



prospectiveAtlas

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

**Etude exploratoire sur les
tendances de l'IA pour
l'évolution des métiers d'Atlas**

RÉSUMÉ

Cette étude exploratoire vise à fournir aux professionnels du réseau Atlas des pistes d'analyse préliminaires, afin de préparer des travaux d'approfondissement ultérieurs qui pourront être conduits par chacune des branches professionnelles. L'objectif poursuivi consiste à partager un premier niveau d'information commun sur l'impact potentiel de l'Intelligence Artificielle pour les métiers, et identifier les actions pouvant être activées par les organisations sur le sujet.

L'étude présente les avancées récentes de l'Intelligence Artificielle et des technologies qui la composent et rappelle certaines limites techniques, éthiques, sociales et environnementales associées.

L'étude utilise une méthodologie rigoureuse pour qualifier les impacts de l'IA sur les métiers et recenser les formations et certifications existantes dans le paysage actuel de la formation. Elle s'appuie sur des données open source quantitatives et qualitatives.

L'étude met en évidence l'impact de l'IA sur les compétences et les méta-métiers Atlas, et formule des observations sur les évolutions de l'écosystème de formation relatif à l'IA.

Les recommandations de l'étude sont organisées en quatre axes principaux. Le premier axe vise à promouvoir une approche de formation différenciée en adaptant le contenu au regard de l'impact de l'IA sur le métier. Le deuxième axe propose de sécuriser la montée en compétence des collaborateurs en s'appuyant sur des partenaires externes. Le troisième axe encourage la formation interne et l'adoption d'un modèle favorisant l'apprentissage continu. Enfin, le quatrième axe suggère des pistes de réflexion permettant de favoriser le recrutement de talents aux compétences spécialisées.

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE L'ETUDE

L'étude dresse tout d'abord un panorama des opportunités et des défis liés au déploiement de ces technologies dans les environnements de travail, ainsi qu'une analyse des grandes tendances observées dans les secteurs professionnels de l'OPCO Atlas. Elle propose dans un deuxième temps une première segmentation des méta-métiers Atlas au regard des impacts potentiels de l'IA sur les activités métier. Elle fournit également des éclairages choisis sur l'évolution de l'écosystème de formation français au regard des avancées technologiques récentes et de la perspective d'un déploiement à l'échelle des technologies d'IA dans les organisations. Elle formule enfin des pistes de recommandations pouvant être mises en œuvre par les entreprises des secteurs Atlas sur le plan de la formation et de l'adaptation des compétences.

L'analyse des impacts de l'IA sur les compétences et les métiers du périmètre d'Atlas qui est réalisée dans cette étude révèle que les impacts sont nombreux, de différents types, et touchent une grande variété de savoir-faire. L'étude démontre que l'Intelligence Artificielle affecte les Méta-métiers Atlas selon quatre typologies d'impact. Les Méta-métiers faiblement ou modérément impactés par l'IA nécessitent une adaptation des pratiques pour bénéficier de son potentiel d'augmentation. Les Méta-métiers fortement impactés par l'IA requièrent une réallocation du travail ou l'exploration de nouvelles activités. Les métiers émergents sont ceux dont les compétences sont valorisées par le développement et le déploiement de l'IA, promettant une expansion future. Les Méta-métiers peu ou pas affectés par l'IA restent inchangés ou sont faiblement influencés. L'étude démontre également que cette catégorisation des Méta-métiers est homogène entre les branches du périmètre Atlas.

L'étude souligne par ailleurs l'évolution rapide de l'écosystème de formation pour répondre à la demande croissante de compétences, tant en matière de développement que d'utilisation des technologies d'IA. Bien que le paysage de la formation aux métiers de l'IA soit toujours largement composé de cursus d'élite, visant à former des experts avec une forte dimension technique, ce dernier s'ouvre peu à peu à des parcours et des profils aux influences plus diverses et aux compétences transverses afin de faciliter le déploiement des technologies d'IA à tous les niveaux des organisations. Par ailleurs l'évolution rapide de ces technologies et la perspective de leur généralisation entraîne une multiplication des acteurs sur le marché de la formation et une diversification de l'offre, tant en termes de public ciblé que de formats et contenus proposés.

Les recommandations formulées pour les branches d'Atlas soulignent l'importance d'adapter les formations aux impacts potentiels de l'IA sur les métiers en proposant des parcours adaptés et personnalisés. Elles mettent en évidence la nécessité de s'appuyer sur des partenaires de confiance, d'encourager les coopérations à différentes échelles et de développer la formation interne pour favoriser l'adaptation continue de compétences. Elles préconisent enfin de diversifier les sources et méthodes de recrutement pour sécuriser le besoin de compétences stratégiques.

Détail des recommandations :

- Axe 1 : Promouvoir une approche différenciée en adaptant le contenu des formations aux impacts potentiels de l'IA sur les métiers
 - Faire preuve de transparence et encourager la transition des compétences
 - Proposer des formations personnalisées pour les méta-métiers en évolution
 - Identifier les passerelles sécurisantes pour les méta-métiers en forte transformation
 - Faciliter les formations appliquées aux sciences et technologies clés de l'IA pour les méta-métiers émergents
- Axe 2 : Sécuriser la montée en compétence des collaborateurs en s'appuyant sur des partenaires de confiance
 - Organiser le partage de retours d'expérience et orienter vers les formations IA les plus qualitatives du marché
 - Favoriser la co-construction avec les partenaires de formation pour aligner l'offre de formation IA avec les besoins des entreprises
 - Communiquer sur les dispositifs d'accompagnement et de soutien spécifiques aux TPE/PME proposés par l'OPCO Atlas
- Axe 3 : Favoriser la formation interne
 - Développer les mécanismes de formation interne
 - Adopter le modèle d'entreprise apprenante ("fast learning company")
- Axe 4 : Recruter à l'externe les compétences stratégiques
 - Assurer la visibilité au sein des parcours de formation
 - Renforcer l'attractivité de la marque employeur auprès des jeunes talents
 - Adopter une approche de recrutement basée sur les compétences

SOMMAIRE

- RÉSUMÉ 2**
- PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE L'ETUDE 3**
- SOMMAIRE 5**
- 1. INTRODUCTION 8**
 - 1.1. Contexte de l'étude 8
 - 1.2. Objectifs 8
- 2. FONDEMENTS ET ENJEUX DE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE 9**
 - 2.1. Introduction de la partie 9
 - 2.1.1. Objectifs de la section 9
 - 2.1.2. Importance de comprendre l'IA 9
 - 2.2. Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ? 10
 - 2.2.1. Définition de l'IA 10
 - 2.2.2. Types d'IA 10
 - 2.3. Comment fonctionne l'Intelligence Artificielle ? 12
 - 2.3.1. Algorithmes et apprentissage machine 12
 - 2.3.2. Technologies clés de l'IA et de l'IA générative 13
 - 2.4. Limites pratiques, enjeux éthiques et sociétaux de l'IA 14
 - 2.4.1. Biais des données et inclusivité de l'Intelligence Artificielle 14
 - 2.4.2. Phénomène de surajustement de l'IA 15
 - 2.4.3. Responsabilité et transparence 15
 - 2.4.4. Respect de la vie privée, sécurité et confidentialité des données 16
 - 2.4.5. Impact environnemental de l'Intelligence Artificielle 17
 - 2.4.6. Enjeux de souveraineté nationale 19
 - 2.5. Ecosystème de l'Intelligence Artificielle 21
 - 2.6. Tendances et macro-impacts dans les secteurs clés d'Atlas 23
 - 2.6.1. Secteur de l'Assurance 23
 - 2.6.2. Secteurs de la Banque et de la Finance 25
 - 2.6.3. Secteur du Conseil 26
 - 2.6.4. Secteur de l'Expertise comptable et du Commissariat aux comptes 27
 - 2.6.5. Applications transverses de l'Intelligence Artificielle 28

3. PERSPECTIVES DE TRANSFORMATION POUR LES METIERS ATLAS..... 29

3.1. Rappels méthodologiques	29
3.1.1. Qualification impacts	29
3.1.2. Cartographie écosystème de formations et certifications IA	31
3.2. Impact sur les compétences	32
3.3. Impact sur les Méta-métiers	33
3.3.1. Focus sur la segmentation des Méta-métiers	34
3.3.2. Focus sectoriel	36
3.3.6. Impact de l'IA sur les mobilités proches et les mobilités d'évolution	38
3.4. Observations choisies sur l'évolution de l'écosystème de formation IA.....	39
3.4.1. Diversification des acteurs et des parcours de la formation IA	40
3.4.2. Données complémentaires d'analyse : répertoire national des certifications et informations associées.....	42
3.4.3. Principaux constats sur l'écosystème français de formation IA	43
3.4.4. Pistes d'ouverture et d'approfondissement.....	44

4. Recommandations 46

Axe 1 : Promouvoir une approche différenciée en adaptant le contenu des formations aux impacts potentiels de l'IA sur les métiers.....	46
Faire preuve de transparence et encourager la transition des compétences.....	46
Proposer une formation d'acculturation généraliste à l'IA pour les méta-métiers peu ou pas impactés	47
Proposer des formations personnalisées pour les méta-métiers en évolution	47
Identifier les passerelles d'accompagnement pour les méta-métiers en forte transformation ...	48
Faciliter les formations appliquées aux sciences et technologies clés de l'IA pour les méta-métiers émergents.....	50
Axe 2 : Accompagner la montée en compétences des collaborateurs en s'appuyant sur des partenaires de confiance.....	51
Organiser le partage de retours d'expérience et orienter vers les formations IA les plus qualitatives du marché.....	51
Favoriser la co-construction avec les partenaires de formation pour aligner l'offre de formation IA avec les besoins des entreprises	52
Communiquer sur les dispositifs d'accompagnement et de soutien spécifiques aux TPE/PME proposés par l'OPCO Atlas.....	52
Axe 3 : Favoriser la formation interne	53
Développer les mécanismes de formation interne	53
Adopter le modèle d'entreprise apprenante ("fast learning company")	55

Axe 4 : Recruter à l'externe les compétences stratégiques	55
Assurer la visibilité au sein des parcours de formation	56
Renforcer l'attractivité de la marque employeur auprès des jeunes talents	56
Adopter une approche de recrutement basée sur les compétences	57
CONCLUSION	58
Ouverture	59
Annexes	61

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de l'étude

Les mutations de l'emploi, du travail et des compétences, accélérées par les transitions numériques et les récentes disruptions technologiques suscitent à la fois des besoins d'adaptation rapide et d'anticipation sur un temps long, aux niveaux des individus ainsi que des entreprises. Une étude de PwC¹ publiée fin 2023 indique que 31% des personnes interrogés à l'échelle internationale envisagent l'IA comme un levier d'amélioration de leur efficacité au travail, tandis que 27% anticipent la nécessité d'acquérir de nouvelles compétences en lien avec l'IA. En France, 87% des dirigeants d'entreprise investissent dans le développement de compétences en IA.

La signature avec le ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion en janvier 2022 de l'accord cadre pluriannuel portant sur la mise en œuvre de l'EDEC Numérique Prospective 2025 soutient la nécessité de porter une attention spécifique aux tendances de l'IA et des impacts métiers de l'IA Générative. L'étude exploratoire s'inscrit dans le cadre d'une ambition affirmée d'anticiper l'impact de l'évolution des technologies sur les métiers des branches d'ATLAS afin d'identifier et d'adresser les besoins associés en termes d'évolution des emplois et de compétences.

1.2. Objectifs

Cette étude vise à fournir des pistes d'analyse pour aider les différentes branches du réseau Atlas à approfondir leur compréhension des enjeux liés à l'Intelligence Artificielle à travers un panorama des opportunités et défis que représente le déploiement de l'IA dans le milieu professionnel. Cette étude doit également proposer une première segmentation des Méta-métiers du référentiel Atlas pour mieux comprendre comment l'IA pourrait impacter les diverses activités professionnelles. Par ailleurs, des correspondances doivent être proposées avec l'écosystème de formation relatif au champ de l'IA pour alimenter la réflexion sur le développement des compétences des collaborateurs. Enfin, l'étude a pour ambition de proposer des recommandations concrètes et actionnables par les entreprises pour favoriser leur adaptation et la mise en action du réseau Atlas sur le sujet IA.

¹ PwC, Hopes & Fears 2023 (53912 répondants, dont 2142 en France)

2. FONDEMENTS ET ENJEUX DE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

2.1. Introduction de la partie

Cette section première de l'étude vise à fournir une compréhension fondamentale de ce qu'est l'Intelligence Artificielle (IA), ses différents types, ainsi que la distinction entre IA traditionnelle et IA générative. Les objectifs sont multiples et se structurent autour de deux axes principaux.

2.1.1. Objectifs de la section

Éduquer et Informer

Notre premier objectif est de sensibiliser les lecteurs sur les principes de base de l'IA. Nous explorerons ses origines, ses développements actuels, et ses différentes formes. Cette sensibilisation vise à établir une base solide de connaissances pour comprendre les discussions et analyses ultérieures sur l'impact de l'IA dans divers secteurs.

Clarifier et Démystifier

Nous nous efforcerons également de déconstruire les idées fausses courantes et de démystifier l'IA. Il est crucial de séparer la réalité de la fiction pour permettre une compréhension précise et objective des capacités réelles de l'IA et de son potentiel futur, mais aussi pour bien en percevoir ses limites objectives.

2.1.2. Importance de comprendre l'IA

Dans un monde où cette technologie joue un rôle croissant, une compréhension claire de cette technologie est essentielle pour la prise de décision, que ce soit dans les affaires, la politique ou la vie quotidienne. Comprendre l'IA permet aux individus et aux organisations d'anticiper et de s'adapter aux changements qu'elle apporte dans différents domaines, y compris l'emploi, l'économie et la société en général. Une appréciation adéquate de la technologie peut également stimuler l'innovation en ouvrant de nouvelles perspectives pour son application et en identifiant des opportunités pour son utilisation créative et éthique.

Cette introduction à l'IA est conçue pour servir de fondement à notre exploration plus approfondie de son impact et de ses applications dans les secteurs d'Atlas.

2.2. Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ?

2.2.1. Définition de l'IA

L'Intelligence Artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui se concentre sur la création de systèmes capables d'exécuter des tâches en simulant l'intelligence humaine. Ces tâches incluent la prise de décision, la résolution de problèmes, la perception et la compréhension du langage naturel. L'IA s'appuie sur plusieurs disciplines, telles que les mathématiques, la logique, la linguistique, la philosophie, la neurobiologie, et l'informatique. Elle implique l'étude et la création d'algorithmes qui peuvent apprendre et agir de manière autonome.

L'Intelligence Artificielle (IA), dont le concept a été formellement introduit lors de la conférence de Dartmouth en 1956, tire ses racines des travaux pionniers d'Alan Turing et de John von Neumann. Turing, avec son test éponyme, a posé les bases conceptuelles pour évaluer l'intelligence des machines, tandis que von Neumann a développé l'architecture informatique fondamentale sur laquelle repose l'IA moderne. Les fondateurs de ce domaine, y compris John McCarthy, ont défini l'IA comme la science et l'ingénierie de la création de machines intelligentes. Depuis ses premiers jours, l'IA a connu des périodes d'essor et de stagnation. Cependant, les progrès récents en matière de traitement de données massives et l'augmentation de la puissance de calcul ont conduit à des avancées significatives, marquant une nouvelle ère dans l'évolution de l'IA.

2.2.2. Types d'IA

Dans le domaine de l'Intelligence Artificielle, il existe différents types et classifications. Ces catégories aident à comprendre la variété et la portée des capacités des systèmes IA.

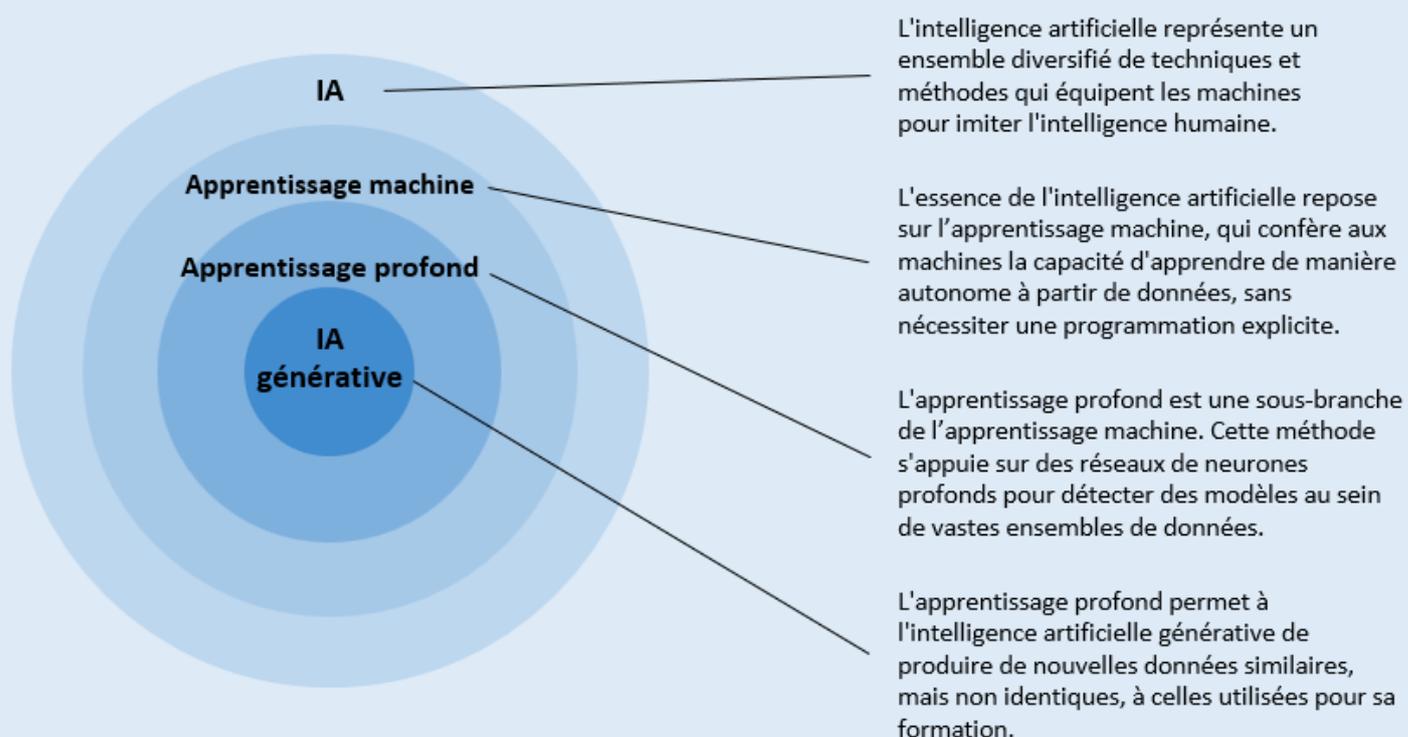
Les experts distinguent dans un premier temps les niveaux de capacité des systèmes, entre **IA faibles et fortes**, parfois également appelées IA étroites et IA générales. L'IA faible est conçue et entraînée pour une tâche spécifique. Les assistants virtuels et les systèmes de recommandation sont des exemples d'IA faible. Ils sont très performants dans leurs domaines spécifiques mais ne possèdent pas de compréhension ou de conscience générale. L'IA forte, ou « générale », se réfère quant à elle à un système doté de l'intelligence générale humaine, logique, émotionnelle et pratique, visant à comprendre, apprendre et appliquer ses compétences dans une variété de contextes. C'est un objectif à long terme dans certains domaines de la recherche en IA, mais qui reste théorique à ce jour, dans un contexte où les systèmes développés ne développent aucune intelligence humaine, logique ou pratique, et effectuent uniquement des calculs, bien qu'extrêmement complexes.

On distingue également le niveau de spécialisation de ces systèmes, entre **IA Généralisée vs Spécialisée**. L'IA Généralisée concerne les systèmes ou les machines capables de gérer diverses tâches et problèmes sans préprogrammation spécifique. Cette forme d'IA est adaptable à de multiples environnements et situations, tandis que l'IA Spécialisée est conçue pour un ensemble spécifique de tâches ou de problèmes. Elle est très efficace dans son domaine ciblé mais ne peut pas s'adapter ou se transférer facilement à d'autres contextes.

Enfin, et spécifiquement dans le cadre de cette étude, nous pouvons faire la différence entre l'IA en général, et l'IA Générative, qui est une sous-catégorie spécifique du terme d'Intelligence Artificielle. Telle que définie ci-dessus, L'IA englobe les systèmes capables d'exécuter des tâches qui nécessitent normalement certaines capacités cognitives de l'intelligence humaine. Cela inclut l'apprentissage (acquisition d'informations et règles pour l'utilisation des informations), le calcul (utilisation des règles pour atteindre des résultats approximatifs ou définitifs) et l'auto-correction. Elle est utilisée dans divers domaines comme la reconnaissance vocale, l'apprentissage automatique, la robotique, la reconnaissance de motifs, etc. L'IA générative est quant à elle une sous-catégorie de l'IA, qui se concentre sur la création de contenu nouveau et original (néanmoins à partir de données préexistantes). L'IA générative a une forte composante créative, rendue possible grâce à l'utilisation d'algorithmes imitant certains aspects du processus créatif humain, comme l'expérimentation et la variation. Ce type d'IA est utilisé comme un outil par les humains pour étendre leur propre créativité, en proposant des options et des perspectives que les humains pourraient ne pas envisager de prime abord.

Ces classifications démontrent la diversité des approches et des objectifs en Intelligence Artificielle. L'IA faible est actuellement la plus répandue et la plus développée, étant donné qu'elle répond à des besoins spécifiques et concrets, tandis que l'IA forte reste un domaine de recherche prometteur mais largement inexploré. Leurs applications varient selon leur degré de spécialisation, et l'utilisation ou non de la composante créative de l'IA Générative.

Figure 1 – L'IA Générative, une avancée majeure de l'IA



2.3. Comment fonctionne l'Intelligence Artificielle ?

Dans le cadre de l'exploration de l'Intelligence Artificielle, il est essentiel de comprendre le fonctionnement des algorithmes et de l'apprentissage machine, qui sont au cœur de nombreuses applications de l'IA. Ces concepts sont fondamentaux pour saisir comment les machines peuvent apprendre, évoluer et prendre des décisions.

2.3.1. Algorithmes et apprentissage machine

Un algorithme est, en termes simples, une série d'instructions programmées pour effectuer une tâche spécifique. Dans le cadre de l'IA, ces algorithmes sont conçus pour traiter, analyser et tirer des conclusions à partir des données. Ils agissent comme la 'pensée' derrière une machine, lui permettant de résoudre des problèmes et de prendre des décisions.

L'apprentissage supervisé est une méthode où les algorithmes sont entraînés sur des données étiquetées, fournies avec des exemples d'entrées et de sorties connues. Cela permet à l'algorithme de formuler une règle générale liant les entrées aux sorties. C'est une approche couramment utilisée dans des domaines tels que la classification (par exemple, distinguer les courriels légitimes des spams) et la régression (comme dans la prédiction des risques d'un assureur).

En contraste, l'apprentissage non supervisé utilise des données non étiquetées, et l'algorithme cherche à identifier des structures ou des modèles cachés dans ces données. Cette technique est particulièrement utile pour des tâches comme la segmentation du marché en marketing ou la détection d'anomalies.

L'apprentissage par renforcement, quant à lui, fonctionne sur le principe d'essai et erreur. L'IA apprend à réaliser une tâche spécifique en interagissant avec son environnement, en tirant des leçons des récompenses ou des pénalités reçues. Cette méthode est employée

dans des domaines variés, allant de la navigation autonome aux jeux stratégiques comme les échecs.

