

L'intelligence artificielle dans l'industrie

Un impact multidimensionnel mais encore modéré sur les métiers cadres

■ L'intelligence artificielle se développe depuis plusieurs décennies dans les entreprises de l'industrie les plus portées sur la recherche & développement, mais son intégration dans les postes de cadres reste cependant très inégale

→ Le développement de l'intelligence artificielle (IA) dans l'industrie trouve ses racines dans la progression conjointe des technologies informatiques et de l'automatisation au cours des dernières décennies.

→ Seules 3% des offres d'emploi cadre dans l'industrie requièrent de manière explicite des compétences en lien avec l'intelligence artificielle, lesquelles demeurent principalement réservées aux postes techniques en informatique, études, recherche et développement, ainsi qu'aux fonctions commerciales.

→ L'apparition de l'intelligence artificielle générative (IAG) n'est encore que discrètement visible dans les offres d'emploi pour les postes cadres, tant dans l'industrie que dans d'autres secteurs.

■ Dans l'industrie, d'importants gains de productivité et d'innovation sont attendus de l'IA, tout en ayant un impact varié sur les métiers cadres

→ L'automatisation par l'IA des tâches routinières permet aux cadres de se consacrer à des activités plus stratégiques et créatives, nécessitant toutefois une mise à jour des compétences pour intégrer les technologies avancées.

→ Elle améliore l'efficacité et la productivité en offrant des analyses de données rapides et précises, ce qui permet aux cadres de contribuer à optimiser les processus, réduire les coûts et améliorer la qualité des produits et services.

→ Son impact varie toutefois selon les différents métiers cadres au sein des entreprises de l'industrie.

■ Le déploiement large de l'IA est une opportunité de développement des compétences des cadres de l'industrie

→ Les attitudes envers l'IA diffèrent selon les métiers, les compétences et l'intérêt personnel des cadres influençant l'usage et l'adoption technologique.

→ Le développement de l'IA représente un défi sur l'emploi et les besoins en formation pour acculturer les cadres au sein des entreprises et développer les compétences nécessaires.

→ Les projets d'intelligence artificielle nécessitent des cadres connaissant bien le cœur de métier et étant capables de s'adapter aux évolutions technologiques.

Sommaire

04

L'IA, principalement adoptée par les grandes entreprises industrielles qui portent la R&D

11

Le potentiel de l'IA dans l'industrie touche tous les métiers

17

Des conditions de réussite pour un déploiement efficace de l'IA dans l'industrie

Méthodologie

Les analyses présentées dans ce document s'appuient sur un dispositif méthodologique en trois volets :

■ Un volet quantitatif

Un traitement réalisé sur les offres d'emploi cadres de l'industrie publiées sur apec.fr par les établissements du périmètre OPCO 2i¹ entre le 1^{er} janvier 2019 et le 30 juin 2024 en utilisant une liste de mots-clés reflétant les concepts essentiels de l'intelligence artificielle appliquée aux métiers cadres, comme les termes IA/AI, *Deep/Machine Learning* et IoT/IloT, etc. Cette liste, ayant fait l'objet d'une qualification par des experts, inclut également des technologies avancées comme les réseaux de neurones, les bases de données vectorielles (VDB), les systèmes de conduite autonome et la maquette numérique. Bien que non exhaustive, cette sélection couvre les principaux domaines et innovations pertinents pour l'industrie 4.0 et la production connectée.

Les analyses par fonction, famille de métiers et métier sont effectuées sur les offres pour lesquelles ces informations sont disponibles (soit 90 % des offres).

■ Un volet qualitatif

Une enquête qualitative a été réalisée par BVA People Consulting en septembre et octobre 2024 auprès de deux cibles :

→ **20 entretiens avec des cadres salariés** d'entreprises de l'industrie ou d'entreprises prestataires pour celles-ci (entreprises de services du numérique ou bureaux d'études techniques). Un panachage a été réalisé selon le genre, l'âge, la fonction des cadres, ainsi que la taille et la branche professionnelle des entreprises.

→ **6 entretiens avec des recruteurs** ou professionnels des ressources humaines rattachés à des entreprises de l'industrie ou à des cabinets de recrutement.

■ Un volet d'entretiens d'experts

Une consultation a été réalisée par l'Apec auprès de 6 experts de l'intelligence artificielle.

¹ Le périmètre OPCO 2i se compose de 29 branches professionnelles de l'industrie (hors agroalimentaire) représentant 90 000 entreprises et 2,9 millions de salariés.

Edito

L'IA concerne une grande diversité de familles de métiers. Elle n'est pas cantonnée au service informatique. Une part significative des offres d'emploi en lien avec l'IA se rapporte à d'autres fonctions de l'entreprise : recherche et développement, qualité, maintenance, sécurité, production et même marketing. Cette tendance est particulièrement marquée dans l'industrie.

La progression de l'IA dans l'entreprise se traduit par l'émergence de nouveaux métiers, notamment dans la gestion des données (*Data engineer, Chief data officer, etc.*) et par l'intégration de nouvelles expertises aux métiers existants (*Project manager IoT, etc.*). **Mais l'impact de l'IA sur les compétences dépasse largement le cercle des experts.** L'IA impose de redéfinir les contours de nombreux métiers cadres. Les changements attendus comportent plusieurs dimensions - technologique, opérationnelle, stratégique et économique, mais aussi éthique et sociale. Ces derniers points ne sont assurément pas à négliger.

Dans l'esprit des cadres, **l'IA revêt certains attraits mais peut aussi susciter de l'inquiétude.** Les craintes exprimées : menace pour l'emploi, perte de compétence, d'autonomie ou de maîtrise, transformation

de la nature du travail, nouvelles fractures au sein de l'entreprise. Ces craintes sont d'autant plus vives que l'IA n'a pas encore été clairement mise en œuvre dans l'entreprise.

Les cadres de l'industrie qui sont déjà les plus à l'aise avec l'IA expriment un autre besoin : celui de posséder **des clés de compréhension étayées sur le « bon » usage, éclairé, en conscience, de l'IA en termes sociétal, avec un apport de connaissances sur les enjeux environnementaux et éthiques** par exemple, mais aussi des points de vigilance comportementale (prise de recul nécessaire, attention aux fausses informations, aux biais, etc.), dans la mesure où ils estiment avoir une responsabilité dans l'usage qui en sera fait dans leur entreprise.

L'arrivée de l'IA dans les entreprises, accélérée par la diffusion de l'IA générative, annonce une nouvelle transition. **Elle s'impose comme un sujet important pour la politique emploi formation des entreprises industrielles.** Les cadres expriment, en effet, un besoin de formations. L'enjeu pour la majorité d'entre eux est, avant même toute considération technique, l'acquisition d'une culture de base.

Gilles Gateau,
Directeur général
de l'Apec



Stéphanie Lagalle-Baranès,
Directrice générale
d'OPCO 2i

L'IA, principalement adoptée par les grandes entreprises industrielles qui portent la R&D

Introduction

« Définir l'intelligence artificielle n'est pas chose facile », faisait remarquer Cédric Villani dès la phrase d'introduction du rapport remis en 2018 dans le cadre de la mission parlementaire qui lui avait été confiée².

L'intelligence artificielle est un concept vaste et multidimensionnel, qui semble difficile à définir précisément et qui peut évoluer en fonction des avancées technologiques. Ainsi, des technologies allant des simples algorithmes de reconnaissance d'anomalies sur une chaîne de production à celles qui permettent de concevoir des systèmes beaucoup plus complexes comme les véhicules autonomes, sont toutes considérées comme relevant du domaine de l'IA.

L'industrie a été amenée à utiliser depuis de longues années les technologies de l'intelligence artificielle afin d'améliorer et fiabiliser ses processus de production. Depuis le début des années 2000, l'augmentation des capacités de traitement des données et le développement des capteurs connectés ont permis aux industries les plus innovantes d'introduire ces technologies dans leurs lignes de production afin d'améliorer leur productivité et la qualité de leurs produits. Il est toutefois important de ne pas limiter cette évolution aux seules grandes entreprises. Les petites et moyennes entreprises (TPE/PME) font également partie intégrante du paysage industriel et peuvent aussi bénéficier des avancées de l'intelligence artificielle pour optimiser certaines de leurs opérations et répondre efficacement aux exigences du marché.

En 2018, l'Apec avait mis en avant certaines applications courantes dans ce secteur : « Les applications concrètes de l'IA dans l'industrie sont très diverses : de la reconnaissance des défauts sur une ligne de fabrication de verre où l'automate valide la qualité du produit par

l'application d'un poinçon, à la maintenance prédictive d'un ascenseur où les données remontées par capteurs permettent le remplacement des pièces usées avant même qu'il ne tombe en panne, en passant par l'étalonnage de centrifugeuses médicales servant à l'analyse des taux de coagulation du sang, etc. »³. Aujourd'hui ces applications se sont multipliées, du fait d'algorithmes de plus en plus puissants et de la masse de données considérables recueillies qui permettent d'affiner les modèles.

Ainsi, depuis deux décennies des pans entiers de l'industrie sont potentiellement concernés par l'IA : amélioration des processus, perfectionnement du contrôle qualité, détection des anomalies, prédiction des défaillances, développement de la maintenance prédictive, etc. Si la production a été la première concernée, les champs de la conception, du management ou du marketing sont de plus en plus utilisateurs d'IA. Le déploiement des IA génératives (IAG) a amené un changement d'échelle et une multiplication des usages, mais également des inquiétudes pour les salariés et la peur de voir leurs compétences devenir obsolètes. On peut noter que, pour les cadres de l'industrie interrogés, la vision de l'IA est d'abord façonnée par l'IA générative en raison de sa surmédiation récente. Au-delà, les cadres paraissent méconnaître l'ampleur de son champ. La différenciation des types d'IA (IA embarquée, maintenance prédictive, robotique) semble toutefois faite dans les entreprises des filières les plus en pointe, comme l'aéronautique ou l'énergie. Elle va de pair avec des contextes d'utilisation, des régulations et des enjeux différents.

Le développement de l'IA générative devrait toucher davantage les cadres et les tâches à haute valeur ajoutée en grande partie épargnées jusqu'ici par l'automatisation.

² Cédric Villani, *Donner un sens à l'intelligence artificielle*, 2018

³ *L'intelligence artificielle, tendance métier dans l'industrie*, Apec, 2018

Une variété de définitions

“ L'intelligence artificielle est un procédé logique et automatisé reposant généralement sur un algorithme et en mesure de réaliser des tâches bien définies.

CNIL

“ Le champ de l'IA est naturellement extrêmement vaste, tant en ce qui concerne les procédures techniques utilisées que les disciplines convoquées: mathématiques, informatiques, sciences cognitives...

Cédric Villani, Donner un sens à l'Intelligence artificielle

“ Le Parlement européen définit l'intelligence artificielle comme tout outil utilisé par une machine capable de reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité.

