LCAMP

Learner Centric Advanced Manufacturing Platform

D3.2 - M24 - Analyse de l'impact et de l'évolution des emplois dans l'industrie manufacturière

D3.2 - M24 - S - Synthèse de l’ensemble des sous-rapport D3.2 - M24

Co-funded by
the European Union

The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Co-funded by the European Union

Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

Ce travail est autorisé par le partenariat LCAMP sous une licence internationale Creative Commons Attribution-Non-commercial 4.0.

Partenaires LCAMP :

TKNIKA - Basque VET Applied Research Centre, CIFP MIGUEL ALTUNA Centro Integral de Formación Professional ; DHBW Heilbronn - Duale Hochschule, Baden-Württemberg, Curt Nicolin High School, AFM - Spanish Association of Machine Tool Industries, EARLALL - European Association of Regional & Local Authorities for Lifelong Learning, FORCAM, CMQE : Association Campus des Métiers et des Qualifications Industrie du Future, MV : Mecanic Vallée, KIC : Knowledge Innovation Centre, MADE Competence Centre Industria 4.0 ; AFIL : Associazione Fabbrica Intelligente Lombardia, SIMUMATIK AB ; Association HVC Association of Slovene Higher Vocational Colleges ; TSCMB:Tehniški šolski center Maribor, KPDoNE : Kocaeli Directorate of National Education ; GEBKİM OIZ et CAMOSUN College.

Résumé du document

Type de document :	Rapport public
Titre	Analyse de l'évolution des emplois dans l'industrie manufacturière avancée
Auteur	Pascal Pichoutou *Mecanic Vallée*
Co-auteurs	Hervé Danton *Mecanic Vallée*
Les contributeurs	CMQEIf, *Mecanic Vallée*
Réviseurs	Camille Leonard, *CMQEIf,* Diana Miceli, *KIC*
Date	juillet 2024
Statut du document	9.0
Niveau du document	Confidentiel jusqu'à sa publication
Description du document	Ce document décrit les principales caractéristiques de l'évolution des emplois liés à l'industrie manufacturière de pointe dans cinq pays européens.
Citez ce produit comme suit :	LCAMP (2024) Analysis of impacts and evolution of jobs in advanced manufacturing (LCAMP4.0 Deliverable D3.2M24) extrait de https://lcamp.eu/.
Niveau du document	Public

Gestion des versions

Version	Date	Action
0.1	2024-02-29	Version provisoire
0.2	2024-07-08	Version finale validée avec conclusion

ACRONYMES

AFDET - Association française pour le développement de l'enseignement technique

AFNOR - Association française de normalisation

AI - Intelligence Artificielle

AR - Réalité augmentée

AGV - Véhicules à guidage automatique

B2B - Business to Business (de l'entreprise à l'entreprise)

B2C - Business to Consumer (de l'entreprise au consommateur)

CMQEIf - Campus des Métiers et des Qualifications d'Excellence Industrie du futur

CNC - Commande numérique par ordinateur

CEC - Cadre européen des certifications

ERP - Enterprise Resource Planning (Planification des ressources de l'entreprise)

ESCO - European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (Aptitudes, Compétences, qualifications et professions européennes)

FDM - Modélisation par dépôt en fusion

FEM - Méthode des éléments finis

IHM - Interfaces homme-machine

HVET - Enseignement et formation professionnels supérieurs

IoT - Internet des objets

IT - Technologies de l'information

IUT - Institut universitaire de technologie

LCAMP - Plate-forme de fabrication avancée centrée sur l'apprenant

M2M - Communications entre machines

MV - *Mecanic Vallée*

PME - Petites et moyennes entreprises

VR - Réalité virtuelle

WP - Work Package, groupe de travail

Note de Traduction : le terme anglais Skill a été traduit par aptitude, le terme Aptitudes a été maintenu.

SOMMAIRE

SOMMAIRE 5
RESUME 6
1. INTRODUCTION 9
2. RESULTATS 10
3. METHODOLOGIES 11
4. SYNTHESE DE L'ANALYSE DE L'IMPACT DE TOUS LES EMPLOIS 11
4.1. Liste des emplois sélectionnés 12
4.2. Résultats et statistiques 20
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 37
6. REFERENCES 38
7. INDEX DES ILLUSTRATIONS 38
8. INDEX DES TABLEAUX 38
9. ANNEXES 39
9.1. rassemblement des Aptitudes par type de Aptitudes 39

RESUME

Le projet LCAMP (Learner-Centric Advanced Manufacturing Platform) dans le cadre de l'initiative CoVE vise à renforcer les écosystèmes régionaux de Aptitudes dans le domaine de la fabrication avancée.

Le projet LCAMP prévoit d'établir une plateforme européenne d'excellence professionnelle pour la fabrication avancée, afin de promouvoir la résilience et l'innovation dans les régions européennes par le biais de la collaboration.

Ce rapport est le résultat de l'Observatoire LCAMP, qui est l'un des services que la plateforme LCAMP à mettre à la disposition des utilisateurs finaux. L'Observatoire est dirigé par le cluster français *Mecanic Vallée* et le campus des Métiers et des Qualifications d'excellence français Industrie du Futur CMQEIf.

Au cours de cette deuxième année de travail, le goupe de travail de l'Observatoire a lancé une analyse des impacts des tendances des transitions numérique et verte sur les emplois et les Aptitudes de la main-d'œuvre dans l'industrie manufacturière de pointe. L'analyse s'est concentrée sur une sélection d'emplois occupés principalement par des personnes qualifiées par des études du Cadre européen des certifications (CEC) 3-6.

Ces analyses sont détaillées dans chaque sous-rapport régional/national rédigé par cinq pays (le Pays basque, la France, l'Allemagne, l'Italie et la Turquie) sur 28 emplois dans l'industrie manufacturière de pointe.

Malgré certaines variations dans les méthodes d'étude et la présentation des résultats, cette année a permis d'établir une approche méthodologique commune et un format standardisé pour la présentation des résultats, ouvrant ainsi la voie à de nouveaux progrès.

En termes de processus de travail collaboratif :

- **Méthodologie :** Chaque pays s'est appuyé sur son propre réseau d'experts, avec leurs différences

En termes de domaines d'expertise et de disponibilité :

- **Cadre :** Une présentation détaillée, décrite dans une base de données structurée, permet une analyse croisée rapide, fondée sur différents axes : tendances, Aptitudes, emplois/tâches.
- **Résultats :** Cette analyse a permis d'identifier les principales tendances de la transition numérique et écologique, l'impact sur les emplois et les Aptitudes requises.
- **Année 3 :** Pour obtenir des résultats complets, utilisables et certifiés à l'avenir, il sera nécessaire de combiner les efforts sur des analyses communes. Cela pourrait se traduire par l'analyse des impacts des emplois communs et l'établissement de rapports dans un cadre harmonisé.

En termes d'analyse d'impact et d'évolution des emplois :

- **Un paysage professionnel dynamique :** Les emplois dans le secteur de la fabrication avancée subissent d'importantes transformations en raison des transitions numériques et écologiques au sein des entreprises.
- **Influence du contexte industriel :** L'évolution des emplois est étroitement liée à divers facteurs, notamment la taille de l'entreprise, la maturité numérique, les types de production, les stratégies commerciales, la culture organisationnelle et les réglementations.
- **Variabilité de l'évolution des emplois :** L'évolution des emplois spécifiques varie considérablement en fonction de l'entreprise, ce qui met en évidence la nature nuancée des changements de main-d'œuvre.
- **L'accent mis sur la transformation numérique :** Les initiatives de transformation numérique visent principalement à améliorer les performances de l'entreprise, en accordant moins d'importance au bien-être individuel en tant que principal moteur du changement.
- **Exigences en matière de polyvalence de la main-d'œuvre :** Les entreprises privilégient les travailleurs polyvalents qui font preuve d'une grande souplesse face au changement, d'un vif intérêt pour l'apprentissage, de Aptitudes de communication efficaces et de capacités à résoudre les problèmes.
- **Identification limitée de nouveaux emplois :** Peu de nouvelles fonctions ont été identifiées, les postes d'analyse de données étant principalement mentionnés, en particulier dans les grandes entreprises.
- **Changements dans des rôles spécifiques :** Les rôles en matière de maintenance, de services d'assistance technique (SAT) et d'automatisation ont subi des changements importants dans certains cas.
- **Mesures d'urgence climatique :** Les grandes entreprises mettent plus activement en œuvre des mesures d'urgence climatique, telles que l'automatisation du calcul de l'empreinte carbone et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Toutefois, ce processus n'en est qu'à ses débuts.
- **Demandes de profils spécialisés :** Les entreprises recherchent des profils hautement spécialisés, adaptés à leurs processus de fabrication. Cette spécialisation est souvent développée par la formation interne et l'expérience professionnelle, en complément des connaissances de base acquises dans les écoles d'EFP.
- **Appel à la maîtrise des Aptitudes transversales :** Les profils d'EFP doivent posséder une solide compréhension des fondamentaux, une maîtrise des Aptitudes informatiques/numériques et des langues, ainsi que des Aptitudes transversales holistiques pour répondre aux exigences des métiers de la fabrication de pointe.