Les réseaux de neurones et l'apprentissage profond (Deep Learning) sont également des aspects essentiels de l'IA. Les réseaux de neurones, inspirés du cerveau humain, sont composés de nœuds interconnectés (neurones artificiels), traitant et transmettant des informations. L'apprentissage profond, une branche avancée de l'apprentissage machine, implique des réseaux de neurones sur de multiples couches, capables de traiter des données à des niveaux de complexité élevés. Ces technologies ont conduit à des avancées significatives dans des domaines tels que la reconnaissance vocale et visuelle, l'interprétation du langage naturel, et même dans des domaines créatifs.

« Plutôt que l'intelligence artificielle, nous devrions dire l'intelligence augmentée. Il n'y a pas d'intelligence dans l'apprentissage machine ou profond. Ce n'est que de la reconnaissance. Le robot ne prend pas de décisions, il fait ce qu'on lui dit »

Luc Julia, Expert en IA

2.3.2. Technologies clés de l'IA et de l'IA générative

Pour interagir avec le monde réel de manière significative, l'Intelligence Artificielle s'appuie sur une série de technologies clés qui lui permettent de se rapprocher de la complexité de l'intelligence humaine. Le traitement du langage naturel, la vision par ordinateur, l'apprentissage profond et les réseaux génératifs antagonistes sont des domaines cruciaux où l'IA excelle grâce à ses capacités de calcul et d'apprentissage de ses erreurs. Ces technologies constituent la base sur laquelle l'IA peut non seulement percevoir et analyser son environnement, mais aussi agir de manière adaptative et créative, sur la base de calculs complexes.

Le traitement automatique du langage naturel (TAL) est l'une de ces technologies clés. Il permet aux machines de comprendre et de réagir au langage humain de manière utile. Le TAL est ce qui rend possible les assistants vocaux intelligents, les chatbots et les systèmes de traduction automatique. Il repose sur la capacité de l'IA à apprendre des structures linguistiques et à en déduire du sens, permettant ainsi une interaction fluide entre l'homme et la machine.

En parallèle, la vision par ordinateur transforme la manière dont les machines perçoivent notre environnement. Grâce à elle, l'IA peut identifier des objets, des visages, et même interpréter des expressions émotionnelles ou des actions dans des vidéos. Cette technologie est cruciale pour des applications allant de la conduite autonome à l'analyse médicale d'images, en passant par l'identification biométrique.

L'apprentissage profond, ou « Deep Learning », est une branche spécifique de l'apprentissage machine qui utilise des architectures de réseaux de neurones profonds. Ces réseaux sont composés de multiples couches qui traitent les données d'entrée pour effectuer des tâches complexes comme la reconnaissance d'images, la traduction automatique, et bien d'autres encore. L'apprentissage profond est au cœur des progrès les plus impressionnants en IA ces dernières années, car il permet aux machines de découvrir des caractéristiques et des structures dans les données sans intervention humaine explicite.

Les réseaux génératifs antagonistes (GAN) et les modèles de type « Transformer », comme ceux utilisés dans GPT (Generative Pre-trained Transformer), représentent deux innovations majeures dans le domaine de l'apprentissage profond. Tout comme les GANs, qui sont constitués de deux réseaux en compétition (le générateur et le discriminateur), les Transformers sont capables de traiter de vastes quantités de données. Les Transformers se distinguent par leur capacité à apprendre les contextes à longue distance dans des textes, ce qui les rend particulièrement efficaces pour la compréhension et la génération de langage naturel. Au lieu de la dynamique compétitive des GANs, les Transformers utilisent un mécanisme d'attention qui leur permet de pondérer l'importance relative des différents éléments dans un jeu de données. Le "G" dans GPT fait référence à "Generative", ce qui souligne la capacité du modèle à générer du contenu. Le "P" représente "Pre-trained", indiquant que le modèle est préalablement entraîné sur une vaste quantité de données avant d'être affiné ou adapté à des tâches spécifiques. Cet entraînement préalable est essentiel pour la compréhension du langage et la génération de réponses cohérentes. Les deux technologies, GANs et GPT, ouvrent des horizons fascinants dans plusieurs domaines. Les GANs sont particulièrement valorisés pour leur capacité à créer des contenus très réalistes dans le domaine artistique, de la modélisation 3D, et de la recherche scientifique. D'un autre côté, les Transformers, en particulier les modèles comme GPT, révolutionnent les tâches liées au langage naturel, telles que la traduction, le résumé automatique, et la génération de contenu textuel, en fournissant des outils capables de comprendre et de produire du langage à un niveau proche de celui de l'humain.

Des exemples d'utilisation de ces technologies clés sont donnés dans la partie « Tendances et macros-impacts dans les secteurs clés d'Atlas ».

2.4. Limites pratiques, enjeux éthiques et sociétaux de l'IA

L'avènement rapide de l'Intelligence Artificielle et sa démocratisation, facilitée par une prise en main de plus en plus accessible, nécessitent une clarification importante. Il est impératif de distinguer les capacités actuelles de l'IA des idées souvent exagérées de conscience et d'intelligence humaine. L'IA, dans son état actuel, est loin de posséder une conscience propre ou une compréhension du monde similaire à celle de l'être humain. Elle opère selon des algorithmes et des modèles de données, exécutant des tâches spécifiques pour lesquelles elle a été programmée. Même les systèmes d'IA les plus avancés, capables d'apprentissage et d'adaptation, ne font qu'imiter des aspects de la cognition humaine. La clarification des limites actuelles de l'IA est essentielle pour établir des attentes réalistes.

2.4.1. Biais des données et inclusivité de l'Intelligence Artificielle

L'Intelligence Artificielle est limitée par la qualité et la quantité des données disponibles, ainsi que par les paramètres définis par ses créateurs. Elle ne peut pas faire preuve de jugement moral ou éthique et ne peut pas ressentir d'émotions. Ses « décisions » sont donc le résultat de traitements de données complexes et non d'un processus de réflexion conscient. De ce fait, les systèmes d'IA sont confrontés au défi de la présence de biais dans les données sur lesquelles ils sont entraînés, notamment si elles ne sont pas représentatives ou équitables. La présence de ces biais peut conduire à des décisions injustes, discriminatoires ou inexacts dans ses résultats.

La variation des contenus générés par l'IA peut être influencée par le langage utilisé pour formuler une demande², et peut également refléter des biais politiques³ ⁴. Il est de plus en plus reconnu que les bases de données servant à l'entraînement des modèles d'Intelligence Artificielle générative ont tendance à perpétuer des biais et stéréotypes de genre et de race, produisant des résultats biaisés qui peuvent conduire à diverses formes de discrimination, renforçant ainsi les inégalités existantes. Dans cette optique, des études⁵ ont montré la facilité avec laquelle les demandes peuvent être orientées vers des réponses stéréotypées. De même, il a été établi que les IA sont capables de fournir des

² Zhuo, T. Y., Huang, Y., Chen, C., et Xing, Z. (2023). Red teaming ChatGPT via Jailbreaking: Bias, Robustness, Reliability and Toxicity. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.12867>.

³ Hartmann, J., Schwenzow, J., et Witte, M. (2023). The political ideology of conversational AI: Converging evidence on ChatGPT's pro-environmental, left-libertarian orientation. arXiv preprint. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.01768>.

⁴ Rozado, D. (2023). The political biases of ChatGPT. *Social Sciences*, 12(3), 148. <https://doi.org/10.3390/socsci12030148>

⁵Gallienne, R. et Poibeau, T. (2023). Quelques observations sur la notion de biais dans les modèles de langue. 18e Conférence en Recherche d'Information et Applications – 16e Rencontres Jeunes Chercheurs en RI – 30e Conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles – 25e Rencontre des Étudiants Chercheurs en Informatique pour le Traitement Automatique des Langues, Juin 2023. <https://hal.science/hal-04130210/file/480736.pdf>

réponses qui peuvent discriminer certains individus, groupes ou communautés, en particulier les femmes, comme le souligne le Conseil du statut de la femme⁶.

La prise de mesures proactives pour détecter, prévenir et corriger les biais ainsi que pour assurer l'équité des décisions automatisées apparaît ainsi essentielle pour assurer un développement responsable de l'IA. De nombreuses initiatives, telles que « Ethical AI⁷ » ou « NOVA In tech⁸ » se sont emparé de ces sujets pour proposer des méthodologies et des outils sur lesquelles les entreprises peuvent s'appuyer pour concevoir, développer et piloter des systèmes d'Intelligence Artificielle respectueux des droits humains fondamentaux.

2.4.2. Phénomène de surajustement de l'IA

L'Intelligence Artificielle est également limitée par le phénomène de surajustement, où un modèle est tellement bien ajusté aux données d'entraînement qu'il échoue à généraliser à de nouvelles données⁹.

Le surajustement est un défi majeur dans la recherche en IA. Cela se produit lorsqu'un modèle d'IA est excessivement complexe par rapport aux données sur lesquelles il est formé. Le modèle apprend non seulement les tendances générales, mais aussi les détails spécifiques et le bruit présent dans les données d'entraînement. En conséquence, bien qu'il performe exceptionnellement bien sur ces données, sa capacité à généraliser et à effectuer des prédictions précises sur de nouvelles données non vues pendant l'entraînement est considérablement réduite. Ce phénomène limite l'efficacité du modèle dans des situations réelles où il doit interpréter des données qui diffèrent de celles utilisées pour sa formation.

2.4.3. Responsabilité et transparence

À mesure que les systèmes d'Intelligence Artificielle prennent des décisions de plus en plus complexes et impactantes, la question de savoir qui est responsable des actions et des décisions prises par l'IA, ainsi que la capacité à comprendre comment ces décisions sont prises, devient cruciale.

La responsabilité dans l'IA concerne la capacité à attribuer les conséquences des actions de l'IA à un individu ou une organisation. Cela soulève des questions complexes, surtout lorsque les systèmes d'IA opèrent de manière autonome ou apprennent et évoluent de façon indépendante, comme cela peut être le cas dans les véhicules autonomes. Déterminer qui est responsable en cas d'erreur ou de préjudice — le développeur, l'utilisateur, le propriétaire du système ou le système lui-même — est un défi juridique et éthique. Sans une responsabilité claire, il peut être difficile de garantir que les victimes de décisions erronées ou injustes reçoivent réparation.

La transparence, d'autre part, concerne la capacité à comprendre et à expliquer comment les systèmes d'IA prennent leurs décisions. Dans le contexte des algorithmes complexes et de l'apprentissage profond, les processus décisionnels peuvent devenir une "boîte noire" impénétrable, où même les

⁶ Conseil du statut de la femme (CSF). (2023). Avis sur l'Intelligence Artificielle : des risques pour l'égalité entre les femmes et les hommes. <https://csf.gouv.qc.ca/article/publicationsnum/avis-intelligence-artificielle/>

⁷ « ETHICAL AI : POUR DES IA DIGNES DE CONFIANCE ! », <https://ai-ethical.com/>, février 2024

⁸ « NOVA In tech, ou comment revitaliser l'approche de la mixité dans le secteur technologique français », <https://numeum.fr/themes/femmes-dans-le-numerique>, février 2024

⁹ Belkin, M., Hsu, D., Ma, S., & Mandal, S. (2019). Reconciling modern machine-learning practice and the classical bias-variance trade-off. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(32), 15849-15854.

concepteurs du système ont du mal à expliquer les résultats spécifiques¹⁰. La transparence est essentielle non seulement pour la confiance mais aussi pour permettre l'auditabilité, la vérification et l'amélioration continue des systèmes d'IA. Elle est également indispensable pour identifier et corriger les biais potentiels. Le concept de transparence met en lumière l'importance de développer des méthodes et des outils permettant d'améliorer la compréhension des processus décisionnels de l'IA. C'est notamment l'objectif du développement de modèles d'IA dits "interprétables" ou "explicables" ("XAI", pour "eXplainable Artificial Intelligence"), qui sont conçus pour fournir des informations sur le raisonnement derrière leurs décisions. Des initiatives importantes, telles que les projets de la DARPA¹¹, Google's PAIR¹², et IBM's AI Explainability 360¹³, ont été développées pour faciliter cette compréhension. L'initiative d'IBM propose par exemple une série d'outils libres de droits destiné au grand public, dont l'objectif principal est de faciliter la compréhension des décisions prises par les modèles d'IA. Ces initiatives travaillent notamment sur l'atténuation des biais dans les outils de recrutement, et l'amélioration de la fiabilité des diagnostics médicaux assistés par IA.

« L'enjeu politique que posent les nouvelles boîtes noires du calcul algorithmique est celui de la capacité à les débrayer et à passer en manuel »

Dominique CARDON, sociologue et expert IA

Sans responsabilité et transparence, il existe un risque réel que les systèmes d'IA renforcent les inégalités existantes, causent des préjudices non redressés et opèrent de manière opaque, échappant à tout contrôle éthique et réglementaire. Cela pourrait mener à une méfiance généralisée envers l'IA, freinant son adoption et ses bénéfices potentiels pour la société.

De plus, la responsabilité et la transparence sont étroitement liées à d'autres questions éthiques, telles que le respect de la vie privée et la sécurité des données. Assurer une gestion responsable de l'IA signifie prendre en compte l'ensemble de ces dimensions pour développer des technologies qui soient non seulement efficaces mais aussi justes, équitables et dignes de confiance.

2.4.4. Respect de la vie privée, sécurité et confidentialité des données

À une époque où l'IA est de plus en plus alimentée par des volumes massifs de données, souvent personnelles, la capacité à protéger ces informations devient cruciale pour maintenir la confiance des utilisateurs et se conformer à des réglementations strictes comme le RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) en Europe.

Le respect de la vie privée dans l'IA implique de garantir que les données personnelles soient collectées, utilisées et partagées de manière éthique, avec le consentement explicite des individus. Cela nécessite des mécanismes transparents permettant aux utilisateurs de comprendre comment leurs données sont traitées et à quelles fins. De plus, les utilisateurs devraient avoir un contrôle significatif sur leurs données, y compris la possibilité de les corriger, de les supprimer ou de s'opposer à leur utilisation pour certaines applications d'IA.

La sécurité et la confidentialité des données, quant à elles, se concentrent sur la protection des données contre les accès non autorisés, les violations et les fuites. Ceci est particulièrement

¹⁰ Dominique CARDON, « A quoi rêvent nos algorithmes », 2016

¹¹ DARPA, "Explainable Artificial Intelligence (XAI)", 2021, <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>

¹² Google, "People + AI Research", 2024, <https://pair.withgoogle.com/>

¹³ IBM, "IBM's AI Explainability 360", 2018, <https://www.ibm.com/opensource/open/projects/ai-explainability/>

pertinent pour l'IA, car les systèmes d'IA peuvent être vulnérables à des attaques spécifiques, telles que le "poisoning" (où des données malveillantes sont introduites dans le système pour altérer les résultats) ou l'"évasion" (où les entrées sont conçues pour tromper l'IA et provoquer des erreurs). La mise en place de solides mesures de sécurité, comme le chiffrement des données et l'authentification robuste, est essentielle pour prévenir ces risques.

Le non-respect de ces principes peut entraîner des conséquences sévères, allant de la perte de confiance des consommateurs à des sanctions réglementaires importantes. Par exemple, une utilisation inappropriée des données personnelles pour l'entraînement d'un système d'IA sans le consentement adéquat peut entraîner des amendes substantielles sous le RGPD.

Pour naviguer dans ce paysage complexe, les organisations doivent adopter une approche proactive et centrée sur l'humain pour la gestion des données dans l'IA. Cela implique non seulement de respecter les cadres légaux mais aussi d'adopter des normes éthiques élevées qui reconnaissent la valeur intrinsèque de la vie privée et de la dignité humaine.

2.4.5. Impact environnemental de l'Intelligence Artificielle

L'impact environnemental de l'Intelligence Artificielle est un sujet de plus en plus préoccupant à mesure que cette technologie se généralise. La puissance de calcul nécessaire pour entraîner, tester et exécuter des systèmes d'IA avancés peut être considérable, entraînant une consommation énergétique élevée¹⁴ et, par conséquent, une augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Cette préoccupation est d'autant plus significative dans le contexte de la crise climatique mondiale et des efforts pour réduire l'empreinte carbone globale.

Plusieurs éléments sont à prendre en compte dans l'analyse de l'impact environnemental de l'Intelligence Artificielle.

Tout d'abord, il est impossible de comparer, à date, l'empreinte environnementale de la phase d'**entraînement** de systèmes IA car aucune autre technologie ne nécessite de tâche similaire avant utilisation. Par exemple, l'entraînement d'un seul modèle d'IA pour des tâches de traitement du langage naturel ou de reconnaissance d'images peut consommer autant d'électricité que plusieurs foyers pendant un an^{15 16}. D'autres rapports se concentrent également sur la consommation d'eau des datacenters utilisés pour la conception et l'entraînement de ChatGPT-3, là où il est estimé qu'OpenAI a dépensé environ 700 000 litres d'eau pour refroidir son data center, soit autant que pour refroidir un réacteur nucléaire sur une période équivalente¹⁷. Le graphique ci-dessous compare l'empreinte environnementale de l'entraînement de différents systèmes d'Intelligence Artificielle, en équivalent de dioxyde de carbone (CO²) de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre. Ce graphique met notamment en évidence l'empreinte environnementale élevée de l'entraînement de modèles

¹⁴ Emily M. Bender, & al. 2021. On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? In Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 610–623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>

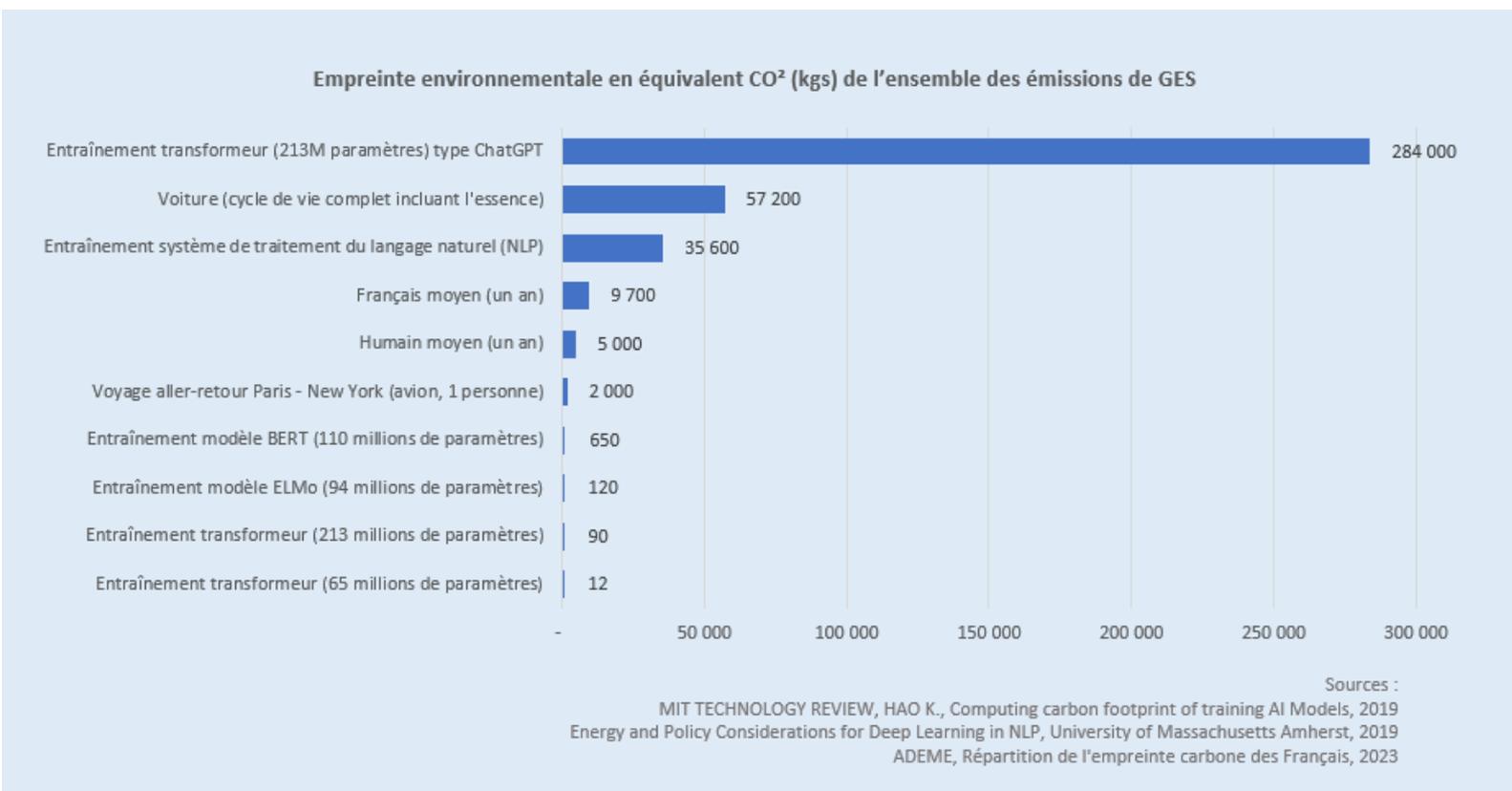
¹⁵ Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 3645–3650.

¹⁶ Borji, A. (2023). A categorical archive of chatgpt failures. arXiv (preprint). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.03494>

¹⁷ UNIVERSITY OF CALIFORNIA RIVERSIDE, UNIVERSITY OF TEXAS ARLINGTON, LI P., YANG J., ISLAM M., REN S., Making AI less thirsty: Uncovering and addressing the secret water footprint of AI Models, <https://arxiv.org/pdf/2304.03271.pdf>

d'apprentissage profond type ChatGPT, comparé à des modèles équivalents en nombre de paramètres ne faisant pas appel à l'apprentissage profond lors de l'entraînement.

Figure 2 – Considérations énergétiques pour l'apprentissage profond



Ensuite, il faut également prendre en compte l'utilisation de ces systèmes dans le temps, sur la base de deux paramètres.

- Le poids des requêtes des utilisateurs, extrêmement difficile à calculer aujourd'hui en fonction du système requêté, de la localisation du datacenter et de l'époque de l'année¹⁸ (variation des types d'énergies utilisées et des besoins de régulation de température), et qu'il convient de mettre en perspective vis-à-vis de la potentielle augmentation des requêtes à l'avenir. Bien que de nombreux progrès aient été réalisés pour améliorer l'efficacité énergétique des datacenters¹⁹, la demande croissante de services basés sur l'IA continue d'augmenter la quantité d'énergie requise pour alimenter ces installations²⁰.
- De l'autre, le gain d'émissions réalisé par rapport à la réalisation de la tâche par un être humain (dans l'hypothèse où celle-ci est intégralement remplacée). Par exemple, lors de la création

¹⁸ GIBNEY, E., How to shrink AI's ballooning carbon footprint, 2022, <https://www.nature.com/articles/d41586-022-01983-7>

¹⁹ Patterson, David, et al. "The carbon footprint of machine learning training will plateau, then shrink." *Computer* 55.7 (2022): 18-28.

²⁰ ARCEP et ARCOM, Référentiel des usages numériques, 2023, https://www.arcep.fr/fileadmin/user_upload/pole-numerique-arcep-arcom/referentiel-usages-numeriques-arcep-arcom_avril2023.pdf

d'une page de texte, les systèmes d'IA produisent entre 130 et 1500 fois moins d'équivalent de dioxyde de carbone (CO₂e) qu'un humain²¹. De même, les systèmes d'IA rejettent 310 à 2900 fois moins de CO₂e que les humains lors de la création d'images. Cette différence significative met en évidence les avantages environnementaux de l'IA dans ces situations.