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

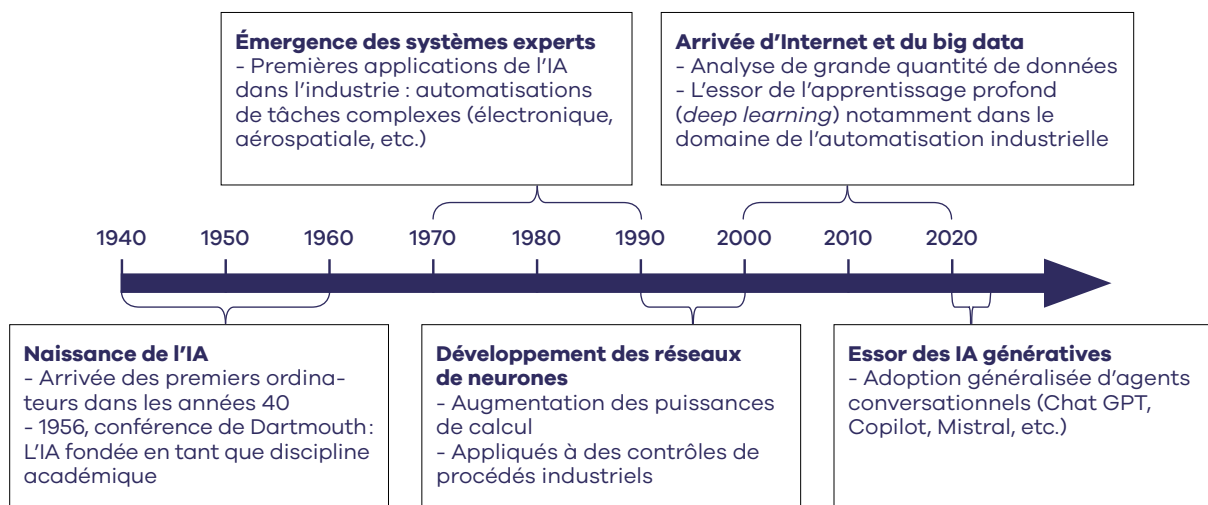
“ L'intelligence artificielle, on peut la définir comme l'utilisation de nouveaux types de modèles grâce à la puissance des ordinateurs qui permettent de multiplier les paramètres, en utilisant des quantités de données monstrueuses.

Chercheur associé au Centre Borelli (Unité mixte de recherche sous tutelle de l'ENS, du CNRS, de l'Université Paris-Cité et du Service de Santé des Armées) et Président du Venture Studio deepika

“ Je trouve qu'il y a un vrai flou autour de l'intelligence artificielle. J'ai l'impression d'en être aux balbutiements de ce que ça peut être et du scope que ça couvre, mais je ne sais pas si on pourra un jour en avoir une vision très claire.

Analyste technico-fonctionnel - Bureau d'études techniques prestataire pour l'industrie

L'évolution de l'IA dans l'industrie : de meilleurs algorithmes, une puissance de traitement accrue et un accès élargi aux données



Source : Apec

“ L’origine de l’IA remonte à 1940 avec la création des premiers ordinateurs (...). Dans les années 80, la première utilisation des réseaux de neurones et aujourd’hui les réseaux de neurones profonds (7 couches voire beaucoup plus).

Chercheur associé - Centre Borelli et Président du Venture Studio deepika

“ Le gros changement ces dernières années avec l’IA générative c’est que ça a démocratisé l’usage de l’IA et la rend accessible.

Directeur associé - Digilian

“ L’intelligence artificielle est entrée, depuis quelques années, dans une nouvelle ère, qui donne lieu à de nombreux espoirs. C’est en particulier dû à l’essor de l’apprentissage automatique. Rendues possibles par des algorithmes nouveaux, par la multiplication des jeux de données et le décuplement des puissances de calcul, les applications se multiplient : traduction, voiture autonome, détection de cancer, etc. Le développement de l’IA se fait dans un contexte technologique marqué par la « mise en données » du monde (datafication), qui touche l’ensemble des domaines et des secteurs, la robotique, la blockchain, le supercalcul et le stockage massif.

Cédric Villani, Donner un sens à l’Intelligence artificielle (2018)

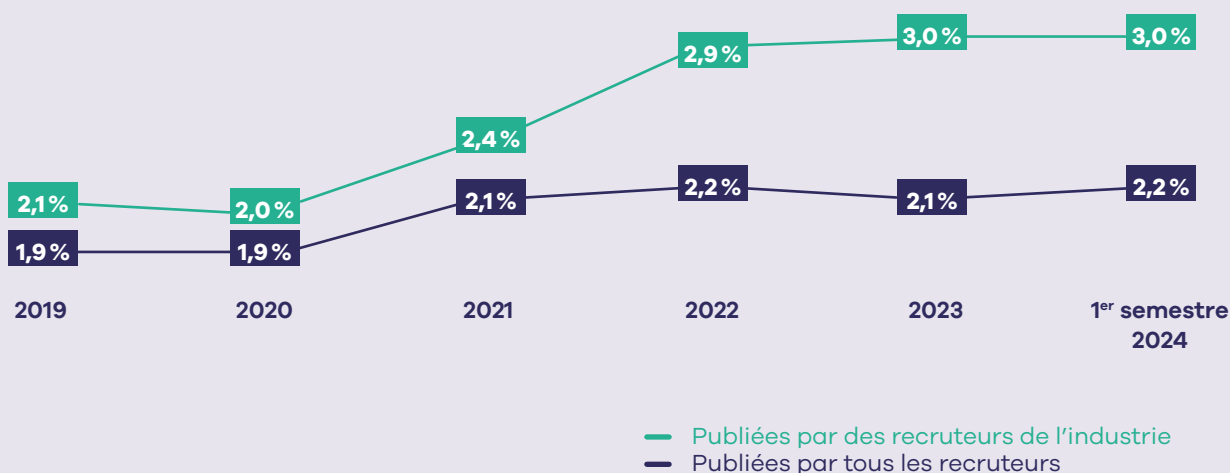
L’intelligence artificielle utilisée davantage par l’industrie que par les autres secteurs

Même si cela reste limité en volume, entre 2019 et 2023 le nombre d’offres avec une mention « IA » (cf. méthodologie page 2) publiées par les recruteurs du secteur industriel a augmenté de 56 % contre 13 % pour celles publiées par l’ensemble des recruteurs. Cette hausse significative indique que les recruteurs de l’industrie recherchent plus activement des talents en IA pour

répondre à leurs besoins croissants en technologie et innovation.

Les offres en lien avec l’IA semblent avoir eu une croissance plus importante en 2021 avec une stagnation depuis 2023. Leur croissance est plus marquée que celle des offres publiées par l’ensemble des recruteurs tous secteurs confondus.

Évolution de la part des offres d’emploi cadre incluant une mention « IA »



💡 Note de lecture : au 1^{er} semestre 2024, 3 % des offres d’emploi cadre dans l’industrie incluent une mention « IA ». Ce pourcentage est de seulement 2,2 % pour l’ensemble des offres d’emploi cadre.

Source : Apec

Dans l'industrie, les grandes entreprises et les ETI, qui représentent 2% des entreprises, ont publié 52% des offres d'emploi du secteur au 1^{er} semestre 2024. Ce pourcentage s'élève à 73% lorsqu'il s'agit d'offres requérant des compétences en IA. À titre de comparaison, dans l'ensemble des secteurs, seulement 43% des offres d'emploi mentionnant de l'IA proviennent de ces grandes entreprises et ETI.

Les coûts de mise en œuvre, la masse de données à collecter et à stocker afin de pouvoir générer des modèles efficaces, les contraintes en termes de sécurité, la crainte de la divulgation de secrets industriels pourraient amener les PME à estimer que l'IA comporte plus d'inconvénients que de gains pour elles.

« Ce qui manque, ce sont des ressources matérielles surtout. Il faut des cartes graphiques, il faut du GPU, il faut de la puissance de calcul. Il y a le budget, il y a toujours une question économique qui est là, donc qui fait que, en effet, ça reste un frein conséquent pour une entreprise de la taille de mon entreprise de pouvoir opérer les investissements nécessaires.

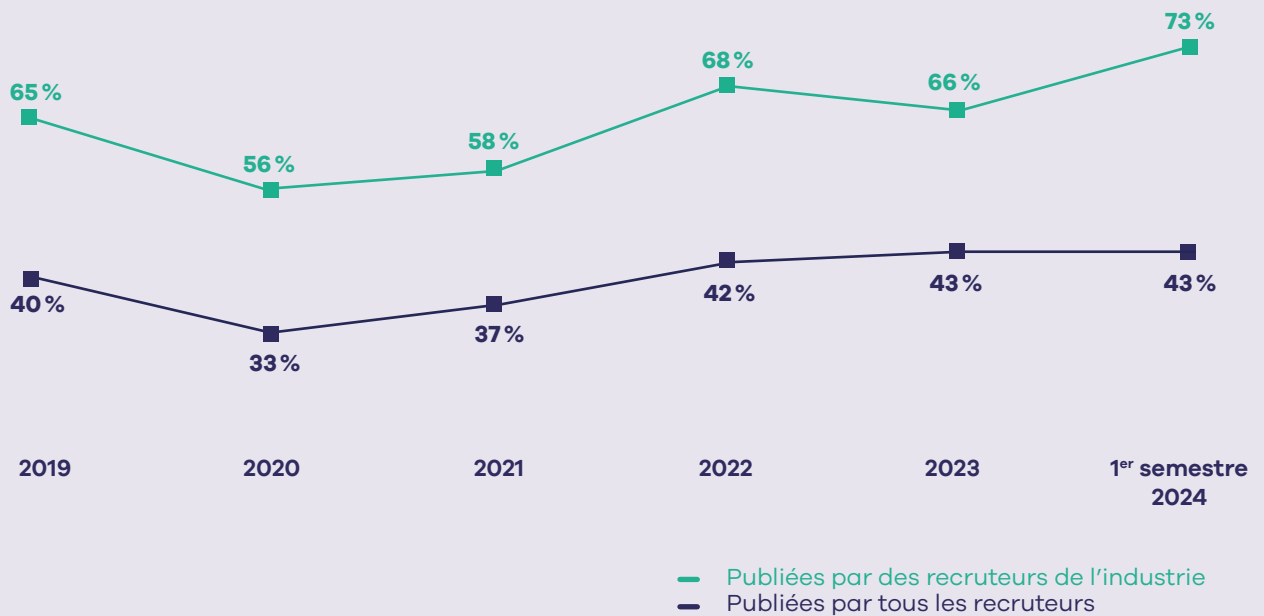
Ingénieur chercheur développement informatique - Bureau d'études techniques prestataire pour l'industrie

D'autre part, l'externalisation de nombreuses fonctions, comme le contrôle qualité, la conception, l'ingénierie peut amener à sous-évaluer le poids de l'IA dans le secteur de l'industrie.