En conclusion, le rapport souligne la nature dynamique des emplois dans l'industrie manufacturière de pointe, sous l'effet de la numérisation, du verdissement et des contextes industriels. Les entreprises sont de plus en plus à la recherche d'individus polyvalents, spécialisés et compétents, dotés d'un mélange de Aptitudes techniques et transversales pour prospérer dans ce paysage en évolution.

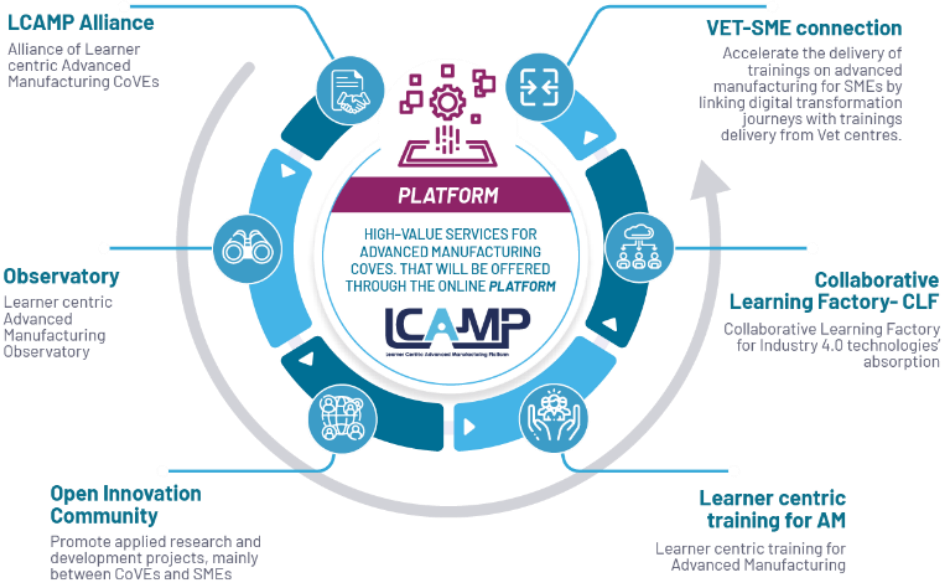


Figure 1 Résultats et services à fournir par la plate-forme LCAMP

1. INTRODUCTION

L'Observatoire LCAMP servira de source d'information facilement accessible pour les centres de formation professionnelle, les autorités en charge des programmes d'études, les entreprises, les clusters et autres associations par le biais d'une plateforme numérique. Tout au long du projet LCAMP, l'Observatoire publie des rapports périodiques couvrant les tendances technologiques, les changements sur le marché du travail, les exigences en matière de Aptitudes et les professions dans le domaine de la fabrication avancée.

Une publication annuelle des rapports suivants est attendue :

- Rapport 1 : Juin 2023, D3.2 - M12
- Rapport 2 : juin 2024, D3.2 - M24 (focus de cette année)
- Rapport 3 : juin 2025, D3.2 - M36.

Ces rapports sont complétés par des sous-rapports régionaux et nationaux qui sont périodiquement diffusés dans la plateforme et par les canaux de diffusion conventionnels.

Chacune de ces conclusions est décrite dans tous les sous-rapports écrits.

Dans ce rapport, le groupe de travail de l'Observatoire analyse l'impact des transitions numérique et écologique sur les compétences de la main-d'œuvre dans l'industrie manufacturière de pointe.

Il se concentre sur une sélection d'emplois occupés principalement par des personnes qualifiées par des études de niveau 3-6 du Cadre européen des certifications (CEC), qui représentent une part importante de la demande actuelle dans les entreprises industrielles situées dans la Communauté autonome du Pays basque (CABC), en France, en Italie, en Allemagne et en Turquie, impactées par la transition numérique et verte (voir les critères de sélection des emplois à la section 3.1.1).

Les informations recueillies et les conclusions tirées constituent la base du développement d'autres activités dans le cadre du projet LCAMP. En outre, le contenu de ce rapport peut servir de matériel analytique à certaines parties prenantes pour développer des activités dans leurs domaines respectifs, tels que les centres de formation professionnelle, les clusters et les associations d'entreprises, les sociétés, etc. Ces parties prenantes y trouveront des informations de base pour le développement d'activités telles que l'intégration de la technologie dans les centres d'EFP, la révision du contenu (curriculum) et des méthodologies d'apprentissage, la mise à jour de la formation continue, la conception de spécialités de formation professionnelle, entre autres.

La combinaison des activités de recherche documentaire (analyse des rapports publiés sur le sujet au cours des dernières années) et de recherche sur le terrain (analyse directe des postes de travail sélectionnés, menée par le biais d'entretiens avec des responsables d'entreprises) suivie dans l'élaboration du rapport converge vers la description détaillée des 28 postes de travail sélectionnés. Les éléments dérivés de l'analyse générale ont été combinés avec des éléments conditionnés par le contexte des entreprises, révélant des résultats spécifiques en relation avec les 28 emplois.

En termes de gestion de projet et de travail collaboratif, cette année visait à valider la manière de décrire l'impact d'un emploi et les Aptitudes connexes et à valider le cadre permettant à d'autres groupes de travail d'utiliser les résultats de l'Observatoire.

2. RESULTATS

La livraison de l'étude de l'année 2 est constituée des sous-rapports ci-dessous :

Tableau 1 Liste des sous-rapports

PAYS	RÉFÉRENCE DU SOUS-RAPPORT	CHAMP D'APPLICATION DU SOUS-RAPPORT	CODIFICATION	OBJECTIFS
FR	D3.2 - M24 - A	Sous-rapport méthodologique	D3.2 - M24 - Un sous-rapport méthodologique	Décrire les objectifs, les résultats, le champ d'application et la méthodologie utilisée pour produire les sous-rapports.
BC	D3.2 - M24 - B	Sous-rapport du Pays Basque	D3.2 - M24 - B Sous-rapport sur le Pays Basque	L'objectif de chaque sous-rapport est de présenter la manière dont les emplois sélectionnés, les tâches et les Aptitudes connexes sont influencés par la fabrication avancée, les technologies numériques et la transition écologique.
FR	D3.2 - M24 - F	Sous-rapport français	D3.2 - M24 - F Sous-rapport français	
GE	D3.2 - M24 - G	Sous-rapport allemand	D3.2 - M24 - G Sous-rapport Allemagne	
IT	D3.2 - M24 - I	Sous-rapport italien	D3.2 - M24 - I Sous-rapport Italie	
TR	D3.2 - M24 - T	Sous-rapport turc	D3.2 - M24 - Sous-rapport sur la Turquie	
FR	D3.2 - M24 - S	Synthèse de tous les sous-rapports D3.2 - M24.	D3.2 - M24 - S Synthèse de tous les sous-rapports D3.2 - M24.	Fournit une synthèse de tous les rapports D3.2 - M24.
FR	D3.2 - M24 - C	Rapport consolidé	D3.2 - M24 - C - Rapport consolidé	Rassemblement de tous les sous-rapports

Les résultats de D3.2 sont les apports d'autres services du projet LCAMP, principalement :

- Formation centrée sur l'apprenant pour la fabrication avancée WP5, qui gère la base de données des Aptitudes et des programmes d'études.
- Plate-forme LCAMP WP8 et évaluation d'impact (WP8 développe la plate-forme).

La liste des sous-rapports figurant dans le tableau 1 a été définie à l'issue de la première étape de la méthodologie.

3. METHODOLOGIES

La méthodologie de l'observatoire D3-2-M24 (Pichoutou, 2024) décrit la méthodologie utilisée pour produire ce **sous-rapport.** Il comprend :

- La méthodologie de sélection des emplois à analyser
- La méthodologie d'analyse des impacts
- La méthodologie de validation du sous-rapport.

4. SYNTHESE DE L'ANALYSE DE L'IMPACT DE TOUS LES EMPLOIS

Cette section traite de l'analyse des 16 emplois sélectionnés. Comme indiqué dans la méthodologie (chapitre 3), ont été analysés les changements auxquels les entreprises sont confrontées et identifiés les **leviers de ces changements** qui affectent les emplois spécifiques ; ensuite, ont été décrits les **changements de Aptitudes et de connaissances** détectés dans l'analyse.