Face à ces défis, il est crucial de développer et d'adopter des pratiques plus durables dans la conception et l'utilisation de l'IA. Cela comprend l'optimisation des algorithmes pour réduire la puissance de calcul nécessaire, l'utilisation de sources d'énergie renouvelables pour alimenter les centres de données et l'adoption de normes industrielles qui favorisent l'efficacité énergétique. De plus, il est important de considérer l'impact environnemental dans l'évaluation globale de l'utilité et de la valeur des projets d'IA. Cela implique d'évaluer les avantages des applications d'IA par rapport à leur coût environnemental et de rechercher des alternatives moins gourmandes en ressources lorsque c'est possible. Par exemple, dans certains cas, il peut être préférable d'utiliser des modèles d'IA moins complexes mais plus économes en énergie, surtout si l'amélioration des performances apportée par des modèles plus avancés est marginale pour l'application visée. C'est le cas du modèle d'IA LLaMA2 développé par Meta, qui se distingue par ses capacités de sobriété. Sa conception demande un entraînement moins énergivore et permet de réaliser des tâches complexes avec moins de calculs, ce qui diminue la consommation énergétique du modèle. L'adaptabilité du modèle à une large gamme de matériels, y compris ceux moins performants, facilite l'accès à la technologie tout en minimisant son impact environnemental. Malgré une taille réduite, LLaMA2 conserve une haute qualité de génération de texte, démontrant ainsi que des modèles plus compacts peuvent être efficaces et performants.

L'impact environnemental de l'IA n'est pas seulement une question technique ; c'est un enjeu éthique qui demande que les développeurs, les entreprises et les régulateurs prennent des décisions responsables concernant l'utilisation de cette technologie. En promouvant une approche plus durable de l'IA, il est possible de tirer parti de ses avantages tout en minimisant son empreinte écologique, contribuant ainsi à la transition vers une économie numérique respectant les Accords de Paris.

2.4.6. Enjeux de souveraineté nationale

Les enjeux de souveraineté nationale liés au développement et à l'usage de l'Intelligence Artificielle (IA) sont devenus des sujets de préoccupation majeurs pour les gouvernements du monde entier. Ces enjeux touchent à la capacité des États à contrôler et réguler les technologies d'IA qui influencent leur économie, leur sécurité et le bien-être de leurs citoyens. La manière dont différents pays abordent la régulation de l'IA reflète leurs priorités stratégiques, leurs valeurs éthiques et leur vision du rôle de l'IA dans la société.

L'Union Européenne (UE) se distingue par une approche proactive et réglementée du développement de l'IA, avec la proposition de l'IA Act européen²². Ce cadre réglementaire vise à établir des normes éthiques et des exigences de sécurité pour les systèmes d'IA, en mettant l'accent sur la transparence, la responsabilité et la protection des droits fondamentaux. L'IA Act est conçu pour garantir que les applications d'IA soient développées et utilisées de manière éthique et sûre, reflétant les valeurs de l'UE en matière de droits de l'homme et de protection de la vie privée.

²¹ Bill Tomlinson, Rebecca W. Black, Donald J. Patterson, Andrew W. Torrance, The Carbon Emissions of Writing and Illustrating , 2023, <https://arxiv.org/pdf/2303.06219.pdf>

²² European Union - Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonized rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain union legislative acts 2021/0106(COD) 21-01-2024.

En complément à l'approche proactive de l'Union européenne avec l'IA Act européen, l'arrivée récente de la norme ISO/IEC 42001 marque une étape importante dans la standardisation internationale des pratiques de gouvernance de l'Intelligence Artificielle. Cette norme établit des lignes directrices pour les systèmes de management de l'éthique de l'IA, et couvre des aspects tels que la transparence, la responsabilité, la robustesse et la sécurité des systèmes d'IA, tout en mettant un accent particulier sur le respect de la vie privée et la protection des données personnelles²³. L'introduction de cette norme offre aux entreprises et aux organisations un guide pour aligner leurs pratiques d'IA sur des principes éthiques universels, et souligne l'importance d'une approche globale et coordonnée pour réguler l'IA, reconnaissant que les défis posés par ces technologies dépassent les frontières nationales.

À l'opposé, d'autres puissances mondiales comme les États-Unis et la Chine adoptent des approches différentes. Aux États-Unis, l'approche réglementaire de l'Intelligence Artificielle tend à être moins contraignante, privilégiant l'innovation et le leadership technologique principalement portés par le secteur privé. La régulation,

lorsqu'elle est appliquée, cible souvent des domaines spécifiques ou des problématiques précises, reflétant une préférence pour un environnement propice à l'entrepreneuriat et à l'avancement technologique sans entraves majeures. Malgré le support des États-Unis dans la création de la norme ISO/IEC 42001:2023, Sam Altman, PDG d'OpenAI, a exprimé à plusieurs reprises sa préoccupation concernant le manque de régulation aux États-Unis et les possibles dérives éthiques de l'IA, l'accroissement des risques de cyberattaques offensives et le risque de désinformation : « les programmes d'IA génératives peuvent notamment être utilisés pour propager des fake news »²⁴. L'entreprise américaine News Guard a développé une plateforme pour analyser la fiabilité des sites web d'information, et a détecté en 2023 pas moins de 498 sites internet de fausses nouvelles générées par l'IA, des sites fonctionnant avec peu, voire pas du tout, de surveillance humaine²⁵.

En Chine, le gouvernement poursuit une stratégie ambitieuse pour dominer le domaine de l'IA d'ici 2030, avec un soutien significatif au développement et à l'application de l'IA dans divers secteurs, y compris la surveillance et le contrôle social²⁶. Cette démarche soulève des inquiétudes concernant les implications pour la surveillance de masse et les droits individuels, illustrant comment l'IA peut être employée pour renforcer les capacités de surveillance et de contrôle de l'État.

Ces différences d'approches révèlent des divergences dans la perception des risques et des opportunités liés à l'IA, ainsi que dans les priorités politiques et éthiques. Elles soulèvent également des questions de souveraineté nationale, car la capacité à réguler et contrôler l'IA peut affecter l'équilibre des pouvoirs économiques et géopolitiques à l'échelle mondiale.

« Le référentiel est conçu pour s'adapter aux futures exigences réglementaires, quel que soit le pays. C'est la force du système de management, qui encadre sans brider »

Paul HOUZÉ, en charge de la normalisation chez Microsoft et membre de la commission de normalisation française pilotée par AFNOR

²³ Norme ISO/IEC 42001:2023, AFNOR, 2023

²⁴ « OpenAI CEO Sam Altman says AI will reshape society, acknowledges risks: "A little bit scared of this" », ABC News, 16 mars 2023.

²⁵ NewsGuard, « Tracking AI-enabled Misinformation », 2023. Consultable sur <https://www.newsguardtech.com/special-reports/ai-tracking-center/>

²⁶ Roberts, H., Cows, J., Morley, J., Taddeo, M., Wang, V., & Floridi, L. (2021). The Chinese approach to artificial intelligence: an analysis of policy, ethics, and regulation. *AI & society*, 36, 59-77.

2.5. Ecosystème de l'Intelligence Artificielle

L'écosystème de l'Intelligence Artificielle couvre une grande variété d'acteurs qui contribuent au développement de ces technologies à différents points de la chaîne de valeur.

Universités et centres de recherche

Les institutions académiques jouent un rôle clé dans la recherche et le développement de nouvelles avancées en Intelligence Artificielle. De nombreux partenariats de financement existent entre ces centres de recherche et les autres acteurs de l'écosystème, constamment à la recherche de nouveaux cas d'usages ou de gains de performances sur les solutions existantes. Dans cette catégorie d'acteurs, les noms de l'Université Paris-Saclay, du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), le Centre de Recherche en Informatique (CRI) de MINES ParisTech, l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), ou encore du Massachusetts Institute of Technology (MIT) ou de Stanford University sont très souvent cités pour leur impact international sur l'écosystème.

Piliers technologiques de l'IA

Au cœur de l'écosystème IA mondial, des entreprises soutiennent l'infrastructure globale de l'IA, participant à la recherche, offrant des plateformes de développement, des outils et des services essentiels aux autres membres de l'écosystème et aux utilisateurs finaux. Ces entreprises, comme Google (BARD, Google Cloud AI), Microsoft (Azure AI), OpenAI (ChatGPT), IBM (Watson), Amazon Web Services (AWS AI), contribuent également à façonner les politiques publiques, les normes éthiques et les meilleures pratiques autour de l'utilisation de l'IA. Ces acteurs hybrides allient la recherche avancée et le développement de produits, et ont un impact significatif sur l'avancement et l'application de l'IA dans le monde réel.

Startups spécialisées en IA

De nombreuses startups se concentrent exclusivement sur le développement de solutions basées sur l'Intelligence Artificielle, souvent en se spécialisant dans des domaines spécifiques tels que la vision par ordinateur, le traitement du langage naturel ou la reconnaissance d'images. Zaion, Golem.ai, ou dydu sont des exemples de startups spécialisées en IA, et qui se concentrent notamment sur des applications dans les périmètres des métiers représentés par Atlas.

Organisations open source

Les organisations open source mettent gratuitement à disposition de l'écosystème des outils et des bibliothèques qui facilitent le développement d'applications d'IA. Tandis que certaines sont indépendantes, comme scikit-learn, Apache MXNet, Keras, ONNX ou Mistral.ai, d'autres sont des projets lancés par des piliers technologiques de l'écosystème, comme TensorFlow (Google) ou PyTorch (Meta). Les startups et les entreprises utilisent ces bibliothèques open source pour accélérer le développement de leurs applications d'IA sans avoir à créer des solutions à partir de zéro. L'IGN met par exemple à disposition publiquement de nombreuses bases, comme LiDAR HD (cartographie 3D du sol et sursol de France), à disposition des ingénieurs et géomètres.

Éditeurs logiciels métiers

Les éditeurs de logiciels ERP, ou de suites logicielles spécialisées par métier, soutenus par les acteurs précédemment cités, sont en mesure de mettre à disposition de leurs utilisateurs des fonctionnalités basées sur l'IA, directement dans leurs produits. Cette intégration se fait souvent sans besoin d'adaptation pour l'utilisateur qui utilise l'IA sur un cas métier choisi par l'éditeur, directement dans le logiciel métier. C'est le cas par exemple d'Autocad qui met à disposition son service AutoDesk AI, spécialisé sur la réalisation d'une dizaine d'applications dans les métiers de l'ingénierie. Les utilisateurs d'Autocad découvrent ainsi des fonctionnalités d'IA sans sortir de leur environnement de travail habituel.

Entreprises

En dehors de l'utilisation de l'IA par leurs collaborateurs, les entreprises peuvent avoir des rôles variés dans l'écosystème. Certaines financent des centres de recherches et des universités ou accompagnent des startups dans des incubateurs spécialisés sur l'IA. C'est le cas par exemple avec Orange (Orange Fab), BNP Paribas (partenariat avec Plug and Play Tech Center) ou la Caisse des Dépôts (LaBChain). Certaines entreprises peuvent également acquérir des startups spécialisées en IA pour intégrer des compétences spécifiques dans leurs produits ou services. C'est le cas de Renault qui a annoncé en 2017 l'acquisition de Intel's French Embedded Software R&D, une startup interne d'Intel spécialisée dans les technologies de voiture autonome et l'IA.

Utilisatrices et utilisateurs de l'IA

Qu'ils soient indépendants ou intégrés dans des entreprises proposant des solutions d'IA à leurs salariés, les utilisateurs et utilisatrices de l'IA jouent un rôle crucial. Ces acteurs ne se contentent pas simplement d'utiliser l'IA ; ils participent activement à son évolution et à son amélioration. En interagissant avec les systèmes d'IA, ils génèrent des données précieuses et des retours d'expérience qui alimentent le cycle de développement et d'amélioration continue des technologies d'IA.

Un exemple emblématique de la contribution des utilisateurs à l'amélioration de l'IA est le système de captchas. Originellement conçus comme un moyen de sécurité pour distinguer les utilisateurs humains des bots automatisés, les captchas ont évolué pour intégrer des tâches de reconnaissance d'images ou de texte, aidant ainsi indirectement à l'entraînement des systèmes d'IA dans la reconnaissance d'objets. Chaque fois qu'un utilisateur résout un captcha en identifiant des images de feux de circulation, par exemple, il fournit aux systèmes d'IA des données étiquetées qui améliorent leur capacité à reconnaître ces objets dans d'autres contextes.

Les retours des utilisateurs, qu'ils soient collectés de manière explicite à travers des enquêtes et des feedbacks ou implicitement via leur interaction avec les technologies, sont essentiels pour identifier les lacunes, les biais et les opportunités d'amélioration des systèmes d'IA. Ces informations permettent aux chercheurs et aux développeurs de peaufiner les algorithmes, d'ajuster les modèles et de concevoir des solutions qui répondent mieux aux besoins et attentes réels des utilisateurs. En somme, les utilisateurs finaux sont bien plus que de simples bénéficiaires des avancées en IA ; ils sont des partenaires actifs dans l'évolution de cette technologie.

Fabricants de semi-conducteurs

Leur rôle dans l'écosystème est crucial face à l'augmentation de la demande en composants pour les systèmes d'IA et la crise d'approvisionnement en semi-conducteurs déjà existante. Ces fabricants

jouent un rôle central dans l'avancement des technologies nécessaires aux applications d'IA, en développant des puces spécialisées et en assurant la disponibilité des composants critiques. Par conséquent, de très nombreuses collaborations existent entre les centres de recherche, les entreprises technologiques, les startups spécialisées et les fabricants de semi-conducteurs pour garantir l'innovation dans l'écosystème de l'IA, tout en optimisant les chaînes d'approvisionnement pour surmonter les défis actuels et futurs.

Régulateurs

Les régulateurs sont cruciaux dans l'écosystème de l'IA, établissant des normes légales et éthiques pour un développement et une utilisation responsable de l'IA. Ils visent à protéger les droits individuels, assurer la sécurité et la fiabilité des systèmes, promouvoir l'équité, et prévenir les risques de discrimination, tout en encourageant l'innovation. Leur rôle permet d'équilibrer les bénéfices de l'IA avec la protection du bien public, assurant un progrès technologique juste et sécurisé. L'initiative européenne de l'IA Act en est un exemple, décrite précédemment dans ce document.

L'écosystème de l'Intelligence Artificielle se caractérise par sa grande envergure, sa densité et la diversité de ses acteurs, allant des entreprises innovantes en IA et fabricants de semi-conducteurs aux chercheurs et régulateurs. Ce paysage est marqué par de multiples défis, qu'ils soient techniques, sociaux, éthiques, ou liés à l'approvisionnement en composants, reflétant la rapidité de son évolution et son dynamisme constant. L'interaction croissante entre ces différents acteurs est cruciale pour le progrès continu de l'IA, promettant des avancées significatives dans la manière dont nous développons, déployons, et régulons cette technologie. Dans ce contexte, le rôle des régulateurs s'avère déterminant pour l'avenir de l'IA, assurant un développement responsable et éthique, tout en facilitant l'innovation. Leur action est essentielle pour équilibrer les bénéfices de l'IA avec les impératifs de protection et d'équité, garantissant ainsi que l'écosystème de l'IA continue de prospérer de manière bénéfique pour la société dans son ensemble.

2.6. Tendances et macro-impacts dans les secteurs clés d'Atlas

Dans cette partie, les développements récents et les perspectives d'avenir de l'IA des secteurs Atlas sont explorés, en mettant en lumière les initiatives lancées dans ces secteurs et les opportunités d'utilisation de l'IA qui se présentent. Cette analyse permet de mieux comprendre les implications de l'IA pour les entreprises et les individus dans chacun des secteurs du périmètre d'Atlas.

2.6.1. Secteur de l'Assurance

Dans le secteur de l'assurance, l'intégration de l'Intelligence Artificielle transforme à la fois les opérations internes et l'expérience client. L'IA y est exploitée pour personnaliser les produits d'assurance, optimiser les processus de souscription et de gestion des sinistres, et améliorer la prévention des risques et la détection de la fraude.

Les sociétés d'assurance utilisent des IA avancées pour analyser d'énormes volumes de données issues de diverses sources, y compris les données comportementales et contextuelles, afin de modéliser les risques avec une précision sans précédent. Par exemple, des agents généraux d'assurance emploient des systèmes d'IA pour personnaliser les polices d'assurance, tandis que des sociétés d'assurance et de réassurance les utilisent pour évaluer les risques de manière plus sophistiquée et dynamique.

Des entreprises du secteur intègrent l'Intelligence Artificielle dans leurs opérations. Axa utilise notamment l'IA Axa Secure GPT pour fournir à ses collaborateurs une plateforme utile pour de nombreux cas d'usages, dont l'automatisation des processus et l'amélioration de l'expérience client. Lemonade, par exemple, utilise un chatbot basé sur l'IA pour accélérer les processus de gestion des réclamations et de souscription d'assurance, ce qui se traduit par des économies substantielles et une amélioration notable de l'expérience client. Allianz utilise l'IA pour affiner l'évaluation des risques et la tarification personnalisée, apportant ainsi une précision accrue dans la détermination des cotisations. De son côté, Zurich Insurance Group a mis en place des solutions d'IA pour améliorer la détection des fraudes, analysant de vastes ensembles de données de réclamations pour identifier les schémas inhabituels. Ces initiatives démontrent comment l'IA peut transformer les données non structurées et complexes en informations précieuses, accélérant et améliorant ainsi les processus d'évaluation dans l'ensemble du secteur de l'assurance. Axa Groupe et EuropAssistance utilisent la plateforme développée par Zaion, spécialisée dans les solutions de callbots et de chatbots IA pour améliorer l'expérience client. Un callbot peut interagir en temps réel pendant un appel avec un client pour répondre à ses questions, proposer des services, rediriger vers un conseiller. De nombreux acteurs comme le Crédit Agricole, la Société Générale, la MACIF, la MAAF, EY, et Allianz ont mené des expérimentations sur la plateforme InboxCare de Golem.ai, qui propose une Intelligence Artificielle non supervisée pour l'analyse de texte et la compréhension naturelle du langage, notamment spécialisée sur les métiers de l'Assurance. La solution permet de traiter automatiquement les demandes des assurés (souscription, réclamations, expertises, etc.).

Les impacts de l'utilisation de l'IA dans le secteur de l'assurance sont considérables :

- Personnalisation accrue : les produits d'assurance peuvent être adaptés aux besoins individuels des clients, améliorant ainsi leur satisfaction et leur fidélité.
- Efficacité opérationnelle : l'automatisation des processus répétitifs et la rapidité de traitement des réclamations réduisent les coûts opérationnels.
- Prévention des fraudes : les systèmes d'IA peuvent identifier des schémas complexes et inhabituels dans les données pour signaler les activités suspectes.
- Gestion des risques : l'IA permet une meilleure modélisation des risques et conduit à une tarification plus précise et à une souscription plus stratégique.
- Expérience client : des processus simplifiés et une communication plus intuitive grâce aux chatbots faisant appel à de l'IA améliorent l'interaction client.

Ces tendances indiquent que l'IA est un catalyseur de changement stratégique dans le secteur de l'assurance, non seulement en termes d'efficacité opérationnelle, mais aussi en redéfinissant la manière dont les services d'assurance sont conçus, vendus et gérés.

2.6.2. Secteurs de la Banque et de la Finance

Dans le secteur de la Banque et de la Finance, l'intégration de l'Intelligence Artificielle est en train de redéfinir le paysage des services financiers. Les applications de l'IA dans ce domaine sont diverses et ont un impact significatif sur la manière dont les services sont délivrés et gérés.

L'utilisation de l'IA dans les banques se concentre sur l'amélioration de l'expérience client, l'optimisation des processus opérationnels, et la gestion des risques. Les technologies d'IA permettent une analyse en profondeur des données des clients pour offrir des services personnalisés, des recommandations de produits, et un support client via des chatbots intelligents.

Dans le secteur de la banque et de la finance, des institutions de premier plan tirent parti de l'Intelligence Artificielle pour révolutionner leurs opérations et services. La Société Générale utilise par exemple l'IA dans divers scénarios pour environ 170 cas d'usages²⁷, tels que la lutte contre la fraude, la gestion des risques, la création de nouvelles activités et l'amélioration de l'expérience client. JPMorgan Chase, avec sa plateforme COIN basée sur l'IA, automatise l'analyse de documents juridiques et financiers, améliorant ainsi l'efficacité et réduisant les erreurs dans l'interprétation des contrats. HSBC a adopté des chatbots IA pour fournir un service client automatisé, améliorant l'expérience utilisateur et facilitant les opérations bancaires courantes. La Société Générale utilise la plateforme dydu pour l'amélioration du parcours client grâce à l'utilisation de chatbots et callbots multi-canaux, rendus possibles grâce à la compréhension du langage naturel et l'utilisation de l'IA générative. De son côté, Goldman Sachs utilise des bots de trading basés sur l'IA pour analyser de vastes ensembles de données de marché, permettant des transactions à haute fréquence et aidant à identifier les tendances du marché pour la prise de décision d'investissement. BNP Paribas expérimente les solutions proposées par Golem.ai pour réduire la longueur des parcours client, personnaliser les communications, et mieux comprendre les comportements des consommateurs.

Les principaux cas d'utilisation de l'IA dans le secteur bancaire et financier comprennent :

- La personnalisation du service client : utilisation de l'IA pour fournir des conseils financiers personnalisés et des recommandations de produits basées sur le comportement et les besoins des clients.
- L'automatisation des processus : réduction des coûts opérationnels et amélioration de l'efficacité grâce à l'automatisation des processus administratifs et des transactions répétitives.
- La gestion des risques et de la conformité : amélioration de la capacité à évaluer le risque de crédit et à surveiller les transactions pour la détection de la fraude et le respect de la réglementation.
- Du trading algorithmique : sur les marchés financiers, l'utilisation d'algorithmes basés sur l'IA pour effectuer des transactions à grande vitesse, basées sur des modèles prédictifs.
- Un renforcement de la sécurité : utilisation de systèmes intelligents pour la reconnaissance biométrique et la vérification de l'identité, renforçant ainsi la sécurité des comptes clients.

Ces tendances montrent que l'IA est devenue un outil essentiel pour la transformation numérique dans le secteur bancaire et financier, offrant non seulement des améliorations en termes d'efficacité et de

²⁷ Société Générale, "DÉPLOIEMENT DE LA DATA ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : NOS CAS D'USAGE EMBLÉMATIQUES", 2023, <https://www.societegenerale.com/sites/default/files/documents/2023-05/sg-deploiement-de-la-data-et-de-l-intelligence-artificielle.pdf>

coûts, mais aussi en redéfinissant la manière dont les services financiers sont conçus et fournis aux clients.

2.6.3. Secteur du Conseil

Dans le domaine du conseil, notamment dans les bureaux d'études techniques et les métiers de l'ingénierie, l'intégration de l'Intelligence Artificielle transforme la manière de fournir des conseils et d'effectuer des analyses techniques.

L'application de l'IA dans ces domaines est centrée sur l'amélioration de l'analyse des données, l'optimisation des processus de conception et la personnalisation des recommandations. Les technologies d'IA permettent aux consultants et ingénieurs de traiter et d'analyser d'importantes quantités de données, y compris des données complexes ou non structurées, pour identifier des tendances, effectuer des prédictions précises et formuler des stratégies efficaces.