« Jusqu'à présent, l'IA était réservée aux grands acteurs de l'industrie qui avaient les moyens d'avoir des data scientists, des data analysts pour structurer les data, les raffiner, faire des modèles ; c'était assez perfectible, même si bien sûr, sur les contrôles qualité, on avait déjà des choses qui étaient intéressantes et sur les jumeaux numériques aussi. Le gros changement avec l'IA générative c'est que cela a démocratisé l'usage de l'IA et la rend accessible. Il n'y a plus cette barrière à l'entrée. Même si cela se démocratise, savoir en tirer réellement profit, cela nécessite de nouvelles compétences qui sont importantes à développer.

Directeur associé - Digilian

Évolution de la part des offres d'emploi incluant une mention « IA » publiées par des entreprises de plus de 250 salarié.es



💡 Note de lecture : dans l'industrie, la part des offres d'emploi incluant une mention « IA », publiées par des entreprises de plus de 250 salarié.es, passe de 65 % en 2019 à 73 % au 1^{er} semestre 2024.

Source : Apec

“ Aujourd’hui, il y a très peu d’entreprises à part les grosses structures, les vraiment très très grosses structures, qui essaient d’intégrer l’IA dans leurs process.

Consultant et Data Analyst -Bureau d’études techniques prestataire pour l’industrie

“ L’intelligence artificielle générative a produit une accélération très forte du sujet dans toutes les organisations. C’est-à-dire que là ou avant on avait un nombre limité d’organisations de très grande taille, que ce soit le privé ou le public, aujourd’hui on peut avoir des PME de 50 salariés.

Inria, Directeur scientifique du LaborIA

La prédominance de l’IoT dans les usages de l’intelligence artificielle dans l’industrie

En 2023, 3% des offres du secteur industriel présentent des mots clés en lien avec l’IA. Ces offres sont le plus souvent associées à l’internet des objets (IoT, technologie permettant de connecter des appareils dotés de capteurs à Internet). Dans les entreprises industrielles, les équipements de la chaîne de production sont dotés de nombreux capteurs IoT permettant de collecter un nombre important de données pour suivre la production et l’ajuster en fonction de la demande, anticiper la maintenance, gérer la chaîne d’approvisionnement, contrôler la qualité des produits et pour répondre aux défis de la transition écologique (meilleure utilisation de l’énergie, surveillance des normes de sécurité et d’environnement).

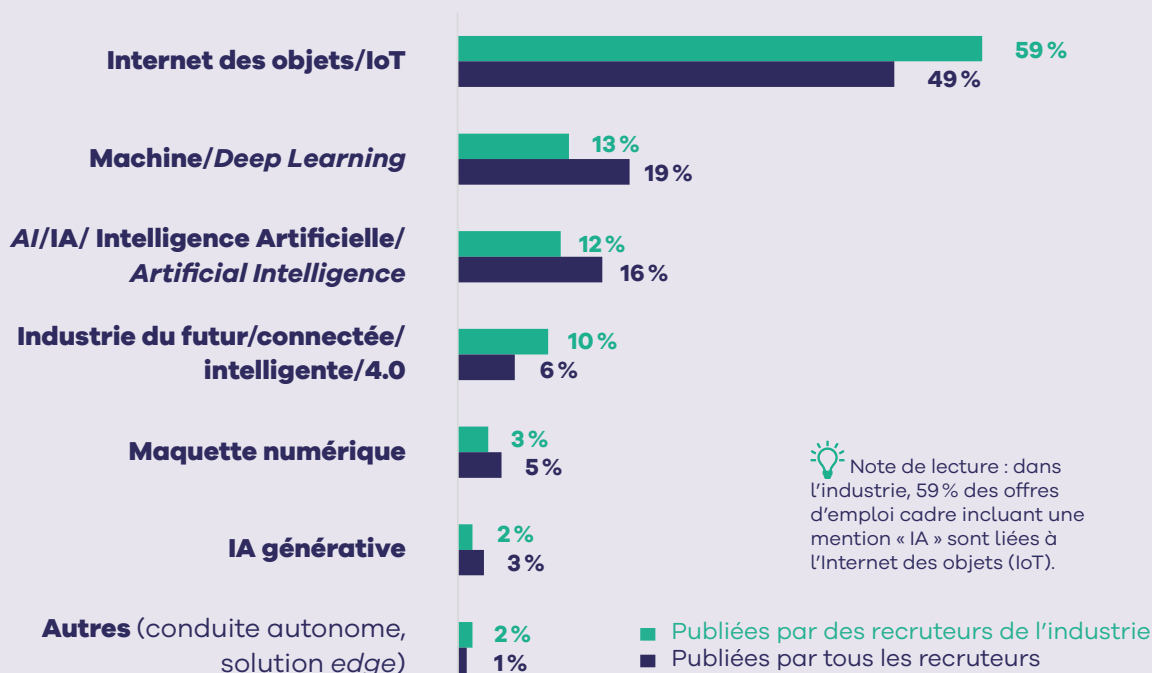
Viennent ensuite les mots-clés plus généralistes liés à l’intelligence artificielle (IA/AI) et d’autres plus spécifiques liés aux algorithmes de *machine learning* et de

traitement de données (*random forest*, forêt aléatoire, IIm, IImS, réseaux de neurones).

Les mots-clés liés à l’industrie du futur/connectée/intelligente sont également employés par certains recruteurs. Ces termes permettent de souligner les profondes transformations engagées par les entreprises industrielles. Ils peuvent aussi renforcer leur attractivité, leur image de marque lors de recrutements de collaborateurs pour répondre à leurs besoins de nouvelles compétences afin de faire face à leurs nouveaux défis d’industrie connectée /du futur.

Enfin, les labels liés à l’IA générative sont pour le moment très faiblement mentionnés dans les offres. En 2023, ils concernent seulement 2% du total des offres identifiées « IA ».

Répartition des mots-clés liés à l’IA dans les offres d’emploi de 2019 au 1^{er} semestre 2024



Source : Apec

L'IA, une technologie tirée en grande partie par les entreprises de la branche Métallurgie

Sur la période étudiée, les entreprises de la branche Métallurgie représentent 80 % des offres de l'industrie demandant explicitement des compétences en IA, tandis que cette branche représente la moitié des entreprises et 55 % des salariés de l'industrie. Cela démontre son rôle central quant au déploiement de l'IA dans l'industrie, portée par des domaines de pointe comme la construction de matériels de transport (aéronautique, automobile, ferroviaire, etc.) ou la fabrication d'équipements électriques et électroniques qui ont très tôt commencé à utiliser ces technologies, regroupées souvent sous le terme générique d'usine du futur, ou encore usine 4.0, bien avant les années 2020, notamment pour améliorer le contrôle qualité et la fiabilité de ses produits. D'autres branches professionnelles comptent des entreprises montrant également leur intérêt pour ces technologies, mais à moindre échelle toutefois, comme les Industries électriques et

gazières, la Chimie ou l'Industrie pharmaceutique, qui représentent respectivement 2,3 % des offres « IA » dans l'industrie.

Il faut aussi noter le poids relatif des établissements sans convention collective qui comprennent de grandes entreprises, y compris para-publics comme le CNES, l'Institut Pasteur, le BRGM ou le CEA, très impliqués dans le développement de l'IA. Ainsi, les chercheurs de l'Institut Pasteur ont par exemple conçu ImJoy, une plateforme informatique qui a pour vocation de rendre accessible l'apprentissage profond dans la communauté biomédicale⁴; le CEA met à la disposition de ses partenaires une plateforme qui réunit les compétences de près de 200 chercheurs-ingénieurs, experts en analyse de signaux et de séries temporelles, en analyse statistique et sémantique, en systèmes d'aide à la décision et en vision par ordinateur⁵.

Branche professionnelle	Part d'entreprises en 2024 (en %)	Part de salariés en 2023 (en %)	Part des offres « IA » de 2019 au 1 ^{er} semestre 2024 (en %)
Métallurgie	49,8	55,1	81,2
Industries électriques et gazières	0,2	4,5	2,3
Chimie	4,9	7,9	2,3
Industrie pharmaceutique	1,8	4,7	2,3
Fabrication et commerce des produits à usage pharmaceutique, parapharmaceutique et vétérinaire	1,8	1,3	1,3
Autres branches professionnelles de l'industrie	36,3	24,3	5,4
Établissements sans convention collective	5,2	2,2	5,2
Total périmètre OPCO 2i	100	100	100



Note de lecture : la branche Métallurgie constitue la moitié des entreprises du périmètre d'OPCO 2i, regroupant 55 % des salariés, mais concentre 81 % des offres d'emploi cadre incluant une mention « IA ».

Source : Observatoire Compétences Industries (OPCO 2i) et Apec

⁴ <https://www.pasteur.fr/fr/journal-recherche/actualites/intelligence-artificielle-nouvelle-plateforme-communaute-biomedicale>

⁵ <https://list.cea.fr/fr/plateformes/intelligence-artificielle/>

Si les grands groupes investissent sur l'ensemble des usages de l'IA, les entreprises de taille plus modeste concentrent leurs moyens sur un nombre réduit d'usages qui leur amènent des gains de productivité à court terme.

« Il y a une assez grande disparité en fonction des industries, des secteurs d'activité. Il y a des entreprises qui utilisent déjà l'IA sur plusieurs domaines d'application qui sont assez larges et où on est plus sur un voyage qui a commencé il y a quelque temps et qui se poursuit avec quand même une nette accélération ces derniers temps. Et pour d'autres secteurs un peu plus classiques ou plus artisanaux, cela peut représenter quelque chose de nouveau qui n'existe pas du tout et qui est assez inconnu.

