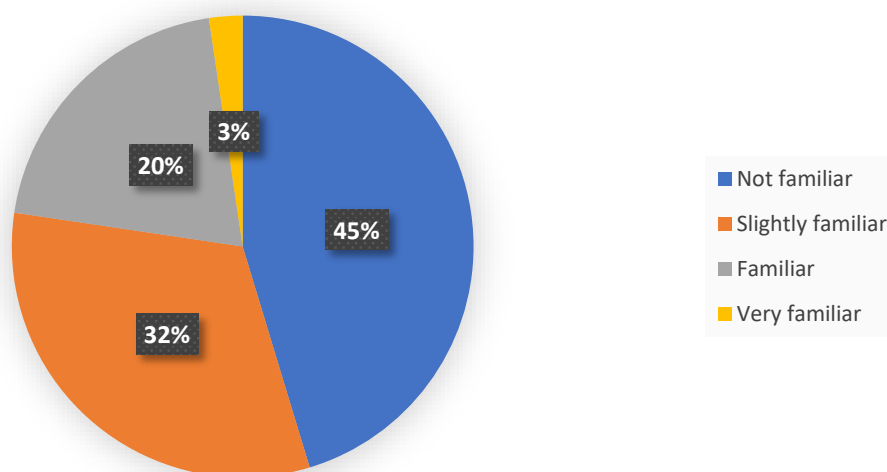
pour eux et que seulement 14 % d'entre eux sont très familiers avec le Textile 4.0 et ses implications.



En ce qui concerne la connaissance par les formateurs de l'EFP **des technologies émergentes spécifiques de l'industrie 4.0**, qui peuvent être appliquées dans le secteur textile, la plupart d'entre eux ont déclaré qu'ils les ignoraient légèrement ou complètement, allant de 47,50 % (57 réponses combinées) à 70,80 % (85 réponses combinées). Dans l'ensemble, ils se sont déclarés plus ignorants de l'Internet des objets (70,80 % - 85 réponses combinées) et des « mégadonnées » (69,20 % - 17 réponses combinées), ainsi que de l'informatique en nuage et de la robotique (64,20 % - 77 réponses combinées). D'autre part, moins de formateurs de l'EFP se sont déclarés conscients et très conscients de ces technologies, allant de 29,20 % (35 réponses combinées) à 52,50 % (63 réponses combinées), les pourcentages les plus élevés de sensibilisation se trouvant dans « Automatisation des tâches et des processus » (52,50 % - 63 réponses combinées) et « Gestion de la chaîne d'approvisionnement » (47,50 % - 57 réponses combinées), suivis par « Impression 3D et CFAO » (46,70 % - 56 réponses combinées).

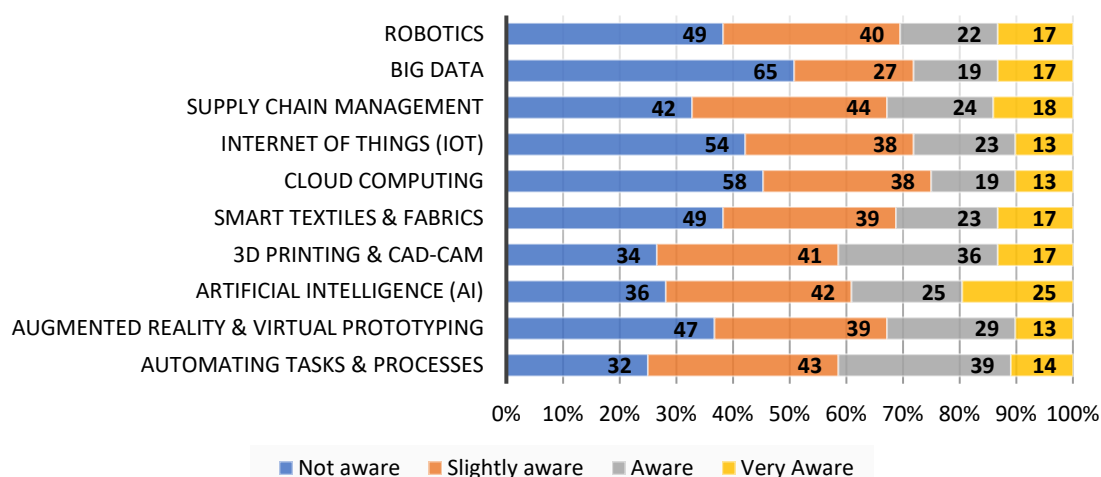
Apprenants de l'EFP

Familiarity with the term "Textile 4.0" and its implications



En ce qui concerne la **familiarité des apprenants de l'EFP avec le terme « Textile 4.0 »**, la majorité d'entre eux semblent soit peu familiers (45 %), soit peu familiers (32 %) avec le concept, tandis que 20 % d'entre eux ont déclaré qu'il s'agissait d'un concept familier pour eux et que seulement 3 % d'entre eux sont très familiers avec le Textile 4.0 et ses implications.

Awareness of specific emerging Industry 4.0 technologies in the textile sector



En ce qui concerne la sensibilisation des apprenants à **l'industrie 4.0 spécifiques**, qui peuvent être appliquées dans le secteur textile, la plupart d'entre eux ont déclaré qu'ils les ignoraient légèrement ou complètement, allant de 58,60 % (75 réponses combinées)

à 75 % (96 réponses combinées). Dans l'ensemble, ils se sont déclarés plus méconnaissants de l'infonuagique (75 % - 96 réponses combinées), suivie des données massives et de l'Internet des objets (71,90 % - 92 réponses combinées). D'autre part, moins d'apprenants de l'EFP se sont déclarés conscients et très conscients de ces technologies, allant de 28,10 % (36 réponses combinées) à 41,40 % (53 réponses combinées), les pourcentages les plus élevés de sensibilisation se trouvant dans « Impression 3D et CFAO » et « Automatisation des tâches et des processus » (41,40 % - 53 réponses combinées chacun), suivis de « l'intelligence artificielle » (39,10 % - 50 réponses combinées).

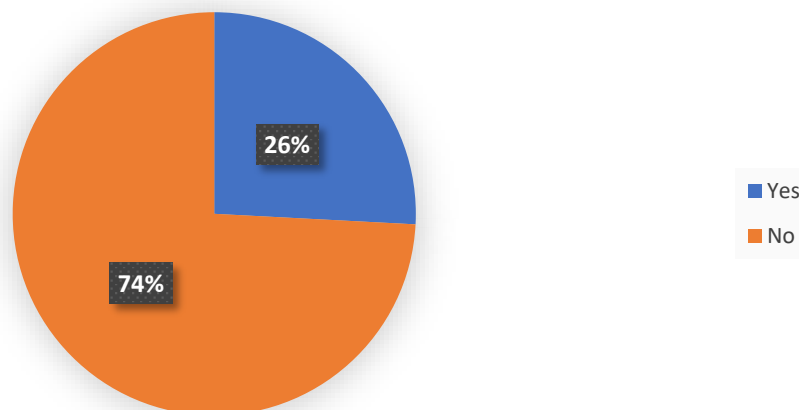
En ce qui concerne la question ouverte aux apprenants de l'EFP de **fournir des exemples d'implications des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile**, il est identifié qu'il existe des questions profondes qui incluent la création d'impact à la fois par les progrès technologiques et au niveau sociétal. D'une manière générale, les réponses fournies indiquent que la réalité augmentée et le prototypage virtuel facilitent la formation pour être efficace et contribuent à la réduction des déchets, tandis que l'automatisation et la robotique contribuent à accélérer les processus de production, mais cela peut aussi souvent entraîner des pertes d'emplois, en particulier pour les membres de la main-d'œuvre textile ayant de faibles niveaux de qualification. De plus, l'IA et le Big Data peuvent contribuer à l'optimisation des processus et à la transparence de la chaîne d'approvisionnement, mais leur complexité et leur coût d'utilisation sont perçus comme des défis. De plus, l'intégration de l'IoT pourrait permettre la gestion à distance des équipements de la machinerie, ce qui pourrait entraîner des horaires d'opération prolongés et la nécessité d'heures de travail supplémentaires pour la main-d'œuvre textile. Malgré les avantages de leur utilisation, le fait de s'appuyer sur ces technologies suscite des inquiétudes chez les apprenants en matière de sécurité des données, d'impact environnemental et d'éventuelles difficultés rencontrées par les employés âgés du textile pour s'adapter à leur utilisation. De plus, même s'ils reconnaissent que ces technologies promettent des pratiques plus durables et un meilleur équilibre entre la vie personnelle et la vie professionnelle, les apprenants de l'EFP ont souligné une tendance à la délocalisation des emplois en raison des progrès technologiques dans le secteur textile.

Enfin, en ce qui concerne la question ouverte posée aux apprenants de l'EFP pour indiquer qu'ils **connaissent toutes les autres technologies de l'industrie 4.0 qui peuvent être appliquées dans le textile 4.0 et**, par conséquent, **leurs implications potentielles**, quelques exemples notables mentionnés incluent le traitement de l'eau pour la réutilisation des colorants, l'intégration de systèmes, la blockchain, l'analyse avancée et le marketing en ligne, en plus de certaines réponses indiquant des technologies déjà incluses dans l'enquête. Quelques exemples spécifiques tels que les tissus naturels et biosourcés de Pyratex et la technologie Dry Indigo de Tejidos Royo, qui réduit la consommation d'eau et de produits chimiques, ont également été fournis, mentionnant qu'ils seront bénéfiques pour le secteur textile car ils contribueront à une efficacité accrue, à une amélioration des capacités de production et à la durabilité, malgré les craintes de déplacement d'emplois et les coûts de réparation élevés qui ont été exprimés. De plus, l'Internet industriel des objets (IIoT) et les matériaux intelligents ont été identifiés comme des facteurs susceptibles de changer la donne pour l'avenir du secteur. Enfin, de nombreux apprenants de l'EFP ont reconnu l'impact considérable de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, bien que certains d'entre eux aient exprimé leur méconnaissance du textile 4.0 ou des technologies de l'industrie 4.0 en général.

1.3 Identification des niveaux de connaissances et de compétences

Formateurs EFP

Do you have access to or use specialized tools and resources for providing training in Industry 4.0 technologies?

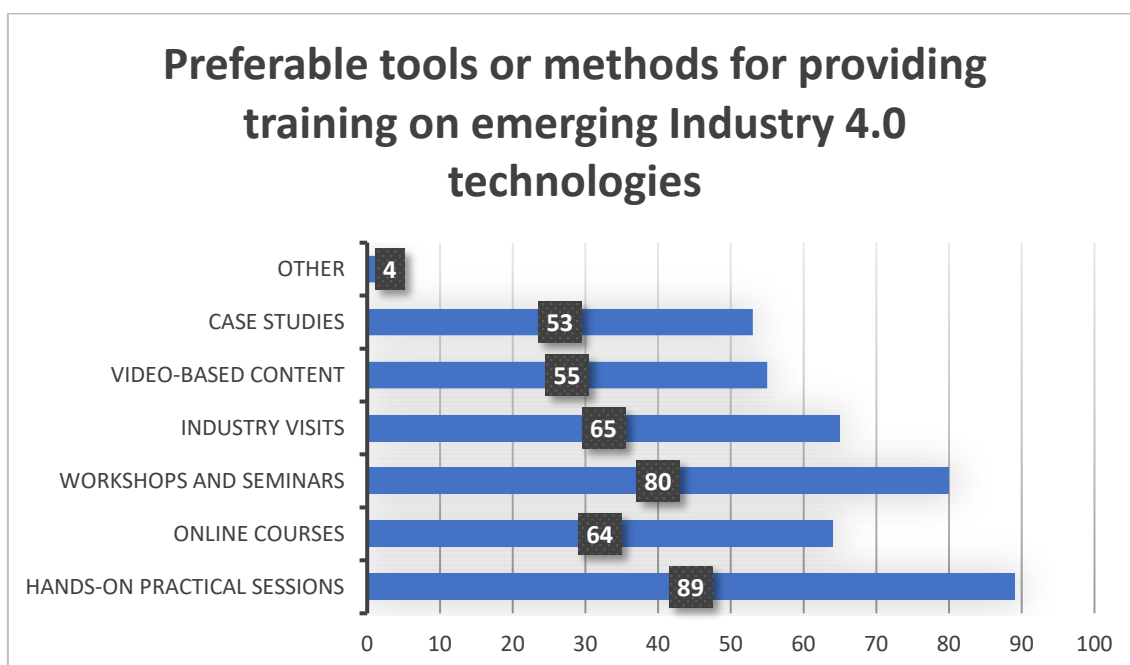


En ce qui concerne l'accès ou l'utilisation d'outils ou de ressources pédagogiques spécialisés pour dispenser une formation sur les technologies émergentes de l'industrie 4.0 dans le secteur textile, selon les réponses fournies, la majorité des formateurs de l'EFPP (74 %) n'y ont pas accès et ne les utilisent pas.

En réponse à la question ouverte concernant la mention des outils et des ressources spécifiques actuellement utilisés pour offrir de la formation liée aux technologies de l'industrie 4.0, les participants au sondage ont indiqué un large éventail d'entre eux, notamment des cours en ligne, des vidéos et diverses plateformes numériques comme les plateformes d'apprentissage et les outils de ludification. En outre, les choix les plus populaires étaient Internet et les outils d'IA tels que ChatGPT, tout en développant et en accédant à des cours d'apprentissage à distance adaptés aux formateurs et aux apprenants de l'EFPP.

Parmi les autres mentions notables, citons le développement d'un programme de formation en Réalité Virtuelle pour les opérateurs de ligne, ainsi que la numérisation des compétences essentielles à travers de courtes vidéos et des dictionnaires d'images, ainsi que des programmes et systèmes de formation spécifiques, tels que le Fabricademy à Bruxelles et le système éducatif Gemini, et des outils tels que l'outil « Close The Loop », CLO 3D, le système Gerber, les machines à coudre automatisées, les cobots et les tableaux intelligents sont également mentionnés. Les présentations, les plateformes de

vidéoconférence, les outils de quiz en temps réel et le contenu autoproduit sont des méthodes d'enseignement courantes. Enfin, un vif intérêt pour l'intégration de la fabrication numérique dans les chaînes d'approvisionnement locales et circulaires a été identifié.