Les cabinets de conseil et les entreprises d'ingénierie intègrent activement l'Intelligence Artificielle pour révolutionner leurs approches et processus. BNP Paribas Real Estate utilise le système innovant de surveillance et de gestion en temps réel du risque hydrologique pour l'alerte de crue, le monitoring des ressources en eaux et l'hydrologie urbaine, développé par Synapse Développement. Ce système basé sur l'IA et de puissantes capacités d'analyse sémantique permet d'extraire de grandes quantités de données depuis plusieurs sources pour fournir des résumés pertinents et améliorer la prise de décision. AECOM utilise l'IA pour analyser des données environnementales, apportant une dimension supplémentaire dans la planification et la gestion de projets d'infrastructure. McKinsey emploie l'IA Lilli pour l'accès et la gestion des connaissances au sein de l'entreprise, afin de fournir à ses collaborateurs des synthèses documentaires, des recommandations d'experts et des capacités d'identification de contenu pertinent. De son côté, Arup emploie des techniques d'apprentissage profond pour optimiser la conception de structures en termes d'efficacité énergétique et de durabilité, démontrant l'efficacité de l'IA dans la résolution de défis complexes en ingénierie. Bechtel, quant à elle, utilise des outils d'analyse prédictive basés sur l'IA pour améliorer la gestion de ses projets, en identifiant les risques potentiels et en optimisant les ressources. Ces cas illustrent l'impact significatif de l'IA dans le conseil et l'ingénierie, où elle est utilisée non seulement pour accélérer la prise de décision dans des projets complexes mais aussi pour innover dans la conception et la gestion de projet.

Les cas d'utilisation de l'IA dans le secteur du conseil incluent notamment :

- Réinvention de la gestion des connaissances (Knowledge Management) : l'IA permet l'extraction et la classification de grands ensembles de connaissances, mais aussi la recherche facilitée et accompagnée par les assistants virtuels.
- Amélioration de l'analyse de données : l'IA permet de gérer et d'interpréter de grands ensembles de données, fournissant des analyses plus précises pour la prise de décision.
- Assistant pour les tâches de programmation : l'IA accompagne les développeurs dans la programmation en proposant des lignes de code ou des fonctions complètes, mais aussi dans la programmation des tests et la documentation du code.
- Optimisation des processus : les outils d'IA peuvent automatiser des tâches répétitives et analyser des variables complexes, améliorant ainsi l'efficacité des projets.
- Innovation dans la conception : dans les métiers d'ingénierie, l'IA facilite la conception de solutions innovantes, en permettant par exemple la simulation d'environnements et le test de scénarios sous contraintes en amont de la mise en œuvre réelle.

Ainsi, dans le secteur du conseil, l'IA ne se contente pas d'améliorer l'efficacité opérationnelle ; elle ouvre également la voie à des niveaux de services plus sophistiqués, basés sur une compréhension approfondie et une analyse précise, redéfinissant ainsi la valeur et l'impact du conseil dans divers domaines.

2.6.4. Secteur de l'Expertise comptable et du Commissariat aux comptes

Dans le domaine de l'expertise comptable et du commissariat aux comptes, l'intégration de l'Intelligence Artificielle est en train de transformer de manière significative les pratiques et les méthodologies de travail. L'IA dans ces domaines se concentre sur l'automatisation des tâches comptables, l'amélioration de l'analyse financière et la facilitation de l'audit et du contrôle des comptes.

Les technologies d'IA permettent aux experts-comptables et aux commissaires aux comptes d'analyser rapidement de vastes volumes de données financières, d'identifier des anomalies ou des irrégularités, et de fournir des analyses plus approfondies pour la prise de décision. Des cabinets de renom comme Deloitte, KPMG, et PwC sont à la pointe de l'intégration de l'Intelligence Artificielle pour renforcer leurs capacités d'audit et de comptabilité. L'utilisation de l'IA par ces firmes permet une analyse plus approfondie et précise des données financières de leurs clients, améliorant ainsi significativement la qualité et l'efficacité de leurs services. KPMG, en collaboration avec IBM Watson, utilise l'IA pour analyser de vastes volumes de données financières, facilitant la détection d'anomalies et l'identification de pistes pour l'audit. Deloitte, intègre des outils d'analyse prédictive basés sur l'IA dans ses audits, permettant de prédire les zones à risque et d'optimiser les processus d'audit. PwC utilise les capacités de l'IA pour faciliter l'examen des informations contenues dans les états financiers, et pour alimenter les auditeurs avec des prédictions de revenus des clients en soutien aux procédures d'audit.

Les impacts de l'utilisation de l'IA dans l'expertise comptable et le commissariat aux comptes incluent notamment :

- Automatisation des processus comptables : l'IA permet d'automatiser des tâches répétitives telles que la saisie des données, la réconciliation des comptes, et la préparation des états financiers, libérant ainsi du temps pour des tâches à plus forte valeur ajoutée.
- Analyse financière améliorée : les outils d'IA fournissent des analyses plus précises et détaillées, aidant à identifier les tendances, les risques et les opportunités dans les données financières.
- Efficacité accrue dans les audits : l'IA permet une analyse plus exhaustive des ensembles de données comptables, améliorant la qualité et l'efficacité des audits.
- Détection des fraudes : les systèmes d'IA peuvent identifier des schémas inhabituels et des anomalies, contribuant ainsi à une meilleure détection des fraudes et des erreurs comptables.
- Conseil stratégique : avec l'IA, les experts-comptables peuvent offrir des conseils plus stratégiques et personnalisés, en s'appuyant sur des analyses approfondies et des prévisions financières.

En résumé, l'IA transforme les métiers de l'expertise comptable et du commissariat aux comptes, en apportant des gains d'efficacité significatifs et en permettant aux professionnels de se concentrer sur des aspects plus stratégiques et consultatifs de leur métier. Cette transformation marque un tournant dans la façon dont les services comptables et d'audit sont fournis et valorisés.

2.6.5. Applications transverses de l'Intelligence Artificielle

En dehors des applications précédemment citées, d'autres cas d'utilisation de l'Intelligence Artificielle sont transverses aux différents secteurs d'Atlas, comme les ressources humaines, les achats ou la gestion des connaissances.

L'Intelligence Artificielle trouve une application particulièrement pertinente dans la fonction des **Ressources Humaines** (RH) pour plusieurs raisons essentielles, qui découlent tant de la nature des tâches RH que des capacités uniques de l'IA. De très nombreuses entreprises ont déjà intégré l'IA dans les fonctions RH, comme HSBC et EY, qui l'utilisent pour automatiser le tri des candidatures et aider à la présélection des candidats, optimisant ainsi le processus de recrutement. Ces entreprises se sont notamment concentrées sur l'élimination des biais dans la sélection des candidats. D'autres applications concernent l'identification des besoins de formation et de développement professionnel pour les salariés (Deloitte, Axa, Siemens), mais aussi la création d'outils spécialisés dans l'accompagnement de carrière, comme c'est le cas d'IBM et du Watson Career Coach, un assistant de carrière alimenté par l'IA ayant pour objectif de guider les employés dans leur développement professionnel, tout au long de leur carrière.

Dans le domaine des **Achats**, la Caisse d'Épargne CEPAC utilise la plateforme Silex pour accélérer son processus de sourcing, augmenter la taille de son panel fournisseurs, et réduire ses coûts d'achats, sur de multiples catégories d'achats.

Pour l'**analyse documentaire intelligente et la gestion des connaissances**, le Crédit Agricole, Allianz et AG2R La Mondiale utilisent la solution reciTAL pour automatiser la recherche, la capture, la catégorisation et le traitement documentaire sur une variété de processus liés aux fonctions support. Des solutions similaires existent, comme DocAxess, qu'Axa utilise pour la gestion des connaissances.

3. PERSPECTIVES DE TRANSFORMATION POUR LES METIERS ATLAS

3.1. Rappels méthodologiques

3.1.1. Qualification impacts

La qualification des impacts de l'IA a été réalisée à la maille des compétences métiers, sur la base du référentiel ROME²⁸ (France Travail), référentiel offrant le plus grand détail de compétences (savoirs, savoir-faire, savoir-être) par métier.

L'étude assure une correspondance entre les Méta-métiers du référentiel Atlas, représentant un ensemble de métiers Atlas, eux-mêmes reliés à un ou plusieurs codes ROME. Du code ROME, la fiche métier renseignée par France Travail permet d'identifier les compétences associées à ce métier. Cette même fiche renseigne également les codes ROME des métiers de mobilité proche et de mobilité d'évolution.

Au sein du périmètre Atlas, 115 Méta-métiers ont été analysés à travers 128 codes ROME, pour un total de 6834 compétences.

Chacune de ces 6834 compétences a été analysée pour évaluer le niveau d'impact de l'IA sur celle-ci. Pour cela, il a été revu et analysé collectivement :

- La classification de la compétence : description, classification du référentiel, typologie (savoirs, savoir-faire, savoir-être), métier(s) concerné(s).
- Les cas d'usages déjà déployés ou testés au sein du périmètre Atlas et impactant cette compétence.
- La comparaison entre les capacités actuelles de l'IA et le type de tâche réalisée par l'humain sur cette compétence.

Dans un second temps, l'analyse a été complétée avec une déclinaison de la gradation des compétences par méta-métier, pour refléter des différences d'impact qui peuvent exister selon le métier dans lequel la compétence est utilisée. Grâce à cette méthode, des compétences équivalentes peuvent avoir des niveaux d'impacts différents, par exemple sur les métiers où la prise de décision est uniquement basée sur de la donnée quantitative.

²⁸ France TRAVAIL, « Le ROME et les fiches métiers », <https://www.francetravail.fr/employeur/vos-recrutements/le-rome-et-les-fiches-metiers.html>

Cette gradation prend la forme d'une échelle à 5 niveaux :

1. Impact négligeable : l'Intelligence Artificielle a un **impact minime** sur les compétences. Elle peut fournir des suggestions ou des informations basiques.
2. Impact léger : l'Intelligence Artificielle apporte des **améliorations mineures** aux compétences. Elle peut automatiser certaines tâches simples ou fournir des idées supplémentaires.
3. Impact modéré : l'Intelligence Artificielle a un **impact significatif**. Elle peut aider à résoudre des problèmes complexes, générer du contenu et a le potentiel d'accélérer les processus.
4. Impact important : bien qu'elle ne remplace pas la maîtrise humaine de la compétence, l'Intelligence Artificielle transforme fortement cette compétence, en **permettant des avancées importantes** dans la réalisation des tâches concernées.
5. Impact majeur : bien qu'elle ne remplace pas la maîtrise humaine de la compétence, l'Intelligence Artificielle révolutionne cette compétence en **dépassant largement les capacités humaines**, redéfinissant les limites actuelles de la compétence et ouvrant de nouvelles perspectives.

Enfin, la gradation d'impact a été retranscrite au niveau du Méta-métier Atlas, en recoupant les différents niveaux d'analyse (des compétences aux métiers du référentiel ROME, aux métiers et Méta-métiers du référentiel Atlas). Pour les Méta-métiers Atlas faisant référence à plusieurs codes ROME, et donc plusieurs niveaux de gradation d'impact de l'IA sur les compétences du métier ROME, l'analyse a été consolidée en calculant la moyenne de l'ensemble des ROME compris dans le Méta-métier Atlas.

Les résultats de l'analyse d'impact au niveau du Méta-métier ont permis de classer les méta-métiers selon plusieurs catégories, impactées différemment par l'Intelligence Artificielle. Ces catégories sont les suivantes :

- **Méta-métier non impacté ou de manière négligeable** : dont les activités sont très faiblement ou non impactées.
- **Méta-métier en évolution** : dont les activités sont **faiblement ou modérément** impactées par le développement des technologies d'Intelligence Artificielle, et entraînant un besoin d'adaptation des pratiques de travail pour tirer parti des capacités d'augmentation/simplification offertes par les technologies d'IA
- **Méta-métier en forte transformation** : dont les activités sont **fortement** impactées par le développement des technologies d'Intelligence Artificielle, et entraînant un potentiel besoin de réallocation du temps de travail et de projection vers de nouvelles activités.
- **Méta-métier émergent** : mobilisent des **compétences existantes utilisables ou valorisables** ou de **nouvelles compétences** développées spécifiquement pour accompagner le déploiement des technologies d'IA (création, facilitation).

Afin d'approfondir la gradation d'impact de l'IA sur les Méta-métiers et offrir une seconde clé de lecture de l'analyse, un indice de facilité d'implémentation des systèmes d'IA a été donné à chaque Méta-métier du référentiel Atlas. Cet indice de facilité d'implémentation communique sur la facilité à mettre en place des systèmes d'Intelligence Artificielle, selon le ou les types de systèmes d'IA privilégié et leur potentielle complexité, le type de données sources et le type de données de sortie.

Bien que l'analyse apporte un niveau de détail extrêmement précis de l'impact de l'Intelligence artificielle sur les compétences (entre 30 et 134 compétences analysées par Méta-métier), cette méthode présente également plusieurs limites.

- À la maille de la compétence, le niveau d'impact évalué est déterminé indépendamment du niveau de qualification de la personne qui l'exerce.
- Dans la consolidation des scores d'impacts à la maille du Méta-métier, le même poids est attribué à chaque compétence.
- Au sein des Méta-métiers Atlas faisant référence à plusieurs typologies de métiers du référentiel ROME, aucune pondération n'a été prise en compte entre les métiers « cœur » et « périphériques » de la branche. La consolidation des gradations d'impact est une moyenne des scores des métiers du référentiel ROME.
- La qualification des impacts est réalisée sur la base de l'état actuel des développements et de la recherche en Intelligence Artificielle, ainsi que des perspectives confirmées d'évolution des technologies à la connaissance de l'équipe d'analyse.

3.1.2. Cartographie écosystème de formations et certifications IA

La cartographie de l'écosystème de formations et certifications IA est principalement basée sur deux types de sources :

- Les bases de données publiques françaises en accès open source²⁹
- Les données de sites spécialisés

Le recensement des formations est basé sur le répertoire Onisep des formations initiales³⁰ et la consolidation des formations IA réalisée par la revue spécialisée ActuIA³¹. Le recensement des certifications est basé sur le répertoire national des certifications³² RNCP / RS et le référentiel Certif Info³³.

L'identification et l'extraction des données liées à l'IA ont été réalisés sur la base d'une liste de mots clés. La liste, disponible en annexe, permet de réaliser des requêtes complémentaires au sein des bases de données formations actualisées en continu.

Les bases de données publiques permettent l'association entre des formations certifiées et des codes de classification génériques proposant différents niveaux de granularité.

- Le code du Répertoire National des Certifications Professionnelles (RNCP) permet d'identifier des diplômes, titres et autres certifications reconnues par l'Etat français. Le RNCP identifie une formation à la maille métier. Chaque certification répertoriée est associée à des informations détaillées sur son contenu, ses modalités d'obtention, son niveau de qualification etc.

²⁹ Plateforme data.gouv.fr, <https://www.data.gouv.fr/fr/>

³⁰ Répertoire ONISEP des formations initiales, données open source <https://opendata.onisep.fr/data/5fa591127f501/2-ideo-formations-initiales-en-france.htm>

³¹ ACTUIA, site de la revue éponyme, page dédiée au recensement des formations liées à l'Intelligence Artificielle, <https://www.etudes-intelligence-artificielle.com/formations>

³² Répertoire national des certifications professionnelles, <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/repertoire-national-des-certifications-professionnelles-et-repertoire-specifique/> \ | "/resources

³³ Référentiel CERTIF-INFO des certifications nationales, <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/referentiel-national-des-certifications/>

- Le code du Répertoire Spécifique (RS) est similaire au fonctionnement du RNCP, il identifie des formations certifiées par l'Etat français, la différence est que ces dernières ne couvrent pas le périmètre d'un métier mais plutôt d'une compétence spécifique.
- Le code du Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois (ROME) est un identifiant numérique renvoyant à une fiche métier (ex : développeur informatique) qui intègre des informations sur les missions, les activités ou les compétences.
- Le code FORMACODE permet d'identifier un groupe de métiers (ex : Programmation)
- Le code NSF permet d'identifier une spécialité de formation (ex : Informatique)

Bien que la cartographie assure une bonne représentativité de la pluralité des dimensions et des voies d'accès aux formations des professionnels de l'IA, plusieurs limites sont à considérer :

- Le recensement ne saurait être exhaustif : le champ de la formation évolue rapidement, particulièrement sur les enseignements liés aux nouvelles technologies.
- L'extraction des formations et certifications dans les bases de données open source ont été réalisées à partir d'une liste de mots clés, consultable en annexe.
- La cartographie des formations s'intéresse majoritairement aux parcours certifiants de niveau bac+5.
- Les formations courtes délivrées en format hybride sont peu représentées.

3.2. Impact sur les compétences

À la suite de la qualification des impacts de l'Intelligence Artificielle sur les compétences, celles notées comme les plus impactées (score d'impact « majeur ») sont issues des mêmes « catégories de capacités » de l'Intelligence Artificielle. Bien que les systèmes d'Intelligence Artificielle ne réalisent que des calculs, ceux-ci permettent au système de réaliser des tâches en « dépassant largement les capacités humaines », notamment sur les tâches de traitement de l'information :

- Analyser, résumer, traduire, retranscrire et rédiger des textes en langage naturel (multilingues), des données numériques ou du code informatique.
- Structurer, classer, catégoriser et synthétiser des informations : texte en langage naturel, données numériques, code informatique.

Pour autant, il convient de noter que ces capacités dépendent aussi du format d'ingestion des données par le système et de sa capacité à s'entraîner sur des données équivalentes afin de progresser dans la réalisation de la tâche. Les avantages apportés par les systèmes d'Intelligence Artificielle sur ces compétences sont notamment la capacité à traiter un volume gigantesque de données d'entrées en un temps record et la capacité à proposer les résultats dans des formats différents.

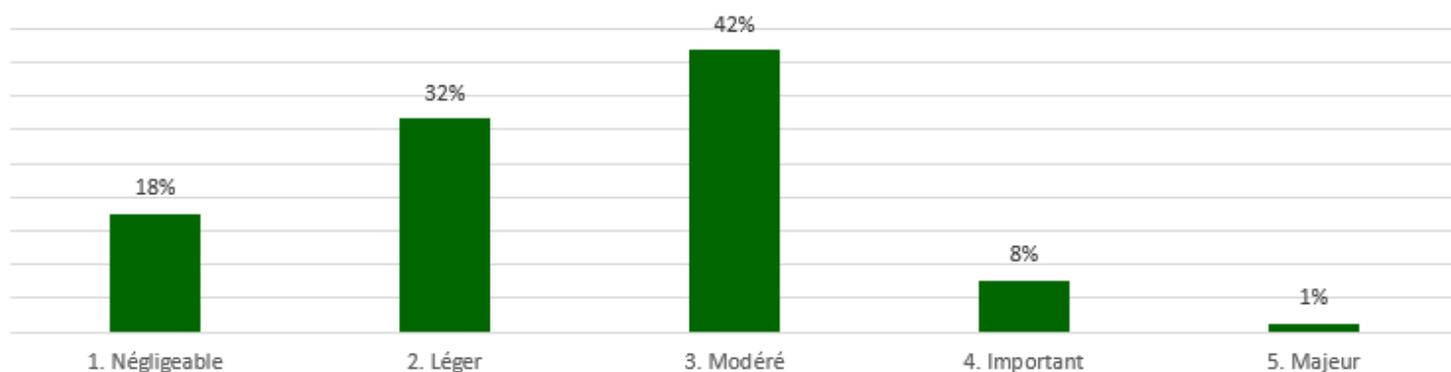
À l'opposé, les compétences les moins exposées à l'IA sont celles faisant appel à des traits humains relatifs à l'interaction humaine, à l'empathie et à la confiance, ainsi qu'aux décisions faisant appel à l'interprétation :

- Relationnel et empathie : accueillir et accompagner un humain, animer une activité.
- Interaction, interprétation et confiance : délivrer un diagnostic, un certificat ou une attestation.
- Travaux manuels spécialisés : effectuer une tâche impliquant une présence ainsi qu'une action physique.

- Interventions d'urgence et prises de décisions en situation critique.

Au global, la classification des 6834 compétences montre une répartition inégale des niveaux d'impacts de l'IA sur les compétences. Seules 9% des compétences (615 compétences) font l'objet d'un classement d'impact évalué comme « Important » (524 compétences) ou « Majeur » (91 compétences), tandis que près de la moitié des compétences (3364 compétences) sont classées comme impactées de façon légères ou négligeables par l'IA.

Figure 3 – Répartition du niveau d'impact évalué de l'IA sur les compétences



3.3. Impact sur les Méta-métiers

L'analyse menée, rapportée à la maille du Méta-métier Atlas, permet d'identifier ceux qui sont les plus susceptibles d'être impactés par l'Intelligence Artificielle, et de mesurer cet impact potentiel.

Table 1 – Impacts de l'IA sur les Méta-métiers

Mesure d'impact	Compétences	Méta-métiers concernés
Impact négligeable ou faible sur les compétences	<p>Accueillir et accompagner un humain, animer une activité en présentiel</p> <p>Délivrer un diagnostic, un certificat, une attestation</p> <p>Effectuer une tâche impliquant une présence et une action physique</p>	<p>Spécialiste environnement</p> <p>Spécialiste sûreté de fonctionnement nucléaire</p> <p>Responsable restauration</p> <p>Conseiller en gestion et organisation</p> <p>Responsable plateforme assurance</p> <p>Chauffeur</p> <p>Conseiller en gestion de patrimoine</p> <p>Spécialiste coaching</p> <p>Spécialiste évènementiel</p> <p>Spécialiste médical et médico-social</p>

		Spécialiste Hygiène Sécurité Environnement Spécialiste déconstruction - recyclage Chargé de recouvrement Chef d'équipe technique Spécialiste exploitation-maintenance
Impact majeur de l'IA sur les compétences	Analyser, résumer, traduire, retranscrire et rédiger des textes en langage naturel (multilingues), des données numériques ou du code informatique. Structurer, classer, catégoriser et synthétiser des informations : texte en langage naturel, données numériques, code informatique.	Traducteur Expert IA Data analyst Gestionnaire administratif / secrétariat Data scientist Chargé d'études Chef de produit Collaborateur comptable Assistant commercial Actuaire Enquêteur Spécialiste blockchain Gestionnaire comptabilité Chargé de marketing et communication Spécialiste conception et structuration de supports fin.

Bien que ce premier niveau d'analyse permette d'identifier les Méta-métiers les plus susceptibles d'être impactés par l'Intelligence Artificielle, chacun de ces Méta-métiers seront impactés différemment.

3.3.1. Focus sur la segmentation des Méta-métiers

L'ensemble des Méta-métiers du périmètre Atlas ont été classifiés selon la méthodologie décrite dans la partie précédente de cette étude, pour refléter ces différences d'impact potentiel de l'IA. La table ci-dessous est un extrait de cette classification. La segmentation complète des Méta-métiers Atlas est consultable dans les annexes de ce document.

Table 2 – Segmentation des Méta-métiers

Segmentation	Principes directeurs de la segmentation	Méta-métiers concernés [extrait] (<i>nombre de non affichés</i>)
Méta-métier non impacté ou de manière négligeable	Dont les activités sont très faiblement ou non impactées	Spécialiste médical et médico-social Spécialiste événementiel Spécialiste coaching Conseiller en gestion de patrimoine Chauffeur Responsable plateforme assurance Conseiller en gestion et organisation Responsable restauration

		Spécialiste sûreté de fonctionnement nucléaire Spécialiste environnement (+13...)
Méta-métier en évolution	Dont les activités sont faiblement ou modérément impactées par le développement des technologies d'Intelligence Artificielle, et entraînant un besoin d'adaptation des pratiques de travail pour tirer parti des capacités d'augmentation/ simplification offertes par les technologies d'IA	Enquêteur Webmaster Spécialiste relations et communication Chef de projet digital Expert assurance Spécialiste base de données Gestionnaire sinistres Contrôleur de gestion Consultant en management Spécialiste étude et conception (+46...)
Méta-métier en forte transformation	Dont les activités sont fortement impactées par le développement des technologies d'Intelligence Artificielle, et entraînant un potentiel besoin de réallocation du temps de travail et de projection vers de nouvelles activités.	Traducteur Gestionnaire administratif / secrétariat Chargé d'études Chef de produit Collaborateur comptable Assistant commercial Actuaire Gestionnaire comptabilité Chargé de marketing et communication Spécialiste conception et structuration de supports fin. (+17...)
Méta-métier émergent	Mobilisent des compétences existantes utilisables ou valorisables ou de nouvelles compétences développées spécifiquement pour accompagner le déploiement des technologies d'IA (création, facilitation).	Expert IA Data analyst Data scientist Spécialiste blockchain Data Engineer Développeur solution digitale Spécialiste robotique et automatisation Data Protection Officer Spécialiste cybersécurité

Les Méta-métiers identifiés comme “**en évolution**” sont faiblement ou modérément impactés par l'IA, et une adaptation de certaines de leurs compétences pourra permettre aux métiers composant cette segmentation de tirer parti des capacités d'augmentation offertes par l'IA. Bien que pour ces métiers l'impact global supposé reste faible ou modéré et n'implique pas de réallocation du temps de travail ou de projection vers de nouvelles activités, L'IA pourrait transformer les pratiques de travail sur certaines compétences.