Cadre en ressources humaines – Branche Métallurgie (construction automobile)

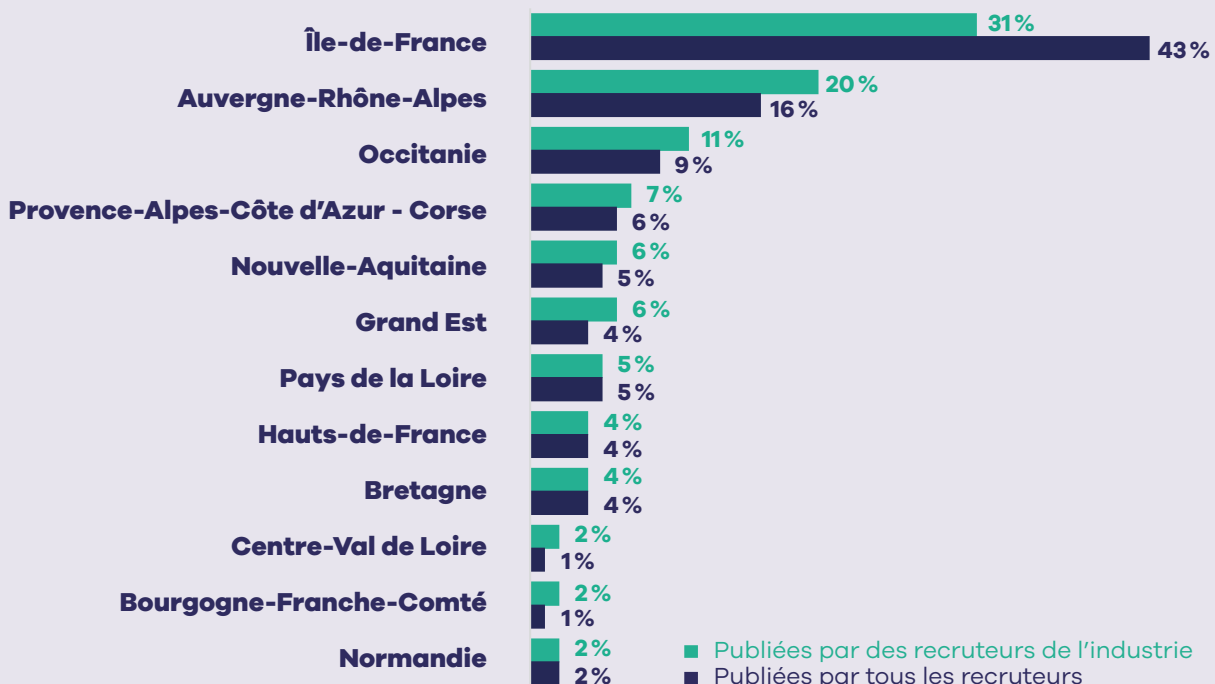
L'Île-de-France, l'Auvergne Rhône-Alpes et l'Occitanie : principaux moteurs des offres « IA » dans l'industrie

La région Auvergne-Rhône-Alpes, pôle industriel majeur en France avec une grande diversité d'industries, voit le poids des offres mentionnant l'usage de l'IA plus marqué dans l'industrie. C'est aussi le cas dans la région Occitanie connue pour son industrie aéronautique, accueillant à la fois des leaders de l'aérospatiale et de nombreuses PME spécialisées, et dans une moindre mesure dans les régions Grand Est, Nouvelle-Aquitaine et PACA-Corse.

Dans d'autres régions très industrielles comme Hauts-de-France et Normandie, le poids des offres mentionnant l'usage de l'IA est le même que pour les autres secteurs.

A noter en revanche qu'en Île-de-France, le poids des offres « IA » est davantage présent dans les autres secteurs que celui de l'industrie, notamment dans les sociétés de services.

Répartition par région des offres d'emploi cadre incluant une mention « IA »



Note de lecture : dans l'industrie, 31% des offres d'emploi cadre incluant une mention « IA » sont en Île-de-France.

Source : Apec

Le potentiel de l'IA dans l'industrie touche tous les métiers

L'automatisation par l'IA des tâches routinières permet aux cadres de se consacrer à des activités plus stratégiques

Les premiers usages significatifs de l'IA dans l'industrie, qui remontent aux années 2000, ont permis la hausse de la productivité et la baisse des coûts de production grâce à l'accès aux données en quantités de plus en plus importantes, stockées grâce aux technologies cloud dans des datacenters externalisés : automatisation de tâches permettant d'optimiser l'ensemble de la chaîne de production, détection des anomalies, anticipation des défaillances (maintenance prédictive).

L'IA est souvent perçue comme une technologie essentielle pour optimiser les capacités humaines et améliorer la productivité. Les entreprises qui adoptent l'IA constatent un gain de temps et une facilité dans l'exécution des tâches complexes. L'outil est associé à un progrès technologique et une innovation continue, augmentant les performances de manière exponentielle.

“ Il y a un vrai sujet de nouvelles connaissances d'apprentissage qui, à mon sens, est très positif.

Analyste technico-fonctionnel - Bureau d'études techniques prestataire pour l'industrie

“ L'IA, c'est vraiment un développeur qui est gratuit, c'est-à-dire que vous pouvez lui demander ce que vous voulez sur n'importe quel logiciel.

Concepteur, designer dans l'ingénierie - Bureau d'étude technique prestataire pour les industries de l'énergie

De manière générale, pour les cadres et les professionnels RH interviewés, ce sont plutôt les domaines et métiers concernés par l'exécution et l'automatisation des tâches, avec moins de valeur ajoutée humaine, qui apparaissent comme les plus exposés, dans les métiers où la part d'interactions humaines prend relativement moins de place. Les impacts sur des tâches plus complexes ne sont pas encore bien appréhendés même si certaines craintes s'expriment, surtout pour les cadres qui travaillent dans les entreprises où cette technologie n'est pas encore développée.

“ Je dirais que c'est à peu près la même typologie de métier qui a été impactée par l'automatisation et le fait d'ajouter des machines à l'époque. Cette notion de venir automatiser les métiers avec des tâches répétitives ou avec des tâches d'analyse, qui sont aujourd'hui remplacées par des machines et par des caméras.

Designer industriel R&D - Branche Fabrication mécanique du verre

“ Des craintes, peut-être pas, mais des interrogations il y en a. Qu'est-ce qu'on va faire si ChatGPT est capable de faire tout ça ? C'est l'avenir de leur propre métier. Ils se posent la question. C'est la manière de faire aussi. On sera beaucoup moins nombreux à travailler.

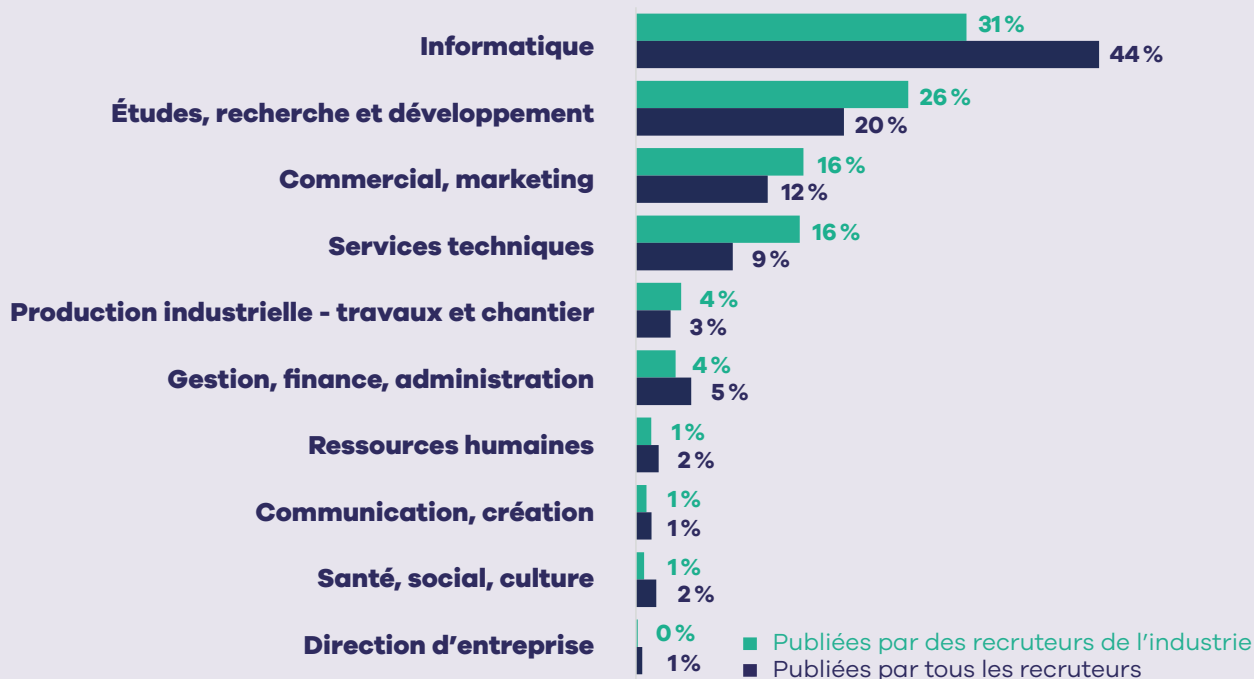
Responsable stratégie informatique - Branche Métallurgie (aéronautique et spatial)

Des besoins en compétences sur les fonctions cœur de métiers de l'IA et du traitement de données

Dans ce contexte de déploiement de données massives issues des IoT et pour répondre aux nouveaux enjeux liés à l'intelligence artificielle, les entreprises recherchent de nouveaux profils cadres, hautement qualifiés pour construire des architectures de stockage de données et d'autres profils pour les analyser. Ainsi, les offres liées à l'intelligence artificielle concernent en premier lieu les cadres de la fonction informatique (31%) et les cadres en études-R&D (26%). Les cadres de la fonction commercial-marketing

et ceux des services techniques sont aussi recherchés par les entreprises industrielles, respectivement 16% des offres liées à l'intelligence artificielle les concernent. Ainsi, au total dans l'industrie 9 offres sur 10 en lien avec l'intelligence artificielle sont liées à ces quatre fonctions. Ces profils sont également ceux qui sont prisés par les entreprises des autres secteurs d'activité afin de répondre à leurs propres enjeux relatifs à l'intelligence artificielle.

Les principales fonctions recherchées dans les offres liées à l'intelligence artificielle



 Note de lecture : dans l'industrie, 31% des offres d'emploi cadre incluant une mention « IA » concernent la fonction informatique.

Source : Apec

À la recherche de profils commerciaux maîtrisant l'IA pour dynamiser le développement commercial et marketing

Près d'une offre sur six publiée par les entreprises industrielles liées à l'intelligence artificielle concerne les profils cadres commerciaux et marketing. Grâce à l'IA, les entreprises de l'industrie, comme pour celles des autres secteurs, peuvent analyser et exploiter leurs données commerciales, optimiser leurs campagnes marketing et améliorer leur service client : chatbot (dialogueur), assistants virtuels.

Pour les entreprises industrielles, l'intégration de l'intelligence artificielle dans la prospection commerciale offre de nouvelles opportunités. Elle leur permet de rendre leurs actions de prospection plus efficaces, mieux ciblées. Grâce à l'IA, la collecte et l'analyse des données via différents tableaux de bord

sont automatisées, permettant aux cadres commerciaux de se concentrer sur des activités à plus forte valeur ajoutée, sur une prospection mieux ciblée et de renforcer l'analyse de leurs clients (personnalisation de leur argumentaire commercial, amélioration de la segmentation des clients, recommandation de produits personnalisés, etc.).

“ Des documents d'environ trente à quarante pages, ça prend beaucoup de temps à la relecture de l'appel d'offres. On met nos prérequis et on peut directement savoir si ça répond ou pas, et retrouver les réponses dans les documents.

Agent commercial - Branche Chimie (fabrication de peintures, vernis, encres et mastics)

Extrait d'offre d'emploi liée à l'intelligence artificielle dans l'industrie

Responsable Digital, Branche Métallurgie, Auvergne Rhône-Alpes, 250 salarié.es et plus

Missions :

Le poste nécessite des compétences en exécution de projet et une bonne connaissance des processus/outils de la chaîne d'approvisionnement. Vous serez l'interface entre la direction de l'usine, les équipes et les CIO. Vos missions : piloter le déploiement, l'adoption et l'utilisation des solutions stratégiques de la chaîne d'approvisionnement ; assurer le fonctionnement du site; soutenir le déploiement des programmes DT alignés sur tous les domaines fonctionnels, être un « agent du changement » numérique, identifier et comprendre les capacités pilotées de l'entreprise, favoriser la « réutilisation » des énergies renouvelables; soutenir la conformité du site aux politiques, normes et règles ; assurer la conformité aux processus, aux normes et à la stratégie DT.