4.1. LISTE DES EMPLOIS SELECTIONNES

En passant en revue les 5 critères principaux que le WP3 a décidé d'évaluer, voici la liste restreinte des emplois analysés par les 4 pays - France, Turquie, Italie et Allemagne - pour lesquels des analyses de données détaillées sont disponibles :

Tableau 2 Synthèse de l'ensemble des emplois sélectionnés

PAYS	CODE ESCO	OCCUPATION ESCO	1 - SECTEURS INDUSTRIELS	2 - TRANSITIONS NUMÉRIQUE ET VERTE NOUVELLES TENDANCES AYANT UN IMPACT SUR	3 - EMPLOYABILITÉ	4.PERTINENCE DE LA STRATÉGIE DE SPÉCIALISATION INTELLIGENTE - AUX NIVEAUX RÉGIONAL ET NATIONAL ?	5 - NIVEAU D'ÉDUCATION.
FR	2152.1.13	Expert en maintenance prédictive	Machines-outils (ingénierie mécanique), automobile, aérospatiale, transport, industries électriques et électroniques, maritime	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des Big Data, 2-2 Numérisation 3D, 3-1 Cybersécurité, 5-2 Économie circulaire		13 régions parmi les 21 régions FR considèrent cet emploi générique comme une priorité : FRC2 ; FRD1 ; FRD2 ; FRE1 ; FRE2 ; FRF1 ; FRF3 ; FRG0 ; FRH0 ; FRJ2 ; FRK1 ; FRK2 ; FRL0	CEC 6
	2163.1	Concepteur industriel	Machines-outils (ingénierie mécanique), industrie automobile, aérospatiale, électrique et électronique	1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique / analyse des données massives, 2-1 Réalité virtuelle et augmentée, 2-2 Numérisation 3D, 3-1 Cybersécurité, 4-1 Impression 3D / fabrication additive, 4-6 Maintenance prédictive, 5-2 Économie circulaire, 5-4 Réduction des déchets, 5-6 Innovation durable en matière de matériaux.	Novembre 2023 - France : 17852 offres d'emploi - Concepteur de produits : 712 offres (4%) https://www.glassdoor.fr/Emploi/france-product-designer-emplois-SRCH_IL.0,6_IN86_KO7,23.htm	18 régions parmi les 21 régions FR considèrent cet emploi générique comme une priorité : FR10 ; FRC2 ; FRD1 ; FRD2 ; FRE1 ; FRE2 ; FRF1 ; FRF2 ; FRF3 ; FRG0 ; FRH0 ; FRI2 ; FRI3 ; FRJ1 ; FRJ2 ; FRK1 ; FRK2 ; FRL0	CEC 6



	3114.1 .10	Technicien en ingénierie des capteurs	Machines-outils (Ingénierie mécanique), Automobile, Aérospatiale, Industries électriques et électroniques, Transport, Maritime	1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique / analyse des données massives, 3-1 Cybersécurité, 4-1 Impression 3D / fabrication additive, 4-6 Maintenance prédictive, 5-3 Efficacité énergétique, 5-10 Infrastructure informatique durable, 5-11 Surveillance de l'environnement et établissement de rapports.		18 régions parmi les 21 régions FR considèrent cet emploi générique comme une priorité :	CEC 5
	3118.1	Technicien en impression 3D	Maritime, Industries électriques et électroniques, Aérospatiale, Automobile, Transport	3-1 Cybersécurité, 4-1 Impression 3D/Fabrication additive, 4-4 Jumeaux numériques, 4-6 Maintenance prédictive, 5-3 Efficacité énergétique, 5-4 Réduction des déchets, 5-6 Innovation en matière de matériaux durables	En 2022, plus de 900 offres d'emploi dans le domaine de l'impression 3D ont été publiées sur les sites français, anglais, espagnol, italien et allemand de 3Dnatives. Ce nombre représente plus du double des offres publiées l'année précédente.	10 régions parmi les 21 régions FR considèrent cet emploi générique comme une priorité : FRC2 ; FRE1 ; FRF1 ; FRF2 ; FRF3 ; FRG0 ; FRH0 ; FRI2 ; FRJ2 ; FRK1	CEC 5
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	Machines-outils (ingénierie mécanique), automobile, aérospatiale, industries électriques et électroniques, maritime	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données (Big Data), 2-1 Réalité virtuelle et augmentée, 3-1 Cybersécurité, 4-1 Impression 3D/Fabrication additive, 4-4 Jumeaux numériques, 4-6 Maintenance prédictive, 5-12 Initiatives de responsabilité sociale des entreprises (RSE)	Novembre 2023 - France : Technicien en robotique : 3090 offres d'emploi https://candidat.pole-emploi.fr/offres/recherche?motsCles=technicien+robotique&offresPartenaires=true&range=0-19&rayon=10&tri=0	10 régions parmi les 21 régions FR considèrent cet emploi générique comme une priorité : FR10 ; FRC2 ; FRD1 ; FRF3 ; FRG0 ; FRH0 ; FRJ2 ; FRK1 ; FRK2 ; FRL0	CEC 6
	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	Machines-outils (génie mécanique), industrie automobile, aérospatiale, électrique et électronique	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données (Big Data), 2-2 Numérisation 3D, 3-1 Cybersécurité, 4-1 Impression 3D/Fabrication additive, 4-2 Robotique et automatisation	Novembre 2023 - France : Ingénieur AQ : 1639 offres d'emploi https://candidat.pole-emploi.fr/offres/recherche?motsCles=ing%C3%A9nieur+testeur&offresPartenaires=true&range=0-19&rayon=10&tri=0	12 régions parmi les 21 régions FR considèrent cet emploi générique comme une priorité : FRC2 ; FRD1 ; FRD2 ; FRE1 ; FRF2 ; FRF3 ; FRG0 ; FRH0 ; FRJ2 ; FRK1 ; FRK2 ; FRL0	CEC 6

TR	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur	Machines-outils (ingénierie mécanique), automobile, aérospatiale	"1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique / analyse des données massives (Big Data), 4-2 Robotique et automatisation, 4-3 Robots collaboratifs (Cobots), 4-6 Maintenance prédictive, 5-3 Efficacité énergétique, 5-6 Innovation durable dans le domaine des matériaux	Avril 2024 - Türkiye : Opérateur CNC : 64 offres d'emploi (İŞKUR) 373 offres d'emploi (kariyer.net) Sources : İŞKUR - Bilgisayarlı Makine (CNC Operatörü) h ttps://esube.iskur.gov.tr/Istihdam/AcikIsIlanAra.aspx https://www.kariyer.net/is-ilanlari/cnc+operatoru?pst=4150&pkw=cnc%20operat%C3%B6r%C3%BC	S'aligne sur les priorités S3 "Plastiques automobiles" et "Groupes motopropulseurs" https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/region-page-test/-/regions/TR42	CEC 4
	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	Automobile, aérospatiale, industries électriques et électroniques, machines-outils (génie mécanique)	"1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 2-2 Numérisation 3D, 3-1 Cybersécurité, 4-2 Robotique et automatisation, 4-3 Robots collaboratifs (Cobots), 5-3 Efficacité énergétique, 5-4 Réduction des déchets"	Avril 2024 - Türkiye : Contrôleur de qualité : 222 offres d'emploi (İŞKUR) 514 offres d'emploi (kariyer.net) Sources : İŞKUR - Kalite Kontrolcü h ttps://esube.iskur.gov.tr/Istihdam/AcikIsIlanAra.aspx https://www.kariyer.net/is-ilanlari/kalite+kontrol+elemani?pst=960&pkw=kalite%20kontrol%20eleman%C4%B1	S'aligne sur la plupart des priorités S3 données pour la région TR42. https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/region-page-test/-/regions/TR42	CEC 6
	2529.8	Responsable sécurité Ict	Transport, Industries électriques et électroniques, Aérospatiale, Automobile	"1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique / analyse des données massives (Big Data), 3-1 Cybersécurité, 5-10 Infrastructure informatique durable, 5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)"	Avril 2024 - Türkiye : Spécialiste de la sécurité des TIC : 28 offres d'emploi (kariyer.net) https://www.kariyer.net/is-ilanlari/it+guvenlik+uzmani?pst=4558&pkw=%C4%B1t%20g%C3%BCvenlik%20uzman%C4%B1	Bien qu'il ne soit pas directement abordé dans le cadre de la S3, il est pertinent pour toutes les entreprises, en particulier celles qui sont davantage touchées par les tendances de la transition numérique.	CEC 5