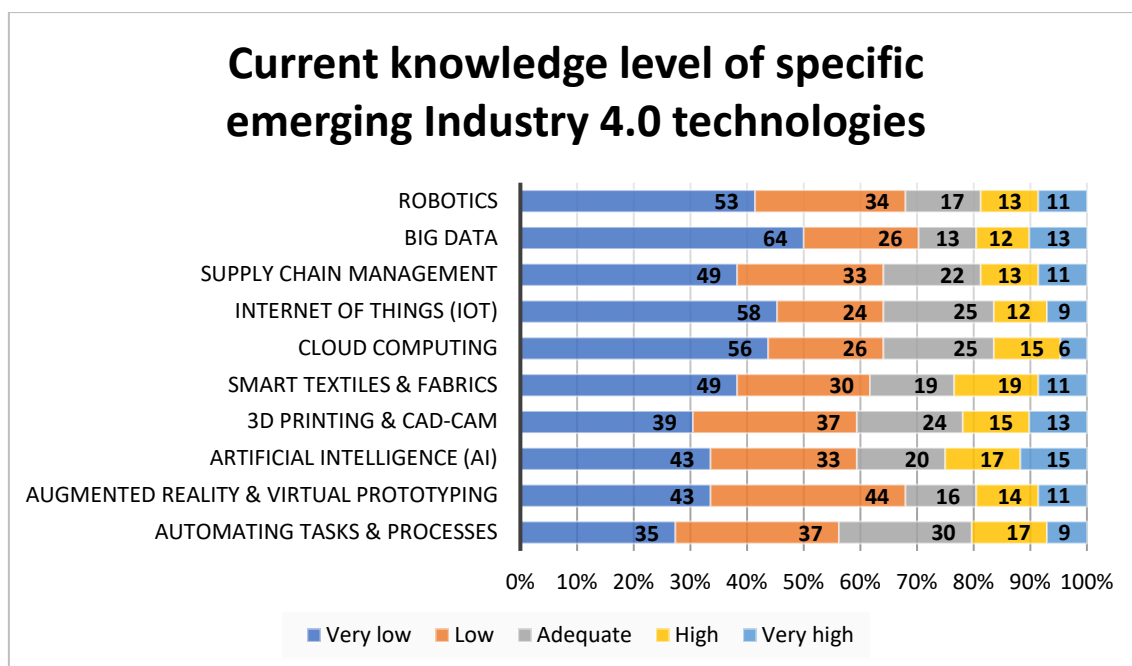


En ce qui concerne les **outils ou les méthodes que les formateurs de l'EFPP utilisent actuellement ou qu'ils aimeraient utiliser pour dispenser une formation sur les technologies émergentes de l'industrie 4.0 dans le secteur textile**, la majorité des formateurs de l'EFPP (89 sur 120 formateurs de l'EFPP) déclarent préférer des « sessions pratiques », suivies d'« ateliers et de séminaires » (80 sur 120). En revanche, les méthodes les moins utilisées ou préférables sont les « études de cas » (53 sur 120) et les « contenus vidéo » (55 sur 120). Enfin, en ce qui concerne l'option « Autre », 2 formateurs VET ont indiqué leur préférence pour la « formation VR » et 2 autres ont déclaré ne pas avoir de préférence spécifique.

En ce qui concerne les réponses à la question ouverte de savoir **s'il existe des sujets ou des compétences spécifiques liés aux technologies émergentes de l'industrie 4.0 que les formateurs de l'EFPP trouvent difficiles à enseigner**, les réponses reçues de tous les pays participants indiquent dans quels domaines les formateurs de l'EFPP rencontrent généralement des difficultés pour dispenser une formation. Ainsi, la robotique est le plus souvent mentionnée comme un défi, suivie de l'intelligence artificielle (IA), des textiles

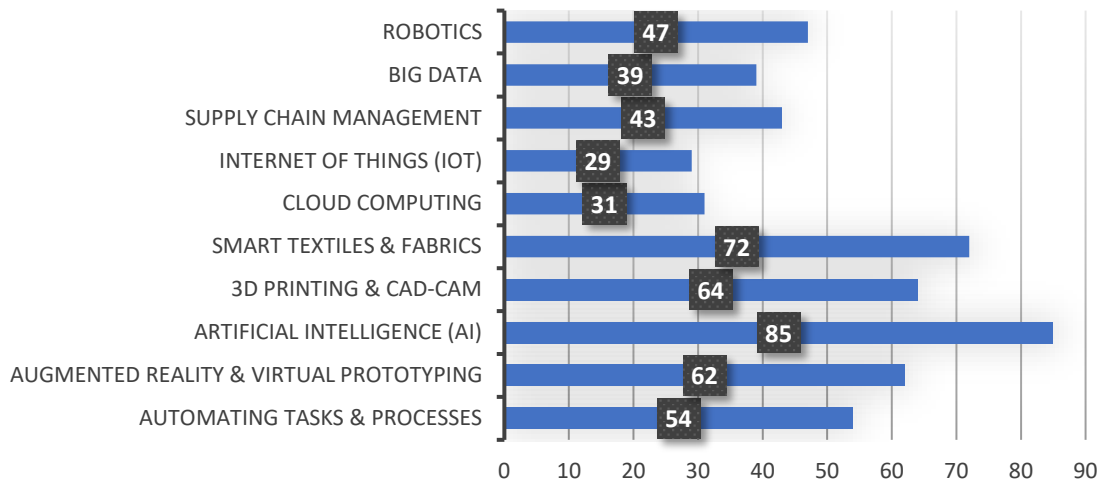
et tissus intelligents, de l'Internet des objets, du cloud computing et de l'automatisation. En outre, la difficulté générale d'apprendre à utiliser ces technologies sans centres de formation et ateliers correctement équipés a également été soulignée.

Apprenants de l'EFPP



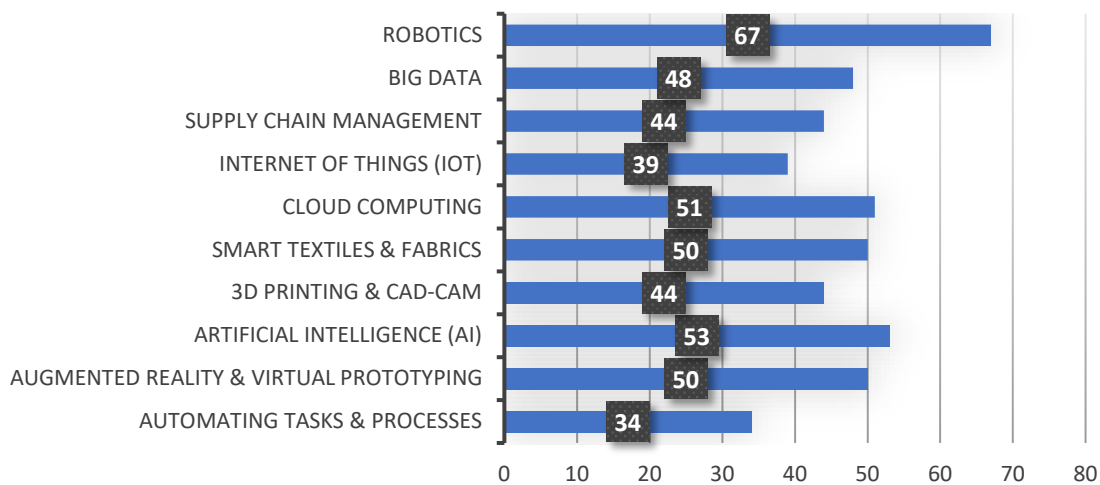
En ce qui concerne le **niveau de connaissance des technologies émergentes spécifiques de l'industrie 4.0**, qui peuvent être appliquées dans le secteur textile, la plupart des apprenants de l'EFPP ont déclaré avoir une connaissance faible ou très faible de celles-ci, allant de 56,30 % (72 réponses combinées) à 70,30 % (90 réponses combinées). Dans l'ensemble, ils ont indiqué avoir une connaissance plus faible des « mégadonnées » (70,30 % - 90 réponses combinées), suivis de la « robotique » et de la « réalité augmentée et prototypage virtuel » (68 % - 87 réponses combinées). D'autre part, les apprenants de l'EFPP sont moins nombreux à avoir des connaissances plus approfondies sur ces technologies, allant de 16,40 % (21 réponses combinées) à 25 % (32 réponses combinées), les pourcentages les plus élevés de connaissances se trouvant dans « Intelligence artificielle » (25 % - 32 réponses combinées) et « Textiles et tissus intelligents » (23,40 % - 30 réponses combinées chacun), suivis de « Impression 3D et CFAO » (21,90 % - 28 réponses combinées).

Most interesting Industry 4.0 technologies for VET learners



En ce qui concerne les technologies de l'industrie 4.0 que les apprenants de l'EFPP considèrent comme les plus intéressantes à apprendre, la majorité d'entre eux (85 sur 128 apprenants de l'EFPP) sont plus intéressés par l'apprentissage de l'intelligence artificielle, suivie par les textiles et tissus intelligents (72 sur 128), l'impression 3D et la CFAO (64 sur 128) et la réalité augmentée et le prototypage virtuel (62 sur 128). D'autre part, l'intérêt pour l'Internet des objets (29 sur 128) et le Cloud Computing (31 sur 128) suscite moins d'intérêt.

Most challenging Industry 4.0 technologies for VET learners

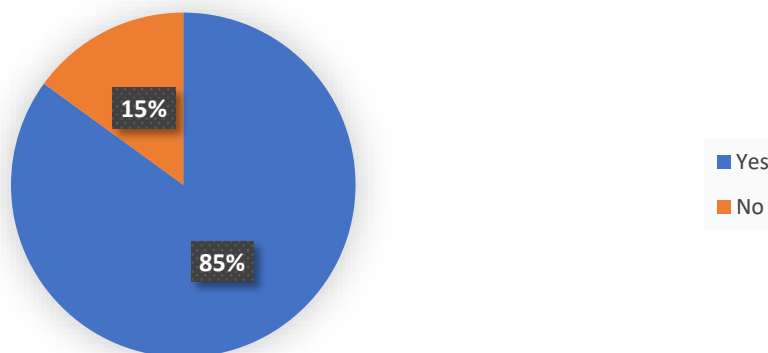


En ce qui concerne les technologies de l'**industrie 4.0 que les apprenants de l'EFPP** considèrent comme **les plus difficiles à utiliser**, la majorité d'entre eux (67 sur 128 apprenants de l'EFPP) trouvent que la « robotique » est la technologie de l'industrie 4.0 la plus difficile dans son utilisation, suivie de l'intelligence artificielle (53 sur 128) et de près de l'« informatique en nuage » (51 sur 128), des textiles et tissus intelligents et de la réalité augmentée et du prototypage virtuel (50 sur 128 chacun). D'autre part, l'automatisation des tâches et des processus (34 sur 128) et l'Internet des objets (39 sur 128) sont perçus comme moins difficiles dans leur utilisation par les apprenants de l'EFPP.

1.4 Besoins et préférences en matière d'éducation

Formateurs EFP

Do you believe there is a need for additional educational tools or resources to enhance your training provision on emerging Industry 4.0 technologies in the textile sector?

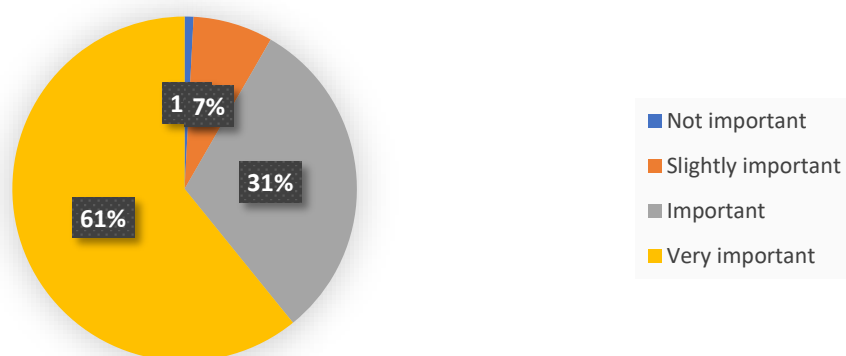


En ce qui concerne **la nécessité de fournir des outils ou des ressources pédagogiques supplémentaires pour améliorer l'offre de formation sur les technologies émergentes de l'industrie 4.0 dans le secteur textile**, la grande majorité des formateurs de l'EFP (85 %) le reconnaissent alors que seulement 15 % d'entre eux le nient.

En ce qui concerne la question ouverte de suivi concernant **la spécification des types d'outils ou de ressources que les formateurs de la formation professionnelle trouveraient les plus bénéfiques dans ce contexte**, les réponses reçues de tous les pays participants ont indiqué un mélange de réponses numériques et pratiques. Plus précisément, l'apprentissage pratique par le biais d'applications pratiques, d'ateliers, d'excursions et de formations spécialisées dans un format hybride a été mentionné. En ce qui concerne les outils et les ressources indiqués, les technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle, la numérisation et la réalité virtuelle sont considérées comme cruciales, ainsi que le matériel d'apprentissage étape par étape et les logiciels et équipements de formation spécialisés. De plus, les cours en ligne, les vidéos et les tutoriels accessibles et attrayants ont été mentionnés comme étant d'une grande

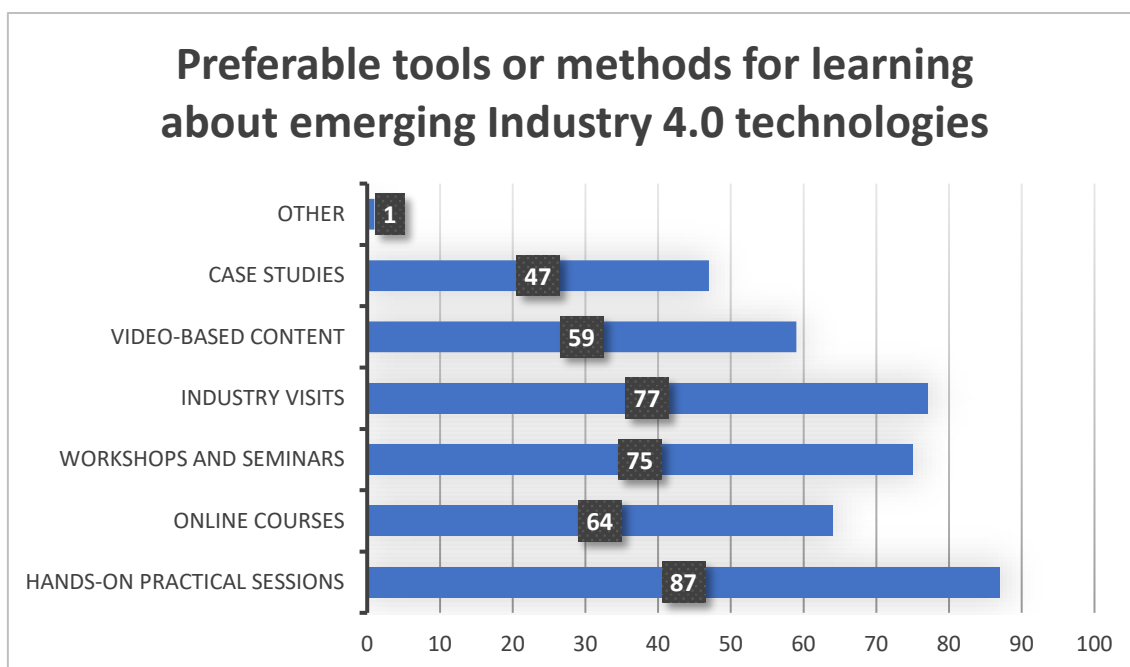
importance, ainsi que la formation continue des formateurs. En outre, les programmes de formation qui combinent connaissances théoriques et applications pratiques ont été perçus comme nécessaires pour fournir une compréhension plus approfondie des technologies de l'industrie 4.0, ainsi que la nécessité d'un soutien d'experts et d'investissements dans des machines de formation modernes, en particulier dans les régions où l'offre de formation professionnelle liée aux textiles est limitée.