Les Méta-métiers identifiés comme “**en forte transformation**” dans cette segmentation voient leurs activités fortement impactées par l'IA, entraînent un potentiel besoin de réallocation du temps de travail, ou de projection vers de nouvelles activités. Les métiers inclus dans ces Méta-métiers mobilisent peu de compétences directement liées à l'informatique qui pourraient être valorisées pour accompagner le déploiement des technologies d'IA (création, facilitation).

Les Méta-métiers identifiés comme “**émérgents**” dans cette segmentation sont donc intrinsèquement liés au monde de l'informatique et du numérique, et les métiers qui les composent détiennent des compétences utiles pour accompagner le déploiement des technologies d'IA. Les potentielles compétences à développer spécifiquement pour certains pans technologiques de l'IA sont également

des compétences proches des compétences déjà acquises par ces métiers, rendant possible une émergence du métier, ouvrant de nouvelles possibilités d'emplois.

Il a été aussi identifié dans le cadre de cette segmentation des écarts forts entre le référentiel des Méta-métiers et des métiers Atlas et du métier du référentiel ROME. Il est important de noter qu'un écart significatif peut exister entre les compétences évaluées sur le référentiel ROME et les compétences réelles des métiers Atlas qui sont rattachés à ces Méta-métiers :

- Spécialiste relations et communication ;
- Webmaster ;
- UX - UI designer ;
- Téléconseiller ;
- Spécialiste réseaux et télécommunications ;
- Spécialiste après-vente.

3.3.2. Focus sectoriel

L'analyse de l'impact de l'IA sur les Méta-métiers révèle qu'il existe assez peu de différences entre les secteurs Atlas, et que la segmentation des Méta-métiers n'est pas révélatrice de fortes disparités entre les secteurs.

La représentation des Méta-métiers fortement impactés par l'IA (Méta-métiers en forte transformation et émergents) oscille entre 28% et 34%, et les Méta-métiers en évolution représentent entre 51% et 58% des Méta-métiers de chacun des secteurs.

Table 3 – Répartition de la segmentation des Méta-métiers au sein des secteurs Atlas

Périmètre	Méta-métiers non impactés	Méta-métiers en évolution	Méta-métiers en forte transformation	Méta-métiers émergents
Atlas – périmètre complet	23 (20%)	56 (49%)	27 (23%)	9 (8%)
Assurance, Réassurance, Assistance	10 (14%)	38 (52%)	21 (29%)	4 (5%)
Banque et Finance	13 (17%)	41 (55%)	16 (21%)	5 (7%)
Conseil, Numérique, Événementiel	14 (19%)	37 (51%)	13 (18%)	9 (12%)
Expertise comptable et CAC	2 (8%)	15 (58%)	6 (23%)	3 (11%)

Lecture : Parmi les métiers du secteur Atlas de la Banque et de la Finance, 41 (55%) sont classifiés par leur Méta-métier comme "en évolution".

De plus, de nombreux Méta-métiers classifiés comme « en forte transformation » sont communs aux secteurs Atlas. Il est toutefois notable que sur le secteur de l'Assurance, une plus grande part des Méta-métiers « en forte transformation » sont des Méta-métiers plutôt spécifique à ce secteur.

Dans la table ci-dessous sont représentés les Méta-métiers en forte transformation et leur existence dans le référentiel Atlas, par secteur.

Table 4 – Comparaison des Méta-métiers en forte transformation au sein des secteurs Atlas

Méta-métiers en forte transformation	Assurance	Banque	Conseil	Expertise comptable
Traducteur			X	
Gestionnaire administratif / secrétariat	X	X	X	X
Chargé d'études	X	X	X	
Chef de produit	X	X	X	
Collaborateur comptable				X
Assistant commercial	X	X	X	
Actuaire	X	X		
Gestionnaire comptabilité	X	X	X	X
Chargé de marketing et communication	X	X	X	X
Spécialiste conception et structuration de supports financiers	X	X		
Spécialiste prévention	X			X
Gestionnaire assurance	X			
Conseiller assurance	X	X		
Conseiller commercial	X			
Chargé d'affaires finance		X		
Chargé d'affaires en assurance	X			
Responsable formation	X	X	X	
Gestionnaire prestataires assurance	X			
Chargé d'assistance	X			
Analyste financier - crédit	X	X		
Analyste risques	X	X	X	
Chargé d'accueil	X	X	X	X
Conseiller technique	X	X		
Spécialiste en réassurance	X			
Dessinateur-Projeteur			X	
Spécialiste en aménagement et urbanisme			X	
Téléconseiller		X	X	

Les matrices d'impact sectorielles, consultable en annexes, permettent de visualiser le positionnement de l'ensemble des Méta-métiers de chacun des secteurs, en termes d'impact potentiel de l'IA sur le Méta-métier, et de mise en œuvre dans les fonctions métiers.

3.3.6. Impact de l'IA sur les mobilités proches et les mobilités d'évolution

L'analyse des mobilités proches et des mobilités d'évolution a été réalisée à la maille du métier du référentiel d'Atlas, proposant un code ROME de proximité. Le référentiel ROME, propose pour chaque ROME un ou plusieurs codes ROME de mobilité proche et de mobilité d'évolution. L'analyse se concentre uniquement sur la mobilité proche et la mobilité d'évolution les plus proches du métier Atlas.

Les tables ci-dessous représentent la segmentation actuelle des Méta-métiers Atlas (en ligne), ainsi que la segmentation du Méta-métier de mobilité proche (en colonne, table 5) ou de mobilité d'évolution (en colonne, table 6). Le statut « inconnu » signifie que le métier de mobilité proche ou d'évolution ne fait pas partie du périmètre des Méta-métiers analysés précédemment dans cette étude (et donc du périmètre Atlas).

Table 5 – Segmentation des Méta-métiers sur les métiers de mobilité proche

Classification Méta-métier Atlas	Emergent	En évolution	En forte transformation	Non impacté ou de manière négligeable	Inconnu
Emergent	0%	82%	16%	0%	2%
En évolution	0%	31%	37%	2%	30%
En forte transformation	8%	26%	17%	0%	49%
Non impacté ou de manière négligeable	0%	8%	17%	10%	65%

Lecture : 8% des métiers dont le Méta-métier est classifié comme « en forte transformation » ont été identifiés comme ayant un métier de mobilité proche dont le Méta-métier est classifié comme « Émergent ».

Le principal constat de cette table est relatif aux métiers dont le Méta-métier est classifié comme en forte transformation : 17% de ces métiers ont une mobilité proche qui est également classifiée comme Méta-métier en forte transformation. Il convient également de noter que près de la moitié des mobilités proche des métiers en forte transformation n'ont pas pu être mesurées, en l'absence de données sur ces métiers.

Aucun métier dont le Méta-métier est classifié comme en évolution n'a comme mobilité proche un métier classifié comme émergent.

Table 6 – Segmentation des Méta-métiers sur les métiers de mobilité d'évolution

Classification Méta-métier Atlas	Emergent	En évolution	En forte transformation	Non impacté ou de manière négligeable	Inconnu
Emergent	0%	59%	8%	0%	33%
En évolution	1%	35%	34%	12%	19%
En forte transformation	0%	23%	28%	7%	41%
Non impacté ou de manière négligeable	0%	24%	31%	18%	27%

Lecture : 23% des métiers dont le Méta-métier est classifié comme « en forte transformation » ont été identifiés comme ayant un métier de mobilité proche dont le Méta-métier est classifié comme « En évolution ».

Cette table révèle que 28% des métiers identifiés comme en forte transformation ont une mobilité d'évolution amenant à un Méta-métier classifié comme en forte transformation.

Autre constat significatif : 31% des métiers identifiés comme non impactés ou de manière négligeable ont une mobilité d'évolution vers un métier classé comme en forte transformation.

3.4. Observations choisies sur l'évolution de l'écosystème de formation IA

L'Intelligence Artificielle rencontre un engouement particulier de la part du grand public depuis le lancement de ChatGPT et la généralisation de l'usage des technologies d'IA générative. Parallèlement des cas d'usage émergent dans les entreprises, rendant nécessaire la formation de professionnels dont le rôle sera de structurer le déploiement des technologies mais aussi de piloter les projets et d'accompagner les nouveaux utilisateurs. Parallèlement aux filières traditionnelles de formation des chercheurs en IA, c'est tout un nouveau champ de spécialisation qui émerge. Bien que le paysage de la formation IA soit toujours largement composé de cursus d'élite, visant à former des experts avec une forte dimension technique, ce dernier s'ouvre peu à peu à des parcours et des profils aux influences plus diverses et aux compétences transverses afin de faciliter le déploiement à l'échelle de la technologie.

3.4.1. Diversification des acteurs et des parcours de la formation IA

3.4.1.1. Acteurs de la formation IA

L'écosystème français de la formation en Intelligence Artificielle regroupe une pluralité d'acteurs qui contribuent à répondre aux besoins de formation dans un domaine en pleine expansion. Parmi ces acteurs, on compte les universités, les grandes écoles d'ingénieurs, les établissements et instituts privés, les organismes de formation professionnelle, les plateformes d'apprentissage en ligne, ainsi que les coachs et consultants spécialisés en IA. Chacun de ces acteurs offre des programmes et des services spécifiques, adaptés à un public varié allant des étudiants aux professionnels en reconversion, en mettant l'accent sur des approches pratiques, une expertise pointue et une flexibilité d'apprentissage.

Les universités françaises offrent une large gamme de formations en Intelligence Artificielle, allant des licences aux doctorats. Elles s'adressent à un public varié, des étudiants fraîchement diplômés aux professionnels en reconversion. Ces établissements sont réputés pour leur expertise en recherche fondamentale et appliquée, ainsi que pour leur capacité à former des chercheurs et des ingénieurs hautement qualifiés. Parmi les universités les plus renommées dans ce domaine, on trouve l'Université Pierre et Marie Curie, l'Université Paris-Saclay ou l'Université de Lyon.

Les grandes écoles d'ingénieurs françaises proposent des programmes d'excellence en Intelligence Artificielle, souvent intégrés dans des cursus plus larges en informatique ou en sciences de l'ingénieur. Ces écoles ciblent principalement des étudiants de haut niveau, titulaires d'un diplôme préparatoire aux grandes écoles (CPGE) ou d'un diplôme universitaire équivalent. Elles se distinguent par leur approche pratique et leur orientation vers le monde professionnel, avec des partenariats étroits avec les entreprises et une forte intégration de stages en entreprise dans le cursus. Des établissements prestigieux tels que l'École Polytechnique, l'École Centrale Paris ou Télécom ParisTech sont reconnus pour leur expertise en IA.

Les établissements et instituts privés proposent une large gamme de formations en Intelligence Artificielle, allant des cours de courte durée aux programmes diplômants. Ils s'adressent à un public diversifié, des étudiants en formation initiale aux entrepreneurs en reconversion professionnelle et en quête de nouvelles compétences. Ces établissements se distinguent souvent par leur approche pratique et leur orientation vers l'emploi, avec des programmes axés sur les compétences recherchées par les entreprises. Certains instituts spécialisés, tels que l'Institut de l'Internet et du Multimédia (IIM) ou l'Institut Mines-Télécom, sont réputés pour leur expertise en IA et leur réseau d'anciens élèves.

Les organismes de formation professionnelle proposent une grande variété de formations en Intelligence Artificielle, adaptées aux besoins spécifiques des professionnels en activité. Ces formations courtes ou certifiantes sont dispensées par des écoles spécialisées ou des cabinets de formation, et s'adressent à un public diversifié, comprenant des salariés en reconversion, des entrepreneurs ou des cadres en entreprise. Ces organismes se distinguent souvent par leur souplesse et leur capacité à s'adapter aux besoins spécifiques des entreprises, en proposant des programmes aux modules personnalisés ou des formations sur mesure.

Les plateformes d'apprentissage en ligne telles que Coursera, Udacity ou OpenClassroom connaissent un succès croissant en France, en proposant des cours et des formations en IA accessibles à tous. Elles s'adressent à un public large et diversifié, comprenant des étudiants, des professionnels en reconversion, des entrepreneurs ou des curieux souhaitant se familiariser avec l'IA. Ces plateformes offrent une grande flexibilité dans l'apprentissage, permettant aux apprenants de suivre des cours à leur rythme et de bénéficier de ressources pédagogiques variées, telles que des vidéos, des exercices pratiques et des forums de discussion.

Les coachs et consultants en Intelligence Artificielle offrent quant à eux un accompagnement personnalisé aux professionnels et aux entreprises souhaitant développer leurs compétences en IA. Ils interviennent fréquemment en complément des formations traditionnelles, en proposant un suivi individualisé et des conseils adaptés aux besoins spécifiques de chaque client. Ces professionnels se distinguent par leur expertise pratique et leur capacité à fournir des solutions concrètes aux défis particuliers rencontrés par leurs clients dans le domaine de l'IA.

La mise à disposition du grand public de technologies d'IA générative telles que Copilot ou ChatGPT a entraîné une transformation des perspectives pour le champ de la formation IA. Auparavant, la formation des professionnels du domaine était principalement dispensée par les universités et les grandes écoles d'ingénieurs. Ces établissements étaient les principaux pourvoyeurs de compétences IA, formant des experts hautement qualifiés capables de mener des projets de recherche avancée ou d'occuper des postes de haut niveau dans les entreprises.

Cependant, avec l'évolution rapide des technologies d'IA et la perspective de leur généralisation à tous les secteurs de l'économie, les acteurs se multiplient sur le marché de la formation. Ces nouveaux acteurs comprennent non seulement les plateformes en ligne et les organismes de formation spécialisés, mais également des consultants indépendants et des coachs qui offrent un accompagnement personnalisé aux professionnels en activité. Cette diversification des acteurs de la formation reflète la demande croissante de compétences dans ce domaine et la nécessité pour les entreprises de former des professionnels intermédiaires capables de mettre en œuvre et de superviser le déploiement de solutions utilisables par de larges populations métiers pour leurs activités quotidiennes.

3.4.1.2. Parcours de formation IA : entre cursus institutionnalisés et nouvelles approches

La diversification des acteurs induit en corollaire une diversification des formats et programmes de formation. Il est possible d'identifier deux grands ensembles de parcours de formation aux trajectoires et caractéristiques distinctes.

D'une part, des parcours de spécialisation traditionnels, principalement représentés au sein des filières mathématiques et informatiques appliquées ou des écoles d'ingénieurs. Ces parcours sont largement institutionnalisés au sein des grandes écoles et des universités françaises. Ils visent à former des professionnels dotés d'une expertise technique solide, applicable à l'IA, et préparent à des responsabilités de recherche et de développement applicables aux nouvelles technologies. Ce sont principalement des cursus certifiants de niveau master. Ils sont accessibles par l'ensemble des voies d'accès aux études supérieures pour les étudiants en formation initiale (notamment l'alternance), mais sont également ouverts à la formation continue et adressent un public de professionnels chevronnés souhaitant actualiser leurs connaissances ou acquérir de nouvelles compétences. Pour les secteurs d'Atlas, ces parcours représentent des opportunités d'actualisation des méthodes et approches, ainsi que des viviers de recrutement, pour les profils qualifiés d'émergent dans notre étude, c'est à dire maîtrisant les fondements des nouvelles technologies.

D'autre part, les parcours de formation qui ont émergé et se sont multipliés pour accompagner le développement rapide et la mise sur le marché des technologies d'IA grand public, telles que l'IA générative. Ces parcours visent à former des utilisateurs désireux d'acquérir rapidement des compétences et d'utiliser les capacités offertes par les technologies d'IA pour améliorer leur productivité. Ces formations offrent une grande flexibilité dans les modalités et les contenus de formation proposés afin de répondre à un large éventail de demandes. De nombreux formats sont proposés : distanciel, asynchrone, hybride ou présentiel. Par ailleurs l'offre de ces nouveaux acteurs

n'est pas réservée à un public de spécialistes avertis et s'adresse à tous les niveaux de compétences, du néophyte en exploration jusqu'à l'expert en recherche de nouvelles compétences spécifiques. Pour les secteurs d'Atlas, ces parcours sont particulièrement adaptés aux besoins d'acculturation à l'IA et de formations sectorielles spécifiques. Il est toutefois important de noter que ces formations sont rarement certifiantes et peuvent présenter une certaine disparité dans la qualité des formations proposées.

Par ailleurs, aux côtés de ces deux grands pôles formateurs aux objectifs distincts, d'autres parcours présentent un intérêt dans le champ de l'IA, notamment dans la perspective d'une généralisation de ces technologies au sein des organisations. Il s'agit par exemple des parcours spécialisés d'écoles de commerce, axés sur la gestion de projet et le management de l'IA, dont les compétences sont par exemple mobilisables pour coordonner des projets transverses ou accompagner l'évolution des pratiques métier. En outre, ce déploiement à l'échelle dans les organisations entraîne la spécialisation de diplômés de filières juridiques, linguistiques ou des sciences humaines et sociales, afin de traiter des thématiques d'éthique, de protection des données ou d'évaluation d'impact sur les collectifs de travail.

3.4.2. Données complémentaires d'analyse : répertoire national des certifications et informations associées

3.4.2.1. Rappel méthodologique

Le référentiel de données mobilisé dans cette section est le répertoire national des certifications RNCP et RS. L'extraction des certifications applicables au champ de la formation IA est basée sur des requêtes par mots clés dans la base de données (liste des mots-clés consultable en annexe). 203 certifications ont été identifiées.

Bien que les formations certifiées ne représentent qu'un fragment de l'ensemble des formations disponibles sur une thématique³⁴ (particulièrement pour les formations IA dont une part conséquente de l'offre est récente et en rapide expansion), l'analyse approfondie des certifications présente plusieurs avantages pour notre étude. Tout d'abord, la certification d'une formation fournit une validation officielle des compétences acquises, ce qui renforce sa crédibilité pour répondre aux besoins des employeurs et sa valeur sur le marché du travail. Ensuite, la certification favorise la standardisation de l'enseignement sur des normes de qualité partagées. De plus, la certification induit l'association et le recoupement avec d'autres systèmes de classification des formations, ce qui permet de conduire des analyses croisées. Enfin, la certification rend la formation éligible au financement par le Compte Personnel de Formation (CPF).

3.4.2.2. Analyse des données complémentaires aux certifications

La section ci-dessous propose deux constats d'analyse complémentaire, basés sur l'étude des codes ROME, Formacode et NSF, ainsi que sur les blocs de compétences, associés aux certifications recensées. Le détail des codes identifiés est consultable en annexe.

Permanence de la prédominance des filières et domaines d'étude scientifiques

³⁴ A titre indicatif, les observateurs de la formation estiment généralement que 10 à 15% des formations en France sont certifiées RNCP

En examinant les données relatives aux codes Formacode, ROME et NSF, on constate que la majorité des formations certifiées applicables au champ de l'IA sont liées aux domaines de l'informatique et des technologies de l'information. Ces formations se concentrent sur des compétences techniques telles que la programmation, l'analyse de données massives, la data science, et l'architecture de systèmes d'information. Les formations relevant du domaine Formacode 310 pour l'Informatique et Systèmes d'information représentent ainsi une part significative des formations répertoriées avec 80% des occurrences et le code NSF 326 : Informatique, traitement de l'information, réseaux de transmission apparaît dans 56% des occurrences.

L'analyse révèle également une présence substantielle de formations dans les domaines mathématiques et de modélisation. Ces formations sont essentielles pour la compréhension des algorithmes d'IA et la modélisation des problèmes complexes. Bien que moins nombreuses que les formations informatiques, elles contribuent de manière significative à la formation des professionnels de l'IA.

Les formations relevant des sciences sociales, économiques, de la santé, des sciences humaines et de la documentation ainsi que des langues et de la linguistique représentent une part beaucoup plus faible de l'ensemble des formations certifiées. Bien que moins nombreuses, ces formations sont néanmoins importantes pour assurer une approche multidisciplinaire de l'IA, intégrant des considérations éthiques, sociétales et juridiques.

Approche holistique de l'IA et tendance d'ouverture aux domaines non scientifiques

Malgré la prédominance des formations scientifiques, il est possible de constater une ouverture croissante du champ de la formation en IA aux formations non scientifiques. Le recensement comprend des compétences de gestion et sécurité des données, développement et gestion de projets, analyse et stratégie, conception et modélisation, communication et transfert de connaissances ou ingénierie des données. Autant de domaines qui englobent des aspects techniques et non techniques. Ces compétences sont essentielles pour assurer le déploiement à grande échelle de l'IA dans tous les domaines des organisations, tout en garantissant l'aspect éthique, le respect de la réglementation et le déploiement à travers des compétences de gestion de projet ou de transformation culturelle et organisationnelle. Les formations certifiées incluent donc des aspects variés dont la diversité reflète la nécessité d'une approche holistique de l'IA, prenant en compte non seulement les aspects techniques mais aussi les implications sociales, éthiques et juridiques de son déploiement.

En conclusion, l'analyse des données complémentaires aux certifications permet de souligner les deux constats suivants : d'une part la permanence d'une forte dominante technique et scientifique, tournée vers l'expertise informatique et mathématique ; d'autre part une tendance à la diversification des domaines et compétences applicables aux métiers de l'Intelligence Artificielle.

3.4.3. Principaux constats sur l'écosystème français de formation IA

L'essor rapide de l'Intelligence Artificielle a engendré une transformation significative de l'écosystème de formation en France. Cette évolution s'inscrit dans un contexte de développement rapide de ces nouvelles technologies, caractérisé par une forte dynamique de création et d'adaptation de programmes de formation. Notre étude révèle plusieurs constats majeurs qui reflètent l'état actuel de cet écosystème et ses implications pour la formation des professionnels de l'IA.

Un champ d'étude en expansion et en rapide mutation

L'écosystème de formation en IA se caractérise par le rythme rapide avec lequel il évolue. Le foisonnement des acteurs contribue à enrichir continuellement l'offre de programmes et à

l'actualisation des formations afin de répondre aux besoins changeants du marché face aux avancées technologiques. Le rythme soutenu des mutations entraîne toutefois en retour une nécessité de mise à jour fréquente de la veille sur les formations et leur contenu de la part des entreprises et des professionnels qui souhaitent se former.

Certification et reconnaissance institutionnelle pour l'offre de formation expert

Les formations reconnues par l'État français jouent un rôle crucial dans la professionnalisation des acteurs de l'IA. Ces programmes, souvent axés sur des compétences appliquées en mathématiques ou en informatique de haut niveau, visent à former des experts techniques capables de relever les défis de la recherche et du développement avancé dans le domaine de l'IA. La certification délivrée par les autorités françaises garantit la qualité et la reconnaissance du parcours de formation, renforçant ainsi la confiance des employeurs et des candidats. Ces formations reconnues sont toutefois principalement destinées à la formation ou l'adaptation des compétences des profils métiers qualifiés d'« émergents » par notre classification, dont la caractéristique est la préexistence de compétences technologiques et digitales dans leurs activités initiales.