	1213.8	Responsable du développement durable	Machines-outils (Ingénierie mécanique), Automobile, Aérospatiale, Industries électriques et électroniques, Transport, Maritime	"1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique / analyse des données massives (Big Data), 5-1 Intégration des énergies renouvelables, 5-3 Efficacité énergétique, 5-4 Réduction des déchets, 5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes, 5-6 Innovation en matière de matériaux durables, 5-7 Gestion de l'empreinte carbone, 5-11 Surveillance de l'environnement et rapports, 5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)"	Avril 2024 - Türkiye : Responsable développement durable : 2 offres d'emploi (kariyer.net) https://www.kariyer.net/is-ilanlari?pst=12185&pkw=s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilirlik%20m%C3%BCd%C3%BCr%C3%BC	Bien qu'il ne soit pas directement abordé dans le cadre de la S3, il est pertinent pour toutes les entreprises, en particulier celles qui sont les plus touchées par les tendances de la transition écologique.	CEC 6
	3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée	Industries automobile, aérospatiale, électrique et électronique	"1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 4-2 Robotique et automatisation, 4-3 Robots collaboratifs (Cobots), 4-6 Maintenance prédictive, 5-6 Innovation durable en matière de matériaux".	Cette profession n'est pas directement répertoriée sur les sites de carrière, mais elle est répertoriée sous la rubrique "opérateurs de lignes d'assemblage" dans différents types de secteurs.	S'aligne sur la priorité S3 "Plastiques automobiles" https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/region-page-test/-/regions/TR42	CEC 3
IT	2511.3	Analyste de données	Machines-outils (Ingénierie mécanique), Automobile, Aérospatiale, Industries électriques et électroniques, Transport, Maritime	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse de données massives, 5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes, 5-3 Efficacité énergétique, 2-1 Réalité virtuelle et augmentée, 3-1 Cybersécurité	Grande difficulté à trouver	La région de Lombardie et la région du Piémont considèrent la fabrication avancée comme l'une des priorités de leur S3.	En Italie, les cours et les programmes destinés aux ingénieurs des données relèvent souvent des niveaux 6 à 8 du CEC (cadre européen des certifications), qui correspondent aux niveaux de premier et de deuxième cycle.6, tels que les cours de licence en science des

							données ou en statistiques.
	2141.4.2.1	Ingénieur en automatisation	Automobile, machines-outils (génie mécanique)	1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique / analyse de données massives, 1-1 Internet des objets (IoT) / capteurs intelligents / technologie 5G, 2-1 Réalité virtuelle et augmentée, 5-3 Efficacité énergétique	Difficulté moyenne à trouver : 61%	La région de Lombardie et la région du Piémont considèrent la fabrication avancée comme l'une des priorités de leur S3.	En Italie, les cours et les programmes d'ingénieur en automatisation relèvent souvent des niveaux 6 à 8 du CEC (cadre européen des certifications), qui correspondent aux niveaux de premier et de deuxième cycle.6, comme le diplôme de bachelier en ingénierie de l'automatisation ou en robotique.

	2529.4	Hackers éthiques (titre principal de la profession ESCO)/Spécialiste de la cybersécurité (autre appellation de la profession ESCO)	Industries électriques et électroniques, Transport, maritime	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 3-2 Edge Computing vs Cloud Computing / Blockchain pour la chaîne d'approvisionnement / Quantum Computing, 4-4 Digital Twins, 5-2 Économie circulaire, 5-4 Réduction des déchets	Difficulté moyenne à trouver : 50 %	La région de Lombardie et la région du Piémont considèrent la fabrication avancée comme l'une des priorités de leur S3.	En Italie, les cours et les programmes de spécialisation en cybersécurité relèvent souvent des niveaux 6 à 8 du CEC (cadre européen des certifications), qui correspondent aux niveaux de premier et de deuxième cycle.6, tels que la licence en informatique.

ALLEMAGNE	3118.1	Technicien en impression 3D	Automobile, Aérospatiale, Industries électriques et électroniques, Machines-outils (génie mécanique), Maritime	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives, 2-2 Numérisation 3D, 4-1 Impression 3D / Fabrication additive, 4-2 Robotique et automatisation, 4-4 Jumeaux numériques, 4-5 Systèmes de fabrication adaptatifs, 4-6 Maintenance prédictive, 5-4 Réduction des déchets, 5-2 Économie circulaire, 5-3 Efficacité énergétique, 5-6 Innovation durable en matière de matériaux, 5-11 Surveillance de l'environnement et établissement de rapports.	L'employabilité en 2024 : L'adoption rapide de la fabrication additive dans l'aérospatiale, l'automobile, la santé et les biens de consommation stimule la demande d'opérateurs qualifiés. Les avantages de la fabrication additive, tels que la réduction des délais et la flexibilité de la conception, stimulent les opportunités d'emploi dans tous les secteurs. Il existe une forte demande d'opérateurs qualifiés dans la gestion des équipements de **fabrication avancée**, la préparation des modèles numériques, le post-traitement et le contrôle de la qualité. Employabilité dans 5 ans (2029) : Les progrès technologiques exigent des opérateurs qu'ils mettent à jour leurs Aptitudes pour améliorer la vitesse, la précision et la diversité des matériaux. Des rôles plus intégrés dans des environnements de fabrication hybrides créent des emplois supplémentaires, mêlant des Aptitudes traditionnelles et de fabrication additive. La spécialisation dans des types spécifiques de fabrication additive, tels que l'impression de métaux ou de polymères, offre de nouvelles perspectives de carrière. Employabilité dans 10 ans (2034) : Les opérateurs chevronnés trouvent des opportunités dans des rôles de leadership, de formation ou d'entrepreneuriat au sein de l'industrie. L' intégration complète avec l'industrie 4.0 nécessite une compréhension approfondie des technologies numériques et de l'analyse des données. Rester compétitif nécessite un apprentissage continu et une capacité d'adaptation aux nouvelles technologies et aux demandes du marché. Conclusion : Des perspectives d'employabilité prometteuses existent pour les opérateurs en fabrication additive, une forte croissance étant attendue dans ce secteur.	La région du Bade-Wurtemberg considère la fabrication avancée comme l'une des priorités de sa S3. https://ec.europa.eu/regional_policy/assets/s3-observatory/regions/de1.html	Niveau 4 du CEC (ouvrier qualifié formé ou équivalent) : Les opérateurs effectuent les tâches correspondantes, éventuellement avec des rôles de supervision, de dépannage et d'optimisation des processus.

	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur	Machines-outils (ingénierie mécanique), industries automobile, aérospatiale, maritime, électrique et électronique	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Machine learning / Big Data Analytics, 3-1 Cybersécurité, 4-2 Robotique et automatisation, 4-3 Robots collaboratifs (Cobots), 4-4 Jumeaux numériques, 4-5 Systèmes de fabrication adaptatifs, 1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G, 5-3 Efficacité énergétique, 5-4 Réduction des déchets.	Facteurs actuels (2024) : L'usinage CNC est crucial dans des industries telles que l'aérospatiale, l'automobile, l'électronique et les appareils médicaux, ce qui garantit une demande constante d'opérateurs qualifiés. Les avancées technologiques en matière d'automatisation, de précision et d'efficacité requièrent des opérateurs hautement qualifiés. L'intégration de la robotique et des logiciels de FAO renforce l'efficacité, ce qui accroît le besoin d'opérateurs compétents. La pénurie de main-d'œuvre qualifiée a créé un marché de l'emploi compétitif offrant de nombreuses opportunités aux personnes qualifiées. Employabilité dans 5 ans (2029) : L'automatisation accrue et l'intégration de la robotique soutiennent la forte demande d'opérateurs CNC adaptables. Des Aptitudes numériques avancées, y compris la maîtrise des logiciels de CAO/FAO et de la programmation CNC, sont essentielles. La spécialisation dans des domaines tels que la fabrication additive, l'usinage multi-axes ou l'usinage à grande vitesse pourrait offrir de nouveaux parcours professionnels en fonction des besoins de l'industrie. Employabilité dans 10 ans (2034) : L' usinage CNC reste essentiel à la fabrication, ce qui garantit une demande continue d'opérateurs qualifiés. Les technologies émergentes telles que les nanotechnologies, les matériaux avancés et les jumeaux numériques sont cruciales et nécessitent une formation continue. Les tendances économiques et industrielles mondiales influencent l'employabilité, en mettant l'accent sur la flexibilité et l'adaptabilité des Aptitudes et des pratiques. Conclusion : Les opérateurs de CNC qui actualisent en permanence leurs Aptitudes et s'adaptent aux nouvelles technologies et aux tendances de l'industrie peuvent s'attendre à rester très employables, ce qui confirme l'hypothèse émise.	La région du Bade-Wurtemberg considère la fabrication avancée comme l'une des priorités de sa S3. https://ec.europa.eu/regional_policy/assets/s3-observatory/regions/de1.html	CEC niveau 5 (Technicien ou équivalent) : Les techniciens CNC de ce niveau possèdent des Aptitudes avancées en matière de commande numérique, sont capables de programmer des opérations complexes, maîtrisent l'usinage multi-axes, la commande adaptative et les systèmes intégrés de CAO/FAO, optimisent les trajectoires des outils et procèdent à des dépannages complets. Ils gèrent également des opérateurs moins expérimentés et contribuent à l'amélioration des processus.