The importance of specialized educational tools for providing training in emerging industry 4.0 technologies in the textile sector



Enfin, les formateurs de l'EFPP perçoivent de manière très positive **l'importance de disposer d'outils éducatifs spécialisés pour dispenser une formation aux technologies émergentes de l'industrie 4.0 dans le secteur textile**, qu'ils jugent soit très importante (61 %), soit importante (31 %).

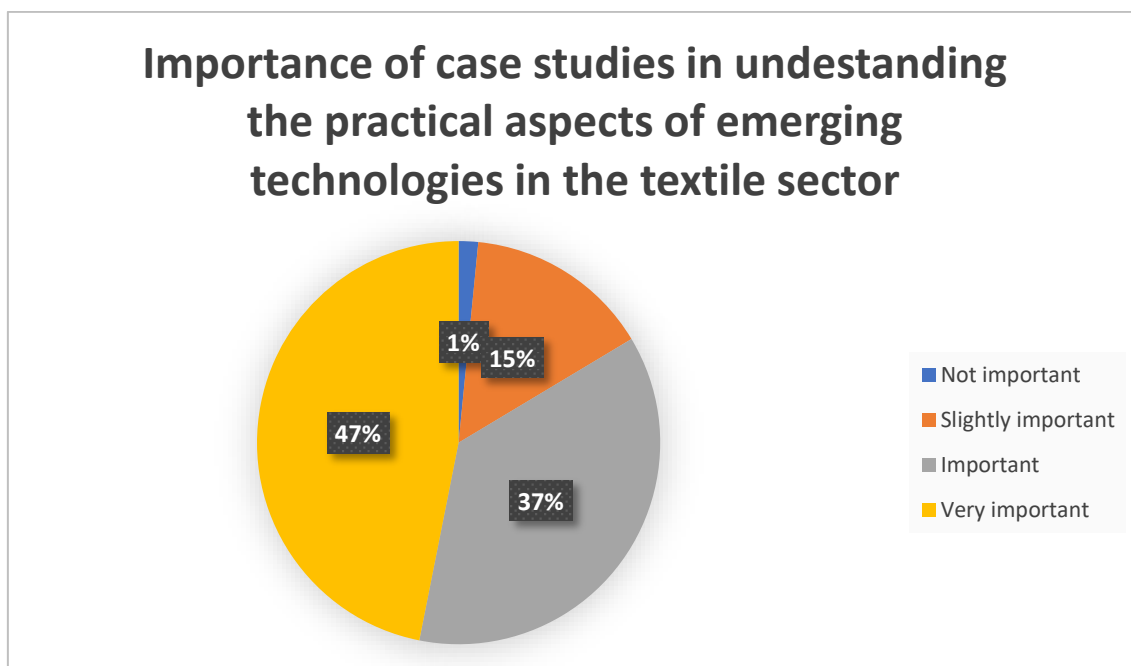
Apprenants de l'EFPP



En ce qui concerne les **outils ou les méthodes que les apprenants de l'EFPP préfèrent pour s'informer sur les technologies émergentes de l'industrie 4.0 dans le secteur textile**, la majorité d'entre eux (87 sur 128 apprenants de l'EFPP) déclarent préférer les « sessions pratiques », suivies des « visites de l'industrie » (77 sur 128) et des « ateliers et séminaires » (75 sur 128). En revanche, les méthodes les moins préférées sont les « études de cas » (47 sur 128). Enfin, en ce qui concerne l'option « Autre », 1 apprenant de l'EFPP a exprimé une préférence pour « Internet » comme outil d'apprentissage de ces technologies.

En ce qui concerne la question ouverte concernant des **sujets ou des compétences spécifiques liés aux technologies de l'industrie 4.0 que les apprenants de l'EFPP aimeraient inclure dans le programme TEX4.0**, la plupart des répondants ont exprimé leur vif intérêt pour l'intelligence artificielle (IA) à inclure comme l'un de ses composants clés, soulignant son importance pour diverses applications. De plus, une autre perception liée à l'IA est son intégration avec l'art, le design et la mode qui a été suggérée. Le prototypage virtuel et l'automatisation des processus figuraient également parmi les préférences des apprenants de l'EFPP, qui s'intéressaient à l'impression 3D, à la robotique, aux tissus et fibres intelligents, à la gestion de la chaîne d'approvisionnement, à la réalité augmentée (AR) et à la réalité virtuelle (VR), ainsi qu'à la cybersécurité. En outre, des applications pratiques telles que la programmation virtuelle et le big data ont

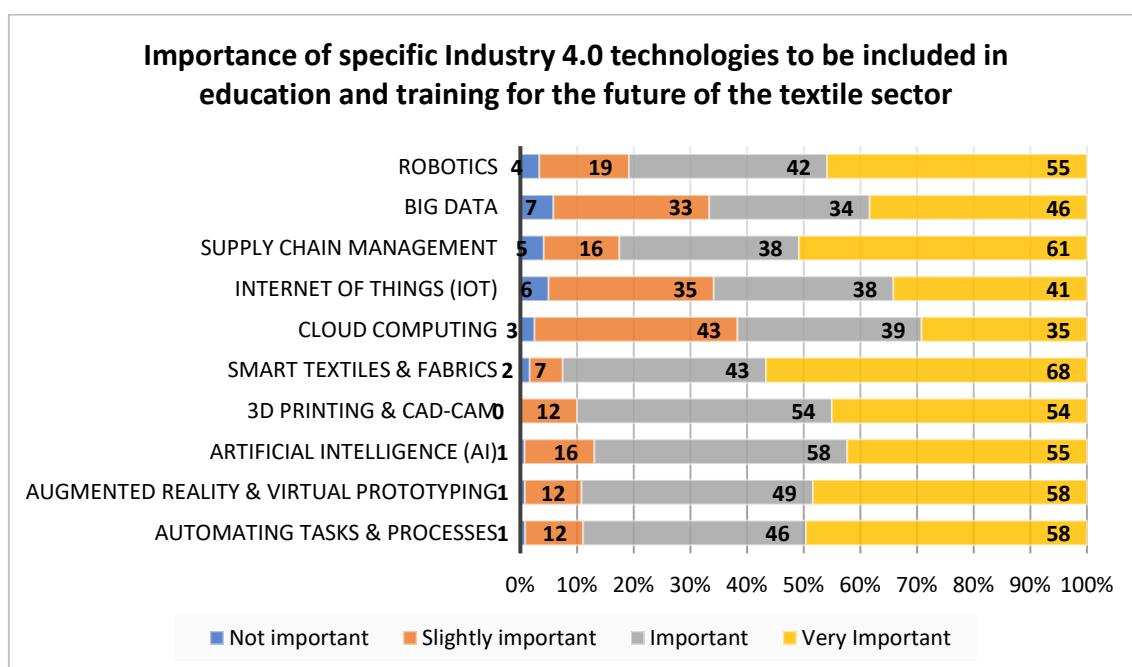
également été mentionnées. Dans l'ensemble, il est conclu que les apprenants de l'EFP attendent un programme complet qui englobe à la fois les connaissances théoriques et les compétences pratiques liées aux technologies de l'industrie 4.0.



Enfin, en ce qui concerne **l'importance des études de cas comme moyen de mieux comprendre les applications pratiques des technologies émergentes de l'industrie 4.0**, la majorité des apprenants de l'EFP (84 %) les considèrent beaucoup, les jugeant principalement importantes (37 %) ou très importantes (47 %).

1.5 Pertinence du secteur textile

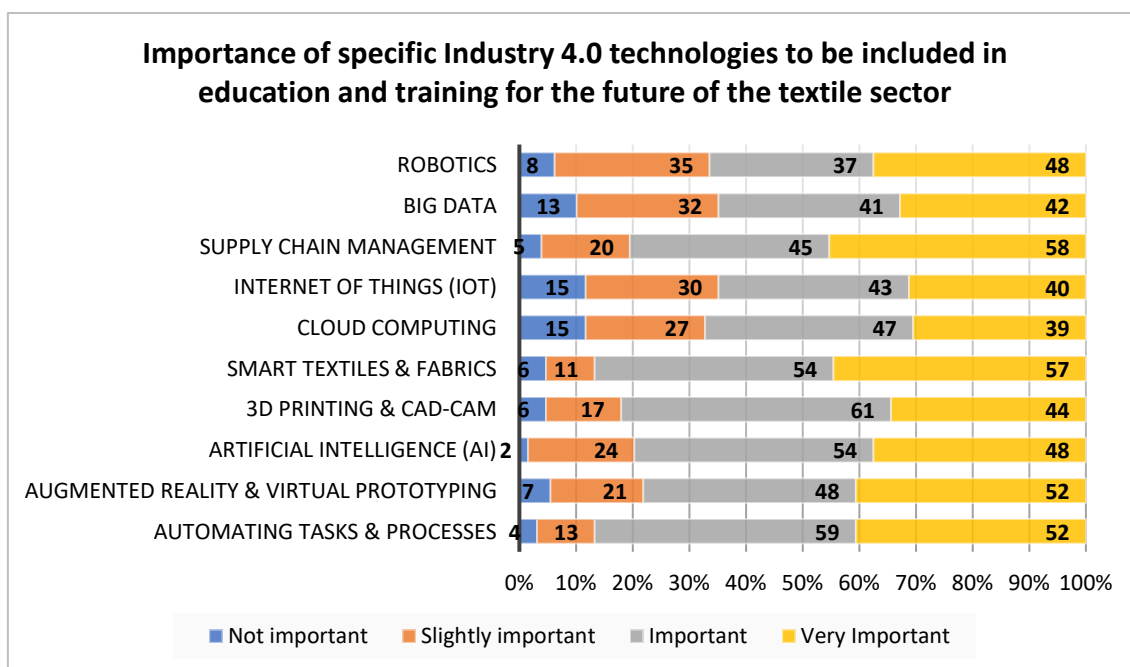
Formateurs EFP



En ce qui concerne la perception par les formateurs de l'EFP de **l'importance des technologies émergentes de l'industrie 4.0 pour l'avenir du secteur textile**, la plupart d'entre eux reconnaissent leur grande importance, la qualifiant d'importante ou de très importante allant de 61,70 % (74 réponses combinées) à 92,50 % (111 réponses combinées). Dans l'ensemble, sur la base de leurs réponses, la plus importante des technologies de l'industrie 4.0 est « Textiles et tissus intelligents » (92,50 % - 111 réponses combinées), suivie de « Impression 3D et CFAO » (90 % – 108 réponses combinées), « Réalité augmentée et prototypage virtuel » et « Tâches et processus automatisés » (89,20 % - 107 réponses combinées chacune). D'autre part, la technologie de l'industrie 4.0 la moins importante pour les formateurs de l'EFP semble être le « Cloud computing », puisque 61,70 % d'entre eux (74 réponses combinées) l'ont jugée importante ou très importante, suivie de « L'Internet des objets » (65,80 % - 79 réponses combinées) et du « Big Data » (66,70 % - 80 réponses combinées).

En ce qui concerne la question ouverte concernant les **défis ou les opportunités spécifiques liés aux technologies émergentes de l'industrie 4.0 que les formateurs de l'EFP prévoient pour le secteur textile au cours de la prochaine décennie**, les réponses reçues de tous les pays participants indiquent qu'il y a généralement à la fois des défis et des opportunités. Plus précisément, certains des principaux défis prévus sont le manque de connaissances et de compréhension des nouvelles technologies parmi la main-d'œuvre textile, la résistance au changement, la formation insuffisante et le nombre insuffisant de formateurs de l'EFP suffisamment qualifiés, les contraintes financières et le rythme rapide des progrès dans le domaine de la technologie. Parmi les autres défis mentionnés, citons l'insuffisance des infrastructures, l'écart actuel entre les compétences et les exigences technologiques, et la résistance culturelle au sein des entreprises textiles. D'autre part, parmi les possibilités substantielles mentionnées, citons l'amélioration de la productivité, l'amélioration de la durabilité, le potentiel de création de produits innovants, l'augmentation des possibilités d'emploi et l'augmentation de la compétitivité.

Apprenants de l'EFP



En ce qui concerne la perception des apprenants de l'EFP quant à l'importance des technologies émergentes de l'industrie 4.0 pour l'avenir du secteur textile, la plupart d'entre eux reconnaissent leur grande importance, la qualifiant d'importante ou de très importante allant de 64,80 % (83 réponses combinées) à 86,70 % (111 réponses combinées). Dans l'ensemble, sur la base de leurs réponses, les technologies les plus importantes de l'industrie 4.0 sont les « tâches et processus automatisés » et les « textiles et tissus intelligents » (86,70 % - 111 réponses combinées), suivies par « Impression 3D et CFAO » (82 % - 105 réponses combinées) et « Gestion de la chaîne d'approvisionnement » (80,50 % - 103 réponses combinées). D'autre part, les technologies de l'industrie 4.0 les moins importantes pour les formateurs de l'EFP semblent être le « Big Data » et l'« Internet des objets », puisque 64,80 % d'entre eux (83 réponses combinées chacune) les ont jugées importantes ou très importantes, suivies de la « robotique » (66,40 % - 85 réponses combinées) et du « Cloud Computing » (67,20 % - 86 réponses combinées).

En ce qui concerne la question ouverte concernant les défis ou les opportunités spécifiques liés aux technologies émergentes de l'industrie 4.0 que les formateurs de l'EFP anticipent pour le secteur textile au cours de la prochaine décennie, plusieurs perceptions clés ont été soulignées. En général, les opportunités identifiées comprennent l'intégration de l'IA, de l'IoT, de l'automatisation et de l'impression 3D, qui

seront exploitées pour améliorer l'efficacité opérationnelle, la réduction des déchets et la personnalisation des produits. Ces technologies devraient transformer les processus de production grâce à l'utilisation de tissus intelligents et à la durabilité. D'autre part, les défis identifiés comprennent le risque de perte d'emplois en raison de l'automatisation des processus, le manque de travailleurs qualifiés, les coûts élevés requis pour l'adoption de ces nouvelles technologies et les problèmes généraux liés à la gestion des ressources et à la durabilité. En outre, les apprenants de l'EFPP ont exprimé plusieurs préoccupations, notamment l'acceptation sociale, les besoins accrus de perfectionnement, l'équilibre entre les progrès technologiques et les pratiques traditionnelles, les contraintes financières et la réticence ou le manque d'implication des décideurs. Ces facteurs affectent négativement les efforts de transition du secteur textile vers la conformité à l'industrie 4.0.