Une offre de formation de premier niveau en structuration et peu certifiante

Parallèlement aux formations spécialisées, il existe un besoin croissant de sensibilisation à grande échelle sur les fondements et les opportunités offertes par l'IA. Les programmes de courte durée, destinés à un public non expert, pourraient jouer un rôle essentiel dans l'acculturation des salariés et la transformation des pratiques métiers. Il est toutefois à noter qu'une grande partie de ces formations ne proposent pas de certifications associées et leur qualité ainsi que la granularité du contenu nécessitent d'être évalués par les organisations afin de garantir l'efficacité de leurs investissements en matière de formation.

Développement d'une offre de formation généraliste pour accompagner le déploiement à grande échelle de l'IA

Il est possible de noter l'émergence de formations IA généralistes à la dimension moins scientifique que les formations traditionnelles des professionnels de l'IA. Elles sont conçues pour former des profils plus généralistes que techniques, avec des compétences transverses soutenues par une bonne compréhension des technologies d'IA. Ces programmes, proposés notamment par les écoles de commerce et de management, visent à accompagner la généralisation de l'IA dans les entreprises en formant des professionnels capables de gérer des projets complexes, de conduire des transformations culturelles et d'intégrer les technologies d'IA dans la stratégie globale des entreprises.

Carence de parcours pour la spécialisation sectorielle

Pour le moment il existe encore très peu de formations IA dont le programme est dédié à un secteur professionnel particulier. Cela s'explique par le fait que la démocratisation de l'utilisation des technologies est encore récente et que l'offre de formation n'a pas atteint le stade de maturité. Cette absence de formations spécifiquement dédiées à un secteur professionnel peut constituer un défi en termes d'adaptation des professionnels et des technologies aux particularités de leur secteur.

3.4.4. Pistes d'ouverture et d'approfondissement

Outre les analyses mentionnées ci-dessus, d'autres pistes pourraient être explorées pour alimenter la compréhension des dynamiques d'évolution de l'écosystème de formation IA français.

Identification des tendances émergentes en matière de compétences demandées sur le marché du travail, en examinant les blocs de compétences les plus recherchés dans les offres d'emploi

Pour identifier les tendances émergentes en matière de compétences demandées sur le marché du travail dans le domaine de l'IA, il serait utile d'analyser les offres d'emploi et les annonces de recrutement publiées par les entreprises et les organisations. Des outils d'analyse de texte et d'exploration de données pourraient être utilisés pour extraire les compétences et les qualifications les plus fréquemment mentionnées dans ces offres. En croisant ces données avec les blocs de compétences des formations certifiées en IA, on pourrait identifier les compétences les plus recherchées par les employeurs et évaluer dans quelle mesure les formations disponibles répondent à ces besoins.

Evaluation fine de la pertinence et de l'adéquation des formations certifiées par rapport aux besoins réels des entreprises.

Pour évaluer la pertinence et l'adéquation des formations certifiées en IA aux besoins réels des entreprises, des enquêtes auprès des diplômés, des employeurs et des professionnels du secteur pourraient être réalisées. Ces enquêtes pourraient porter sur des aspects tels que l'employabilité des diplômés, la satisfaction des employeurs quant aux compétences des diplômés, et la contribution des formations à l'amélioration des performances des entreprises dans le domaine de l'IA. Des études longitudinales pourraient également être menées pour suivre le parcours professionnel des diplômés et évaluer l'impact à long terme des formations sur leur carrière et sur le développement économique régional.

4. RECOMMANDATIONS

Axe 1 : Promouvoir une approche différenciée en adaptant le contenu des formations aux impacts potentiels de l'IA sur les métiers

Proposer aux collaborateurs un parcours de formation adapté au regard du niveau d'impact potentiel de l'IA sur leurs activités, de leur niveau de compétence et de leurs besoins. Inscrire ce parcours dans une trajectoire de développement progressive et évolutive alignée sur les objectifs professionnels et le plan de carrière des collaborateurs.

Faire preuve de transparence et encourager la transition des compétences

L'étude PwC Hopes & Fears 2023³⁵ souligne une forte appétence des salariés pour le développement de nouvelles compétences, avec 53% des répondants exprimant ce souhait. Plus particulièrement, 31% des répondants considèrent que l'IA va les aider à augmenter leur productivité et leur efficacité au travail. Toutefois, selon la même étude 18% des répondants déclarent que l'IA va requérir d'eux l'apprentissage de nouvelles compétences qu'ils ne sont pas en capacité d'acquérir. Les collaborateurs ont besoin d'une information transparente sur les évolutions anticipées de leurs métiers et sur les compétences requises pour pérenniser leur activité afin de s'engager pleinement dans une dynamique de formation et concentrer efficacement leurs efforts.

Recommandations :

- Communiquer de manière transparente pour informer les salariés sur les évolutions des compétences requises dans le cadre des transformations métiers induites par les technologies d'IA.
- Sensibiliser les salariés aux enjeux et opportunités liés à l'IA, en mettant en avant les bénéfices individuels et collectifs de l'acquisition de nouvelles compétences.

³⁵ PwC, "Hopes & Fears", 2023, <https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2023/pwc-global-workforce-hopes-and-fears-survey-2023.html>

- S'appuyer sur l'OPCO Atlas pour élaborer des programmes de sensibilisation sur les implications de l'IA dans le monde du travail, en mettant l'accent sur la préservation de l'employabilité et le développement professionnel continu.

Dans le domaine du conseil, McKinsey & Company organise régulièrement des sessions de sensibilisation et des séminaires sur les technologies émergentes, y compris l'IA, pour ses consultants. Ils communiquent sur les opportunités offertes par l'IA dans le secteur du conseil et sur les compétences requises pour assurer leur maîtrise.

Proposer une formation d'acculturation généraliste à l'IA pour les méta-métiers peu ou pas impactés

Les Méta-métiers identifiés dans cette étude comme peu ou pas impactés par l'Intelligence Artificielle ne sont pas concernés par la majorité des formations sur l'IA. Cela s'explique notamment car les technologies d'IA ne représentent pas de plus-value directe pour ces métiers. Pour autant, une acculturation basique à cette technologie et ses usages permettrait à ces métiers d'identifier des cas d'usages de l'IA dans leurs activités, mais aussi de comprendre les interactions de leur écosystème large avec l'IA. Enfin, dans l'hypothèse où les capacités de l'IA seraient amenées à se développer dans les années à venir, et se coupler à la robotique pour effectuer des tâches physiques spécifiques, une partie de ces Méta-métiers pourraient davantage se transformer.

Ce niveau d'acculturation généraliste à l'IA existe dans le paysage de formation analysé dans le cadre de cette étude. L'émergence récente de cette offre, couplée au développement rapide des technologies d'IA qui accélère l'obsolescence de nombreuses formations (avec par exemple 38% des certifications initialement identifiées dans cette étude dont le statut est "inactif") doit toutefois inciter les organisations à prêter une attention particulière à la sélection des formations et prestataires.

Recommandations

- Mettre à disposition des métiers peu ou pas impactés, mais aussi de tous les métiers, des formations de sensibilisation visant à acculturer à l'Intelligence Artificielle, à un niveau simple et généraliste sur l'IA, son fonctionnement, ses usages et ses limites. Ce premier niveau de formation peut s'accompagner d'une initiation à l'utilisation de l'IA générative avec les outils de bureautique.
- En cas de recours à des partenaires externes, solliciter des retours d'expérience afin d'évaluer la qualité des formations proposées.

Des acteurs de tous secteurs ont déjà lancé ce type de programmes, comme BNP Paribas, Société Générale ou PwC. Ces programmes sont ouverts, par défaut, à tous les salariés, et fournissent du contenu introductif sur les concepts de science des données et d'Intelligence Artificielle.

Proposer des formations personnalisées pour les méta-métiers en évolution

Les Méta-métiers identifiés comme « en évolution » dans cette étude sont faiblement ou modérément impactés par l'IA, et l'arrivée de cette technologie dans le monde professionnel pourrait entraîner un besoin d'adaptation des pratiques de travail. Cette adaptation permettrait de tirer parti des capacités

d'augmentation ou de simplification des tâches offertes par les technologies d'Intelligence Artificielle. Outre un niveau basique d'acculturation à l'IA, ces métiers ont donc besoin d'un niveau de formation plus poussé sur le fonctionnement de l'IA, et des applications dans un métier spécifique.

Ces métiers seront probablement également impliqués dans des projets de déploiement d'Intelligence Artificielle, notamment comme experts métiers, utilisateurs, testeurs, et leur connaissance de l'IA est nécessaire pour la bonne compréhension des enjeux et objectifs de ces projets.

Malgré l'évolution extrêmement rapide du paysage de la formation en Intelligence Artificielle, tant sur la variété des acteurs proposant les formations que sur le contenu de celles-ci, il a été identifié dans cette étude qu'il n'existe pas systématiquement, à ce jour, de formation certifiante appliquées à des secteurs professionnels spécifiques.

Recommandations

- Proposer aux métiers identifiés comme "en évolution" des formations poussées sur l'IA. Ces formations doivent être personnalisées en termes de contenu et de granularité au regard des spécificités métier et sectorielles.
- Evaluer, selon les métiers, la nécessité d'avoir recours à des formations certifiantes.
- Mobiliser les éditeurs de solutions logicielles métier ayant intégré de l'IA dans leurs outils pour former les utilisateurs.

Dans le monde de la Finance, Goldman Sachs a démarré en 2023 le programme ATS (Automated Trading Strategies) visant à former ses collaborateurs traders et ingénieurs financiers sur les stratégies de trading automatisées et l'utilisation d'outils d'Intelligence Artificielle dans leurs activités de trading³⁶. La Banque BNP Paribas forme quant à elle ses collaborateurs de l'IT et de la finance à travers son programme de "Tech Academies"³⁷ sur plusieurs thèmes comme l'Intelligence Artificielle ou la cybersécurité.

Identifier les passerelles d'accompagnement pour les méta-métiers en forte transformation

Les Méta-métiers identifiés dans cette étude comme « en forte transformation » voient leurs activités fortement impactées par l'IA, entraînant un potentiel besoin de réallocation du temps de travail, ou de projection vers de nouvelles activités. Les métiers inclus dans ces Méta-métiers mobilisent peu de compétences directement liées à l'informatique qui pourraient être valorisées pour accompagner le déploiement des technologies d'IA. Au sein du périmètre Atlas analysé, 23% des Méta-métiers ont été identifiés comme "en forte transformation".

L'accompagnement des profils les plus impactés et la recherche de passerelles pérennes, en particulier ceux concernés par de la projection vers de nouvelles activités, est central pour assurer une transition douce. Dans le cadre des mobilités proche, il est important de signaler que 17% des Méta-métiers

³⁶ Goldman Sachs, " On Artificial Intelligence and the New Generation of 'Strats' ", 2018, <https://www.goldmansachs.com/careers/blog/posts/strats-at-gs-2018.html>

³⁷ Telecom Paris, " Comment BNP Paribas développe la culture de la donnée auprès de tous ses corps de métier", 2021, <https://www.telecom-paris.fr/bnp-paribas-culture-donnee-tous-corps-de-metier>

identifiés comme en forte transformation ont une mobilité proche également identifiée comme en forte transformation. Dans le cadre des mobilités d'évolution, ce chiffre augmente à 28%.

Pour 34% des métiers en forte transformation, le métier de mobilité proche est un métier en évolution (26%) ou émergent (8%), et pour 23% des métiers en forte transformation le métier de mobilité d'évolution est en évolution.

Dans le cadre d'une majeure partie de ces métiers en forte transformation, l'évolution identifiée dans les référentiels France Travail se fera donc vers un métier modérément ou fortement impacté par l'IA, et l'acquisition de compétences dans le domaine de l'informatique et de l'IA sera nécessaire.

Pour certains métiers ayant déjà acquis de fortes compétences dans le domaine de l'informatique, l'impact pourrait se traduire par une forte réallocation du temps de travail, mais sans nécessité de mobilité.

Recommandations

- Evaluer les besoins de formation permettant de faciliter la mobilité et la projection vers de nouvelles activités dans le cadre de passerelles métiers.
- Proposer un accompagnement sur mesure pour les populations métier particulièrement impactées.
- Veiller à ce que les métiers de mobilité proche et d'évolution soient moins impactés par l'IA que le métier actuel afin de sécuriser cette évolution de compétences.
- Mobiliser les éditeurs de solutions logicielles métier ayant intégré de l'IA dans leurs outils pour former les utilisateurs.

De nombreuses entreprises et organisations prennent conscience de l'importance d'accompagner les employés dont les emplois sont fortement impactés par l'Intelligence Artificielle et l'automatisation. À cette fin, elles déploient des initiatives visant à faciliter leur transition vers des rôles moins susceptibles d'être affectés par ces technologies. Parmi ces initiatives, on retrouve notamment Google qui propose des certificats de carrière dans des domaines comme le support informatique, la gestion de projet et l'analyse de données, à travers Google Career Certificates³⁸, pour préparer les individus à des carrières dans des domaines à forte croissance et résistants à l'automatisation. IBM, via son initiative IBM SkillsBuild³⁹, offre un accès gratuit à des formations et des ressources pédagogiques dans des secteurs tels que la cybersécurité, l'Intelligence Artificielle et le développement web, aidant ainsi travailleurs et chercheurs d'emploi à s'adapter aux besoins futurs du marché du travail. Ces deux premières initiatives sont particulièrement bénéfiques pour les TPE et PME qui peuvent utiliser ce contenu de formation prêt à l'emploi. PwC a lancé l'initiative New World, New Skills⁴⁰, par laquelle l'entreprise investit 3 milliards de dollars sur quatre ans pour la formation de ses employés, avec un accent particulier sur les compétences numériques et les compétences douces, en vue de faciliter la transition des employés vers de nouveaux rôles adaptés à l'ère numérique. SAP, à travers son SAP Learning Hub⁴¹, et Salesforce,

³⁸ Google, "Google Career Certificates", 2024, https://grow.google/intl/fr_fr/google-career-certificates/

³⁹ IBM, "IBM SkillsBuild Power your future in tech with job skills, courses, and credentials—for free", 2024, <https://skillsbuild.org/>

⁴⁰ PwC, "New world. New skills.", 2024, <https://www.pwc.fr/fr/qui-sommes-nous/new-world-new-skills-accompagner-la-digitalisation.html>

⁴¹ SAP, "SAP Learning Hub", 2024, <https://learninghub.sap.com/>

avec sa plateforme Trailhead⁴², proposent également des ressources de formation pour encourager la requalification professionnelle dans des domaines à l'épreuve de l'automatisation, démontrant ainsi une tendance croissante parmi les entreprises technologiques à investir dans le développement professionnel continu de leurs employés.

Faciliter les formations appliquées aux sciences et technologies clés de l'IA pour les méta-métiers émergents

Les Méta-métiers identifiés comme « émergents » dans cette étude représentent 8% des Méta-métiers du périmètre Atlas, et sont fortement impactés par l'IA. Ces métiers bénéficient déjà de compétences dans le domaine de l'informatique, et les potentielles compétences à développer pour se spécialiser sur certains pans technologiques de l'IA sont également des compétences proches des compétences déjà acquises par ces métiers, rendant possible une émergence du métier et ouvrant de nouvelles possibilités d'emplois.

L'offre de formation pour le développement des compétences techniques sur les technologies de l'IA est riche, spécifique et certifiante. Les parcours de formation sont fréquemment ouverts à la formation continue et accessibles en temps partiel. Ces formations n'adressent pas l'IA comme un sujet généraliste, mais sont plutôt spécialisées sur les savoirs et compétences clés de certains pans technologiques de l'IA, tels que les mathématiques, les statistiques, le développement informatique (notamment Python), et les sciences cognitives.

Pour autant, bien que 91% des formations certifiantes identifiées dans l'étude sont orientées sur ces technologies clés de l'IA, et donc plutôt destinées aux métiers émergents, ceux-ci ne représentent que 8% des Méta-métiers.

Dans un contexte où les talents spécialisés en IA sont rares, former les métiers déjà identifiés comme émergents permet de réduire le risque de ne pas avoir de compétences IA en interne.

Recommandations

- Evaluer les besoins de formations sur les compétences à développer pour la recherche et le développement d'IA, au service du déploiement de la stratégie cible de l'entreprise.
- Identifier les activités et profils internes dont les compétences doivent évoluer et proposer des formations continues certifiantes.
- Initier une réflexion sur les stratégies de sourcing des talents issus de parcours en tension afin de sécuriser leurs besoins en compétences stratégiques.

Dans le domaine de l'assurance, AXA a lancé un programme de formation et d'innovation, le Data Innovation Lab, qui forme les employés aux compétences en data science et en IA appliquée, pour déployer ces technologies à l'assurance et à la gestion des risques⁴³. Dans le secteur bancaire, le Data Science & AI Lab de BNP Paribas forme par exemple les data scientists, les analystes de données et les

⁴² Salesforce, "Trailhead", 2024, <https://trailhead.salesforce.com/fr>

⁴³ AXA, "Promouvoir la data science dans l'Assurance", 2017, <https://www.axa.com/fr/actualites/promouvoir-la-data-science-dans-l-assurance>

développeurs à l'utilisation des techniques d'IA pour l'analyse de données financières et la modélisation de risques⁴⁴.

Axe 2 : Accompagner la montée en compétences des collaborateurs en s'appuyant sur des partenaires de confiance

La flexibilité offerte par la diversité des parcours et des formats proposés par les partenaires externes est un atout majeur pour permettre aux collaborateurs de concilier apprentissage continu et activités professionnelles.

Organiser le partage de retours d'expérience et orienter vers les formations IA les plus qualitatives du marché

L'évolution rapide et la démocratisation des technologies d'IA a induit l'émergence d'une pluralité de nouveaux acteurs dans le champ de la formation, accompagnée d'une diversification du contenu et des formats. Face à cette croissance de l'offre disponible il apparaît essentiel pour les organisations de s'assurer de la qualité et de la pertinence des contenus proposés par rapport à leurs besoins spécifiques afin de garantir l'efficacité de leurs investissements en matière de formation.

Recommandation :

- Favoriser le partage d'expérience intersectoriel : l'OPCO Atlas a un positionnement clé pour faciliter le partage d'expérience entre les entreprises de différents secteurs. En encourageant les échanges au sein du réseau, les entreprises pourront bénéficier des retours d'expérience de leurs pairs, identifier les partenaires de confiance et sélectionner les formations les plus qualitatives et pertinentes pour leurs besoins spécifiques en matière d'IA.
- S'appuyer sur l'OPCO pour engager une démarche de création d'une certification IA afin de valider des compétences applicables au développement et à l'implémentation de solutions d'IA.

⁴⁴ BNP Paribas, "Les métiers de la banque : CTO du Lab Artificial Intelligence de BNP Paribas CIB", 2019, <https://group.bnpparibas/actualite/metiers-banque-cto-lab-artificial-intelligence-bnp-paribas-cib>

A travers le lancement de son récent programme "A VOUS L'IA"⁴⁵, Microsoft France a l'ambition d'accélérer la démocratisation des usages de l'IA générative et de former 100 000 Français en 2024. La plateforme en ligne associée prépare notamment à l'une des premières certifications professionnelles dans le domaine, disponible via LinkedIn Learning.

Favoriser la co-construction avec les partenaires de formation pour aligner l'offre de formation IA avec les besoins des entreprises

Dans certains secteurs professionnels il existe un décalage entre l'offre de formation disponible sur le marché et les besoins réels des entreprises. Les programmes de formation proposés ne répondent pas toujours de manière optimale aux compétences spécifiques requises par les entreprises pour soutenir leur évolution et leur transformation.

Recommandations :

- Etablir une collaboration étroite avec les partenaires de formation (OF, écoles) pour structurer l'offre et coconstruire de nouveaux parcours de formation sur mesure.
- S'appuyer sur l'OPCO Atlas pour mobiliser l'ensemble des parties prenantes au sein du réseau et faire émerger les besoins prioritaires à adresser.

Dans le secteur de la finance, la banque HSBC⁴⁶ a mis en place un programme de cocréation de formation avec des partenaires de l'éducation et de la formation professionnelle. Ce programme vise à identifier les lacunes en matière de compétences et à développer des parcours de formation sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques de l'entreprise. En collaborant étroitement avec des écoles de commerce, des universités et des organismes de formation, HSBC assure une meilleure adéquation entre l'offre de formation et les compétences requises pour soutenir son évolution et sa transformation. Bien qu'en dehors du périmètre d'Atlas, Dalkia a par exemple coconstruit ses formations managériales, en particulier dans le cadre de l'accompagnement des managers de proximité autour de l'entretien annuel pendant la période de confinement du au Covid, avec des organismes de formation comme Projexion et Nacarat Formations⁴⁷.

Communiquer sur les dispositifs d'accompagnement et de soutien spécifiques aux TPE/PME proposés par l'OPCO Atlas

Le réseau Atlas comprend un nombre important de petites et moyennes entreprises aux moyens financiers et humains limités. Cette situation peut engendrer d'une part un obstacle à une information optimale sur les programmes et les modalités d'accès de leurs collaborateurs à la formation professionnelle continue ; et d'autre part des difficultés de financement des formations proposées sur le marché. Par ailleurs l'OPCO Atlas a la capacité de structurer et proposer à prix réduits des formations

⁴⁵ Microsoft, annonce du lancement <https://news.microsoft.com/fr-fr/2024/03/12/microsoft-france-annonce-le-lancement-da-vous-lia/> et plateforme dédiée <https://avouslia-microsoft.agorize.com/fr>

⁴⁶ Site Web HSBC France, "Rapport annuel"

⁴⁷ PROJEXION, "COMMENT CONCEVOIR UNE FORMATION À PLUSIEURS ENTREPRISES ET EN TIRER LE MAXIMUM DE VALEUR ? ", 2020, <https://www.projexion.com/carrefour-apprentissage/rex/conception-formation/>

spécifiquement destinées aux TPE/PME afin de les soutenir dans l'acquisition des compétences clés pour leur développement.

Recommandations :

- Renforcer le rôle de conseil de l'OPCO Atlas pour accompagner les TPE/PME du réseau sur la structuration et le financement de leur plan de développement des compétences, les mécanismes d'accès à la formation professionnelle et le soutien aux initiatives de transformation digitale.
- Mettre en visibilité les initiatives de l'OPCO Atlas visant à soutenir l'accessibilité du développement des compétences au sein des TPE/PME.

Dans le champ de la formation professionnelle l'OPCO Atlas propose à ses adhérents des prestations d'appui-conseil sur des thématiques RH⁴⁸, ainsi que des formations aux tarifs négociés dont les propositions intègrent notamment des thématiques IA ("Etat de l'art sur l'Intelligence Artificielle", "Machine learning, l'état de l'art", ou "Deep learning : les fondamentaux").

Axe 3 : Favoriser la formation interne

Pour structurer leur modèle de formation interne et offrir de la flexibilité à leurs collaborateurs de nombreuses entreprises adoptent aujourd'hui une approche basée sur le modèle push & pull. Cette approche combine deux stratégies complémentaires pour répondre aux besoins variés en formation. Le "push" consiste à concevoir et à fournir des modules de formation spécifiques, adaptés aux profils métiers et aux besoins identifiés au regard de la stratégie d'entreprise. Ces formations sont ensuite "poussées" vers les apprenants, leur offrant une structure et des ressources ciblées pour renforcer leurs compétences et leur expertise dans leur domaine d'activité. Le "pull" offre l'opportunité aux apprenants de prendre en charge leur propre développement en accédant à une variété de ressources de formation disponibles au sein de l'entreprise. Ces ressources sont mises à leur disposition pour qu'ils puissent les explorer à leur propre rythme, selon leurs besoins spécifiques et leurs objectifs de développement individuels. En combinant ces deux approches, les entreprises sont susceptibles d'offrir à leurs employés un environnement d'apprentissage dynamique et personnalisé, favorisant une croissance professionnelle continue et une adaptation agile aux évolutions du marché et des activités métiers.