4.2. RESULTATS ET STATISTIQUES

Voici la synthèse des 16 emplois analysés par pays :

Tableau 3 Synthèse des emplois analysés par pays.

OCCUPATION REF	TITRE DE LA PROFESSION	FR	ALL	IT	TR
2152.1.13	Expert en maintenance prédictive	`8			
2163.1	Dessinateur industriel	9			
3114.1.10	Technicien en ingénierie des capteurs	8			
3118.1	Technicien en impression 3D	7	11		
3139.2	Contrôleur de robot industriel	16			
7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	11			10
7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		12		10
2511.3	Analyste de données			6	
2141.4.2.1	Ingénieur en automatisation			5	
2529.4	Hacker éthique			5	
1213.8	Responsable du développement durable				17
2529.8	Responsable de la sécurité des TIC				12
2152.1	Ingénieur en électronique				11
3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée				7

4.2.1. EMPLOIS AFFECTES PAR LES TENDANCES

Ci-dessous est présenté un tableau qui résume les emplois considérés comme impactés par chaque tendance (liste des tendances détaillée dans le chapitre 3.1.1 Champs, Domaines d'observation). Les détails de l'analyse sont disponibles dans les sous-rapports correspondants.

Tableau 4 Emplois touchés par les tendances.

AYANT UN IMPACT SUR LA TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE ET/OU LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE	OCCUPATION REF.	TITRE DE LA PROFESSION	FR	GE	IT	TR
1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G	**2152.1.13**	Expert en maintenance prédictive	2			
	3114.1.10	Technicien en ingénierie des capteurs	3			
	3118.1	Technicien en impression 3D		1		
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	2			

	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	2			1
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur				2
	2511.3	Analyste de données			1	
	2141.4.2.1	Ingénieur en automatisation			1	
	2529.4	Hacker éthique			1	
	1213.8	Responsable du développement durable				3
	2529.8	Responsable de la sécurité des TIC				2
	3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée				1
1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)	**2152.1.13**	Expert en maintenance prédictive	1			
	2163.1	Dessinateur industriel	2			
	3114.1.10	Technicien en ingénierie des capteurs	2			
	3118.1	Technicien en impression 3D		2		
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	3			
	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	4			
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		3		3
	2511.3	Analyste de données			1	
	2141.4.2.1	Ingénieur en automatisation			2	
	1213.8	Responsable du développement durable				2
	2529.8	Responsable de la sécurité des TIC				2
2-1 Réalité virtuelle et augmentée	**2152.1.13**	Expert en maintenance prédictive	2			
	2163.1	Dessinateur industriel	1			
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	3			
	2511.3	Analyste de données			1	
	2141.4.2.1	Ingénieur en automatisation			1	
2-2 Numérisation 3D	**2152.1.13**	Expert en maintenance prédictive	1			
	2163.1	Dessinateur industriel	2			
	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	1			1

3-1 Cybersécurité	**2152.1.13**	Expert en maintenance prédictive	1			
	3114.1.10	Technicien en ingénierie des capteurs	1			
	3118.1	Technicien en impression 3D	1	1		
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	1			
	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	1			1
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		1		
	2511.3	Analyste de données			1	
	2529.8	Responsable de la sécurité des TIC				5
3-2 Edge Computing vs Cloud Computing / Blockchain pour la chaîne d'approvisionnement / Quantum Computing	**2529.4**	Hacker éthique			1	
4-1 Impression 3D/Fabrication additive	**2163.1**	Dessinateur industriel	2			
	3118.1	Technicien en impression 3D	2	2		
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	1			
	7543.9	Contrôleur de la qualité des produits	2			
4-2 Robotique et automatisation	**7543.9**	Contrôleur de la qualité des produits	1			2
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		2		1
	3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée				2
4-3 Robots collaboratifs (Cobots)	**7543.9**	Contrôleur de la qualité des produits				1
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur				1
	3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée				1
4-4 Jumeaux numériques	**3118.1**	Technicien en impression 3D	1			
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	1			
	2529.4	Hacker éthique			1	
4-5 Systèmes de fabrication adaptatifs	**7223.4**	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		1		
4-6 Maintenance prédictive	**3114.1.10**	Technicien en ingénierie des capteurs	1			
	3118.1	Technicien en impression 3D	1	3		

	3139.2	Contrôleur de robot industriel	1			
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		3		1
	3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée				1
5-1 Intégration des énergies renouvelables	**1213.8**	Responsable du développement durable				1
5-10 Infrastructure informatique durable	**2529.8**	Responsable de la sécurité des TIC				1
5-11 Surveillance de l'environnement et rapports	**1213.8**	Responsable du développement durable				2
5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)	**3139.2**	Contrôleur de robot industriel	1			
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur		2		
	1213.8	Responsable du développement durable				3
	2529.8	Responsable de la sécurité des TIC				2
5-2 Économie circulaire	**2152.1.13**	Expert en maintenance prédictive	1			
	2163.1	Dessinateur industriel	1			
	2529.4	Hacker éthique			1	
5-3 Efficacité énergétique	**3118.1**	Technicien en impression 3D	1			
	7543.9	contrôleur de la qualité des produits				2
	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur				1
	2511.3	Analyste de données			1	
	2141.4.2.1	Ingénieur en automatisation			1	
	1213.8	Responsable du développement durable				1
5-4 Réduction des déchets	**7543.9**	contrôleur de la qualité des produits				2
	2529.4	Hacker éthique			1	
	1213.8	Responsable du développement durable				1
5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes	**2511.3**	Analyste de données			1	
	1213.8	Responsable du développement durable				1
5-6 Innovation en matière de matériaux durables	**2163.1**	Dessinateur industriel	1			
	3118.1	Technicien en impression 3D	1	2		

	7223.4	Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur				1
	1213.8	Responsable du développement durable				2
	3139.1	Opérateur de ligne d'assemblage automatisée				2
5-7 Gestion de l'empreinte carbone	**1213.8**	Responsable du développement durable				1
5-X Toutes les tendances de la transition écologique / Fabrication durable	**3114.1.10**	Technicien en ingénierie des capteurs	1			
	3139.2	Contrôleur de robot industriel	3			

4.2.2. TENDANCES AYANT UN IMPACT SUR L'EMPLOI

Le tableau ci-dessous présente les tendances considérées comme ayant un impact sur l'emploi (liste des tendances détaillée dans le chapitre 3.1.1 Champs, Domaines d'observation). Les détails de l'analyse sont disponibles dans les sous-rapports correspondants.

Lorsque plusieurs pays ont analysé la même profession, il est facile de constater que les résultats ne sont pas toujours identiques. C'est le cas par exemple pour le Technicien en impression 3D analysé par la France et l'Allemagne.