2. Résultats des groupes de discussion

Les sessions de groupe de discussion se sont déroulées sous forme de discussions en personne et/ou en ligne avec une participation totale de 33 représentants du textile, qui ont été invités à participer et à répondre aux questions préparées par le partenariat TEX4.0. Les profils des participants par pays sont les suivants :

Belgique

- 1 PDG d'une entreprise de textile fait à la main

- 1 propriétaire d'une marque de vêtements et d'accessoires de sport
- 1 Directeur d'une organisation nationale de formation et de cluster textile
- 1 Passionné de mode avec une formation en marketing international de la mode
- 1 étudiant styliste et modéliste aspirant à se lancer dans l'aventure

France

- 8 professionnels de l'entreprise IDL

Allemagne

- Dr. Jan Peter Horn, propriétaire et directeur général de Herzog GmbH, un leader mondial dans la fabrication de machines à tresser
- Herman Güth, PDG de Güth & Wolf GmbH, un important producteur de rubans, de tresses et de ceintures
- M. Niklas Stahleker, PDG de Comazo GmbH + Co. KG, spécialisée dans les vêtements fonctionnels et de protection
- Anke Pfau, chef de département à l'Association de l'industrie du textile et de l'habillement du nord-est de l'Allemagne
- Dr. Axel Spickenheuer, PDG de Complex Fiber Structures GmbH, connu pour son innovation dans la conception IAO et la production de pièces composites renforcées de fibres

Grèce

- 2 responsables de production issus d'entreprises textiles
- 2 Propriétaires de PME axées sur le sportswear et la mode féminine
- 1 tailleur qui est également formateur EFP, axé sur la prestation de formations liées à la couture

Italie

- 1 agent public
- 2 entrepreneurs dans l'industrie textile
- 1 professeur des universités et mentor start-up
- 1 manager dans une association de catégorie

Roumanie

- 5 formateurs VET

Les discussions se sont déroulées dans les langues nationales des participants. Tout comme les réponses reçues. Les sections suivantes reprennent les conclusions tirées de toutes les séances de groupe de discussion.

2.1 Avancées technologiques primaires récentes

Les réponses reçues des pays participants indiquent un paysage subtilement différencié d'avancées technologiques qui transforment le secteur textile en eux. Malgré les différences, plusieurs aspects communs incluent une tendance à l'efficacité accrue, à la durabilité et à l'intégration numérique. Plus précisément :

En **Belgique**, le rôle de l'automatisation et des machines numériques à toutes les étapes du cycle de vie des produits textiles est mis en évidence, tandis que l'intégration de l'impression 3D et de logiciels spécialisés facilite le développement de modèles et de prototypes avec un minimum de déchets, ce qui reflète une forte tendance à la durabilité. Les tissus innovants et durables et les systèmes avancés de gestion des déchets sont également considérés comme très importants.

En **France**, l'automatisation et la robotique pour la fabrication, l'impression numérique textile, les matériaux avancés comme les nanofibres et les textiles intelligents, et l'intégration de dispositifs IoT pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement et le contrôle de la qualité sont considérés comme les principales avancées technologiques dans le secteur textile.

En **Allemagne**, la miniaturisation ainsi que la réduction des coûts des composants électroniques et mécatroniques sont considérées comme essentielles, favorisant une intégration profonde de l'électronique dans les machines textiles ainsi que la connexion entre les logiciels de CAO, les commandes CNC et les machines de production.

En **Grèce**, l'importance de l'automatisation tout au long du processus de production textile est soulignée, ainsi que le soutien de l'impression 3D et de l'intelligence artificielle dans le processus de conception. Les innovations dans les méthodes d'économie d'énergie et le développement de nouveaux tissus haute performance sont également considérés comme cruciaux, tandis que les progrès qui contribuent à la durabilité plus

large du secteur textile (par exemple, de nouvelles machines de teinture qui réduisent la consommation d'eau) sont mentionnés.

En **Italie**, un double focus sur la numérisation et la traçabilité au sein de son secteur textile est identifié. Plus précisément, le quartier textile de Prato, qui se caractérise par des petites et moyennes entreprises, a déjà adopté l'automatisation et la numérisation des processus grâce à l'utilisation de machines respectives. De plus, l'utilisation de la blockchain pour la traçabilité et la certification des produits est mise en évidence compte tenu de la demande accrue de transparence et d'intégrité des produits. Enfin, l'adoption de la technologie 5G est mentionnée comme un moyen de soutien à une communication et à une utilisation optimales des données, alors que les défis liés à l'intégration avec les plus grands acteurs de la chaîne d'approvisionnement sont toujours présents.

En **Roumanie**, l'application pratique des progrès technologiques dans l'éducation et la formation est mise en avant. L'objectif éducatif du secteur textile est l'utilisation de la conception CAO, de l'impression numérique et de l'automatisation des processus de production, ce qui indique l'utilisation de systèmes de formation tels que GEMINI, LECTRA et Optitex pour le prototypage rapide comme preuve d'une approche pratique pour adopter les avancées technologiques.

En conclusion, les deux avancées technologiques les plus importantes qui ont un impact sur le secteur textile sont l'automatisation et la numérisation, qui contribuent à rationaliser les processus de production, à réduire le travail manuel et, par conséquent, à améliorer l'efficacité. De plus, l'aspect de la durabilité se distingue par les progrès réalisés dans la gestion des déchets, les technologies d'économie d'énergie et le développement de nouveaux matériaux durables. Cependant, chaque pays semble avoir ses priorités ; en France, en Allemagne et en France, l'accent est mis principalement sur les matériaux avancés et l'électronique intégrée, en Italie sur la numérisation et la traçabilité, tandis qu'en Roumanie, la formation pratique aux technologies de pointe se distingue. Collectivement, ces avancées représentent un changement transformateur vers un secteur textile plus efficace, durable et technologiquement intégré à l'échelle internationale.

2.2 Lacunes ou défis potentiels liés aux technologies émergentes de l'industrie 4.0

Les réponses reçues des pays participants font état d'un large éventail de défis auxquels le secteur textile est confronté en ce qui concerne les technologies de l'industrie 4.0. Malgré les différences, plusieurs aspects communs incluent les contraintes financières, les problèmes de main-d'œuvre et les obstacles systémiques. Plus précisément :

En **Belgique**, il y a des défis économiques et de main-d'œuvre. Un obstacle économique majeur est la nécessité d'investir massivement dans l'acquisition de machines numériques et de technologies de pointe, tandis qu'un obstacle lié à la main-d'œuvre est le besoin de montée en compétences de la main-d'œuvre actuelle, qui manque de membres plus jeunes, ainsi que de vision entrepreneuriale et de cours d'EFP dédiés au textile.

En **France**, les coûts d'investissement initiaux élevés et l'absence de protocoles standardisés pour l'interopérabilité constituent des défis importants. Il existe également des préoccupations en matière de cybersécurité et une résistance au changement qui découlent des méthodes traditionnelles existantes, qui reflètent une réticence plus large à la transition vers l'adoption de systèmes technologiques avancés sans cadres concrets.

En **Allemagne**, un défi majeur identifié est la complexité des interfaces homme-machine (IHM) en raison de leur manque de convivialité et de la nécessité de disposer d'un personnel hautement qualifié qui, à son tour, a besoin d'une formation approfondie et pertinente. En conséquence, cette situation entrave le développement et la maintenance de machines textiles technologiquement avancées.

En **Grèce**, plusieurs défis incluent le manque de main-d'œuvre qualifiée dans le textile, qui compte des membres âgés et confrontés à des difficultés de formation. En outre, la formation des nouveaux membres de la main-d'œuvre textile est affectée négativement par les contraintes financières, ce qui affecte également l'acquisition de nouvelles machines. Dans l'ensemble, le secteur est sous-développé, confronté à de fréquentes fermetures d'entreprises plutôt qu'à la croissance. Bien que le potentiel des technologies de pointe (p. ex. la réalité virtuelle) pour la formation soit noté, les investissements et

les capitaux limités entravent à la fois leur adoption et la durabilité et l'avancement technologique du secteur dans son ensemble.

En **Italie**, les défis sont liés à l'intégration des processus entre les différentes entreprises de la chaîne d'approvisionnement textile en raison du manque de collaboration, d'investissement et de communication entre les entreprises du secteur, ce qui complique les efforts visant à créer un processus véritablement intégré. Le secteur textile italien est également confronté à un écart d'âge, car de nombreux entrepreneurs et membres de la main-d'œuvre vieillissent alors qu'il y a un manque de personnes capables de conduire sa modernisation.

En **Roumanie**, une perspective quelque peu différente a émergé, car aucun problème majeur dans l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile n'a été mentionné. Cependant, un défi identifié est la peur d'utiliser les nouvelles technologies, qui est plus une barrière culturelle et psychologique que financière ou structurelle.

En conclusion, l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile dans ces pays européens présente un large éventail de défis, notamment les exigences élevées en matière d'investissements financiers, le besoin de perfectionnement de la main-d'œuvre vieillissante et d'importants obstacles systémiques tels que la fragmentation des systèmes administratifs, le manque de normalisation et d'interopérabilité, et l'insuffisance de la collaboration tout au long de la chaîne d'approvisionnement. La situation est également façonnée par la résistance culturelle au changement et les barrières psychologiques. Cependant, des investissements ciblés, la formation et la collaboration peuvent contribuer à relever progressivement ces défis vers un secteur textile plus avancé et plus efficace en Europe.

2.3 Lacunes actuelles dans les connaissances ou les compétences de la main-d'œuvre textile liées aux technologies de l'industrie 4.0

Les réponses reçues des pays participants indiquent des lacunes importantes en matière de connaissances et de compétences au sein de la main-d'œuvre textile, qui sont nécessaires à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0. Parmi les lacunes courantes,

citons le manque de littératie numérique, la formation insuffisante et la résistance aux nouvelles technologies. Plus précisément :

En **Belgique**, un écart important en matière de culture numérique parmi la main-d'œuvre actuelle est identifié, étant donné qu'il s'agit de personnes âgées (plus de 40 ans) qui manquent souvent de motivation et de compétences pour s'engager dans les nouvelles technologies. Parmi les autres problèmes, citons le manque de formation spécialisée pour les formateurs et les apprenants et l'insuffisance du financement pour intégrer les nouvelles technologies dans les pratiques éducatives.

En **France**, il existe des lacunes dans la compréhension de l'analyse des données, de l'intégration de l'IoT, des mesures de cybersécurité et de l'adaptabilité liée à l'adoption de technologies émergentes, ce qui indique un besoin plus large de formation qui inclut divers aspects de la technologie numérique et de ses applications dans le secteur textile.

En **Allemagne**, il y a un manque de motivation pour acquérir de nouvelles compétences, en particulier parmi les membres de la main-d'œuvre textile à faible revenu, ainsi qu'une conscience générale de soi à l'égard des nouvelles technologies, dérivée des préoccupations concernant leur capacité à les apprendre et à les appliquer ainsi que de leur perception que les compétences numériques avancées, telles que le codage et la programmation, sont hors de leur portée.

En **Grèce**, il y a un grave manque d'expérience pratique et d'expertise dans les technologies de l'industrie 4.0 parmi les employés du textile, qui ne sont pas familiers avec les nouvelles applications informatiques, ce qui entrave l'utilisation efficace des équipements de pointe. De plus, il y a un manque de programmes de formation mis à jour en fonction des progrès technologiques, ce qui perturbe les efforts des entreprises textiles pour embaucher des employés qualifiés.

En **Italie**, le secteur textile a du mal à attirer des personnes qualifiées, car seuls quelques-uns d'entre eux aspirent à rejoindre sa main-d'œuvre, tandis que ses membres existants sont souvent confrontés à un déficit scientifique et technique dans leur formation. De plus, les investissements dans la formation de la main-d'œuvre textile, qui est souvent considérée comme non essentielle malgré les avantages potentiels à long terme, sont insuffisants.

En **Roumanie**, l'adoption de nouvelles technologies présente des lacunes critiques, notamment l'absence de conception CAO dans les programmes de formation, le manque d'employés qualifiés dans le secteur du textile et le vieillissement de la main-d'œuvre concernée.

En conclusion, les multiples lacunes existantes en matière de connaissances et de compétences entravent l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile. Pour y remédier, il semble essentiel que les établissements d'enseignement, les intervenants de l'industrie et les organismes gouvernementaux élaborent des programmes de formation complets, mettent à jour les programmes d'enseignement et favorisent une culture d'apprentissage continu et d'innovation au sein du secteur pour combler ces lacunes et permettre une transition plus harmonieuse vers les technologies de pointe de l'industrie 4.0.

2.4 Importance de la formation pour la durabilité du secteur textile

Les réponses reçues des pays participants indiquent des points de vue différents sur l'importance de la formation de la main-d'œuvre textile, en particulier en ce qui concerne la réalité augmentée (RA), le prototypage virtuel et les textiles intelligents. Malgré les différences, il existe un consensus sur l'adoption de nouvelles technologies pour assurer la durabilité et la compétitivité du secteur textile. Plus précisément :

En **Belgique**, la formation de la main-d'œuvre textile aux nouvelles technologies est d'une importance cruciale pour atteindre la durabilité, qui est considérée comme un problème urgent qui nécessite une adaptation immédiate des processus de travail et des compétences de la main-d'œuvre. La formation est perçue comme essentielle pour répondre aux préoccupations environnementales liées aux textiles, telles que la consommation élevée d'eau, la pollution et la mauvaise gestion des déchets textiles. Enfin, il est souligné qu'il est nécessaire de développer un nouvel état d'esprit parmi les acteurs du secteur textile afin de favoriser davantage sa durabilité.

En **France**, les réponses ont été étroitement alignées sur celles de la Belgique, car le rôle crucial de la formation aux technologies de pointe est également reconnu, tandis que leurs avantages en matière d'optimisation de la conception, d'efficacité de la production

et de personnalisation des produits sont soulignés comme essentiels pour la durabilité et l'avantage concurrentiel du secteur textile.

En **Allemagne**, l'intérêt réside dans la formation aux textiles intelligents plutôt que dans la formation AR et VR, ce qui indique que l'accent est mis sur les aspects qui ont l'impact le plus immédiat et le plus significatif sur le secteur textile.

En **Grèce**, la formation aux nouvelles technologies est considérée comme essentielle, d'autant plus que le secteur textile du pays évolue de manière dynamique, pour diverses raisons, notamment la nécessité de développer les compétences pour assurer la compétitivité et l'adaptabilité du secteur aux demandes du marché, d'assurer la viabilité des entreprises textiles et le respect des objectifs de l'UE en matière de réduction des émissions et de réutilisation de l'eau, et d'obtenir des normes et des certifications qui soutiennent ses efforts en matière de durabilité.

En **Italie**, les perspectives sont mitigées, car l'importance de la formation est principalement associée à des avancées technologiques plus larges qui améliorent le traitement des commandes, la flexibilité, la traçabilité des produits et les applications pratiques en général, ce qui contribuera à améliorer l'efficacité opérationnelle immédiate et l'authenticité des produits, plutôt que la RA et la RV, par exemple.

En **Roumanie**, l'impact significatif des technologies AR/VR et du prototypage virtuel sur les processus de conception et de production est reconnu, notamment en ce qui concerne l'accélération de la production et la réduction des coûts, tandis que la formation aux technologies numériques est généralement considérée comme cruciale.

En conclusion, un fort consensus sur l'importance de former la main-d'œuvre textile aux nouvelles technologies pour assurer la pérennité et la compétitivité du secteur est identifié. Cependant, en Belgique, en France et en Grèce, l'accent est mis sur l'adoption complète de technologies avancées, tandis qu'en Allemagne, une approche plus sélective qui privilégie les textiles intelligents est évidente. En Italie, l'accent est mis sur les avancées technologiques pratiques, et en Roumanie, les avantages significatifs de l'AR/VR et du prototypage virtuel dans l'accélération des processus de production sont soulignés. Dans l'ensemble, une formation ciblée qui répond à la fois à des besoins

technologiques larges et spécifiques semble essentielle pour favoriser la durabilité et la compétitivité du secteur textile.