Profil : Master en informatique, ingénierie ou équivalent, avec 2 ans d'expérience au minimum dans la chaîne d'approvisionnement • Expertise du : processus de flux de valeur de l'usine, la planification, l'approvisionnement et la logistique. Anglais courant.

Expérience en gestion de produits/projets /programme *Manufacturing*. Expérience avec les solutions suivantes : architecture de solution, architecture de données, développement de logiciels et opérations GSC, méthodologies agiles (SCRUM). • Sensibilisation aux nouvelles capacités technologiques (IA, ML, IIoT, VR, AR, MR, Big Data, etc.). • Comprendre les bases financières. Sens des affaires. • Expérience dans la définition, la mise en œuvre et l'utilisation d'outils informatiques usine (ex : *Manufacturing Execution System*, Qualité, ERP, PLM, MRP, l'EAM). • État d'esprit orienté sur les résultats. • Évangéliser les nouvelles technologies, prédire les tendances. • *Leadership*. • Solides compétences en communication verbale et écrite. Capacité à travailler dans une organisation complexe et matricielle.

Des compétences en intelligence artificielle recherchées dans les activités liées à la qualité, les process-méthodes et à la maintenance-sécurité

Dans la fonction services techniques, ce sont les cadres en qualité, process-méthodes et maintenance-sécurité qui sont particulièrement recherchés par les entreprises de l'industrie. Ce sont des activités pour lesquelles les process liés à l'intelligence artificielles sont déjà à l'œuvre chez de nombreux industriels. Grâce à l'IA, les entreprises peuvent suivre leur production et contrôler la qualité de leurs produits en temps réel.

La qualité a par ailleurs une dimension très importante dans les entreprises industrielles, les produits étant souvent fabriqués en grandes séries. Le rappel de produits peut ainsi représenter un coût important pour l'entreprise et nuire à sa compétitivité comme à sa réputation. Face à ces enjeux, les entreprises ont renforcé et automatisé les contrôles qualité grâce à l'emploi de nombreux capteurs IoT et caméras permettant une inspection visuelle en temps réel. L'intelligence artificielle leur permet d'analyser les données en parallèle et de détecter très rapidement les défauts de fabrication.

La maintenance des équipements et des lignes de production est également un enjeu important pour les entreprises industrielles. Grâce aux données collectées des équipements IoT et à leur analyse via l'intelligence artificielle, les entreprises s'emploient aujourd'hui à être dans une démarche de maintenance prédictive. L'intelligence artificielle avec l'utilisation d'algorithmes de *machine learning* entraînés leur permet de détecter les défaillances avant qu'elles ne se produisent, limitant les risques et coûts liés à l'arrêt d'un équipement ou d'une chaîne de production.

Les profils cadres dans ces activités sont davantage recherchés par les entreprises de l'industrie : 16% des offres liées à l'IA les concernent contre 9% pour l'ensemble des secteurs.

“ L'exemple qui me vient en tête, c'est la maintenance industrielle. Une IA va pouvoir apprendre comment fonctionne une machine et en cas de problème, on va pouvoir identifier très simplement où est l'origine du problème.

Responsable contrôle qualité - Branche Chimie (cosmétique)

Extrait d'offre d'emploi liée à l'intelligence artificielle dans l'industrie

Project Manager IoT, Branche Métallurgie, PACA, 250 salarié.es et plus

L'entreprise : Notre groupe est une industrie de pointe spécialisée dans la conception, la fabrication et la maintenance de systèmes de manutention et de levage complexes pour les industries nucléaire, aéroportuaire, aéronautique, *offshores* et industries lourdes.

Missions : Vous êtes le responsable technique de la plateforme dédiée aux IoT. Vous participez à la définition de solutions de connectivités machines selon leurs environnements. Vous exploitez, développez, administrez et maintenez la plateforme IoT. Vous programmez sur la plateforme les indicateurs de performances. Langage et environnement de programmation : Javascript, Influx, Python, R, HTML, Java, C, Thingworx, MQTT and HTTP message protocols, Microsoft Azure, JIRA, DevOps.). Vous supervisez techniquement une équipe de développeur IoT. • Vous participez à la mise en œuvre et à l'optimisation des interfaces utilisateurs. Vous êtes force de proposition afin de développer des solutions et fonctionnalités innovantes et à forte valeur ajoutée.

Profil : De formation ingénieur Instrumentation, Automatisation / programmation / informatique industrielle ou web, vous vous intéressez à l'IIoT, à la programmation et souhaitez prendre part à la transformation digitale industrielle. Vous avez de l'expérience en programmation orientée objets industriels (IIoT) et sur les méthodes type DevOps. Autonome, avec un bon esprit d'équipe et d'initiative, vous êtes particulièrement intéressé(e) par le milieu industriel, l'optimisation et l'amélioration des processus de fabrication, d'exploitation et de maintenance. Passionné(e) par l'analyse de la DATA et l'IIoT, rejoignez-nous et soyez acteur de la 4^e révolution industrielle.

Des besoins en compétences sur les métiers du Big Data qui progressent

L'IA nécessite un nombre de données important mais aussi un traitement pertinent de celles-ci. Les entreprises de l'industrie recrutent aussi davantage de cadres dans les métiers du *Big data*, principalement des *data engineers*, des *data analysts*, des *chefs data officers* ou des *data scientists*.

Ces cadres sont recherchés par les entreprises pour pouvoir analyser les nombreuses données issues des différents capteurs connectés sur leur outil de production. Ces profils sont également essentiels pour les entreprises industrielles afin :

- d'optimiser leur processus de production,
- d'améliorer la qualité de leurs produits (détection de défauts de fabrication, personnalisation),

- de réduire leurs coûts (maintenance prédictive, meilleure gestion des stocks et de la chaîne d'approvisionnement),
- d'améliorer leurs stratégies d'entreprise (construction et suivi d'indicateurs de performance, suivi de la satisfaction client)⁶.

“ La question ne se situe pas dans l'algorithme qui va traiter les données, mais au niveau de la création des données, de leur qualité. Mais disposer de très nombreuses données ne veut pas forcément dire qu'on peut les repérer facilement. Cela ne veut pas non plus dire qu'on l'on dispose de toutes les données nécessaires.

**Professeure des universités au Lab-STICC
Université Bretagne Sud expert en conception
et déploiement de jumeaux numériques**

⁶ <https://corporate.apec.fr/files/live/sites/corporate/files/Nos%20%c3%a9tudes/pdf/Les-metiers-de-la-data.pdf>

Extrait d'offre d'emploi liée à l'intelligence artificielle dans l'industrie

Data analyst, Branche Carrières et matériaux – Nouvelle-Aquitaine – 10 à 19 salarié.es

L'entreprise : Notre société a mis au point un ciment bas carbone, à base d'argiles. Ce ciment local réduit de moitié les émissions de CO₂, sans compromettre ni la performance, ni la qualité du béton. En tant que *Data Analyst*, vous êtes en charge de la stratégie data, de sa conception à sa valorisation.

Missions : Au sein du pôle R&D, vous participez aux phases d'analyse et modélisation statistique des données en explorant le comportement des données au moyen de la visualisation et des méthodes statistiques, concevant et développant des modèles d'analyses et de prédiction basés sur des méthodes statistiques (*machine learning / deep learning*), contribuant à la construction d'un socle technique de « data science » solide et présentant les résultats d'analyses techniques.

Profil : De formation Bac + 5 en mathématiques appliquées, computer science, statistiques, modélisation des données, vous possédez une première expérience dans ces domaines (au moins deux ans) dans un contexte opérationnel. De solides connaissances sur l'application de méthodes d'analyses de données (statistiques, algorithmes, *machine learning*, modèles prédictifs, *scoring*, segmentation), la maîtrise de Python ou d'un autre langage de programmation adapté à l'exploitation de données (R, Spark/Scala, C++) et une expérience dans la mise en œuvre d'un projet de *machine learning* comprenant de l'industrialisation sont requises. Vous êtes autonome, dynamique, ouvert aux autres, pédagogue et savez faire la synthèse de points de vue variés, Vous savez développer des approches innovantes et êtes force de proposition.

Un impact multidimensionnel de l'IA sur les métiers cadres de l'industrie

L'IA redéfinit plusieurs aspects de l'industrie et des métiers de cadres. Dans le domaine de l'innovation et de la R&D, elle améliore notamment les simulations et les prévisions. Son impact en informatique renforce l'efficacité des outils, tout en imposant encore plus de vigilance sur la sécurité et l'usage des données.

Au niveau de la production industrielle, l'IA permet d'améliorer les processus et minimiser les erreurs. Économiquement, elle peut agir sur la productivité et enrichir l'expérience client, renforçant ainsi la compétitivité des entreprises.

Enfin, l'IA nécessite une profonde refonte des compétences et des formations pour intégrer ses effets sur le monde du travail, indissociable d'une réflexion critique sur l'avenir des métiers de cadres. Cela exige non seulement de nouvelles approches en matière de gestion des talents mais également une considération éthique accrue pour aborder les complexités introduites par ces technologies avancées.