Tableau 5 Tendances ayant un impact sur l'emploi

OCCUPATION REF	TITRE DE LA PROFESSION	AYANT UN IMPACT SUR LA TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE ET/OU LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE	FR	ALL	IT	TR
2152.1.13	**Expert en maintenance prédictive**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G	2			
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)	1			
		2-1 Réalité virtuelle et augmentée	2			
		2-2 Numérisation 3D	1			
		3-1 Cybersécurité	1			
		5-2 Économie circulaire	1			
2163.1	**Dessinateur industriel**	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)	2			
		2-1 Réalité virtuelle et augmentée	1			
		2-2 Numérisation 3D	2			
		4-1 Impression 3D/Fabrication additive	2			
		5-2 Économie circulaire	1			

		5-6 Innovation en matière de matériaux durables	1			
3114.1.10	**Technicien en ingénierie des capteurs**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G	3			
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)	2			
		3-1 Cybersécurité	1			
		4-6 Maintenance prédictive	1			
		5-X Toutes les tendances de la transition écologique / Fabrication durable	1			
3118.1	**Technicien en impression 3D**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G		1		
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)		2		
		3-1 Cybersécurité	1	1		
		4-1 Impression 3D/Fabrication additive	2	2		
		4-4 Jumeaux numériques	1			
		4-6 Maintenance prédictive	1	3		
		5-3 Efficacité énergétique	1			
		5-6 Innovation en matière de matériaux durables	1	2		
3139.2	**Contrôleur de robot industriel**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G	2			
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)	3			
		2-1 Réalité virtuelle et augmentée	3			
		3-1 Cybersécurité	1			
		4-1 Impression 3D/Fabrication additive	1			
		4-4 Jumeaux numériques	1			
		4-6 Maintenance prédictive	1			
		5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)	1			

		5-X Toutes les tendances de la transition écologique / Fabrication durable	3			
7543.9	**Contrôleur de la qualité des produits**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G	2			1
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)	4			
		2-2 Numérisation 3D	1			1
		3-1 Cybersécurité	1			1
		4-1 Impression 3D/Fabrication additive	2			
		4-2 Robotique et automatisation	1			2
		4-3 Robots collaboratifs (Cobots)				1
		5-3 Efficacité énergétique				2
		5-4 Réduction des déchets				2
7223.4	**Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				2
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)		3		3
		3-1 Cybersécurité		1		
		4-2 Robotique et automatisation		2		1
		4-3 Robots collaboratifs (Cobots)				1
		4-5 Systèmes de fabrication adaptatifs		1		
		4-6 Maintenance prédictive		3		1
		5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)		2		
		5-3 Efficacité énergétique				1
		5-6 Innovation en matière de matériaux durables				1
2511.3	**Analyste de données**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1	
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)			1	
		2-1 Réalité virtuelle et augmentée			1	

		3-1 Cybersécurité			1	
		5-3 Efficacité énergétique			1	
		5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes			1	
2141.4.2.1	**Ingénieur en automatisation**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1	
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)			2	
		2-1 Réalité virtuelle et augmentée			1	
		5-3 Efficacité énergétique			1	
2529.4	**Hacker éthique**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1	
		3-2 Edge Computing vs Cloud Computing / Blockchain pour la chaîne d'approvisionnement / Quantum Computing			1	
		4-4 Jumeaux numériques			1	
		5-2 Économie circulaire			1	
		5-4 Réduction des déchets			1	
1213.8	**Responsable du développement durable**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				3
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)				2
		5-1 Intégration des énergies renouvelables				1
		5-11 Surveillance de l'environnement et rapports				2
		5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)				3
		5-3 Efficacité énergétique				1
		5-4 Réduction des déchets				1
		5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes				1
		5-6 Innovation en matière de matériaux durables				2
		5-7 Gestion de l'empreinte carbone				1

2529.8	**Responsable de la sécurité des TIC**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				2
		1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)				2
		3-1 Cybersécurité				5
		5-10 Infrastructure informatique durable				1
		5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)				2
2152.1	**Ingénieur en électronique**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				4
		4-1 Impression 3D/Fabrication additive				3
		5-1 Intégration des énergies renouvelables				3
		5-3 Efficacité énergétique				1
3139.1	**Opérateur de ligne d'assemblage automatisée**	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				1
		4-2 Robotique et automatisation				2
		4-3 Robots collaboratifs (Cobots)				1
		4-6 Maintenance prédictive				1
		5-6 Innovation en matière de matériaux durables				2

4.2.3. EMPLOIS - IMPACTS DES TENDANCES - APTITUDES REQUISES

A partir des impacts des tendances, ont été identifiées les Aptitudes nécessaires pour accompagner les changements. Pour simplifier l'analyse, toutes les Aptitudes nécessaires identifiées dans 7 groupes sont regroupées. Ensuite, les types de Aptitudes nécessaires, permettant de soutenir les impacts des tendances, sont regroupés par profession et par tendance. En résumé, 165 Aptitudes qui sont concernées par les impacts de ces tendances sont identifiées.

Tableau 6 Type de Aptitudes nécessaires

TITRE DE LA PROFESSION	AYANT UN IMPACT SUR LA TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE ET/OU LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE	LA COOPÉRATION INTERDISCIPLINAIRE ET LA GESTION DE PROJETS	TECHNOLOGIES DE PRODUCTION ET DE FABRICATION	NUMÉRISATION ET SÉCURITÉ INFORMATIQUE	COMPETENCES TECHNOLOGIQUES DE BASE	L'ANALYSE DES DONNÉES ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	DURABILITÉ ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT	RÉALITÉ VIRTUELLE ET AUGMENTÉE
Expert en maintenance prédictive	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			2				
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					1		
	2-1 Réalité virtuelle et augmentée	1						1
	2-2 Numérisation 3D		1					
	3-1 Cybersécurité			1				
	5-2 Économie circulaire						1	
Concepteurs industriels	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					2		
	2-1 Réalité virtuelle et augmentée							1
	2-2 Numérisation 3D		2					
	4-1 Impression 3D/Fabrication additive	1	1					

	5-2 Économie circulaire						1	
	5-6 Innovation en matière de matériaux durables						1	
Techniciens en ingénierie des capteurs	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			2	1			
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					2		
	3-1 Cybersécurité			1				
	4-6 Maintenance prédictive					1		
	5-X Toutes les tendances de la transition écologique / Fabrication durable						1	
Technicien en impression 3D	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1				
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					2		
	3-1 Cybersécurité			2				
	4-1 Impression 3D/Fabrication additive	2	1	1				
	4-4 Jumeaux numériques			1				
	4-6 Maintenance prédictive	1				3		
	5-3 Efficacité énergétique						1	
	5-6 Innovation en matière de matériaux durables				1	1	1	
Contrôleur de robot industriel	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			2				
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					3		
	2-1 Réalité virtuelle et augmentée							3
	3-1 Cybersécurité			1				
	4-1 Impression 3D/Fabrication additive		1					
	4-4 Jumeaux numériques		1					
	4-6 Maintenance prédictive					1		

	5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)						1	
	5-X Toutes les tendances de la transition écologique / Fabrication durable	1					2	
Contrôleur de la qualité des produits	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				3			
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					4		
	2-2 Numérisation 3D		1					1
	3-1 Cybersécurité			2				
	4-1 Impression 3D/Fabrication additive		2					
	4-2 Robotique et automatisation		3					
	4-3 Robots collaboratifs (Cobots)		1					
	5-3 Efficacité énergétique	1				1		
	5-4 Réduction des déchets	1				1		
Opérateur de machine à commande numérique par ordinateur	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1	1			
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					5		
	3-1 Cybersécurité			1				
	4-2 Robotique et automatisation		2			1		
	4-3 Robots collaboratifs (Cobots)		1					
	4-5 Systèmes de fabrication adaptatifs	1						
	4-6 Maintenance prédictive					4		
	5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)	2						
	5-3 Efficacité énergétique						1	
	5-6 Innovation en matière de matériaux durables						1	
Analyste de données	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1				

	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					1		
	2-1 Réalité virtuelle et augmentée							1
	3-1 Cybersécurité			1				
	5-3 Efficacité énergétique	1						
	5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes	1						
Ingénieur en automatisation	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1				
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					2		
	2-1 Réalité virtuelle et augmentée							1
	5-3 Efficacité énergétique				1			
Hacker éthique	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1				
	3-2 Edge Computing vs Cloud Computing / Blockchain pour la chaîne d'approvisionnement / Quantum Computing			1				
	4-4 Jumeaux numériques			1				
	5-2 Économie circulaire	1						
	5-4 Réduction des déchets						1	
Responsable du développement durable	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G						3	
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)						2	
	5-1 Intégration des énergies renouvelables						1	
	5-11 Surveillance de l'environnement et rapports						2	
	5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)	3						
	5-3 Efficacité énergétique						1	
	5-4 Réduction des déchets						1	
	5-5 Logistique et chaîne d'approvisionnement vertes						1	
	5-6 Innovation en matière de matériaux durables						2	
	5-7 Gestion de l'empreinte carbone						1	

Responsable de la sécurité des TIC	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			1	1			
	1-2 Intelligence artificielle (IA) / Apprentissage automatique / Analyse des données massives (Big Data)					2		
	3-1 Cybersécurité			5				
	5-10 Infrastructure informatique durable			1				
	5-12 Initiatives en matière de responsabilité sociale des entreprises (RSE)	1		1				
Ingénieur en électronique	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G			2	2			
	4-1 Impression 3D/Fabrication additive		1	1	1			
	5-1 Intégration des énergies renouvelables				1		2	
	5-3 Efficacité énergétique						1	
Opérateur de ligne d'assemblage automatisée	1-1 Internet des objets (IoT) / Capteurs intelligents / Technologie 5G				1			
	4-2 Robotique et automatisation		2					
	4-3 Robots collaboratifs (Cobots)		1					
	4-6 Maintenance prédictive					1		
	5-6 Innovation en matière de matériaux durables						2	

Le recueil des Aptitudes par type de Aptitudes est disponible en annexe 8.1. Rassemblement des Aptitudes par type de Aptitudes.