2.5 Obstacles à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile

Les réponses reçues des pays participants font état d'une variété d'obstacles qui entravent l'adoption généralisée des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile, couvrant les aspects économiques, techniques, culturels et infrastructurels et reflétant les divers défis auxquels chaque pays est confronté.

En **Belgique**, l'un des principaux obstacles est le manque de compétences et de compétences capables de former la main-d'œuvre du textile aux nouvelles technologies, qui à son tour vieillit, est confrontée à un important défi de montée en compétences et n'a pas réussi à attirer les jeunes talents jusqu'à présent. De plus, de nombreuses entreprises textiles traditionnelles sont réticentes à moderniser leurs processus d'exploitation, tandis que les logiciels obsolètes existants compliquent l'intégration technologique. Enfin, le manque de financement pour les infrastructures et les outils de formation est un autre obstacle crucial.

En **France**, les coûts, y compris les dépenses d'acquisition et de mise en œuvre de nouvelles technologies et de mise à niveau des infrastructures existantes, sont considérés comme un obstacle majeur, tandis que l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 est encore entravée par la nécessité de se conformer à la réglementation et un changement de mentalité et de pratiques opérationnelles.

En **Allemagne**, il existe une profonde résistance à l'apprentissage de nouvelles compétences techniques parmi les membres actuels de la main-d'œuvre textile, tandis que les fabricants de machines sont réticents à remettre à neuf les anciens équipements opérationnels, préférant en vendre de nouveaux, ce qui constitue un défi financier et logistique pour les entreprises textiles qui prévoient de remplacer ou de moderniser leurs machines existantes.

En **Grèce**, les obstacles économiques sont prédominants, principalement les coûts élevés d'achat de nouveaux équipements et de formation de la main-d'œuvre textile

pour pouvoir répondre aux nouvelles exigences technologiques. De plus, il y a un manque de programmes d'investissement qui entrave le développement du secteur textile, malgré le consensus sur la nécessité d'exploiter pleinement les nouvelles technologies pour les justifier, créant une situation difficile pour les entreprises textiles grecques qui sont également touchées par la concurrence de pays où les coûts de production sont plus faibles et qui font face aux défis environnementaux liés aux déchets et à l'utilisation de l'énergie des machines.

En **Italie**, le manque de collaboration tout au long de la chaîne d'approvisionnement, les machines obsolètes et le manque d'infrastructures numériques de base constituent des obstacles importants à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0, ce qui rend le processus de numérisation du secteur textile à la fois coûteux et complexe, qui est encore affecté par les crises locales et les problèmes géopolitiques. Il existe également une barrière culturelle, car de nombreux acteurs du textile manquent d'un état d'esprit axé sur l'innovation, étant réticents aux investissements avant-gardistes dans la technologie, en particulier dans le segment de la mode du secteur.

En **Roumanie**, il y a un déficit d'infrastructures dans le domaine de l'éducation, y compris un manque d'équipements appropriés et de logiciels spécialisés, un déficit de main-d'œuvre qualifiée dans le domaine des technologies de pointe et des contraintes financières qui amplifient l'impact de ces obstacles sur l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile.

En conclusion, des obstacles économiques, tels que les coûts élevés d'acquisition de technologies et de formation, des obstacles techniques, tels que des machines obsolètes et le manque d'infrastructures et de logiciels nécessaires pour soutenir les nouvelles technologies, des obstacles culturels, tels que la résistance au changement et un manque d'esprit d'innovation, et des obstacles infrastructurels, tels que l'insuffisance des installations et du matériel de formation, ont été identifiés dans tous les pays participants. Par conséquent, une approche holistique est nécessaire pour les surmonter, notamment la modernisation des infrastructures, le développement de programmes de formation, une collaboration plus large entre les parties prenantes du textile et la promotion d'une culture de l'innovation, pour que le secteur textile adopte les technologies de l'industrie 4.0 dans ses pratiques opérationnelles.

2.6 Importance d'investir dans des programmes de formation pertinents

Les réponses reçues des pays participants indiquent une perspective collective sur l'importance cruciale d'investir dans des programmes de formation qui permettront au secteur textile de suivre les progrès technologiques rapides. Plus précisément :

En **Belgique**, il est souligné qu'investir dans les programmes de formation Textile 4.0 est important pour le développement futur du secteur, car il y a un manque important de formateurs et de programmes de formation spécialisés. Cependant, cet investissement constitue un défi car la main-d'œuvre textile actuelle est réticente à apprendre de nouvelles technologies, alors qu'il y a une pénurie de jeunes étudiants intéressés à être employés dans le secteur. En outre, il est mentionné que pour des raisons d'efficacité de la formation, tout programme de formation doit être adapté aux besoins spécifiques des entreprises textiles, tandis que toute intégration technologique doit être conviviale.

En **France**, investir dans des programmes de formation est également d'une grande importance pour améliorer les compétences de la main-d'œuvre textile afin de pouvoir exploiter efficacement les technologies émergentes pour le secteur et maintenir sa compétitivité.

En **Allemagne**, l'investissement dans la création de programmes de formation est soutenu par le consensus quant à leur nécessité d'adapter le secteur textile à toute avancée technologique.

En **Grèce**, il existe un besoin imminent de former les employés du textile à toutes les avancées technologiques avec l'aide d'initiatives privées en raison du manque de soutien public. En outre, il est perçu que la compétitivité du secteur repose sur la formation continue et la spécialisation dans les technologies de pointe, malgré le coût élevé de la mise en œuvre des programmes de formation, en particulier pour les petites entreprises.

En **Italie**, il est reconnu qu'il est nécessaire d'investir dans des programmes de formation. Cependant, ce n'est pas une priorité actuelle pour les entrepreneurs du textile en raison de leur méconnaissance de l'importance des avantages d'investir continuellement dans le capital humain et d'intégrer la formation dans la culture d'entreprise, d'où leur

réticence à fournir une formation à la main-d'œuvre existante et leur préférence pour l'embauche de personnes déjà qualifiées.

En **Roumanie**, investir dans les programmes de formation est tout aussi important, malgré la réticence des acteurs économiques à investir dans leur développement ou à fournir des parrainages ainsi que des emplois à faible revenu pour les nouveaux arrivants qualifiés dans le secteur textile qui entravent leur rétention.

En conclusion, il est globalement reconnu qu'investir dans les programmes de formation contribue à la durabilité et à la compétitivité du secteur textile dans un contexte d'avancées technologiques majeures, malgré les obstacles découlant des contraintes économiques (coûts élevés, manque de financement, bas salaires), des compétences et des pénuries de formateurs qualifiés, entre autres, qui doivent être surmontés collectivement. Les entreprises textiles doivent suivre une approche holistique qui aidera à combler le fossé entre les progrès technologiques et les capacités de la main-d'œuvre en fonction de leurs besoins uniques, assurant ainsi un avenir durable pour le secteur dans son ensemble.

2.7 Élaboration d'un programme de formation idéal pour répondre aux besoins du secteur textile en matière de technologies de l'industrie 4.0

Les réponses reçues des pays participants reflètent le point de vue de chaque pays sur l'équilibre entre les compétences pratiques et les connaissances théoriques, adapté au contexte du secteur textile. Plus précisément :

En **Belgique**, on estime qu'un programme de formation idéal doit être convivial, combiner connaissances théoriques et applications pratiques, couvrir les principes fondamentaux des textiles, les différents types de tissus, le cycle de production, les compétences informatiques et le marketing numérique, et engager des formateurs qualifiés ayant une connaissance à la fois du secteur textile et des avancées technologiques.

En **France**, il est perçu qu'un programme de formation idéal devrait intégrer une expérience pratique à des modules théoriques, couvrir les domaines de l'analyse de données, de l'IoT, de la cybersécurité, de la réalité augmentée, du prototypage virtuel et

des textiles intelligents, et offrir des opportunités de montée en compétences et d'apprentissage continu.

En **Allemagne**, on considère qu'un programme de formation idéal doit être simple, accessible, fournir des informations complètes et globalement attrayant pour les apprenants.

En **Grèce**, on estime qu'un programme de formation idéal devrait équilibrer les connaissances théoriques et pratiques pour appliquer de manière optimale les technologies afin d'améliorer l'efficacité et de minimiser les erreurs et d'être en phase avec les besoins du secteur textile, avec des recherches spécifiques au secteur, une formation pratique sur le tas et une mise à jour continue des formateurs sur les progrès technologiques.

En **Italie**, on estime qu'un programme de formation idéal devrait impliquer une collaboration institutionnelle à long terme avec le secteur textile et fournir une formation pratique aux applications de l'industrie 4.0.

En **Roumanie**, on estime qu'un programme de formation idéal doit être pratique, être mis en œuvre en personne et intégrer toutes les nouvelles technologies dans le programme de formation respectif, en se concentrant en particulier sur les pratiques d'économie verte et circulaire. Ainsi, des investissements devraient être attirés lors de la conception des programmes et pour équiper les prestataires de formation de mécanismes appropriés.

En conclusion, pour garantir un apprentissage complet par la main-d'œuvre textile, un programme de formation idéal devrait combiner des formations théoriques et pratiques, se concentrer sur les technologies clés, assurer des opportunités de montée en compétences continues, engager des formateurs qualifiés, faciliter la collaboration institutionnelle par le biais de stages et de programmes d'alternance, et intégrer la durabilité en mettant l'accent sur les pratiques d'économie verte et circulaire. Parmi les autres caractéristiques, citons l'adaptabilité aux besoins des entreprises textiles, la facilité d'utilisation et le suivi des progrès technologiques à l'avenir.

2.8 Défis ou obstacles actuels en matière de formation à l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile

Les réponses reçues des pays participants indiquent qu'il existe des défis et des obstacles importants en matière d'éducation et de formation de la main-d'œuvre en ce qui concerne l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile. Plus précisément :

En **Belgique**, les obstacles à la formation identifiés comprennent le manque de formation professionnelle avec du personnel de formation qualifié, une réticence générale des entreprises textiles à investir dans la formation des employés, des difficultés de montée en compétences et de reconversion dues au vieillissement de la main-d'œuvre textile, et des contraintes financières pour la mise à jour des logiciels, des machines et des outils de formation.

En **France**, les obstacles à la formation identifiés comprennent la résistance au changement de la main-d'œuvre textile existante, l'accès limité aux ressources de formation, la nécessité de programmes complets de formation à la reconversion et l'inclusion dans l'adoption de la technologie.

En **Allemagne**, les obstacles à la formation identifiés comprennent le fait que les programmes de formation existants ne sont pas pertinents et ne sont pas axés sur les progrès technologiques, de sorte que leur contenu se caractérise par un manque d'application à la production et à la mise en œuvre.

En **Grèce**, les obstacles à la formation identifiés comprennent les contraintes financières, la coopération rigoureuse entre les secteurs public et privé, le nombre limité de programmes de formation existants, qui sont désuets et manquent d'informations sur les technologies de pointe, et les établissements de formation qui les offrent, la pénurie de formateurs qualifiés qui ne sont pas non plus familiers avec les développements technologiques actuels, la main-d'œuvre vieillissante qui a du mal à s'adapter aux nouvelles technologies et manque de ressources la connaissance numérique, et, enfin, des normes environnementales strictes.

En **Italie**, les obstacles à la formation identifiés comprennent un financement insuffisant qui entraîne des problèmes de temps et de capacité organisationnelle, une sous-estimation de la valeur ajoutée que les technologies de l'industrie 4.0 offrent par les entrepreneurs textiles, un manque d'intérêt des jeunes pour le secteur textile et l'incapacité à saisir les opportunités découlant des nouvelles réglementations européennes.

En **Roumanie**, les obstacles à la formation identifiés comprennent le manque d'infrastructures, l'absence de programmes de formation suffisants pour les formateurs dans le domaine du textile, l'absence d'agents économiques dans l'éducation et la formation, et les insuffisances du système d'éducation en alternance.

En conclusion, il existe des défis communs à tous les pays participants, qui révèlent que l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile est entravée par une combinaison d'obstacles financiers, culturels et éducatifs tels que le financement limité des programmes de formation, la modernisation des infrastructures et l'acquisition de technologies, la réticence au changement des entrepreneurs textiles plus âgés et des membres de la main-d'œuvre, le manque de programmes de formation pertinents et de formateurs qualifiés. Le manque d'infrastructures et d'équipements nécessaires, et la coopération limitée entre les institutions publiques et les entreprises privées.

Pour relever ces défis, il est nécessaire d'adopter une approche qui comprend des investissements accrus dans l'élaboration de programmes de formation ciblés et pertinents, la promotion d'une culture d'apprentissage continu et d'adaptation parmi les entreprises textiles, et la promotion de la collaboration entre les parties prenantes publiques et privées du secteur textile.

2.9 La contribution de la collaboration entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs politiques contribue à l'intégration réussie des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile

Les réponses reçues des pays participants indiquent que l'intégration réussie des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile repose sur la collaboration entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs. Plus précisément :

En **Belgique**, un effort conjoint entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs politiques pour intégrer les technologies de l'industrie 4.0 est considéré comme essentiel pour les efforts de montée en compétences de la main-d'œuvre textile afin de faire face aux exigences du marché, cependant, de nombreux établissements d'enseignement manquent de financement pour une offre de formation complète dans les technologies de pointe alors qu'il est nécessaire d'offrir une expérience pratique aux apprenants. favorisant ainsi une transition en douceur de ces technologies vers la main-d'œuvre textile.

En **France**, il est perçu qu'il sera important d'aligner les besoins du secteur textile sur les programmes éducatifs, de financer des initiatives de formation et de créer des cadres réglementaires favorables pour intégrer les technologies de l'industrie 4.0 dans la pratique du secteur.

En **Allemagne**, on estime qu'il faut adopter une approche ascendante dans l'éducation et la formation, en mettant l'accent sur la collaboration entre les institutions et les formateurs. Il est suggéré de mettre l'accent sur l'amélioration de l'enseignement technique, en particulier pour les opérateurs de machines, pour les étudiants et les travailleurs potentiels.

En **Grèce**, la nécessité d'une coopération renforcée entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs politiques est reconnue pour surmonter tous les obstacles liés à l'adoption de la technologie. Dans ce contexte, les universités grecques pourraient jouer un rôle central en fournissant une formation adaptée aux besoins du secteur textile, en veillant à ce que les programmes d'études et de formation soient à jour et pertinents, tandis qu'il est suggéré qu'un organisme

intermédiaire pourrait faciliter une communication et une collaboration efficaces entre les parties prenantes du textile, ce qui serait en mesure de créer un plan complet d'intégration des technologies de l'industrie 4.0.

En **Italie**, la collaboration entre les parties prenantes est perçue comme cruciale pour l'adoption réussie des technologies de l'industrie 4.0, bien que l'on pense que le système local a du mal à soutenir leur intégration effective, ce qui pourrait être facilité par un dialogue ouvert avec les politiciens visant à un changement de politique vers la promotion active de ces technologies. De plus, les efforts de collaboration sont entravés par les entrepreneurs textiles qui préfèrent former des partenariats étrangers considérés comme plus bénéfiques, ainsi que par le manque de confiance entre les parties prenantes.