Développer les mécanismes de formation interne

Les mécanismes de formation développés en interne ou de manière collaborative, à l'échelle d'une branche professionnelle, permettent de répondre à un besoin immédiat d'évolution des compétences face à un contexte de pénurie de talents sur le marché ou d'inadéquation de l'offre de formation externe.

⁴⁸ Site web de l'OPCO Atlas, rubrique "Prestations d'appui conseil RH", <https://www.opco-atlas.fr/entreprise/accompagnement-ressources-humaines.html>

Recommandations :

- Structurer des modules de formation internes pour pallier les carences de l'offre de formation externe.
- Mettre à disposition des collaborateurs des solutions de digital learning pour compléter et approfondir leur développement de compétences en autonomie, au rythme qui leur convient et sur les sujets qui correspondent à leurs objectifs personnels et professionnels
- Faciliter le partage de connaissances et la formation croisée en développant les initiatives de reverse mentoring ou de formation entre pairs.
- S'appuyer sur l'OPCO Atlas pour coordonner des initiatives de mutualisation des ressources en adoptant une approche par secteur d'activité.

France Numérique propose des ressources de formation distancielles gratuites sur les thématiques de l'IA⁴⁹, ainsi que des aides et dispositifs d'accompagnement spécifiques à destination des TPE / PME⁵⁰.

Dans le secteur bancaire BNP Paribas a lancé B-School en 2022⁵¹, son propre centre de formation dont l'objectif est de former des alternants vers des diplômes reconnus par l'État et des CDI sur des métiers à forts enjeux pour la banque : les métiers bancaires bien sûr, mais aussi de la tech, au cœur des transformations du secteur et de BNP Paribas. Plus de 300 métiers sont proposés, parmi lesquels les métiers de l'IT : Gestionnaire de back-office, Informaticien/Chargé de qualité, Spécialiste des opérations bancaires, Spécialiste cybercriminalité, Data analyst, Data scientist, Ingénieur IA, ou Chabot master.

Dans le secteur des services numériques la formation continue est particulièrement valorisée. Google a mis en place un programme interne appelé "Googler-to-Googler"⁵², qui permet aux employés de dispenser des formations à leurs collègues sur des sujets spécifiques, y compris l'Intelligence Artificielle. Ces sessions de formation sont intégrées dans le temps de travail des employés et bénéficient du soutien de la direction. Dans le secteur de l'assurance la société AXA développe sur son campus de Fremigny⁵³ un programme interne pour former ses collaborateurs aux compétences clés nécessaires dans le secteur. Il intègre notamment un centre d'expertise sur la transformation digitale et les technologies de l'information. Le programme comprend des cours en ligne, des ateliers pratiques et des sessions de mentorat pour permettre aux employés de développer leurs compétences de manière collaborative.

⁴⁹ FranceNum, formation "Objectif IA : initiez-vous à l'Intelligence Artificielle"

<https://www.francenum.gouv.fr/formations/objectif-ia-initiez-vous-lintelligence-artificielle>

⁵⁰ FranceNum, Aides et dispositifs d'accompagnement, <https://www.francenum.gouv.fr/> et formations IA : session découverte "Comment l'IA conversationnelle peut transformer votre business"

<https://www.francenum.gouv.fr/formations/session-decouverte-comment-lia-conversationnelle-peut-transformer-votre-business> / session avancée "Maximisez votre productivité avec l'IA conversationnelle de pointe", <https://www.francenum.gouv.fr/formations/session-avancee-maximisez-votre-productivite-avec-lia-conversationnelle-de-pointe> -

⁵¹ Article de décryptage par L'Etudiant Fab, "Alternance : tout savoir sur l'école B-School by BNP Paribas", 26 octobre 2023, <https://www.letudiant.fr/etudes/alternance/alternance-tout-savoir-sur-lecole-b-school-by-bnp-paribas.html>

⁵² LinkedIn, "Googler 2 Googler: How Google mastered P2P learning", <https://www.linkedin.com/pulse/googler-2-how-google-mastered-p2p-learning-rahul-bhatt/>

⁵³ Site internet Axa, "Campus AXA Fremigny", <https://recrutement.axa.fr/axa-et-vous/vos-avantages/campus-fremigny>

Adopter le modèle d'entreprise apprenante ("fast learning company")

Le concept de l'entreprise apprenante ou "fast learning company" correspond aux entreprises ayant déjà développé les fondamentaux de la formation interne et souhaitant adopter des pratiques spécifiques pour soutenir une culture de l'apprentissage continu. Il suppose de transformer en profondeur les modèles organisationnels et culturels de l'entreprise. Il permet par ailleurs de renforcer l'engagement des collaborateurs en leur proposant un environnement stimulant qui favorise leur développement continu et la préservation de leur employabilité.

Recommandations :

- Permettre le développement progressif des compétences en fournissant les ressources de formation nécessaires avec des formats et des modalités d'apprentissage variés.
- Valoriser l'expérimentation à travers l'application des nouvelles compétences et les nouvelles approches pour la résolution des problèmes métiers.
- Faciliter et encourager la formation sur les sujets relatifs à l'Intelligence Artificielle en impliquant activement le management et en adaptant la charge de travail des collaborateurs pendant les temps de formation.
- Encourager les retours d'expérience sur les technologies déployées, les échanges constructifs et l'amélioration continue des outils et des pratiques. Le feedback est un puissant levier d'apprentissage pour l'ensemble de l'entreprise.

Microsoft a lancé un programme appelé "Microsoft Learn"⁵⁴, qui propose une gamme variée de formations en ligne sur des sujets liés à la technologie, y compris l'Intelligence Artificielle. Les employés sont encouragés à consacrer du temps de travail à ces formations, et Microsoft met à leur disposition des outils pour planifier et suivre leur progression.

Axe 4 : Recruter à l'externe les compétences stratégiques

Dans un contexte de tension sur le marché du recrutement, sécuriser l'acquisition des talents spécialisés en IA est un enjeu crucial pour les entreprises.

⁵⁴ Plateforme web Microsoft Learn, <https://learn.microsoft.com/fr-fr/search/?terms=Intelligence%20artificielle>

Assurer la visibilité au sein des parcours de formation

Bien que l'offre de formation soit en augmentation, le nombre de diplômés spécialisés ne parvient pas, pour le moment, à satisfaire la demande des entreprises. Déployer des stratégies de mise en visibilité efficaces au plus près des futurs diplômés permet de maximiser les chances de recrutement par les organisations.

Recommandations :

- Renforcer les partenariats avec les établissements de formation réputés pour leurs programmes en IA afin d'identifier et de recruter des diplômés possédant les compétences clés recherchées par l'entreprise. Favoriser l'implication des anciens élèves en tant qu'ambassadeurs de l'entreprise dans le cadre d'interventions au sein des écoles ou pour assurer des enseignements de spécialité est de nature à favoriser la notoriété de l'entreprise auprès des futurs diplômés.
- Renforcer les programmes d'alternance et d'apprentissage pour offrir aux étudiants et aux jeunes professionnels l'opportunité d'acquérir une expérience pratique tout en développant des compétences en IA. Ces programmes contribuent à former des talents sur mesure pour les besoins spécifiques de l'entreprise tout en favorisant la poursuite de leur carrière au sein de cette dernière.
- Évaluer la pertinence d'une approche à l'échelle de la branche, pour mutualiser les investissements d'attractivité, telles que la participation à des salons professionnels, des événements promotionnels ou des programmes de sensibilisation.

De nombreuses entreprises comme BNP Paribas, Société Générale, Crédit Agricole, Axa, PwC, EY, Capgemini, McKinsey, disposent de partenariats avec les écoles d'ingénieurs, de commerce et des universités. Dans le domaine de l'expertise comptable, on retrouve également des entreprises comme PwC, EY, Société Générale, Sage, HAYS ayant construit des partenariats avec l'ENOES⁵⁵ et de nombreuses autres écoles et organismes de formation.

Renforcer l'attractivité de la marque employeur auprès des jeunes talents

L'évolution générationnelle introduit de nouvelles attentes quant aux environnements de travail et aux outils disponibles. La génération Z, particulièrement à l'aise avec les technologies numériques, attend des entreprises qu'elle offre un accès aux dernières technologies et favorisent le développement des compétences.

Recommandation :

- Moderniser la marque employeur et soutenir l'expérience collaborateur en proposant les outils technologiques de dernière génération pour la conduite des activités métier (ex : IA générative dans les outils de bureautique).

⁵⁵ ENOES, Partenariats, 2024, <https://enoes.com/entreprise-et-alternance/partenariats/>

Adopter une approche de recrutement basée sur les compétences

En se concentrant uniquement sur les diplômes et l'expérience, les entreprises excluent de nombreux candidats potentiels susceptibles d'apporter une contribution significative. Les MOOC d'autoformation sont par exemple désormais facilement accessibles, avec de nombreuses formations qui permettent l'acquisition de compétences techniques poussées. Certains profils sont détenteurs des compétences rares sans toutefois pouvoir justifier d'un diplôme en mesure de les certifier.

Recommandation :

- Adopter une approche de recrutement basée sur les compétences plutôt que le diplôme ou le nombre d'années en emploi en adaptant le processus d'entretien pour identifier les compétences clés maîtrisées par les candidats : privilégier les cas d'usage et mises en situation pratique.
- Capitaliser sur les capacités de screening des technologies de sourcing IA pour élargir les recherches à de nouvelles sources de talents en cherchant au-delà des réseaux de recrutement traditionnels.

Dans le domaine des services numériques, Google est connu pour son processus de recrutement rigoureux axé sur les compétences⁵⁶. Plutôt que de se concentrer uniquement sur les diplômes ou l'expérience professionnelle, Google évalue les candidats en fonction de leurs compétences techniques, de leur capacité à résoudre des problèmes et de leur adéquation culturelle avec l'entreprise.

⁵⁶ Test Gorilla, "5 companies using skills-based hiring to elevate their workforce", <https://www.testgorilla.com/blog/5-companies-using-skills-based-hiring/>

CONCLUSION

Cette étude dresse un premier état des lieux sur l'état actuel des développements de l'Intelligence Artificielle, les opportunités qu'elle offre pour les entreprises du réseau Atlas ainsi que ses impacts potentiels pour les métiers. Elle identifie par ailleurs des pistes d'actions pouvant être activées par les organisations sur le sujet.

L'étude invite à ne pas sous-estimer ni surestimer les effets de ces technologies. L'analyse des impacts adopte une approche par les tâches et les compétences. Elle démontre que la plupart des salariés seront à court ou moyen terme concernés par une évolution de leurs activités. La variable réside dans le niveau de transformation et d'automatisation des activités de chaque métier.

Le rythme actuel de développement des technologies et systèmes d'IA laisse toutefois entrevoir la possibilité de nouvelles avancées rapides et de grande ampleur. Face à cette nouvelle donne technologique au fort potentiel de transformation il semble nécessaire pour les organisations d'engager rapidement une démarche d'adaptation et de formation continue afin d'accompagner au mieux les transitions à venir.

OUVERTURE

Certaines entreprises cherchent d'ores et déjà à aller plus loin et se réorganisent pour structurer leur démarche d'exploration de l'IA en inscrivant le sujet au cœur de leur stratégie d'entreprise et en préparant le dialogue social autour de l'intégration des nouvelles pratiques métier.

De nombreuses entreprises travaillent désormais à intégrer l'IA au cœur du modèle stratégique de leur organisation, conscientes des opportunités que cela peut offrir en termes d'efficacité opérationnelle, d'innovation et de compétitivité sur le marché. Parmi les leviers stratégiques mobilisés il est possible de souligner :

- L'organisation d'une veille active sur les développements de l'IA.
- La nomination d'un responsable dédié pour structurer la stratégie IA (lancement de projets pilotes, exploration de nouveaux cas d'usage, supervision de l'intégration de l'IA au sein de l'entreprise) et relayer les informations associées au niveau exécutif. L'expérience de grandes entreprises ayant déjà nommé des responsables IA, tel que les grands cabinets de conseil et d'audit, BNP Paribas⁵⁷, Goldman Sachs⁵⁸, Orange⁵⁹, La Poste⁶⁰, ENGIE⁶¹, ou encore LVMH⁶² démontre l'importance de ce rôle dans le succès de l'adoption de l'IA.
- La généralisation de l'expérimentation des technologies d'IA génératives sur des cas d'usage métier dans le cadre d'un accompagnement sécurisant.

Certaines entreprises travaillent par ailleurs à créer les conditions d'une délibération collective sur l'intégration et l'adaptation des technologies d'IA aux pratiques métier. Encourager les salariés à participer activement à cette réflexion contribue à une meilleure compréhension et adoption des technologies faisant appel à l'Intelligence Artificielle. Une telle démarche permet également de lever les potentiels freins et d'identifier les opportunités offertes par l'IA pour l'entreprise. Parmi les leviers identifiés il est possible de souligner :

- La transparence assurée sur les décisions et conditions de déploiement des technologies d'IA.
- L'importance accordée aux retours d'expérience et l'association des collaborateurs à la réflexion sur l'évolution des pratiques métiers.

⁵⁷ BNP Paribas, "Les métiers de la banque : CTO du Lab Artificial Intelligence de BNP Paribas CIB", 2019, <https://group.bnpparibas/actualite/metiers-banque-cto-lab-artificial-intelligence-bnp-paribas-cib>

⁵⁸ ZDNet, DSI de Goldman Sachs : IA hybride et apps au centre des préoccupations 2024, 2024, <https://www.zdnet.fr/actualites/dsi-de-goldman-sachs-ia-hybride-et-apps-au-centre-des-preoccupations-2024-39963298.htm>

⁵⁹ Orange, "Vers une IA responsable", 2024, <https://www.orange.com/fr/magazines/vers-une-ia-responsable>

⁶⁰ Republik IT, "Matthieu Olivier (La Poste) : « 2024 doit être l'année de l'industrialisation de l'IAG »", 2024, <https://www.republik-it.fr/decideurs-it/gouvernance/matthieu-olivier-la-poste-2024-doit-etre-l-annee-de-l-industrialisation-de-l-iag.html>

⁶¹ ENGIE, <https://www.engie.com/news/intelligence-artificielle>

⁶² Fashion Network, "LVMH: Gonzague de Pirey prend la direction "omnicanal et data" ", 2023, <https://fr.fashionnetwork.com/news/Lvmh-gonzague-de-pirey-prend-la-direction-omnicanal-et-data-1518753.html>

- L'organisation de la concertation et du dialogue social avec l'ensemble des parties prenantes (IRP, collaborateurs, représentants métier, responsables de la transformation numérique ...) et les inclure dans les réflexions associées aux expérimentations.

Des initiatives émergent pour faciliter la concertation et le dialogue social dans le cadre des transformations induites par le développement rapide des technologies d'IA. Le projet DIALIA ("Dialogue IA")⁶³ contribue par exemple à déployer un cadre méthodologique partagé pour faire du développement du dialogue social technologique au travail un levier opérationnel de la transformation numérique. Le LaborIA⁶⁴, est un laboratoire de recherche issu d'une convention signée en 2021 entre l'INRIA et le ministère du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion. Ses travaux se concentrent sur l'étude des effets de l'Intelligence Artificielle sur le travail, l'emploi, les compétences et le dialogue social.

⁶³ Site présentation du projet DIALIA, <https://dialia.alwaysdata.net/>

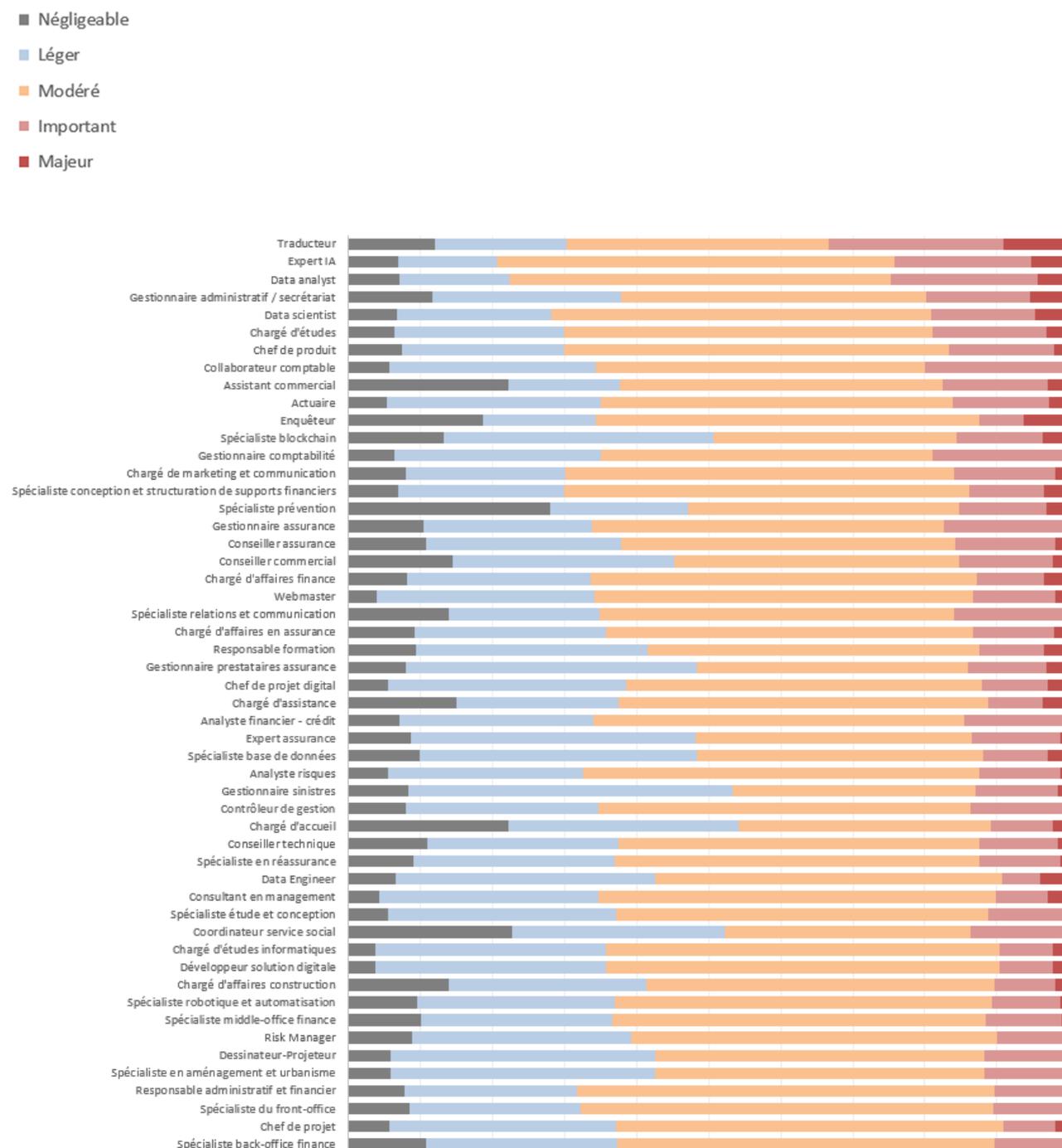
⁶⁴ Site du laboratoire LaborIA, <https://www.inria.fr/fr>

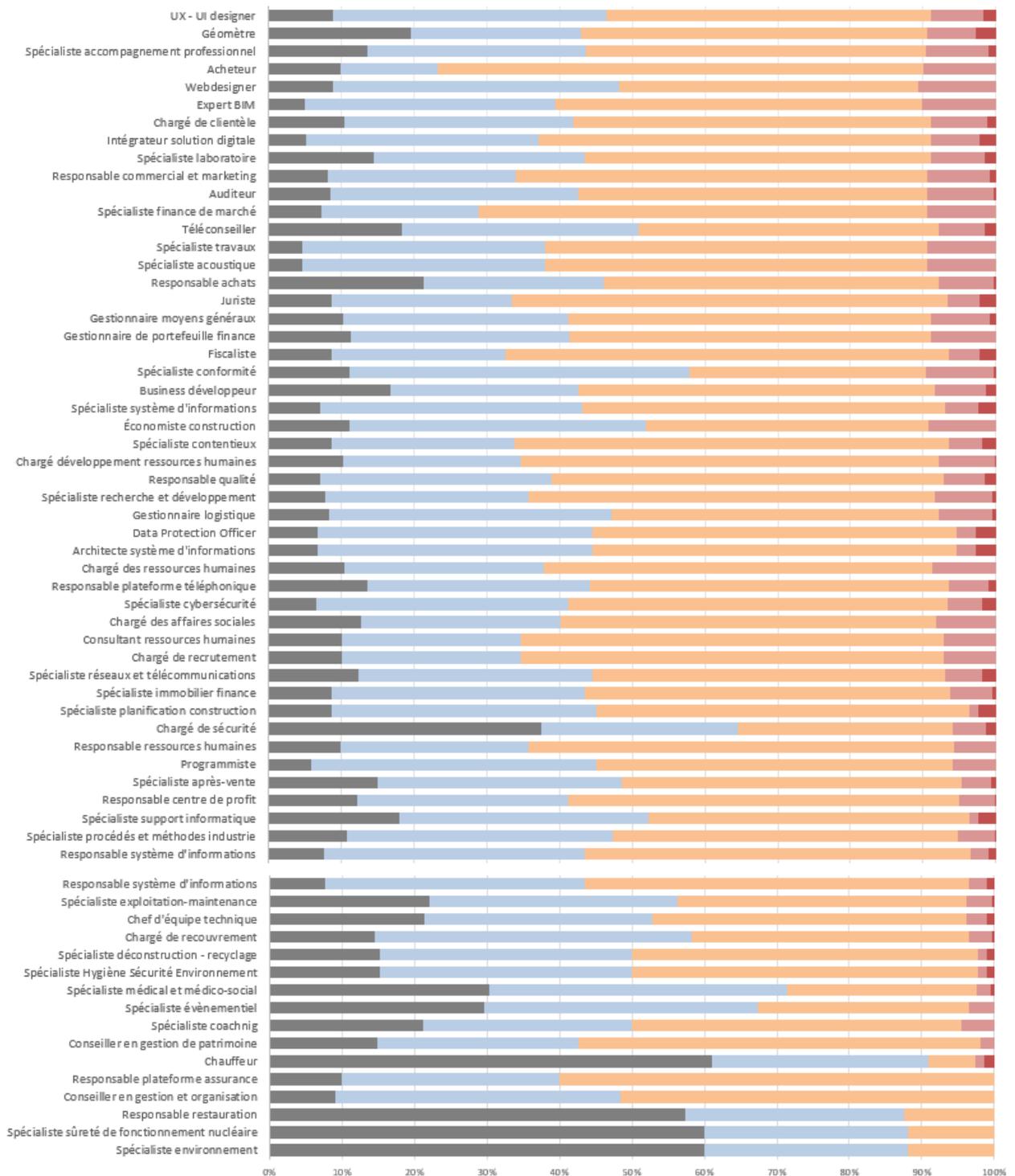
ANNEXES

Annexe – Impacts de l’IA sur les compétences par Méta-métier

Représentation de l’impact de l’IA sur les compétences, par niveau de gradation.

Lecture : près de 25% des compétences du Méta-métier de Traducteur sont impactées par l’IA de façon importante ou majeure. En revanche, près de 43% des compétences du Méta-métier de Conseiller en gestion de patrimoine sont impactées par l’IA de façon négligeable ou légère.