4.2.1. IMPACTS DES TENDANCES NUMERIQUES SUR LES EMPLOIS ET LES APTITUDES

Tous ces résultats peuvent être visualisés et classés, ce qui permet d'identifier le "niveau" de l'impact des tendances numériques en fonction du nombre d'emplois touchés (axe horizontal) et du nombre de Aptitudes impliquées (axe vertical), comme le montre la figure 20.

Cette figure identifie par exemple les deux principales tendances considérées comme les plus impactantes au regard de ces deux axes :

- **La capacité de recueillir des informations :** 1-1 Internet des objets, capteurs intelligents, technologie 5G
- **La capacité d'analyser ces données :** 1-2 Intelligence artificielle (IA) / apprentissage automatique, analyse des big data.

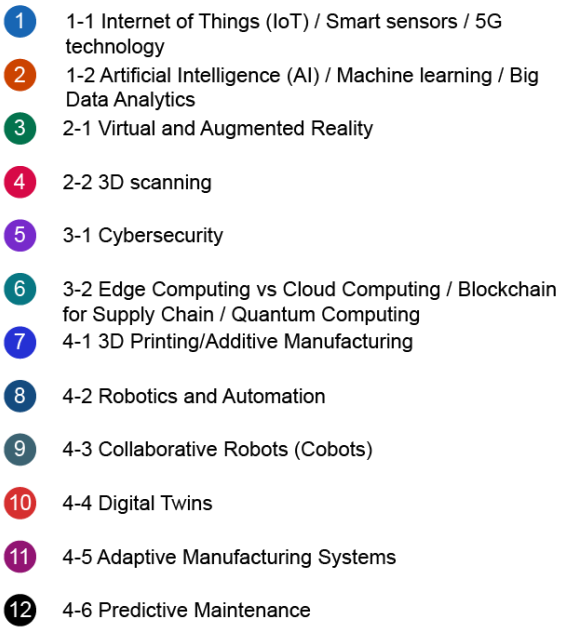


Figure 2 Tendances

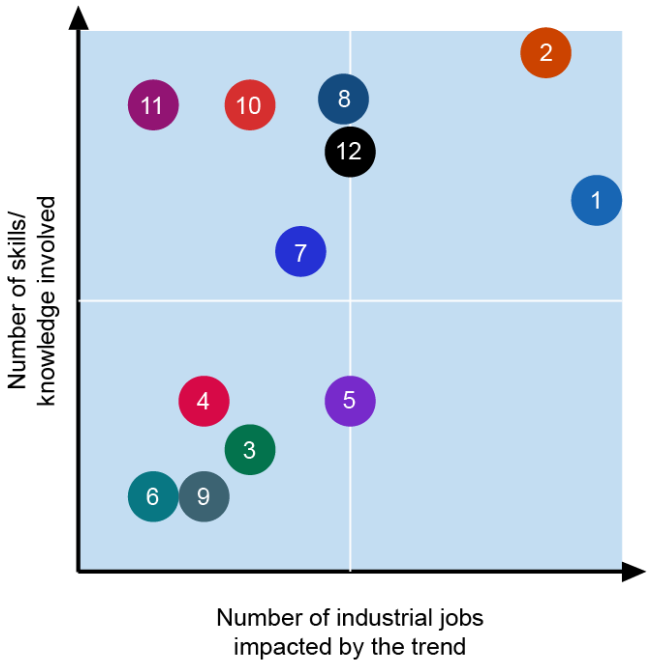


Figure 3 Niveau d'impact des tendances numériques par rapport aux emplois concernés

4.2.2. IMPACTS SUR L'EMPLOI ET LES APTITUDES DES TENDANCES DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE

La présentation et la classification peuvent être effectuées de la même manière, ce qui facilite l'identification du "niveau" d'impact des tendances de la transition écologique, comme le montre la figure 22.

Cette analyse résumée des impacts suggère que les tendances de la transition écologique n'ont pas d'incidence significative sur les 16 emplois sélectionnés.



Figure 4 Tendances de la transition verte

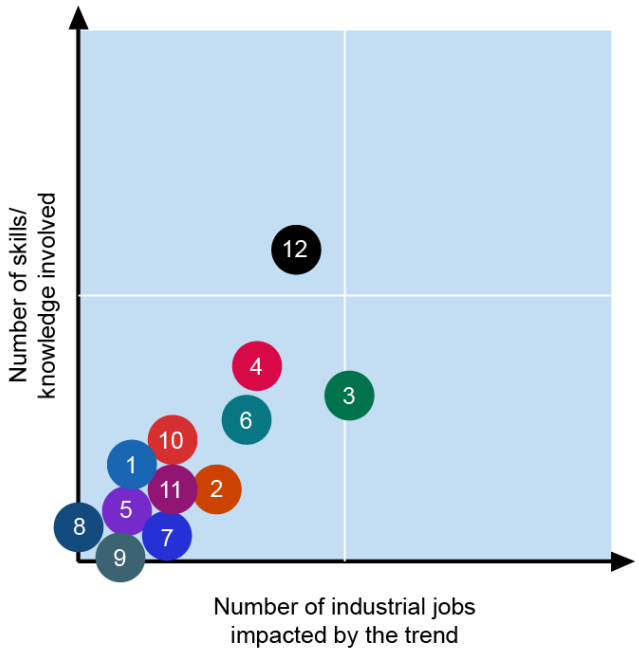


Figure 5 Niveau d'impact des tendances de la transition verte

La question qui se pose, grâce à cette présentation, est la suivante : des impacts ont-ils bien été identifiés sur les emplois dans le cadre des tendances de la transition verte ?

En effet, selon le Forum économique mondial (Prising, 2022), la transition verte devrait créer jusqu'à 30 millions de nouveaux emplois d'ici à 2030. Pourtant, 75 % des employeurs peinent à trouver des talents qualifiés et 94 % n'ont pas les Aptitudes nécessaires pour atteindre leurs objectifs ESG (critères environnementaux, sociaux et de gouvernance), ce qui souligne la nécessité de déployer des efforts considérables en matière d'amélioration et de renouvellement des Aptitudes. Cette transition est particulièrement importante dans les secteurs hautement techniques tels que les énergies renouvelables et l'automobile, où les Aptitudes écologiques spécifiques sont rares et nécessaires pour répondre à la demande croissante.

Au vu de la figure suivante, l'influence de la transition verte semble consister davantage à renforcer les capacités écologiques des emplois existants qu'à créer des postes entièrement nouveaux sur le site.

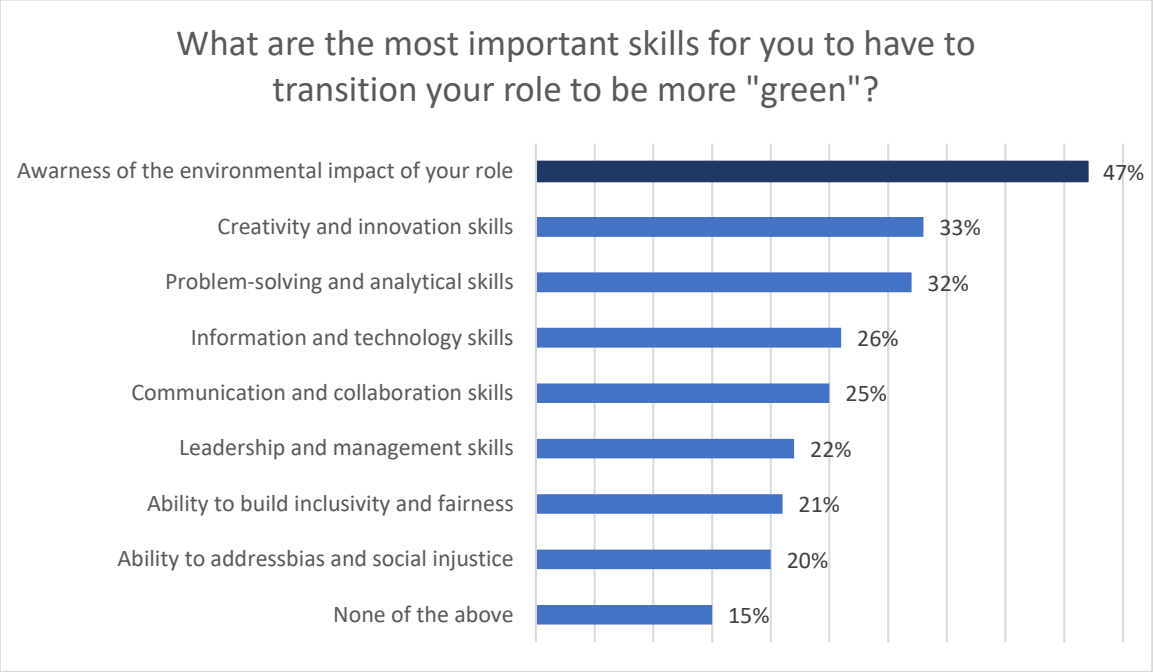


Figure 6 Les Aptitudes les plus importantes à posséder pour changer de rôle et devenir plus "vert".