En **Roumanie**, la collaboration structurée et réglementée au niveau national est très appréciée, mais il est nécessaire de disposer d'un cadre juridique détaillé pour soutenir l'enseignement en alternance qui combine formation théorique et pratique. En outre, il y a un appel à des stages obligatoires subventionnés par l'État, à une augmentation des salaires dans le secteur textile pour attirer les jeunes et à des cours structurés sur les technologies de l'industrie 4.0 pour les formateurs de l'EFP afin de s'assurer qu'ils sont bien équipés pour dispenser la formation correspondante.

En conclusion, il existe un besoin commun de collaboration entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs, malgré tous les défis rencontrés, tels que les problèmes communs de financement insuffisant et la nécessité d'aligner la formation sur les demandes du secteur textile et de favoriser une culture d'apprentissage continu et d'innovation, qui pourrait être résolue par ce type de communication et de coopération. facilitant ainsi la numérisation, la durabilité et la compétitivité du secteur.

2.10 Implications sociales de l'impact de la 4e révolution industrielle sur le secteur textile

Les réponses reçues des pays participants indiquent qu'il y aura diverses implications sociales, à la fois positives et négatives, de la 4e révolution industrielle (industrie 4.0) dans le secteur textile. Plus précisément :

En **Belgique**, l'amélioration des possibilités d'emploi pour différents groupes de personnes et le passage à des pratiques plus durables, telles que le prototypage numérique, sont perçus comme des implications sociales positives de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, tandis que le risque de déplacement d'emplois en cas de déficit de formation est perçu comme négatif.

En **France**, l'efficacité accrue, la création d'emplois et l'amélioration de la durabilité environnementale sont perçues comme des implications sociales positives de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, tandis que le déplacement d'emplois, la fracture numérique et le besoin continu de reconversion de la main-d'œuvre textile sont perçus comme négatifs.

En **Allemagne**, la simplification des processus mécaniques est perçue comme une implication sociale positive de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, tandis que la lutte des individus pour s'adapter aux nouvelles technologies, conduisant à leur exclusion du secteur, est perçue comme négative.

En **Grèce**, l'augmentation de la production, l'accélération des processus, la réduction des coûts de production et l'amélioration des salaires et des conditions de travail sont perçues comme des implications sociales positives de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, tandis que les pertes d'emplois potentielles et le risque de perdre l'artisanat traditionnel et les produits uniques sont perçus comme négatifs.

En **Italie**, grâce à l'expertise textile du pays et à ses districts industriels robustes, l'amélioration de la sécurité de la main-d'œuvre grâce à des technologies telles que la blockchain pour la certification est perçue comme des implications sociales positives de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, tandis que le risque d'être à la traîne par rapport à d'autres pays dans l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 en raison d'une mise en œuvre plus lente est perçu comme négatif.

En **Roumanie**, l'augmentation des salaires due à des qualifications plus élevées, à l'accélération de la production et à la création de modèles uniques, intelligents et respectueux de l'environnement est perçue comme des implications sociales positives de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, tandis qu'une réduction potentielle du nombre d'employés due à l'automatisation est perçue comme négative.

En conclusion, l'industrie 4.0 peut provoquer une interaction complexe d'opportunités et de défis qui comprennent, d'une part, l'augmentation et l'accélération de la production, la création d'emplois, l'amélioration des salaires et des conditions de travail, et l'amélioration de la durabilité environnementale, et, d'autre part, le déplacement d'emplois, la mise en évidence de la fracture numérique, la nécessité d'une reconversion importante de la main-d'œuvre textile et le risque d'exclusion des membres de la main-d'œuvre analphabète numérique.

3. Conclusions générales de la recherche

3.1 Sensibilisation aux technologies émergentes de l'industrie 4.0

Les formateurs de l'EFPP, les apprenants et les parties prenantes du textile connaissent différents niveaux de familiarité et de sensibilisation à l'égard du concept de « textile 4.0 » et des technologies émergentes de l'industrie 4.0 qui peuvent être appliquées au secteur textile.

En ce qui concerne les formateurs de l'EFPP, un manque important de connaissances concernant le terme « Textile 4.0 » a été identifié, indiqué par un pourcentage élevé (61 %) de personnes ayant déclaré une méconnaissance ou une faible familiarité avec celui-ci. Il y a également un manque notable de sensibilisation des formateurs VET aux technologies de l'industrie 4.0, étant particulièrement méconnaissable de l'Internet des objets (IoT), du Big Data, du Cloud Computing et de la robotique, entre autres. Si l'on ajoute à cela leur connaissance légèrement plus précise de l'automatisation des tâches et des processus ainsi que de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, un domaine d'intérêt potentiel pour les futurs programmes de formation est indiqué.

En ce qui concerne les apprenants de l'EFPP, leur familiarité avec le concept « Textile 4.0 » est encore plus faible que celle des formateurs de l'EFPP, puisque 77 % d'entre eux ne le connaissent pas ou peu. De plus, leur connaissance des technologies de l'industrie 4.0 est également généralement faible, étant moins conscients du Cloud Computing, du Big Data et de l'IoT et ayant une plus grande connaissance de l'impression 3D, de la CAD-CAM et des processus d'automatisation des tâches, indiquant ainsi une lacune critique qui doit être comblée par le biais d'une formation respective. Enfin, les apprenants de l'EFPP ont souligné les avantages et les défis potentiels des technologies de l'industrie 4.0, y compris, par exemple, le potentiel de la réalité augmentée dans la formation et la contribution à la réduction des déchets ou la peur de perdre son emploi en raison de l'automatisation et les préoccupations concernant la cybersécurité et les impacts environnementaux.

Enfin, en ce qui concerne les parties prenantes du textile, ils ont reconnu l'impact transformateur des technologies de l'industrie 4.0 sur le secteur textile, en particulier en ce qui concerne l'automatisation et la numérisation qui affectent son efficacité de production. Ils perçoivent également la durabilité comme étant d'une grande importance, car elle est motivée par les technologies d'économie d'énergie, l'amélioration de la gestion des déchets et la création de matériaux durables. Cependant, des priorités différentes sont identifiées entre les pays, comme en France et en Allemagne, l'accent est mis sur les matériaux avancés et l'électronique intégrée, en Italie sur la numérisation et la traçabilité, tandis qu'en Roumanie, la priorité est donnée à la formation pratique à ces technologies. En outre, les parties prenantes du textile sont également conscientes des défis importants qui pourraient entraver l'adoption généralisée des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile, notamment la nécessité d'investissements et de perfectionnement, ainsi que des problèmes systémiques tels que la fragmentation des systèmes administratifs et le manque de normalisation. La transition numérique du secteur est également compliquée par des barrières culturelles et psychologiques. Dans l'ensemble, ces défis peuvent être relevés progressivement grâce à des investissements ciblés, à la formation et aux efforts de collaboration des parties prenantes.

En conclusion, une formation améliorée et ciblée aux technologies du textile 4.0 et de l'industrie 4.0 semble nécessaire pour le secteur textile, compte tenu des lacunes importantes dans leur compréhension et leur familiarité, identifiées par les formateurs et les apprenants de l'EFPP, afin de permettre au secteur textile de tirer pleinement parti de ces avancées. La prise de conscience de leurs avantages et de leurs enjeux permettra de concevoir des programmes de formation en phase avec les besoins du secteur textile, permettant ainsi une intégration réussie des technologies de pointe dans ses pratiques et favorisant sa croissance durable.

3.2 Niveaux de connaissances et de compétences, lacunes et défis

Plusieurs informations clés ont émergé de l'enquête concernant les niveaux de connaissances et de compétences, les lacunes et les défis parmi les formateurs de l'EFPP,

les apprenants de l'EFPP et les parties prenantes du textile liés à l'adoption et à l'utilisation des technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile.

Une lacune importante est identifiée chez les formateurs de l'EFPP en ce qui concerne leur accès aux outils et ressources pédagogiques spécialisés pour l'enseignement de ces technologies, puisque 74 % d'entre eux ont mentionné ne pas avoir accès à ces ressources ni les utiliser, malgré leur variété disponible, y compris les cours en ligne, les plateformes numériques et les outils d'IA aux programmes de formation en réalité virtuelle et aux systèmes avancés comme le système Gerber et CLO 3D. Une forte préférence pour les sessions et les ateliers pratiques a également été soulignée, indiquant la nécessité d'intégrer l'apprentissage interactif et expérientiel dans les futurs programmes de formation, tandis que les études de cas et le contenu vidéo sont moins préférés, suggérant qu'ils pourraient ne pas être efficaces ou engageants dans le contexte du secteur textile. Enfin, des défis considérables liés à la formation sur des sujets complexes tels que la robotique, l'IA et les textiles intelligents, combinés au manque de centres de formation bien équipés, ont également été mentionnés.

Un manque considérable de connaissances sur des technologies spécifiques de l'industrie 4.0 est également évident chez les apprenants de l'EFPP, car ils ont évalué leur niveau de connaissances de faible à très faible dans des technologies telles que le big data, la robotique et la réalité augmentée. Cependant, un fort intérêt pour l'apprentissage de l'IA, des textiles intelligents, de l'impression 3D et du prototypage virtuel a été exprimé, indiquant un manque de lien entre leurs intérêts et l'offre de formation actuelle. Enfin, la robotique, l'IA et l'informatique en nuage ont été identifiées comme les technologies les plus difficiles à utiliser, presque similaires à ce que les formateurs EFPP ont mentionné.

À leur tour, les intervenants du secteur textile reconnaissent l'existence de lacunes en matière de connaissances et de compétences qui nuisent à la transition du secteur vers les technologies de l'industrie 4.0. Ils ont également souligné la capacité d'y remédier grâce à un effort coordonné entre les établissements d'enseignement, les acteurs de l'industrie et le secteur public, ce qui mènera à l'élaboration de programmes de formation complets, à des programmes d'études mis à jour avec davantage de contenu

lié à l'industrie 4.0 et à la promotion d'une culture d'apprentissage continu et d'innovation, favorisant ainsi l'efficacité et la compétitivité du secteur.

3.3 Importance, besoins et défis de la formation

Les formateurs et les apprenants de l'EFPP, ainsi que les parties prenantes du secteur textile, ont souligné l'importance de la formation pour que le secteur puisse suivre les avancées technologiques.

Les formateurs de l'EFPP ont reconnu la nécessité de ressources de formation supplémentaires, en mettant l'accent sur l'importance des outils numériques et pratiques, tandis qu'une approche hybride combinant formation théorique et pratique, y compris un apprentissage pratique, des ateliers, des visites de l'industrie et des formations spécialisées, est suggérée. L'intelligence artificielle (IA), la numérisation et la réalité virtuelle (RV) font partie des technologies qui sont considérées comme cruciales, ainsi que le développement de supports d'apprentissage étape par étape et une forte demande de cours en ligne attrayants, de vidéos et de formation continue pour les formateurs.

Les apprenants de l'EFPP partageaient un enthousiasme similaire pour l'apprentissage pratique, privilégiant généralement les sessions pratiques, les visites de l'industrie et les ateliers ou séminaires. L'importance des études de cas comme moyen de mieux comprendre les applications pratiques des technologies émergentes de l'industrie 4.0 a également été mentionnée, bien qu'elles soient moins appréciées comme méthode d'apprentissage. De plus, des applications d'IA plus larges sont considérées comme bénéfiques, tout comme le prototypage virtuel, l'automatisation des processus, l'impression 3D, la robotique, les tissus intelligents, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, l'AR/VR et la cybersécurité. Par conséquent, à l'instar des formateurs de l'EFPP, les apprenants de l'EFPP semblent rechercher un programme qui équilibre les connaissances théoriques et les applications pratiques afin de s'assurer qu'ils seront bien équipés pour faire face à l'évolution du paysage du secteur textile.

L'importance de la formation de la main-d'œuvre textile aux nouvelles technologies est également reconnue par les parties prenantes du textile afin de maintenir la durabilité

et la compétitivité du secteur, malgré les différences entre les pays participants, comme en Belgique, en France et en Grèce, l'accent est mis sur l'adoption complète des technologies avancées, tandis qu'en Allemagne l'accent est mis sur les textiles intelligents, en Italie sur la praticité des avancées technologiques, et en Roumanie sur l'exploitation de l'AR/VR et du prototypage virtuel. De plus, les parties prenantes du secteur textile ont reconnu la nécessité d'une approche holistique pour surmonter les obstacles importants liés à l'adoption de ces technologies, notamment les coûts élevés, les machines obsolètes, la résistance au changement et l'insuffisance des infrastructures de formation.

Ainsi, la formation liée aux technologies de l'industrie 4.0 dans le secteur textile nécessite une approche globale pour permettre au secteur de faire face aux exigences de leur intégration, y compris la combinaison de formations théoriques et pratiques dans les technologies clés, l'offre d'opportunités de montée en compétences continues, l'engagement de formateurs qualifiés et la promotion de la collaboration entre les acteurs des secteurs public et privé. Il est également essentiel de surmonter divers obstacles aux niveaux éducatif, financier et culturel, d'investir dans des programmes de formation ciblés et des équipements modernes, ainsi que de favoriser une culture d'apprentissage continu conforme aux besoins uniques des entreprises textiles afin d'assurer leur durabilité et leur compétitivité à l'avenir.

3.4 Contextualisation dans le secteur textile

Les points de vue des formateurs de l'EFP, des apprenants de l'EFP et des parties prenantes du textile ont mis en évidence l'importance des technologies de l'industrie 4.0 pour le secteur textile, indiquant à la fois leur potentiel important et les défis que leur adoption crée.

Les « textiles et tissus intelligents » sont perçus comme l'aspect le plus important de l'industrie 4.0 dans le contexte du secteur textile, selon les formateurs de l'EFP, suivis par des technologies telles que « l'impression 3D et la CFAO », la « réalité augmentée et le prototypage virtuel » et les « tâches et processus automatisés », tandis que le « cloud computing », l'« Internet des objets » et le « Big Data » sont moins pris en compte. Des

défis tels que le manque de connaissances, la résistance au changement et la formation inadéquate de la main-d'œuvre textile ont également été mentionnés, ainsi que ceux découlant du manque de financement et du rythme rapide des progrès technologiques. Cependant, plusieurs opportunités découlant de l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 sont mentionnées, telles que l'amélioration de la productivité, l'amélioration de la durabilité, la création de produits innovants, la création d'emplois et l'augmentation de la compétitivité.

Presque similaires aux formateurs de l'EFP, les « tâches et processus automatisés » et les « textiles et tissus intelligents » sont perçus comme très importants dans le contexte du secteur textile par les apprenants de l'EFP, suivis par « l'impression 3D et la CFAO » et la « gestion de la chaîne d'approvisionnement ». De plus, plusieurs opportunités dérivées de l'adoption des technologies de l'industrie 4.0 telles que l'IA, l'IoT, l'automatisation et l'impression 3D sont identifiées par les apprenants de l'EFP pour garantir l'efficacité opérationnelle, la réduction des déchets et la personnalisation des produits, ainsi que des défis tels que les pertes d'emplois potentielles dues à l'automatisation, les besoins de perfectionnement de la main-d'œuvre textile, les coûts élevés et les préoccupations concernant la gestion des ressources et la durabilité.