Influence de L'IA sur les métiers cadres

Dimension	Métiers	Impacts de l'IA	Témoignages
Innovation et R&D	Ingénierie, R&D	Stimulation de la R&D et de la conception de produits innovants : simulation et analyse prédictive.	« C'est hyper pratique pour tout ce qui est recherche et développement. Ça peut aider le labo à créer de nouvelles formules, à refaire des formules, à comprendre des problématiques scientifiques pour la création des produits. » Agent commercial - Branche Chimie (fabrication de peintures, vernis, encres et mastics)
Technologies	Informatique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Développement informatique : programmation et codage permettant une implémentation plus efficace des outils déjà en place. ■ Montée en gamme des fonctionnalités des outils au service de l'activité. 	« L'IA aura juste la capacité de nous sortir un dashboard qui nous dira 'attention, il se passe quelque chose'. Et peut-être un mot-clé, un petit texte qui nous explique ce qui est en train de se passer mais on n'aura plus besoin d'éplucher des lignes et des lignes de code, de log, etc. » Ingénieur de production Cloud - ESN prestataire pour l'industrie « L'intelligence artificielle, c'est vraiment un développeur qui est gratuit, c'est-à-dire que vous pouvez lui demander ce que vous voulez sur n'importe quel logiciel. Il est capable de vous créer, non pas le dessin, mais il vous fait le programme. » Cadre Informatique/formateur - Bureau d'études technique prestataire pour l'industrie
Opérationnelle	Production, maintenance et logistique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Améliore l'efficacité et l'automatisation des processus. ■ Réduit les erreurs et repère les dysfonctionnements. ■ Optimise les chaînes de production et d'approvisionnement. 	« Ça peut être une opportunité parce que ça peut nous permettre de développer des lignes où on va venir détecter, par exemple, s'il y a un allergène, et après, ça vous met directement les consignes en place. » Responsable qualité (QHSE) dans la sous-traitance industrielle - Branche Métallurgie (mécanique) « L'exemple qui me vient en tête, c'est la maintenance industrielle. Une IA va pouvoir apprendre comment fonctionne une machine et en cas de problème, va pouvoir identifier très simplement où est l'origine du problème. » Responsable contrôle qualité - Branche Chimie (cosmétique)
Stratégie et économique	Commercial, marketing et achats	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gains financiers par l'amélioration de la productivité et l'optimisation des coûts. ■ Optimisation de l'expérience client. 	« On aurait aimé à l'époque avoir des chatbots assez intelligents pour permettre de donner une bonne image de marque et pas juste créer de la frustration au niveau des utilisateurs en donnant des réponses toutes faites. » Ingénieur back-end - Entreprise sans convention collective
Éthique et sociale	Juridique, ressources humaines et sécurité informatique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Besoins de formation et de cadrage institutionnel. ■ Gestion des impacts sur l'emploi. 	« Les formations de l'IA dans l'industrie, ce sont des formations techniques sur comment intégrer l'IA dans l'entreprise pour des problématiques qui leur permettront de pouvoir réaliser par eux-mêmes ce qu'ils devaient faire faire à l'extérieur avant par exemple. » Cadre Informatique/formateur - Bureau d'études techniques prestataire pour l'industrie « On a des secteurs d'activité où ça va être moins réglementé, où il va y avoir des gestions de données énormes, vraiment beaucoup de transactionnels, où ça risque de remplacer vite l'humain... » Responsable relation client, qualité services - Branche Industrie pharmaceutique

Source : Apec

Des conditions de réussite pour un déploiement efficace de l'IA dans l'industrie

Opportunités et défis de l'IA dans l'industrie : un univers attractif qui pose la question des usages et des limites

Les cadres témoignent le plus souvent d'une image positive en première approche, plaçant l'IA comme un outil puissant, permettant à la fois d'optimiser les capacités humaines, mais aussi d'élargir le champ des possibles, dans les domaines suivants :

- L'aide, l'assistance, la facilitation (pour la réalisation des tâches).
- La puissance, le potentiel exponentiel (informatique et algorithmes).
- La technologie, la robotique, l'innovation, le progrès, l'avenir.
- Le gain de temps, de productivité.

Au-delà de cette perception positive, apparaissent en creux des inquiétudes quant aux limites ou risques induits par ce développement rapide des intelligences artificielles, notamment :

- Une menace pour certains emplois, la disparition ou la transformation de certains métiers, en particulier ceux dont les activités impliquent des tâches répétitives et considérées comme ayant une faible valeur ajoutée.
- Une perte de compétences et d'expertise : l'automatisation excessive et la dépendance à l'IA risquent de mener à une érosion progressive des connaissances et des compétences humaines, entraînant une « paresse intellectuelle » et une dépendance accrue envers les machines.
- Une déshumanisation croissante des processus et des relations, favorisant un management exclusivement centré sur les résultats augmentant la pression sur les salariés.
- Des risques d'exclusion et de conflits, l'IA pourrait générer une fracture entre les salariés qui intègrent les processus et compétences requis et ceux qui ne parviennent à s'adapter.
- Un défi pour la sécurité des données : l'utilisation de l'IA soulève des préoccupations en matière de confidentialité et de sécurité des données. Les risques accrus de fuites de données sensibles sont une source majeure d'inquiétude pour les cadres interrogés, et ce dans un contexte où l'usage des IAG s'opère souvent dans un contexte de « shadow IT ».

“ Je pense aussi un peu à un danger. L'IA, je trouve que ça va un peu trop vite. En dix ans, ça a pris un gap, quelque chose d'assez monstrueux !

Concepteur, designer - Bureau d'étude technique prestataire pour les industries de l'énergie

“ En tant que personne, je n'apprends plus rien et je n'ai plus de challenge. Là où je pense que le risque est grand, c'est que les gens deviennent des gens bêtes et disciplinés qui vont juste écrire à l'IA 'fais-moi ça' et elle le fait et après on n'aura plus de challenge.

Responsable relation client, qualité services et réglementaires - Branche Industrie pharmaceutique

En revanche, les cadres évoquent peu dans leur discours l'impact environnemental et énergétique lié à l'usage de l'IA. Ceux qui l'évoquent le plus sont aussi les experts dans leurs usages.

“ Un questionnement d'ordre environnemental ? Non, je ne pense pas. On a déjà beaucoup de questions environnementales à traiter parce qu'on gère des industries chimiques. Je ne pense pas que l'IA aggrave les choses.

Agent commercial - Branche Chimie (fabrication de peintures, vernis, encres et mastics)

“ L'essentiel des efforts, en ce moment, en IA, sont concentrés sur ce qu'on appelle LLM, les large langage models. Je peux comprendre qu'on puisse trouver cela un peu impressionnant dans les faits, mais pas tant que ça. Il y a un coût en énergie pour entraîner ces modèles-là, on est sur une quantité de données qui est gigantesque., On a des data centers avec plein de cartes graphiques. Tout ça, si c'est pour aboutir à ChatGPT et à des vidéos sans queue ni tête, je me dis c'est un énorme gâchis.

Ingénieur chercheur développement informatique - Bureau d'études techniques prestataire pour l'industrie

L'enjeu de la frugalité des données est devenu crucial dans le contexte de la transition écologique, notamment en ce qui concerne le dimensionnement des modèles de langage, tels que les grands modèles de langage (LLM) et les petits modèles de langage (SLM).

Les technologies d'intelligence artificielle, bien qu'elles apportent des avancées significatives en matière de productivité et de solutions innovantes, représentent aussi un défi environnemental considérable, notamment en termes d'empreinte carbone. L'accumulation de grandes quantités de données pour alimenter ces modèles nécessite des ressources considérables, tant en termes d'énergie que de capacité de stockage.

Les petits modèles, ou *small language models* (SLM), par exemple, s'avèrent souvent suffisants pour des tâches spécifiques et peuvent être plus écologiques que leurs homologues plus imposants. Par ailleurs, l'IA, et notamment le *deep learning*, contribuent également à gagner du temps et à optimiser les processus, ce qui peut indirectement réduire les émissions de carbone en améliorant l'efficacité des opérations.

Même si dans le monde industriel, l'intégration de l'intelligence artificielle a révolutionné les processus de production, elle a également introduit de nouvelles problématiques de sécurité des données. Les entreprises se retrouvent confrontées à des menaces croissantes de cyberattaques ciblant les systèmes d'IA. Parmi les risques, on trouve le vol de propriété intellectuelle, la manipulation de données d'entraînement de l'IA et les anomalies induites dans les processus automatisés. Pour contrer ces menaces, les entreprises investissent dans le renforcement de la cybersécurité à travers l'utilisation de techniques de cryptage avancées et la mise en place de protocoles de contrôle d'accès stricts.

“ Est-ce que nos données sont bien en sécurité ? Où est-ce que la data va derrière ? Parce qu'on y met parfois des données assez confidentielles ou en tout cas des éléments qui peuvent être intéressants pour des concurrents, ils peuvent être revendus, donc c'est toujours une question de sécurité souvent qui revient. C'est là où on a un peu de crainte parce qu'on a tous connu, à notre niveau, des piratages plus ou moins importants durant les vingt dernières années, donc on se dit toujours qu'il y a peut-être un risque d'y mettre autant d'informations, que ce soient des informations personnelles ou professionnelles.

Agent commercial - Branche Chimie (fabrication de peintures, vernis, encres et mastics)

Par ailleurs, dans un contexte où la dépendance vis-à-vis des technologies étrangères peut exposer les entreprises aux risques de surveillance et de vulnérabilités cachées, les systèmes propriétaires nationaux offrent l'avantage d'être adaptés aux besoins locaux et de répondre aux cadres réglementaires nationaux.

“ J'ai tendance à essayer de privilégier au maximum le local parce qu'on a beau dire que tout est sécurisé et confidentiel, il y a aussi l'enjeu de la sécurisation des données, etc. Un des problèmes,

c'est que le secteur de l'IA est archi-dominé par des groupes panaméricains. Et le souci, c'est qu'on court de grands risques de tout ce qui est espionnage industriel par rapport à ça, si ça vient à se développer. (...) Quand on voit le manque d'indépendance qu'on peut avoir, en tout cas pour l'industrie française sur ça, honnêtement, ça a de quoi faire peur !

Ingénieur calcul et modélisation - Branche Fabrication mécanique du verre

Cependant, cette approche présente des défis, tels que le coût élevé du développement et la nécessité de maintenir l'interopérabilité avec les standards internationaux. De plus, le développement de technologies propriétaires exige une expertise en matière de R&D, souvent limitée aux plus grands groupes industriels, ce qui amène certains centres de recherche publics à partager leurs développements sur des plateformes ou la promotion de partenariats via des organismes comme le HubIA afin de maîtriser la chaîne entière des technologies critiques, de la conception à la mise en œuvre. Ainsi, certaines entreprises industrielles collaborent avec des plateformes d'IA issues d'organismes de recherche publique pour stimuler leur innovation. Par exemple, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) propose des solutions d'IA pour l'optimisation des matériaux et des procédés industriels via sa plateforme technologique. Des entreprises, notamment dans les secteurs sensibles de l'énergie et de l'aéronautique, bénéficient de cette expertise pour améliorer la performance et la sécurité de leurs systèmes. Sur le plateau de Saclay, l'Inria (Institut national de recherche en informatique et en automatique) développe des algorithmes d'IA en *open source* que des acteurs industriels utilisent pour traiter des données massives et améliorer leurs processus de production.

“ On voit bien à quel point le sujet est passé au niveau économique du grand donneur d'ordre à la TPE PME, qui peut véritablement se poser les questions sur la manière dont l'intelligence artificielle peut changer les métiers. Pas vraiment en *game changing* c'est-à-dire repenser complètement l'organisation et le métier à partir de l'IA, mais plutôt en *every day AI*, c'est-à-dire comment l'intelligence artificielle peut venir optimiser ou accélérer quelques étapes d'un procès industriel ou technique.

Inria, Directeur scientifique du LaborIA

S'ajoute à ces problématiques les contraintes issues de nouvelles réglementations. La mise en place de l'IA Act en Europe par exemple, vise à réguler l'utilisation de l'intelligence artificielle, de manière à assurer transparence et éthique. Pour les entreprises industrielles, cela signifie une adaptation obligatoire à de nouvelles normes, potentiellement coûteuse, qui peut se révéler un frein pour les entreprises les plus éloignées de l'usage de ces technologies.