Ces déclarations sont confirmées dans cette publication provenant d'Europe (Vandeplas, 2022).

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude a établi une méthodologie et un cadre solides pour analyser l'impact des tendances numériques et vertes sur les emplois, permettant d'identifier avec précision les divergences régionales et d'orienter la feuille de route de l'analyse. Le cadre a permis d'obtenir des données utiles, complètes et utilisables pour remplir la future plateforme LCAMP. Il fournira des informations précieuses aux formateurs et aux enseignants pour modifier les programmes d'études et créer de nouveaux micro-crédits.

L'objectif premier étant de rassembler suffisamment de données pour proposer des résultats clairs et utiles pour les programmes européens et nationaux de fabrication avancée, cette année de travail prépare le terrain pour d'autres analyses et collectes de données, en soutenant l'adaptation de la main-d'œuvre à ces changements significatifs.

Ce sous-rapport, qui marque la deuxième année, est par nature une mise à jour intermédiaire, reflétant deux années de travail et de collaboration entre tous les partenaires et experts. L'équipe française, par exemple, s'est réunie trois fois pour examiner le travail et analyser les résultats.

En outre, des études plus approfondies sont nécessaires pour analyser les impacts écologiques et numériques sur les emplois dans le secteur de la fabrication avancée. Cette recherche fournira aux formateurs et aux enseignants des données précieuses pour réviser les cours actuels, développer de nouveaux micro-crédits et faciliter la comparaison des résultats entre les différents pays et régions. L'objectif est d'améliorer la qualité des résultats dans les années à venir.

L'objectif final est de rassembler suffisamment de données sur un nombre important d'emplois touchés par les tendances écologiques et numériques. Cela permettra de fournir des données claires et précieuses aux formateurs et aux enseignants afin de mettre à jour efficacement les programmes européens et nationaux de fabrication avancée.

6. REFERENCES

Danton H. (2023, July). *Observatory report N1-2* (D3.2). Retrieved from https://lcamp.eu/wp-content/uploads/sites/53/2023/07/D3.2-Observatory_reportN1-2.pdf

Pichoutou P. (2024). D3.2 - M24 - A - Sous-rapport méthodologique

7. INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Résultats et services à fournir par la plate-forme LCAMP 8
Figure 2 Tendances 34
Figure 3 Niveau d'impact des tendances numériques par rapport aux emplois concernés 34
Figure 4 Tendances de la transition verte 35
Figure 5 Niveau d'impact des tendances de la transition verte 35
Figure 6 Les Aptitudes les plus importantes à posséder pour changer de rôle et devenir plus "vert". 36

8. INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 Liste des sous-rapports 10
Tableau 2 Synthèse de l'ensemble des emplois sélectionnés 12
Tableau 3 Synthèse des emplois analysés par pays. 20
Tableau 4 Emplois touchés par les tendances. 20
Tableau 5 Tendances ayant un impact sur l'emploi 24
Tableau 6 Type de Aptitudes nécessaires 29
Tableau 7: Collecte de Aptitudes par type de Aptitudes 39

9. ANNEXES

9.1. RASSEMBLEMENT DES APTITUDES PAR TYPE DE APTITUDES

Tableau 7: Collecte de Aptitudes par type de Aptitudes

APTITUDES/CONNAISSANCES NÉCESSAIRES CONNEXES IMPACTÉES - HARMONISÉES	APTITUDES/CONNAISSANCES NÉCESSAIRES IMPACTÉES
Si la Aptitude est disponible dans la base de données ESCO : Nom de la Aptitude ESCO. **Si ce n'est pas le cas, indiquer le nom de la Aptitude**	Si la Aptitude est disponible dans la base de données ESCO : Nom de la Aptitude ESCO. Si ce n'est pas le cas, indiquer le nom de la Aptitude
Coopération interdisciplinaire et gestion de projet	Collaborer avec toutes les équipes de parties prenantes
	Collaborer avec le concepteur
	Collaborer avec les opérateurs de machines
Technologies de production et de fabrication	Technologies, matériaux et procédés d'impression 3D
	Connaître les capacités de l'impression 3D pour proposer des solutions efficaces et flexibles dans l'utilisation quotidienne des robots.
	Connaissance des technologies, matériaux et processus d'impression 3D
	Maîtrise de la technologie et des logiciels de numérisation 3D
	Maîtrise de l'outil de rétro-ingénierie
	Comprendre les capacités d'impression 3D pour créer des outils d'essai personnalisés, connaître les procédures d'essai pertinentes et les Aptitudes en matière d'analyse des données.
	Comprendre les nouveaux outils de la technologie de numérisation 3D, l'analyse des données et l'identification des défauts dans les environnements industriels
	Comprendre les principes de l'impression 3D, les directives relatives à la conception pour la fabrication additive (DfAM) et les normes de qualité des produits personnalisés.
	Comprendre les systèmes robotiques, les procédures d'essais industriels et les normes de contrôle de la qualité
	Utilisation de jumeaux numériques pour l'optimisation
Numérisation et sécurité informatique	Cybersécurité
	Principes de cybersécurité - Aptitudes en matière d'évaluation des vulnérabilités et de tests de pénétration - Protocoles et bonnes pratiques en matière de sécurité des réseaux

	Internet des objets
	Connaissance de la communication des appareils IoT
	Connaissance de la technologie des capteurs
	Aptitudes en cybersécurité
	Compréhension des protocoles de communication 5G et de l'analyse des données
	Compréhension des principes de cybersécurité et des meilleures pratiques pour protéger les données des capteurs contre les cybermenaces
Compétences technologiques de base	Comprendre les données des capteurs, les techniques d'analyse des données et les principes de contrôle de la qualité dans des contextes industriels
	Compréhension des principes d'étalonnage des capteurs, des protocoles de communication et de l'analyse des données
Analyse des données et intelligence artificielle	Aptitude en IA pour la modélisation 3D
	Concepts d'apprentissage automatique
	Maintenance prédictive
	Aptitudes en programmation - Concepts d'IA
	Aptitudes en programmation - concepts d'apprentissage automatique
	Aptitudes techniques - analyse de données massives (big data)
	Comprendre les principes de l'IA, les techniques d'analyse des données et les méthodes d'essais non destructifs
	Comprendre les principes de l'IA, les techniques d'analyse d'images et les normes de qualité des surfaces
	Comprendre les principes de l'IA, les techniques d'analyse d'images/vidéos et les normes de contrôle de la qualité
	Comprendre les principes de la maintenance prédictive, l'analyse des données et leur application dans l'automatisation industrielle
	Compréhension des principes de l'IA
Durabilité et gestion de l'environnement	conseiller sur les solutions de développement durable
	Participation à des initiatives de RSE, compréhension des opérations éthiques
	Connaissance des tendances de la transition écologique et des principes de fabrication durable
	Connaissance des principes de fabrication durable, des techniques d'efficacité énergétique et de leur impact sur les processus des robots industriels
	Connaissance des matériaux durables, des principes de conception et de leur application dans la conception de produits

	Connaissance des matériaux durables et de l'évaluation de l'impact sur l'environnement
	Analyse du cycle de vie, stratégies d'économie circulaire
	Compréhension des principes de la conception circulaire
Réalité virtuelle et augmentée	Développement de la RA conception de la formation
	Adoption croissante des technologies de RV et de RA pour la simulation, la formation et la conception de robots, afin d'améliorer la collaboration et la sécurité.
	L'adoption croissante des technologies VR et AR pour la simulation, la formation et la conception de robots, l'amélioration de la collaboration et l'amélioration de la sécurité. Réalité augmentée
	L'adoption croissante des technologies VR et AR pour la simulation, la formation et la conception de robots, l'amélioration de la collaboration et l'amélioration de la sécurité. Réalité virtuelle

Co-funded by
the European Union