Enfin, la nécessité d'une collaboration entre les parties prenantes du textile, les établissements d'enseignement et les décideurs politiques a été soulignée par les parties prenantes du secteur participant à l'enquête, ce qui aidera à remédier au manque de financement et aux exigences de formation avancée, tandis que l'apprentissage continu et l'innovation sont suggérés d'être davantage encouragés. Il est souligné que cette collaboration aidera le secteur à faire face à la complexité de l'adoption des technologies de l'industrie 4.0, ce qui contribuera à accélérer la production, à créer des emplois, à augmenter les salaires, à améliorer les conditions de travail et, enfin, à renforcer la durabilité. Cependant, les déplacements d'emplois, la fracture numérique, les besoins de reconversion de la main-d'œuvre textile et le risque d'exclusion de la main-d'œuvre analphabète numérique figurent parmi les principaux défis mentionnés. Dans l'ensemble, la nécessité d'adopter une approche équilibrée des technologies de l'industrie 4.0 dans le contexte du secteur textile est reconnue afin de saisir toutes les opportunités possibles et de relever tous les défis possibles découlant de leur adoption.



PARTIE B - PROGRAMME

TEX4.0

A. Automatisation des tâches et des processus

R1. Objectifs

Dans ce cours, les participants reçoivent d'abord une définition et un aperçu des avantages et des inconvénients ainsi que des effets de l'automatisation. De plus, la procédure, les normes et les erreurs courantes sont démontrées à l'aide de processus déjà automatisés.

A2. Résultats

A2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de :

- connaître l'état de l'automatisation dans l'industrie textile, ses avantages et ses inconvénients ainsi que les effets de l'automatisation
- Connaître la méthodologie, la procédure et les erreurs courantes.

A2.2 Compétences

Les participants acquerront des compétences pour évaluer les avantages et les inconvénients de l'automatisation des processus dans l'industrie textile. De plus, ils auront appris la méthodologie, l'approche de l'automatisation et comment éviter les erreurs courantes.

A3. Plan du cours

- 1) Introduction à l'automatisation
 - a. Qu'est-ce que l'automatisation ?
 - b. Avantages et défis de l'automatisation dans l'industrie textile
- 2) Technologies d'automatisation
 - a. Présentation des outils d'automatisation
 - b. Composants clés des systèmes d'automatisation
- 3) Études de cas d'automatisation réussie
- 4) Planification et mise en œuvre d'un projet d'automatisation exemplaire
- 5) Bases de la programmation pour l'automatisation
 - a. Introduction aux bases de la programmation
 - b. Création de scripts d'automatisation de base
- 6) Surveillance et dépannage des processus automatisés
- 7) L'avenir de l'automatisation dans l'industrie textile.

B. Réalité augmentée et prototypage virtuel

B1. Objectifs

L'objectif principal de ce module est de décrire les fondamentaux de la technologie et du développement de la RA pour permettre au formateur de comprendre ce qu'est la RA, comment elle peut être utilisée dans le contexte de l'industrie textile et ce qui existe en termes de logiciels et de matériel. En outre, ce module explorera les concepts de prototypage virtuel/numérique pour l'industrie textile et fournira des informations sur cette technologie aux utilisateurs de textiles.

B2. Résultats

B2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de :

- mettre en évidence les différences entre la réalité augmentée et la réalité virtuelle
- connaître les principales caractéristiques de la RA, l'évolution des technologies de RA, les composants matériels généraux, les meilleurs kits de développement de logiciels de réalité augmentée ;
- connaître les plateformes logicielles de réalité augmentée (par exemple Zappar) ;
- créer un compte pour une plateforme logicielle de RA et l'utiliser (par exemple, ZapWorks Widgets, un Designer, un Studio, etc.)
- Créer une expérience de réalité augmentée à l'aide d'une plateforme logicielle.

B2.2 Compétences

Les participants seront en mesure de :

- fournir des exemples de composants matériels
- Identifier le logiciel de prototypage virtuel et le matériel nécessaire
- Comparer les logiciels de réalité augmentée
- résumer les principes et les caractéristiques de la RA
- résumer les principes et les caractéristiques du prototypage virtuel/numérique
- fournir des exemples de RA et de prototypage virtuel/numérique dans l'industrie textile.

B3. Plan du cours

- 1) Les principes de la réalité augmentée (RA)
- 2) Principes de base de la réalité augmentée
 - a. Types de réalité augmentée
 - b. Matériel de réalité augmentée
 - c. Logiciel de réalité augmentée

- 3) Formation pratique à la technologie AR
 - a. Comment commencer ? Créer un compte ZappAR
 - b. Plateformes pour créer de la réalité augmentée - ZappAR
 - c. Créer un widget ZapWorks
 - d. Créer un designer
 - e. Créer un studio
- 4) Modèles commerciaux basés sur la RA
 - a. Introduction aux modèles d'affaires
 - b. Différents types de modèles d'affaires
 - c. Etudes de cas d'utilisation réussie de la Réalité Augmentée
- 5) Prototypage virtuel/numérique – introduction, glossaire
 - a. Logiciels spécialisés pour l'industrie textile
 - b. Prototypage virtuel/numérique de vêtements, pour l'industrie de la mode.

C. Fabrication additive (impression 3D)

C1. Objectifs

Ce cours vise à fournir aux étudiants la capacité d'utiliser les technologies de fabrication additive, familièrement connues sous le nom d'impression 3D dans l'industrie textile (en particulier les processus à faible coût impliqués dans l'impression 3D/FA). Le cours donnera aux étudiants un aperçu de ce qu'est la fabrication additive, des différents types de méthodes/technologies et de leur application possible à l'industrie textile.

C2. Résultats

C2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de

- comprendre les bases de la technologie d'impression 3D et les principes des processus d'impression 3D
- comprendre le flux de travail typique de la technologie AM/impression 3D
- connaître la gamme de polymères utilisés dans les processus de FA/impression 3D
- comprendre l'influence des paramètres du processus d'impression AM/3D sur les performances des impressions
- comprendre le procédé MEX et connaître ses principaux paramètres de processus
- savoir comment utiliser les équipements MEX, les surveiller et en assurer la maintenance,
- savoir inspecter et post-traiter des pièces MEX
- comprendre le procédé MEX et connaître ses principaux paramètres de processus
- comprendre le processus VP et connaître ses principaux paramètres de processus
- savoir comment faire fonctionner l'équipement VP, le surveiller et assurer la maintenance
- savoir comment inspecter et post-traiter les pièces VP.

C2.2 Compétences

Les participants auront une capacité de base :

- pour télécharger, vérifier et corriger les fichiers STL avant de les utiliser
- pour importer le fichier STL dans le logiciel de découpage de l'équipement d'impression AM/3D et définir les paramètres du processus
- pour démarrer et arrêter l'équipement d'impression AM/3D
- pour retirer en toute sécurité la pièce de l'équipement de fabrication additive/impression 3D
- pour surveiller le processus d'impression AM/3D
- Pour effectuer des activités de post-traitement

- pour contrôler la pièce (qualité de surface, défauts, précision dimensionnelle)
- effectuer des tâches de maintenance sur la base de la documentation de l'équipement de fabrication additive/impression 3D.

C3. Plan du cours

- 1) Introduction à l'impression 3D
 - a. Approche de fabrication additive. Définition de la technologie d'impression 3D et termes spécifiques
 - b. Avantages et limites de l'impression 3D
 - c. Principes fondamentaux de la technologie de fabrication additive
 - d. Procédés normalisés de fabrication additive et matières premières correspondantes
 - e. Flux de travail typique dans les processus de fabrication additive
 - f. Utilisation du format de fichier STL dans les processus de fabrication additive
 - g. Applications de la FA dans différents domaines d'activité
- 2) Technologies d'impression 3D disponibles
 - a. Type de procédés d'impression 3D : principales caractéristiques, matériaux, avantages et limites, exemples
 - b. Format de fichier STL
- 3) Équipement d'impression 3D
 - a. Projet RepRap
 - b. Modélisation par dépôt de fil fondu / Procédé de fabrication de filament fondu
 - c. Equipement FDM/FFF
- 4) Impression 3D d'un objet sur une imprimante MEX ou DLP à faible coût
 - a. Paramètres de base pour le processus d'impression 3D en fonction du dépôt de filament (épaisseur de la couche, largeur de la route, entrefer de l'air, température de la plate-forme, température de l'extrudeuse, etc.). Les enjeux des matériaux, notamment en termes d'applications pour l'industrie textile

- b. Compréhension de l'influence de l'orientation du bâtiment sur des aspects tels que la position et le volume de la structure de support, la qualité de surface, le temps et le coût, les propriétés mécaniques
- 5) Études de cas/applications dans l'industrie textile
 - a. Études de cas d'impression 3D pour l'industrie textile
 - b. La technologie d'impression 3D comme support à l'innovation et à la créativité. Exemples. Réussites
- 6) L'avenir des technologies d'impression 3D pour l'industrie textile
 - a. Mythes et réalité dans l'impression 3D
 - b. Risques et réglementations liés à l'impression 3D
 - c. Tendances et évolutions de l'impression 3D : nouveaux matériaux, nouvelles applications.

D. Conception assistée par ordinateur (CAO) et fabrication assistée par ordinateur (FAO)

D1. Objectifs

Après avoir terminé ce module, les apprenants doivent :

- Comprendre les fondamentaux des technologies assistées par ordinateur dans les procédés textiles (conception et fabrication)
- Être conscient de l'importance de l'application des techniques CAD/CAM dans l'industrie du vêtement.
- Être familier avec les outils logiciels et les techniques de conception en CAO
- Se familiariser avec les outils d'automatisation et les processus de production en FAO
- Comprendre l'intégration du flux de travail de la CFAO

D2. Résultats

D2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de

- comprendre les fondamentaux de la CFAO dans les procédés textiles
- comprendre l'application des techniques de CAO aux processus de conception
- comprendre l'application des techniques de FAO aux procédés de fabrication
- se familiariser avec les logiciels et les outils d'automatisation utilisés en CFAO.

D2.2 Compétences

À la fin du cours, les apprenants devraient être en mesure d'intégrer les technologies CAD/CAM dans le processus de conception et de fabrication textiles, améliorant ainsi à la fois la créativité et l'efficacité dans la production de produits textiles.

- Création de conception à l'aide d'un logiciel de CAO
- Dessin de patron numérique
- Compréhension de base des logiciels de FAO, du fonctionnement des machines et de la manutention des matériaux
- Simulation de tissu et prototypage virtuel
- Normes de l'industrie du textile et de la mode
- Durabilité dans les textiles.

D3. Plan du cours

- 1) Introduction à la CFAO dans le textile
 - un. Concept de CFAO
 - b. Importance de la CFAO dans l'industrie et les processus textiles. Avantages.
- 2) Principes fondamentaux de la CAO dans la conception textile
 - un. Conception numérique vs conception traditionnelle
 - b. Présentation des logiciels de CAO : Adobe Illustrator, CorelDRAW, CLO 3D, Optitex
 - c. Création de conceptions textiles numériques : Techniques de création de motifs et d'impressions textiles numériques ; Gestion des couleurs et simulation de tissu
- 3) Principes fondamentaux de la FAO dans la fabrication textile
 - a. Présentation des logiciels de FAO : Lectra, Gerber Technology
 - b. Automatisation dans la fabrication textile : découpe, couture et broderie automatisées
- 4) Intégration de la CAO et de la FAO dans les textiles
 - un. Intégration du flux de travail : comment les conceptions CAO sont traduites en processus FAO pour la fabrication
 - b. Intégration de la FAO dans les flux de production
- 5) Tendances futures en CFAO
 - a. Le rôle de la CFAO dans la promotion de la conception et de la production textiles durables.

E. Robotique

E1. Objectifs

Ce cours est conçu pour enseigner les concepts et les outils fondamentaux de la robotique générale. Il s'agira d'un bref aperçu de l'histoire et des jalons historiques dans le développement de la robotique, des différents robots et de leur mécanisme de fonctionnement.

En outre, un aperçu de l'application de la robotique dans l'industrie textile, des méthodes de mise en œuvre et d'utilisation et des futurs domaines d'application sera fourni.

E2. Résultats

E2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de

- acquérir des connaissances fondamentales sur les différents robots, les mécanismes de fonctionnement et les applications de la robotique dans l'industrie textile
- Avoir une large compréhension des processus qui ont déjà été robotisés et des avantages et inconvénients de cela, ainsi que des processus qui ont le potentiel d'être robotisés à l'avenir.

E2.2 Compétences

Les participants auront appris à manipuler les robots de manière sûre et compétente et à gérer les dysfonctionnements et les pannes en conséquence. De plus, ils seront en mesure d'évaluer si la robotisation d'un processus est avantageuse et de développer une méthodologie pour cela.

E3. Plan du cours

1) Introduction

- a) Qu'est-ce que la robotique
- b) Brève histoire de la robotique
- c) Types de robots

- 2) Les défis de l'industrie textile
- 3) Application de la robotique dans les textiles
 - a) Automatisation de la filature et du tissage
 - b) Robotique dans la teinture et la finition
 - c) Contrôle de la qualité et inspection
- 4) Conception d'un système robotique pour les textiles
 - a) Principes fondamentaux de la conception de processus robotiques
 - b) Bases de la programmation en robotique
 - c) Développement de prototypes exemplaires
- 5) Impact et tendances futures
 - a) Impacts économiques et environnementaux
 - b) Tendances futures en robotique et en textile.

F. Internet des objets (IoT)

F1. Objectifs

Après avoir terminé ce module, les apprenants doivent :

- Comprendre les fondamentaux de l'IoT appliqué à l'industrie textile
- Être conscient de l'importance d'appliquer les techniques IoT dans l'industrie de la confection
- Se familiariser avec le Smart Textile System et ses composants
- Être familier avec l'application de l'IoT aux processus de fabrication et à la gestion de la chaîne d'approvisionnement

F2. Résultats

F2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de

- comprendre les principes fondamentaux de l'IoT
- comprendre l'application de l'IoT dans le processus textile
- comprendre l'importance de l'IoT dans l'industrie textile
- Comprendre les opportunités et les défis du secteur.

F2.2 Compétences

À la fin du cours, les apprenants devraient être en mesure de comprendre l'intégration de l'IoT dans le processus de fabrication textile et la gestion de la chaîne d'approvisionnement.

- Principaux matériaux et technologies
- Composants du système textile intelligent
- Analyse de données.

F3. Plan du cours

- 1) Introduction à l'IoT et aux concepts de base
- 2) L'IoT dans l'industrie textile – Internet des vêtements intelligents

- 3) Textiles intelligents et technologies portables. Matériaux et technologies.
- 4) Composants du système textile intelligent : capteurs, actionneurs, connectivité, etc.
- 5) L'IoT dans le processus de fabrication textile
- 6) IoT et gestion de la chaîne d'approvisionnement : Suivi en temps réel des matériaux et des produits ; Inventaire | Contrôle qualité
- 7) L'avenir de l'IoT dans l'industrie textile : opportunités et défis.

G. Textiles et tissus intelligents

G1. Objectifs

Ce cours vise à explorer le domaine en évolution rapide des textiles et des tissus intelligents, en mettant l'accent sur les éléments de base ; à savoir, le concept lui-même, leurs types, leurs principes de conception et leurs applications pratiques.