IA Act

L'IA Act définit une pyramide de risques associés à l'utilisation d'outils d'intelligence artificielle, entraînant des exigences de documentation, de sécurité et de process pour les acteurs qui développent ou utilisent des systèmes d'IA. Il considère comme à « haut risque » tout système d'IA présentant des risques significatifs pour la santé, la sécurité ou les droits fondamentaux des personnes : « un système d'IA est considéré comme à haut risque s'il est utilisé comme composant de sécurité d'un produit ou s'il s'agit d'un produit lui-même couvert par la législation européenne. » Cette définition concerne notamment les outils d'IA utilisés dans les infrastructures critiques.

« En ce qui concerne les systèmes d'IA qui constituent des composants de sécurité de produits relevant de certaines législations d'harmonisation de l'Union dont la liste figure en annexe du présent règlement, ou qui sont eux-mêmes de tels produits, il convient de les classer comme étant à haut risque au titre du présent règlement si le produit concerné est soumis à la procédure d'évaluation de la conformité par un organisme tiers d'évaluation de la conformité conformément à la législation d'harmonisation de l'Union correspondante. Ces produits sont notamment **les machines, les jouets, les ascenseurs, les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles, les équipements radio, les équipements sous pression, les équipements pour bateaux de plaisance, les installations à câbles, les appareils brûlant des combustibles gazeux, les dispositifs médicaux, les dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro*, l'automobile et l'aviation** ».

<https://artificialintelligenceact.eu/fr/recital/50/>

Dans les entreprises à « haut risque », l'usage de l'intelligence artificielle est limité de manière à éviter la perte de la maîtrise de décisions par les humains. La définition des domaines mentionnés par cette directive place l'industrie dans les principaux secteurs concernés. Cette limitation, si elle peut apparaître un frein dans le déploiement de l'intelligence artificielle peut néanmoins apparaître comme une opportunité pour le développement d'une IA au service des salariés qui travaillent dans ces entreprises qui, de ce fait, pourront voir leurs compétences maintenues et développées.

“ L'arrivée des nouvelles réglementations comme l'IA Act et les recommandations de l'EASA imposent une réflexion sur l'utilisation des algorithmes automatiques. Nous avons par exemple un algorithme de sanctions qui décide si une pièce est mauvaise en lieu et place d'opérateurs. Or, comme il est reproché qu'un tel outil fasse perdre de la compétence aux opérateurs, il est interdit. Nous avons réfléchi à une solution pour l'utiliser quand même avec l'échantillonnage et un opérateur qui

continue de faire son travail sur une partie des données, nous permettant à la fois de garder la compétence des opérateurs et d'avoir une base de données de supervision.

Expert émérite - Safran Aircraft Engines

“ Si je peux vous parler de quelque chose qui est très présent en aéronautique, c'est tout ce qui est l'IA embarquée (...); ce sont des domaines dans lesquels des vies sont en jeu. Et donc il y a des fortes contraintes à comprendre ce qu'on fait et savoir comment on le fait et pouvoir donner des garanties sur ce qui a lieu. Au final, c'est la partie humaine où il y a le plus de travail. Tout ce qui est définition de comment cette IA fonctionne, quelles sont les conditions dans lesquelles on peut s'assurer qu'elles fonctionnent correctement. Et pouvoir le décrire précisément et pouvoir garantir qu'on reste dans ce contexte-là à tout moment des opérations.

Ingénieur en modélisation de plans - Branche Métallurgie (aéronautique et spatial)

Développement de l'IA dans l'industrie, un défi sur l'emploi et des besoins en formation

Tout d'abord, l'automatisation des tâches décisionnelles et analytiques par l'IA a pour effet de modifier la nature du travail des cadres. De nombreuses décisions autrefois prises par l'humain sont désormais déléguées à des systèmes automatisés. Cela remet en question la valeur des compétences traditionnelles des cadres, telles que la prise de décision basée sur l'expérience, et soulève des inquiétudes quant à la dilution de leur rôle stratégique.

“ Entre commerciaux, on en a déjà parlé, on a dit en fait, si les gens peuvent tout faire par Internet, finalement on va faire quoi ? On va venir, on va présenter les nouveautés et puis on va se barrer. Du coup, ça fait quand même un peu peur.

Cadre commercial - Branche Industrie pharmaceutique

“ Je crois que je n'ai pas trop envie de savoir ce que ça peut devenir, parce qu'après, on a toujours aussi la peur de ce qui adviendra de nos fonctions versus l'IA. Certains de mes collègues essaient d'être rassurants en disant qu'on ne pourra jamais être remplacés. Peut-être pas remplacer tout le monde, mais diminuer la masse salariale, c'est certain. Ma plus grande crainte, c'est par rapport à l'impact sur l'humain et sur le risque de diminution de la masse salariale.

Responsable relation client, qualité services et regulatories - Branche Industrie pharmaceutique

Enfin, l'intégration de l'IA peut également accentuer les inégalités au sein des entreprises. Les cadres bien formés aux nouvelles technologies peuvent bénéficier de nouvelles opportunités, tandis que ceux qui peinent à s'adapter faute de formations adaptées risquent de voir leur carrière stagner.

“ Sur les premières années, je pense qu'il va y avoir une période de transition où les personnes qui vont se mettre à l'IA vont être en avance sur les autres.

Consultant et Data Analyst - Bureau d'études techniques prestataire pour les industries de l'énergie

Cela peut exacerber les tensions sociales, menaçant la cohésion globale de l'entreprise. Ensemble, ces problématiques soulignent la nécessité d'une stratégie d'accompagnement solide pour faciliter cette transition numérique au sein des entreprises industrielles.

Pour répondre à ces interrogations, les cadres expriment le besoin de formation au sein de leur entreprise; le constat général des cadres interviewés est le manque de culture sur l'IA basique, commune à l'entreprise. En effet, y compris dans des entreprises où l'IA est de fait utilisée, les cadres font état du manque de formation ou de prise de parole de la part

de l'entreprise, ou en tout cas, non perçue à l'échelon de l'interviewé.

“ Ce n'est que de l'autoformation, je n'ai jamais eu de formation. C'est un peu bizarre, mais tous les logiciels que j'utilise, c'est de l'autoformation. Il y a des outils informatiques de recherche Internet qui permettent de développer ses connaissances. Mais côté entreprise, il n'y a rien de ce côté-là qui peut nous aider.

Concepteur, designer - Bureau d'étude technique prestataire pour les industries de l'énergie

“ Je n'ai jamais été formé. J'ai toujours été très connecté à ce monde informatique, donc j'ai toujours été un peu en avance sur l'utilisation de l'outil parce que ça m'a tout de suite passionné.

Responsable commercial grands comptes - Branche Métallurgie (électrique, électronique et numérique)

Dans quelques cas plus rares, l'entreprise a au contraire pris les devants et il existe une parole institutionnalisée, des sujets de réflexion, des groupes de travail, de la formation, des alertes et de la régulation sur les usages, voire des outils internalisés mis à disposition des salariés (par exemple dans des domaines comme l'aéronautique, la défense, le nucléaire).

“ Au sein de notre entreprise, on a vraiment eu une communication là-dessus, sur faire attention à son utilisation, etc. Dans mon entreprise, ils ont développé une IA qu'on peut utiliser au quotidien. Je travaille dans le nucléaire, du coup il y a pas mal de choses qui sont confidentielles. Et si on prend le plus connu, ChatGPT, malheureusement on ne sait pas où vont les données. C'est surtout ce point de vigilance qui a été apporté par mail sur la confidentialité des données.

Ingénieur calcul génie nucléaire - Branche Services d'efficacité énergétique

Les cadres expriment de véritables besoins concernant aussi bien des formations socles et généralistes (vulgarisation de la culture IA) que plus expertes et personnalisées (approche pratique par métier/ fonction). Ils notent aussi le besoin de compétences spécifiques requises pour en avoir une utilisation pertinente et bénéfique (*prompt-engineering*, process de structuration des prompts, juste posture vis-à-vis des biais, réflexes concernant la fuite de données confidentielles, etc.). Certains cadres interviewés indiquent aussi les compétences mathématiques, informatiques et/ou techniques, dans l'optique de mieux saisir les enjeux liés au fonctionnement de l'IA, dont la meilleure maîtrise semble une clé d'optimisation de son utilisation ensuite, mais aussi du déploiement d'outils propres ou d'implémentation de l'IA à des outils existants.

“ Les questions que ça pose, l'IA, c'est déjà être formé à l'utilisation. Être formé à la bonne interprétation des résultats et être formé à la bonne qualification des données d'entrée parce que là, on peut faire faire n'importe quoi à une entreprise si on n'a pas les bonnes données d'entrée.

Responsable stratégie informatique - Branche Métallurgie (aéronautique et spatial)

“ Ça reste une intelligence artificielle, donc il faut savoir digérer l'information qui est donnée par cette intelligence artificielle et ne pas l'utiliser brute, telle qu'elle est donnée. Je pense que c'est ce genre de compétences qu'il faut, prendre un peu de recul et digérer l'information.

Responsable relation client, qualité services et regulatories - Branche Industrie pharmaceutique

Par ailleurs, les clés du *prompt-engineering*, sont fréquemment mentionnées pour pouvoir tirer le meilleur parti de l'IA, notamment générative : ceux qui l'utilisent aujourd'hui n'ayant généralement pas reçu de formation sur ce point expriment en effet une forme de frustration avec des résultats souvent limités par leur propre approximation/ insuffisance. Ils insistent sur la nécessité de savoir formuler les « bons prompts », « les bonnes requêtes » ou regrettent d'avoir perdu du temps et souhaitent gagner en efficacité sur cet

aspect. Selon eux, leur pratique actuelle s'étant fondée sur leur expérimentation personnelle des outils, l'approfondissement des connaissances en mode expert (des logiciels qu'ils utilisent, des fonctionnalités exhaustives, etc.), leur permettrait d'optimiser une pratique qui leur semble souvent incomplète ou limitée.

“ Quelque chose en lien avec l'activité, c'est d'avoir des exemples concrets de ce que peut apporter l'IA dans une entreprise. Et comme toute formation, c'est forcément de pouvoir, après, expliquer les différents outils qui peuvent être en lien avec l'IA, et en quoi ça peut être un plus pour les entreprises. Et après, comment on peut le mettre en place et puis avoir n'importe quel process qui se met en place dans une entreprise, quels sont les tenants, les aboutissants.

Responsable qualité (QHSE) dans la sous-traitance industrielle - Branche Métallurgie (mécanique)

“ Les formations de l'IA dans l'industrie, ce sont des formations techniques sur comment intégrer l'IA dans l'entreprise pour des problématiques qui leur permettront de pouvoir réaliser par eux-mêmes ce qu'ils devaient faire à l'extérieur avant par exemple.

Cadre informatique + formateur en logiciels - Bureau d'études technique prestataire pour l'industrie

Métier, appétence, adaptabilité et stratégie d'entreprise : des facteurs d'appropriation et de déploiement de l'IA

L'implication et l'usage de l'IA dans les entreprises sont hétérogènes, influencés par la direction générale et le contexte technologique.