Annexe – Segmentation des Méta-métiers

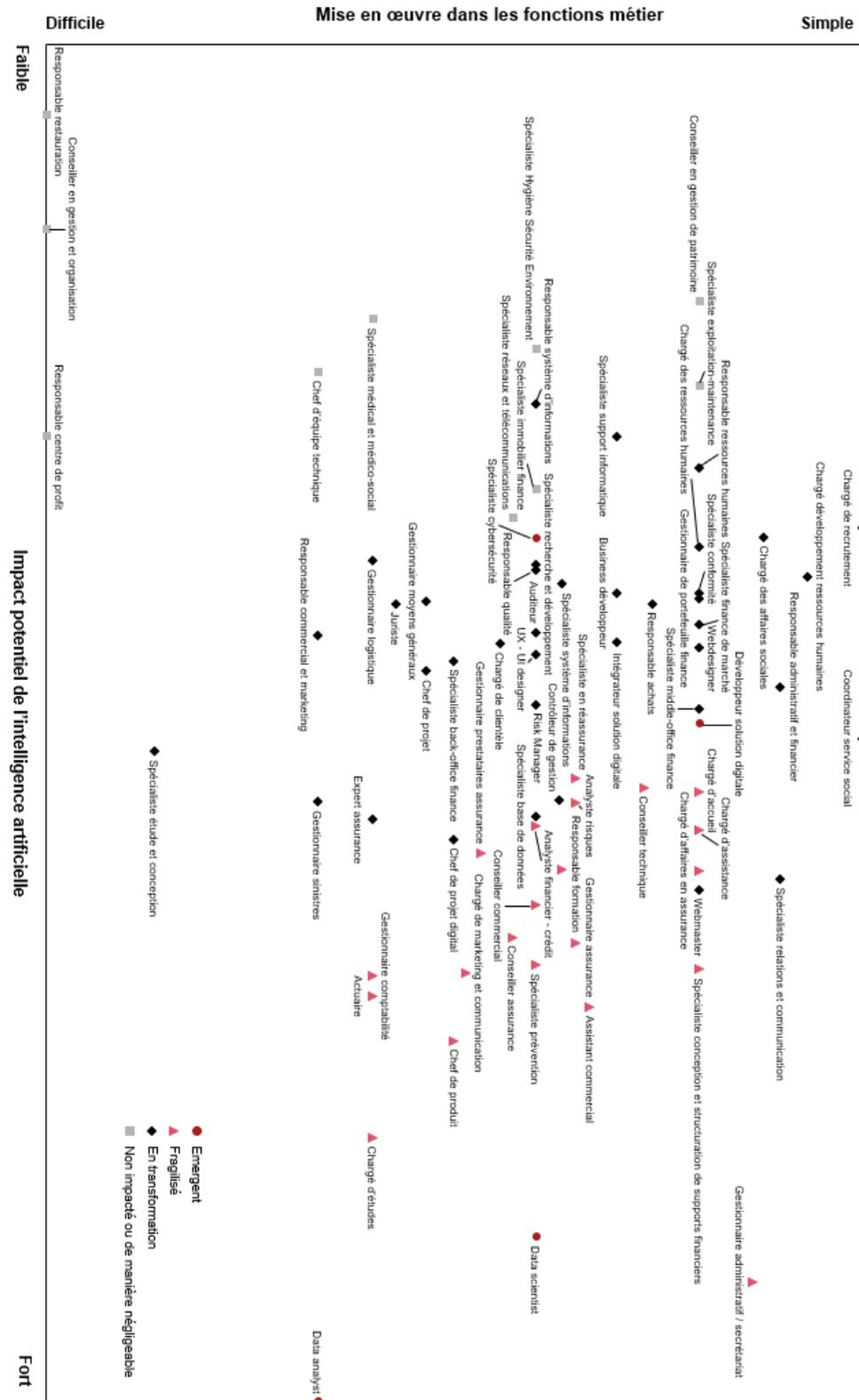
Méta-métier Atlas	Classification	Assurance	Banque et Finance	Conseil, Ingénierie, Numérique, Événement	Expertise comptable
Traducteur	En forte transformation			X	
Expert IA	Emergent			X	
Data analyst	Emergent	X	X	X	X
Gestionnaire administratif / secrétariat	En forte transformation	X	X	X	X
Data scientist	Emergent	X	X	X	
Chargé d'études	En forte transformation	X	X	X	
Chef de produit	En forte transformation	X	X	X	
Collaborateur comptable	En forte transformation				X
Assistant commercial	En forte transformation	X	X	X	
Actuaire	En forte transformation	X	X		
Enquêteur	En évolution			X	
Spécialiste blockchain	Emergent		X	X	
Gestionnaire comptabilité	En forte transformation	X	X	X	X
Chargé de marketing et communication	En forte transformation	X	X	X	X
Spécialiste conception et structuration de supports financiers	En forte transformation	X	X		
Spécialiste prévention	En forte transformation	X			X
Gestionnaire assurance	En forte transformation	X			
Conseiller assurance	En forte transformation	X	X		
Conseiller commercial	En forte transformation	X			
Chargé d'affaires finance	En forte transformation		X		
Webmaster	En évolution	X	X	X	
Spécialiste relations et communication	En évolution	X		X	
Chargé d'affaires en assurance	En forte transformation	X			
Responsable formation	En forte transformation	X	X	X	
Gestionnaire prestataires assurance	En forte transformation	X			
Chef de projet digital	En évolution	X	X	X	X
Chargé d'assistance	En forte transformation	X			
Analyste financier - crédit	En forte transformation	X	X		
Expert assurance	En évolution	X			

Spécialiste base de données	En évolution	X	X	X	
Analyste risques	En forte transformation	X	X	X	
Gestionnaire sinistres	En évolution	X	X		
Contrôleur de gestion	En évolution	X	X	X	X
Chargé d'accueil	En forte transformation	X	X	X	X
Conseiller technique	En forte transformation	X	X		
Spécialiste en réassurance	En forte transformation	X			
Data Engineer	Emergent			X	
Consultant en management	En évolution			X	X
Spécialiste étude et conception	En évolution	X		X	
Coordinateur service social	En évolution	X			
Chargé d'études informatiques	En évolution		X		
Développeur solution digitale	Emergent	X	X	X	X
Chargé d'affaires construction	En évolution			X	
Spécialiste robotique et automatisation	Emergent			X	
Spécialiste middle-office finance	En évolution	X	X		
Risk Manager	En évolution	X	X	X	
Dessinateur-Projeteur	En forte transformation			X	
Spécialiste en aménagement et urbanisme	En forte transformation			X	
Responsable administratif et financier	En évolution	X	X	X	X
Spécialiste du front-office	En évolution		X		
Chef de projet	En évolution	X	X	X	
Spécialiste back-office finance	En évolution	X	X		
UX - UI designer	En évolution	X	X	X	
Géomètre	En évolution			X	
Spécialiste accompagnement professionnel	En évolution		X	X	
Acheteur	En évolution		X		
Webdesigner	En évolution	X		X	
Expert BIM	En évolution			X	
Chargé de clientèle	En évolution	X	X		
Intégrateur solution digitale	En évolution	X		X	
Spécialiste laboratoire	En évolution			X	
Responsable commercial et marketing	En évolution	X	X	X	X
Auditeur	En évolution	X	X	X	X
Spécialiste finance de marché	En évolution	X	X		
Téléconseiller	En forte transformation		X	X	
Spécialiste acoustique	En évolution			X	
Spécialiste travaux	En évolution		X	X	
Responsable achats	En évolution	X	X	X	

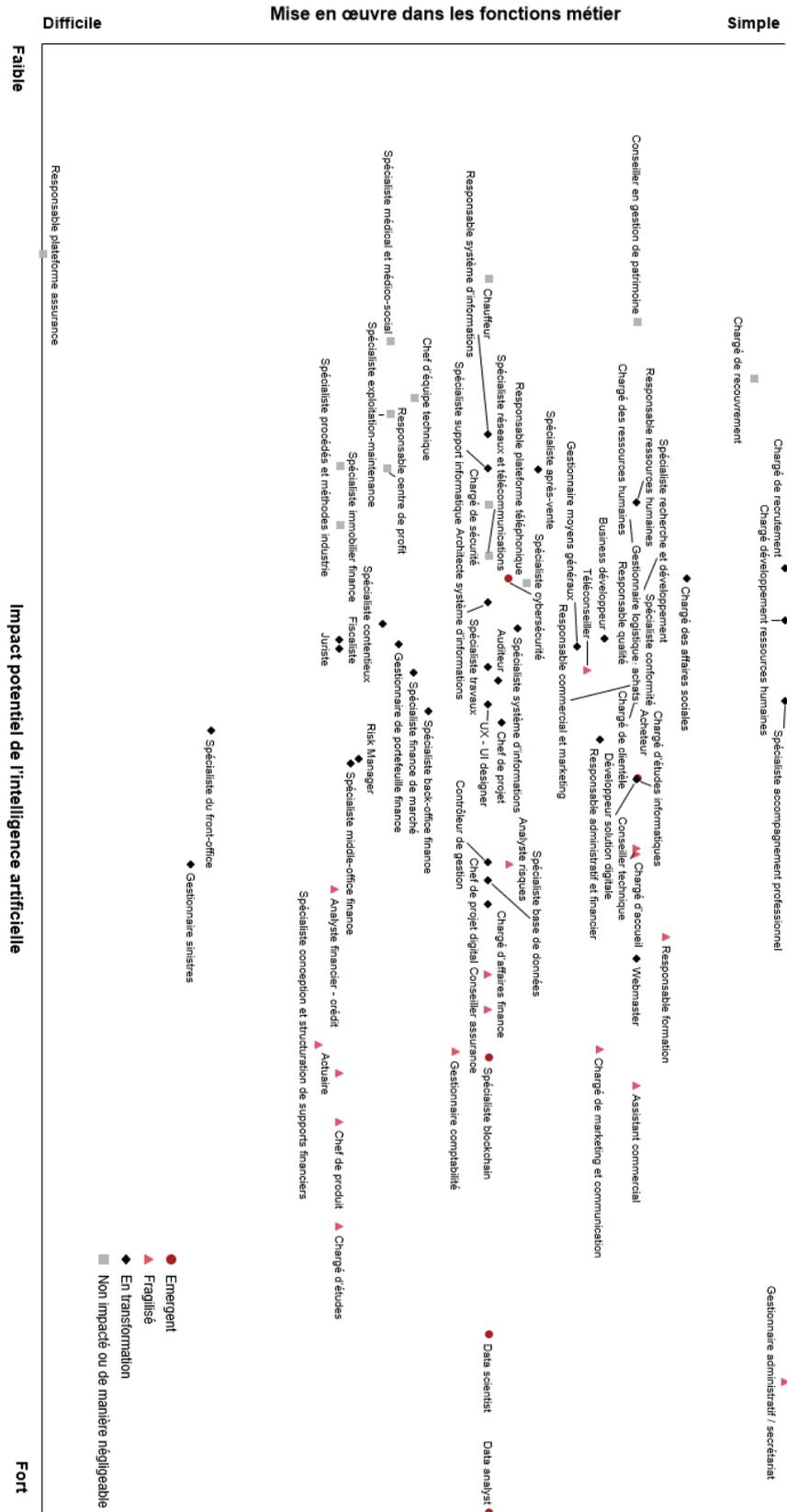
Juriste	En évolution	X	X	X	X
Gestionnaire moyens généraux	En évolution	X	X	X	
Gestionnaire de portefeuille finance	En évolution	X	X		
Fiscaliste	En évolution		X		
Spécialiste conformité	En évolution	X	X		
Business développeur	En évolution	X	X	X	
Spécialiste système d'informations	En évolution	X	X		X
Économiste construction	En évolution			X	
Spécialiste contentieux	En évolution		X		
Chargé développement ressources humaines	En évolution	X	X		
Responsable qualité	En évolution	X	X	X	
Spécialiste recherche et développement	En évolution	X	X	X	
Gestionnaire logistique	En évolution	X	X	X	
Architecte système d'informations	En évolution		X	X	
Data Protection Officer	Emergent			X	
Chargé des ressources humaines	En évolution	X	X	X	X
Responsable plateforme téléphonique	Non impacté ou de manière négligeable		X		
Spécialiste cybersécurité	Emergent	X	X	X	X
Chargé des affaires sociales	En évolution	X	X		X
Chargé de recrutement	En évolution	X	X	X	X
Consultant ressources humaines	En évolution				X
Spécialiste réseaux et télécommunications	Non impacté ou de manière négligeable	X	X	X	
Spécialiste immobilier finance	Non impacté ou de manière négligeable	X	X		X
Spécialiste planification construction	Non impacté ou de manière négligeable			X	
Chargé de sécurité	Non impacté ou de manière négligeable		X	X	
Responsable ressources humaines	En évolution	X	X	X	X
Programmist	Non impacté ou de manière négligeable			X	
Spécialiste après-vente	En évolution		X		
Responsable centre de profit	Non impacté ou de manière négligeable	X	X	X	X
Spécialiste support informatique	En évolution	X	X	X	X
Spécialiste procédés et méthodes industrie	Non impacté ou de manière négligeable		X	X	
Responsable système d'informations	En évolution	X	X	X	X
Spécialiste exploitation-maintenance	Non impacté ou de manière négligeable	X	X	X	
Chef d'équipe technique	Non impacté ou de manière négligeable	X	X		
Chargé de recouvrement	Non impacté ou de manière négligeable		X		
Spécialiste déconstruction - recyclage	Non impacté ou de manière négligeable			X	

Spécialiste Hygiène Sécurité Environnement	Non impacté ou de manière négligeable	X		X	
Spécialiste médical et médico-social	Non impacté ou de manière négligeable	X	X		
Spécialiste évènementiel	Non impacté ou de manière négligeable			X	
Spécialiste coaching	Non impacté ou de manière négligeable			X	
Conseiller en gestion de patrimoine	Non impacté ou de manière négligeable	X	X		
Chauffeur	Non impacté ou de manière négligeable		X		
Responsable plateforme assurance	Non impacté ou de manière négligeable		X		
Conseiller en gestion et organisation	Non impacté ou de manière négligeable	X			
Responsable restauration	Non impacté ou de manière négligeable	X		X	
Spécialiste environnement	Non impacté ou de manière négligeable			X	
Spécialiste sûreté de fonctionnement nucléaire	Non impacté ou de manière négligeable			X	

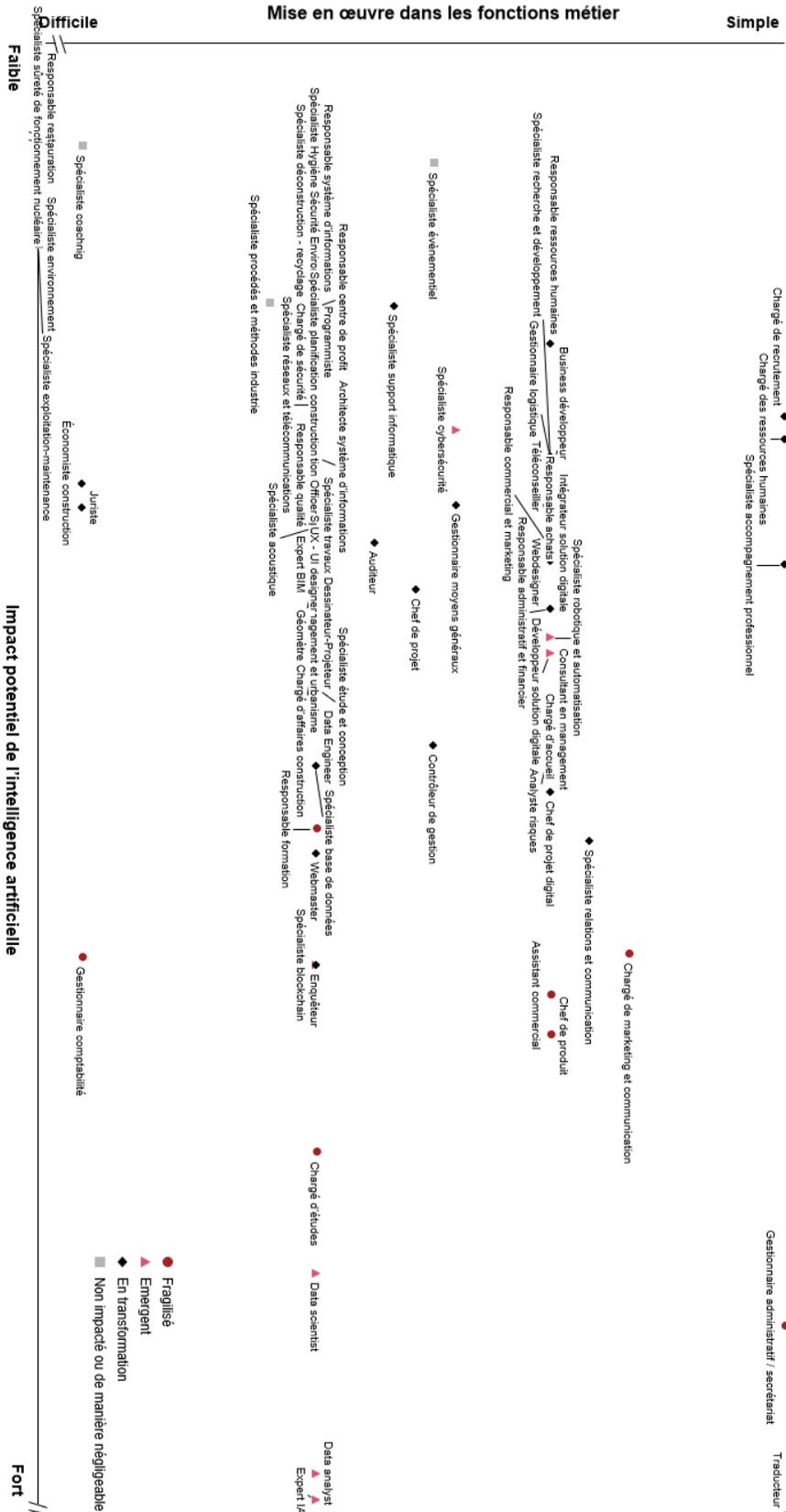
Annexe – Matrice d’impact potentiel de l’IA sur les Méta-métiers du secteur de l’Assurance



Annexe – Matrice d’impact potentiel de l’IA sur les Méta-métiers du secteur de la Banque et de la Finance



Annexe – Matrice d’impact potentiel de l’IA sur les Méta-métiers du secteur du Conseil



Annexe – Matrice d’impact potentiel de l’IA sur les Méta-métiers de l’Expertise comptable et du Commissariat aux Comptes



Annexe – Liste de mots-clés usuels pour recherche de formations et certification

Sciences des données / data science
Ingénierie des données / data engineering
Gestion des données / data management
Intelligence artificielle / artificial intelligence
Mathématiques appliquées
Informatique appliquée
Statistiques
Machine learning
Deep learning
Data Mining
Algorithme
Cloud / cloud computing
Big data
Robotique
Traitement automatique des langues
Apprentissage automatique
Modélisation / modélisation numérique
Aide à la décision
Systèmes complexes
Systèmes information / systèmes information innovants
Analyse de l'information
Analyse de données
Base de données
Informatique des données
Sciences cognitives
Internet des objets / internet of things / IoT
Cybersécurité / cybersecurity
Réseaux de neurones
Traitement du langage naturel (NLP)
Vision par ordinateur
Informatique cognitive
Modèles génératifs
Apprentissage profond

Annexe – Liste des codes Formacode associés aux certifications identifiées pour les formations du champ de l’IA

FORMACODE_code	FORMACODE_libelle
11016	Analyse données
11017	Statistique appliquée
11025	Calcul scientifique
11033	Mathématiques décision
11036	Statistique
11050	Mathématiques informatiques
11052	Mathématiques appliquées
11067	Géométrie
12081	Biotechnologie
12232	Géomatique
13235	Droit données personnelles
14240	Linguistique informatique
14278	Sciences cognitives
24252	Réseau télécom
24454	Automatisme informatique industrielle
24487	Logique programmée
30812	Langage Python
31006	Sécurité informatique
31009	Architecture système information
31011	Cloud Computing
31014	Informatique décisionnelle
31016	Architecture mobile
31018	Architecture orientée services
31023	Données massives
31025	Data Analytics
31026	Data science
31028	Intelligence artificielle
31036	Administration base de données
31052	Data Warehouse
31054	Informatique et systèmes d'information
31088	Programmation
31090	Programmation web
31094	Conduite projet informatique
31676	Bureau études
32012	Gestion processus
32025	Stratégie entreprise
34060	Etude marché
41036	Assurance

Annexe – Liste des codes ROME associés aux certifications identifiées pour les formations du champ de l'IA

ROME code	ROME libellé
C1105	Etudes actuarielles en assurances
C1202	Analyse de crédits et risques bancaires
C1204	Conception et expertise produits bancaires et financiers
E1205	Réalisation de contenus multimédias
F1107	Mesures topographiques
H1203	Conception et dessin produits mécaniques
H1206	Management et ingénierie études, recherche et développement industriel
H1210	Intervention technique en études, recherche et développement
H1303	Intervention technique en Hygiène Sécurité Environnement -HSE- industriel
H1402	Management et ingénierie méthodes et industrialisation
H1502	Management et ingénierie qualité industrielle
H2502	Management et ingénierie de production
I1102	Management et ingénierie de maintenance industrielle
I1401	Maintenance informatique et bureautique
K1404	Mise en œuvre et pilotage de la politique des pouvoirs publics
K1601	Gestion de l'information et de la documentation
K1802	Développement local
K2108	Enseignement supérieur
K2401	Recherche en sciences de l'homme et de la société
K2402	Recherche en sciences de l'univers, de la matière et du vivant
M1201	Analyse et ingénierie financière
M1206	Management de groupe ou de service comptable
M1207	Trésorerie et financement
M1402	Conseil en organisation et management d'entreprise
M1403	Etudes et perspectives socio-économiques
M1801	Administration de systèmes d'information
M1802	Expertise et support en systèmes d'information
M1803	Direction des systèmes d'information
M1804	Etudes et développement de réseaux de télécoms
M1805	Etudes et développement informatique
M1806	Conseil et maîtrise d'ouvrage en systèmes d'information
M1808	Information géographique
M1810	Production et exploitation de systèmes d'information
N1301	Conception et organisation de la chaîne logistique

Annexe – Liste des codes NSF associés aux certifications identifiées pour les formations en IA

NSF_code	NSF_libelle
110	Spécialités pluri-scientifiques
114	Mathématiques
114b	Modèles mathématiques ; Informatique mathématique
114d	Mathématiques de l'économie, statistique démographique, mathématiques des sciences sociales, des sciences humaines
114g	Mathématiques de l'informatique, mathématiques financières, statistique de la santé
118b	Modèles d'analyse biologique ; Informatique en biologie
120	Spécialités pluridisciplinaires, sciences humaines et droit
121	Géographie
121b	Géographie (outils, méthodes et modèles)
122	Economie
122b	Modèles économétriques ; Méthodes d'analyse économique
125	Linguistique
125g	Langages artificiels et informatique ; Linguistique et didactique des langues
127c	Epistémologie des sciences expérimentales
128	Droit, sciences politiques
200	Technologies industrielles fondamentales
201n	Conception en automatismes et robotique industriels, en informatique industrielle
231	Mines et carrières, génie civil, topographie
250	Spécialités pluri technologiques mécanique-électricité
300	Spécialités plurivalentes des services
312n	Etudes de marchés et projets commerciaux
313	Finances, banque, assurances, immobilier
313m	Finances, banques, assurances (non indiquée ou autre)
313n	Etudes économiques et financières
315n	Etudes et prévisions, établissement de stratégies
320	Spécialités plurivalentes de la communication et de l'information
320p	Organisation et gestion
325	Documentation, bibliothèque, administration des données
326	Informatique, traitement de l'information, réseaux de transmission
326m	Informatique, traitement de l'information
326n	Analyse informatique, conception d'architecture de réseaux
326p	Informatique, traitement de l'information (organisation, gestion)
326r	Assistance informatique, maintenance de logiciels et réseaux
326t	Programmation, mise en place de logiciels
326u	Exploitation informatique
331	Santé
331n	Etude et recherche médicale