Ce cours est conçu pour aider les apprenants à :

- comprendre la définition et l'importance fondamentales des textiles et des tissus intelligents,
- explorer les différents types de textiles intelligents en fonction de leurs caractéristiques et de leurs capacités,
- se familiariser avec le design de base à l'aide de textiles et de tissus intelligents,
- Examiner l'utilisation pratique et les applications des textiles intelligents
- Être informé des tendances futures liées à l'utilisation de textiles et de tissus intelligents.

G2. Résultats

G2.1 Connaissances

À la fin du cours, les apprenants seront capables de

- comprendre l'essence et la signification du concept de « textiles et tissus intelligents »,
- acquérir des connaissances sur les différents types de textiles intelligents, ainsi que sur leurs caractéristiques, leurs capacités et leurs fonctionnalités,
- se familiariser avec les principes de conception à appliquer dans l'utilisation des textiles intelligents,
- comprendre l'utilisation pratique des textiles intelligents,
- Être à l'affût des tendances et des innovations futures liées aux textiles et tissus intelligents.

G2.2 Compétences

Les apprenants auront une compréhension de base de leur

- la capacité d'expliquer adéquatement le concept et la signification des textiles intelligents,
- la capacité d'identifier les différents types de textiles intelligents en fonction de leurs caractéristiques et de leurs capacités,
- la compétence dans l'application des principes de conception de base pour le développement de produits à l'aide de textiles intelligents,
- la reconnaissance de la valeur pratique des textiles intelligents à travers leurs diverses applications,
- La volonté de faire face aux tendances et innovations futures liées aux textiles et tissus intelligents.

G3. Plan du cours

- 1) Introduction
- 2) Vue d'ensemble des textiles et tissus intelligents
- 3) Classification des textiles et tissus intelligents
- 4) Principes clés de conception avec des textiles et des tissus intelligents
- 5) Applications pratiques des textiles et tissus intelligents
- 6) L'avenir des textiles et tissus intelligents
- 7) Conclusion
- 8) Références

H. Implications sociales du textile 4.0

H1. Objectifs

Ce cours vise à fournir une meilleure compréhension du Textile 4.0 et une connaissance de son impact plus large sur les aspects de l'emploi, de l'économie, de l'environnement, ainsi que de l'éthique qui, à leur tour, ont un impact sur la société.

Ce cours est conçu pour aider les apprenants à :

- comprendre plus globalement le concept de Textile 4.0,
- être prêt à faire face à l'impact du textile 4.0 sur l'emploi,
- évaluer l'impact économique du Textile 4.0,
- être conscient des conséquences environnementales du Textile 4.0,
- se familiariser avec les implications éthiques du Textile 4.0.

H2. Résultats

H2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de

- compréhension du concept de Textile 4.0,
- prendre conscience de l'impact du Textile 4.0 sur la création et le déplacement d'emplois,
- se familiariser avec les enjeux économiques du Textile 4.0,
- comprendre les conséquences environnementales du Textile 4.0,
- acquérir des connaissances sur les implications éthiques du Textile 4.0.

H2.2 Compétences

Les participants auront une compréhension de base de leur

- capacité à fournir des explications perspicaces sur le concept de Textile 4.0,
- la préparation à faire face à l'impact du Textile 4.0 sur la dynamique de l'emploi dans le secteur textile,
- une bonne préparation à anticiper les impacts économiques du Textile 4.0,

- compétence dans l'identification et l'analyse des conséquences environnementales du Textile 4.0,
- une prise en compte éthique optimale de l'adoption des technologies Textile 4.0.

H3. Plan du cours

- 1) Introduction au textile 4.0
- 2) Impact sur l'emploi
- 3) Impact économique
- 4) Impact sur l'environnement
- 5) Ethique du Textile 4.0
- 6) Conclusion
- 7) Références

I. L'intelligence artificielle

I1. Objectifs

Ce cours est conçu pour apprendre les théories fondamentales de l'IA, permettant aux apprenants d'analyser divers algorithmes de recherche et leur efficacité. Les participants comprendront les techniques de représentation des connaissances et les mécanismes de raisonnement. saisir les fondements théoriques des algorithmes d'apprentissage automatique et discuter des implications éthiques et sociétales de l'IA d'ici la fin du cours.

Les participants auront un aperçu des théories fondamentales de l'IA, ce qui les aidera à saisir les fondements théoriques des algorithmes d'apprentissage automatique, et discuteront des implications éthiques et sociétales de l'IA à la fin du cours.

I2. Résultats

À la fin du cours, les participants connaîtront les fondements théoriques de l'intelligence artificielle (IA), en se concentrant sur les concepts, les techniques et les algorithmes fondamentaux. Ils exploreront les principes sous-jacents de l'IA, y compris les stratégies de recherche, la représentation des connaissances, le raisonnement et l'apprentissage automatique, en mettant l'accent sur la compréhension de la théorie derrière ces méthodes.

I2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de :

- comprendre les fondements de l'IA, saisir les principes de base, l'histoire et les concepts fondamentaux de l'intelligence artificielle, y compris ses principales étapes et ses sous-domaines clés ;
- utiliser la représentation des connaissances et le raisonnement, apprendre à représenter l'information sur le monde sous une forme qu'un système informatique peut utiliser pour résoudre des tâches complexes, et comment raisonner efficacement sur cette information

- élaborer des stratégies de planification et de prise de décisions, en étudiant des méthodes pour créer des séquences d'actions afin d'atteindre des objectifs précis et de prendre des décisions optimales dans des environnements incertains
- Maîtriser les théories de l'apprentissage automatique, en approfondissant les fondements théoriques de l'apprentissage automatique, y compris les algorithmes, les modèles statistiques et les principes de l'apprentissage à partir des données
- Comprendre les réseaux neuronaux et l'apprentissage profond, comprendre la structure et la fonction des réseaux neuronaux, et comment les modèles d'apprentissage profond sont conçus et entraînés pour reconnaître des modèles et faire des prédictions.
- explorer les fondements théoriques de la NLP, en examinant les théories fondamentales derrière le traitement du langage naturel, y compris la syntaxe, la sémantique et les techniques informatiques utilisées pour traiter et comprendre les langues humaines.
- évaluer les implications éthiques et sociétales de l'IA, en examinant les considérations éthiques, les biais potentiels et les impacts sociétaux du déploiement des technologies d'IA, en garantissant une utilisation responsable et équitable.
- restez informé des tendances actuelles et des orientations futures, suivez les dernières avancées, les tendances émergentes et les perspectives d'avenir de la recherche et des applications de l'IA, en gardant une longueur d'avance dans ce domaine en évolution rapide.

I2.2 Compétences

Les participants auront une compréhension de base des compétences analytiques, des compétences en résolution de problèmes, de la programmation et des compétences techniques, ainsi que des compétences mathématiques et statistiques. Ils amélioreront également leur pensée critique, leurs capacités de recherche et d'apprentissage continu, leur raisonnement éthique, leurs compétences en communication, leur gestion de projet et leurs compétences en matière de prise de décision tout au long du cours.

I3. Plan du cours

- 1) Introduction à l'IA
- 2) Différentes configurations de l'IA
- 3) Applications de l'IA
- 4) Terminologies et approches de l'IA
 - a. Planification et prise de décisions
 - b. Principes de base de l'apprentissage automatique
 - c. Réseaux neuronaux et apprentissage profond
- 5) Éthique de l'IA et société
- 6) Tendances actuelles et orientations futures.

J. Mégadonnées

J1. Objectifs

Ce cours est conçu pour enseigner les concepts et caractéristiques fondamentaux du Big Data, permettant aux apprenants d'analyser différentes technologies de stockage et de traitement du Big Data.

À la fin du cours, les participants auront un aperçu des techniques d'exploration de données et d'apprentissage automatique pour le Big Data et évalueront les implications éthiques et sociétales des technologies Big Data.

J2. Résultats

À la fin du cours, les participants connaîtront les concepts, les méthodologies et les technologies de base pour la gestion, le traitement et l'analyse de vastes ensembles de données dans le domaine du Big Data. Ils se pencheront sur les complexités, les défis et le potentiel de transformation des applications Big Data dans divers domaines, avec la possibilité d'appliquer ces connaissances spécifiquement à l'industrie textile.

J2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de :

- définir et expliquer les caractéristiques et les défis du Big Data, en comprenant les caractéristiques déterminantes du Big Data (volume, vitesse, variété, véracité et valeur) et les défis importants qu'elles présentent en termes de stockage, de traitement et d'analyse.
- analyser et évaluer différentes technologies de stockage et de traitement du Big Data, en examinant diverses technologies telles que les bases de données Hadoop, Spark et NoSQL, en évaluant leurs forces et leurs faiblesses dans la manipulation et le traitement des données à grande échelle.
- Appliquez des techniques d'exploration de données et d'apprentissage automatique pour analyser des ensembles de données à grande échelle, en

utilisant des méthodes analytiques avancées pour extraire des modèles, des informations et des modèles prédictifs à partir de grandes quantités de données, améliorant ainsi la prise de décision et l'intelligence d'affaires.

- discuter des implications éthiques et sociétales des technologies des mégadonnées, explorer l'impact des mégadonnées sur la vie privée, la surveillance et l'équité sociale, aborder les considérations éthiques et la nécessité d'une utilisation responsable des données.
- évaluer de manière critique les problèmes de sécurité et de confidentialité dans les applications de Big Data, en évaluant les risques et les défis liés aux violations de données, à l'accès non autorisé et à la protection des données dans les environnements de Big Data, en proposant des mesures pour atténuer ces préoccupations.
- identifier et discuter des applications réelles du Big Data dans divers domaines, en étudiant comment le Big Data est utilisé dans des secteurs tels que la santé, la finance, le marketing et la logistique, en mettant en évidence son potentiel de transformation et ses diverses applications.
- rester informé des tendances actuelles et des orientations futures de la recherche et de la technologie Big Data, en se tenant au courant des dernières avancées, des technologies émergentes et des perspectives d'avenir dans le domaine du Big Data, en assurant une compréhension de pointe de son paysage en évolution.

J2.2 Compétences

Les étudiants développeront des compétences dans la définition et l'analyse des caractéristiques du Big Data, l'évaluation des technologies de stockage et de traitement, l'application de techniques d'exploration de données et d'apprentissage automatique, la discussion des implications éthiques, l'évaluation des problèmes de sécurité, l'identification des applications du monde réel et la mise à jour des tendances actuelles en matière de Big Data.

J3. Plan du cours

- 1) Introduction au Big Data

- 2) Caractéristiques et enjeux du Big Data
- 3) Technologies de stockage de Big Data (par exemple, Hadoop Distributed File System, bases de données NoSQL)
- 4) Frameworks de traitement du Big Data (par exemple, MapReduce, Apache Spark)
- 5) Applications potentielles du Big Data
- 6) Considérations relatives à la sécurité et à la confidentialité du Big Data
- 7) Implications éthiques et sociétales du Big Data
- 8) Tendances et orientations futures de la recherche sur les mégadonnées.

K. Passeport numérique du produit

K1. Objectifs

Ce cours est conçu pour apprendre comment l'initiative Digital Product Passport (DPP) de l'Union européenne améliore la transparence, la durabilité et la conformité des produits dans l'économie moderne. Les participants auront un aperçu de la façon dont le DPP améliore la traçabilité, la durabilité et les certifications tout en tirant parti des technologies 4.0 telles que la RFID et la sécurité des données. La compréhension de ces éléments est cruciale pour les entreprises qui souhaitent répondre à l'évolution des exigences réglementaires et pour les consommateurs qui souhaitent prendre des décisions d'achat plus éclairées.

K2. Résultats

K2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de :

- savoir comment les initiatives de l'Union européenne favorisent la durabilité grâce au cadre du passeport numérique des produits (DPP)
- comprendre l'objectif et la structure du DPP, y compris son rôle dans l'amélioration de la traçabilité, de la durabilité et des certifications des produits ;
- en apprendre davantage sur les avantages pour les consommateurs et les entreprises, les défis de la mise en œuvre et l'intégration des technologies 4.0 comme les puces RFID et la sécurité des données ;

- tirer des enseignements d'études de cas réels, telles que Renoon et Temera, mettant en évidence différentes approches et objectifs du DPP.

K2.2 Compétences

Les participants auront

- une compréhension de base du cadre et des fonctionnalités du Passeport Produit Numérique (DPP)
- connaissance des avantages du DPP en matière de traçabilité, de durabilité et de certifications
- une compréhension des avantages du DPP pour les consommateurs et les entreprises, ainsi que des défis de sa mise en œuvre
- la capacité d'analyser et d'évaluer des applications DPP réelles à travers des études de cas

K3. Plan du cours

Introduction

- 1) Initiatives de l'Union européenne
- 2) Passeport numérique du produit (DPP)
 - a. Informations générales
 - b. Traçabilité, durabilité et certifications
 - c. Avantages pour les consommateurs et les entreprises
 - d. Quelle forme prendra-t-il ?
 - e. Ses enjeux
- 3) Les technologies 4.0 dans le DPP
 - a. Collecte et transmission de données (y compris la puce RFID)
 - b. Stockage et sécurité des données
- 4) Études de cas
 - a. Passeport des produits Renoon
 - b. Passeport produit Temera
 - c. Deux DPP, deux objectifs

Conclusion

Références

L. Gestion de la chaîne d'approvisionnement

N1. Objectifs

Ce cours est conçu pour apprendre les bases de la gestion de la chaîne d'approvisionnement dans l'industrie textile, en abordant des défis spécifiques et en expliquant comment les technologies de l'industrie 4.0 apportent des solutions innovantes. Les participants auront un aperçu de la collecte de données en temps réel, de la gestion des données et de la transmission sécurisée à l'aide de la blockchain, ainsi que des exemples pratiques et des études de cas d'entreprises textiles de premier plan.

L2. Résultats

L2.1 Connaissances

À la fin de ce cours, les apprenants seront en mesure de :

- Connaître les principes fondamentaux de la gestion de la chaîne d'approvisionnement et les défis uniques auxquels l'industrie textile est confrontée
- comprendre comment les technologies de l'industrie 4.0, telles que la collecte de données en temps réel, l'analyse des données et la blockchain, peuvent améliorer la transparence, l'efficacité et la sécurité au sein de la chaîne d'approvisionnement textile, en s'appuyant sur des exemples concrets d'entreprises comme Miroglio et Benetton.

L2.2 Compétences

Les participants auront une compréhension de base de :

- les principes de gestion de la chaîne d'approvisionnement,
- l'application des technologies de l'industrie 4.0 dans l'industrie textile

- Comment analyser les données en temps réel pour une meilleure prise de décision
- Comment la technologie blockchain assure une transmission sécurisée des données et évaluer l'impact de ces technologies à travers des études de cas de mises en œuvre réussies.

L3. Plan du cours

Introduction

Objectifs du module

- 1) Principes de base de la gestion de la chaîne d'approvisionnement
- 2) Les défis de la chaîne d'approvisionnement dans l'industrie textile
- 3) Solutions de l'industrie 4.0 pour la gestion de la chaîne d'approvisionnement textile
 - un. Collecte de données en temps réel
 - b. Gestion et analyse des données
 - c. Transmission sécurisée des données (Blockchain)
 - d. Exemple
- 4) Étude de cas
 - a. Groupe Miroglio
 - b. Groupe Benetton

Conclusion

Références