L'intégration de l'IA varie considérablement d'une entreprise à l'autre, influencée par le secteur d'activité, les compétences des employés et la culture d'entreprise. Les secteurs comme l'aéronautique et l'automobile montrent une maturité plus avancée dans l'utilisation de l'IA. Les métiers techniques tendent à bénéficier davantage des technologies IA en raison de leurs besoins spécifiques en automatisation et analyse de données.

L'adoption de l'IA est également liée à la formation continue et à l'acculturation des employés aux nouvelles technologies. Une part importante des cadres font état d'un manque de connaissance de la politique de leur entreprise concernant l'IA. Cette méconnaissance favorise les usages personnels des IAG via des outils et des ressources non validés par l'entreprise (*shadow IT*). Les programmes de formation et les outils pédagogiques sont essentiels pour surmonter les obstacles à l'adoption.

L'utilisation de l'IA, notamment son application générative, se retrouve avec un déploiement croissant dans divers domaines tels que les services d'assistance, l'appui commercial, l'innovation, la fabrication, et le numérique.

“ Je l'utilise pour mes processus de travail. Dans l'entreprise, je ne sais pas si elle est inexistante, mais moi je n'en n'ai pas entendu parler en tout cas.

Product designer - Branche Industrie pharmaceutique

“ Les documentations techniques deviennent de plus en plus abondantes et pour que les ingénieurs s'y retrouvent, et aussi pour qu'ils puissent identifier les experts et savoir à qui s'adresser ça devenait un sujet important. Nous avons mis en place grâce à l'IA des outils de recherche automatique ; mais ce que j'ai demandé, c'est que cela soit fiable et pour cela, il faut que l'IA renvoie les sources documentaires originales.

Expert émérite - Safran Aircraft Engines

Les cadres exerçant des fonctions de conception, R&D, information, cybersécurité ou process, méthodes et qualité, généralement ingénieurs de formation présentent souvent un niveau d'expertise ou d'usage plus avancé.

Cependant, l'intérêt intellectuel pour les technologies et les bénéfices attendus par l'IA peuvent aussi constituer un facteur d'adhésion puissant envers ces outils pour les moins aguerris.

“ Appliqué à mon niveau, ce sera du RCA (Root Cause Analyse). Ce sera la résolution d'incident, avoir une pré-analyse de l'incident par rapport à des métriques, des mesures, etc. Ensuite, il faut faire un parallèle avec une base de connaissances qu'on a déjà eu sur les anciennes sociétés dans le passé pour faire un recroisement et trouver une solution rapide sans avoir besoin de faire une étude très poussée initialement.

Ingénieur de production cloud - Entreprise de services du numérique prestataire pour l'industrie

“ Je l'utilise dans mon travail, mais sur ma propre initiative parce que je m'intéresse beaucoup aux nouvelles technologies et que je trouve que c'est pratique. J'ai découvert ça parce que je fais partie d'un groupe de qualitiens au niveau de la chambre de commerce et d'industrie. On échange sur nos bonnes pratiques. On est toujours à la recherche d'innovation et quand il y a une nouvelle innovation qui arrive dans nos diverses activités, on échange là-dessus.

Responsable qualité (QHSE) dans la sous-traitance industrielle - Branche Métallurgie (mécanique)

L'intégration de l'IA dans les entreprises va demander aux cadres de comprendre comment l'IA peut s'intégrer stratégiquement pour améliorer l'efficacité et créer des produits innovants. Les cadres devront réfléchir de manière critique à l'implantation de l'IA, identifier ses opportunités d'utilisation, mais aussi ses limites et risques, notamment en matière de sécurité. Ils devront également aborder les questions éthiques complexes liées à son déploiement. Ainsi, les compétences métier sont perçues comme étant indispensables dans l'implémentation des nouveaux projets d'IA.

“ Dans la mesure où l'IA est une problématique de modélisation et non d'informatique, il est essentiel de replacer le métier au cœur du processus.

Chercheur associé - Centre Borelli et Président du Venture Studio deepika

“ Celui qui pourra tirer le maximum profit de l'IA, c'est avant tout celui qui maîtrise son métier.

Directeur associé - Digilian

Ainsi, il a été noté par les experts interviewés que les compétences en statistiques et analyse de données étaient devenues indispensables pour les cadres travaillant dans les entreprises où les projets d'IA étaient développés. Ils ont également fait remarquer que dans une optique de nécessaire frugalité des données la qualité de celles-ci était une problématique plus fondamentale que leur volume.

“ À ce sujet, on parle beaucoup d'analyses dans la data mais on néglige souvent les étapes de nettoyage des données. Certes on peut recueillir n'importe quelle donnée mais il faut le faire avec un peu d'intelligence et plutôt que de parler de Big Data, je parle de Lean data c'est-à-dire de développer une capacité qui ne se construit qu'avec les experts métiers pour savoir et identifier qu'elle est la bonne donnée. [...] Il faut donc pouvoir accompagner les gens pour comprendre leurs besoins et dimensionner le projet sans survendre des solutions qui seraient trop lourdes, qui seraient exclusives et nécessiteraient des compétences techniques et donc rater certains publics, parce que tout le monde n'a pas un expert IA ou un expert jumeaux numérique.

Professeure des universités au Lab-STICC Université Bretagne Sud, expert en conception et déploiement de jumeaux numériques

Les projets IA touchent de plus en plus fréquemment plusieurs disciplines, allant du développement de produits jusqu'à la conformité juridique. Les cadres doivent donc développer le travail interdisciplinaire, en favorisant une collaboration fluide entre les équipes techniques (production, qualité, R&D, maintenance, etc.), informatiques, de marketing et juridiques. Cette capacité à savoir encadrer des équipes interdisciplinaires devient indispensable dans le contexte de ce type de projet. Avec la montée en puissance de l'IA, les enjeux liés à la confidentialité, à l'équité et à la transparence se multiplient. Les cadres doivent être proactifs dans la gestion des risques et s'assurer que les systèmes IA soient développés et utilisés de manière éthique. Cela inclut la mise en place de politiques pour éviter les biais dans les algorithmes et assurer la conformité réglementaire.

Les métiers cadres de l'industrie évoluent du fait de l'introduction progressive de l'IA vers un rôle combinant expertise technique, compétences en gestion des données, mais également compétences juridiques et capacité à adopter l'innovation technologique, en l'adaptant au contexte spécifique de leur entreprise

“ Le data scientist ne devrait pas être un informaticien mais un spécialiste du métier possédant une double formation. A terme, tous les métiers où l'on se sert de l'informatique seront impactés par l'intelligence artificielle comme outil d'aide à la décision.

Chercheur associé - Centre Borelli et Président du Venture Studio deepika

L'hétérogénéité des profils des entreprises sur le sujet de l'IA se retrouve dans les besoins de profils à recruter. Les RH interrogés font référence à des profils capables d'intégrer l'intelligence artificielle dans leurs projets et des compétences qui vont de pair. Ils recherchent surtout des ingénieurs capables de s'adapter aux évolutions technologiques engendrés par les usages de l'IA.

“ Déjà une compétence informatique, de l'adaptabilité des personnes, de la curiosité, qui arrivent à prendre en main des sujets nouveaux, qui peuvent être complexes. Et c'est vrai qu'avant c'était moins le cas, parce qu'on nous demandait plus de gérer des sujets pour lesquels ils sont souvent spécialistes. Quand on est cadre, souvent on a une formation, des expériences dans un métier bien particulier. Aujourd'hui on demande de plus en plus aux cadres d'avoir de l'ouverture d'esprit.

Cadre en ressources humaines - Branche Carrières et matériaux

Impact de l'IA sur les compétences transverses nécessaires pour les cadres de l'industrie



Source : Apec

■ Compétences transverses en lien avec l'IA

L'observatoire de l'emploi cadre



RECRUTEMENT
PRÉVISIONS
& PROCESSUS



TRAJECTOIRES
PARCOURS
& INÉGALITÉS



COMPÉTENCES
MÉTIERS
& SOCIÉTÉ

L'observatoire de l'Apec réalise des études pour mieux comprendre le marché de l'emploi des cadres et anticiper les tendances à venir, en matière de modalités de recrutement et de fidélisation, de processus de mobilité, d'évolution des métiers et des compétences.

Les études publiées s'articulent autour de trois grands axes :

- > Analyser les besoins, les difficultés et les processus de recrutement des cadres ;
- > Comprendre les trajectoires des cadres, leurs parcours et les inégalités qui peuvent en résulter ;
- > Révéler les évolutions des métiers et des compétences des cadres en lien avec les transformations sociétales.

LES DERNIÈRES ÉTUDES PARUES DANS LA COLLECTION « COMPÉTENCES : MÉTIERS ET SOCIÉTÉ »

> *Flexibilité du temps de travail : un marqueur de l'identité cadre en redéfinition*, décembre 2024

> *L'impact des JOP 2024 sur l'emploi cadre Une expérience valorisante pour les cadres recrutés pour cet événement*, juillet 2024

> *Les métiers cadres de la fonction Ressources humaines et formation : Neuf familles de métiers à découvrir*, mai 2024



Toutes les études de l'Apec sont disponibles gratuitement sur le site www.corporate.apec.fr > Nos études



Retrouvez des ressources sur les branches professionnelles de l'industrie sur le site Web de l'Observatoire Compétences Industries : data, études, fiches métiers et certifications, etc. observatoire-competences-industries.fr/

ISSN 2681-2835 (COLLECTION « COMPÉTENCES »)

Cette étude a été réalisée par la direction données et études (DDE) de l'Apec.

Directrice de la DDE : Hélène Garner.

Responsable du pôle Valorisation des données : Sébastien Thernisien.

Équipe projet : Florence Kremer Eichacker, Cristina Turlueanu, Anne-Dominique Gleyen, Viviane Deschamps.

Responsable Observatoire OPCO 2i : Fabien Boisbras.

Maquette : Caracter

ASSOCIATION POUR L'EMPLOI DES CADRES

51 boulevard Brune – 75689 Paris Cedex 14

CENTRE DE RELATIONS CLIENTS

0 809 361 212 Service gratuit + prix appel

du lundi au vendredi de 9h à 19h aux horaires France hexagonale

© Apec. Cet ouvrage a été créé à l'initiative de l'Apec, Association pour l'emploi des cadres, régie par la loi du 1^{er} juillet 1901 et publié sous sa direction et en son nom. Il s'agit d'une œuvre collective, l'Apec en a la qualité d'auteur.

L'Apec a été créée en 1966 et est administrée par les partenaires sociaux (MEDEF, CPME, U2P, CFDT Cadres, CFE-CGC, FO-Cadres, CFTC Cadres, UGICT-CGT).

Toute reproduction totale ou partielle par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation expresse et conjointe de l'Apec, est strictement interdite et constituerait une contrefaçon (article L122-4 et L335-2 du code de la propriété intellectuelle).