

**GOVERNEMENT***Liberté
Égalité
Fraternité***HUB
FRANCE
IA**

«REFCO-IA Phase 2»

Premier levier des transitions numériques et écologiques, la formation des jeunes et des salariés permet de renforcer le capital humain indispensable au fonctionnement de nos entreprises et au-delà de toute la société. C'est aussi le meilleur moyen pour proposer des emplois durables et de tous niveaux de qualification sur l'ensemble du territoire.

C'est également une des conditions majeures pour la réussite du plan France 2030 : soutenir l'émergence de talents et accélérer l'adaptation des formations aux besoins de compétences des nouvelles filières et des métiers d'avenir. 2,5 milliards d'euros de France 2030 seront mobilisés sur le capital humain pour atteindre cette ambition.

L'appel à manifestation d'intérêt « Compétences et métiers d'avenir » s'inscrit dans ce cadre et vise à répondre aux besoins des entreprises en matière de formations et de compétences nouvelles pour les métiers d'avenir.

Dans le cadre de ce dispositif, la réalisation de diagnostics des besoins en compétences et en formations sont financés et diffusés.



Sommaire

1_ Introduction et méthodologie de travail	3
2_ L4 – Profils identifiés	4
3_ L5 – L'enquête phase 2	9
4_ Conclusions et préconisations	13
5_ Annexes	14

1. Introduction et méthodologie de travail

L'appel à manifestation « Compétences et métiers d'avenir » de France 2030

L'appel à manifestation d'intérêt (AMI) « Compétences et métiers d'avenir » s'inscrit dans le cadre du volet dirigé du PIA4 et vise à répondre aux besoins des entreprises en matière **de formations et de compétences nouvelles pour les métiers d'avenir**. Les projets soutenus portent notamment sur :

- La réalisation de diagnostics des besoins en compétences et en formations ;
- L'identification des initiatives et projets en rapport avec une stratégie ou plusieurs stratégies nationales ; - Le financement des projets les plus adaptés qui auront été sélectionnés par une procédure exigeante.

Le projet REFCO-IA est l'initiative d'un consortium de onze acteurs (cf Annexe 1); il est piloté par le Hub France IA. Il s'inscrit dans une démarche de soutien de la compétitivité des entreprises françaises dont les évolutions technologiques entraînent de nouveaux besoins en compétences techniques. La pénurie de talents qui sévit dans les métiers de l'intelligence artificielle (IA) conduit les entreprises à adopter des stratégies d'upskilling¹ et reskilling², voire de reconversion, de leurs effectifs bien formés à leur métier. Les nouvelles technologies évoluant à une vitesse fulgurante, elles nécessitent un besoin quasi-constant d'actualisation des compétences. Sans une visibilité claire des compétences requises pour exercer des tâches et missions techniques en IA, les entreprises font face au manque d'une information cruciale. En conséquence, elles tentent d'établir des référentiels de compétences internes qui ne permettent pas d'avoir une vue d'ensemble nationale et multisectorielle.

Les objectifs de REFCO sont ainsi de : 1 / produire un diagnostic « universel » des besoins en compétences IA de l'ensemble des entreprises françaises ; 2/ évaluer les volumétries de collaborateurs devant acquérir ces compétences et 3/ produire un référentiel de compétences unifié, sans viser une branche professionnelle ou un secteur d'activité en particulier.

Il est précisé que lors de son dépôt, le projet REFCO-IA avait été imaginé en coordination avec un projet de diagnostic des formations IA ayant fait également l'objet d'un dépôt par un autre consortium. Ce dernier n'ayant pas été retenu, notre consortium a produit ses livrables sans pouvoir s'appuyer sur un diagnostic exhaustif des formations IA existantes.

- **Temporalité du projet**

Le projet a débuté le 17 novembre 2022. Une première phase d'enquête s'est déroulée sur une période de 3 mois (de mi-décembre à mi-mars 2023) et a été suivie d'une période de consolidation et de rédaction des livrables pour une clôture de cette première phase en mai 2023. Une deuxième phase de projet a été lancée en juin 2023. L'objectif de cette deuxième phase vise à mener une nouvelle enquête qui s'est clôturée en décembre 2023 visant à identifier les besoins en formation (volumétrie) par profil métier à horizon 2024 et 2030 et affiner les premières estimations issues de la phase initiale du projet.

Méthodologie générale

- **Étapes du projet et indicateurs de performances**

Suite à la présentation des résultats du projet REFCO-IA, les commanditaires ont souhaité un approfondissement du diagnostic en particulier pour répondre aux questions suivantes :

1. Quels sont les profils de métiers de l'IA en cours et à venir ?
2. Quelles est la volumétrie des besoins des entreprises sur ces différents profils à horizon 2024 & 2030 ?
3. Quels sont les niveaux d'études attendues de ces profils ?

Il est attendu également des préconisations sur :

1. La méthodologie à adopter pour tenir à jour la base de données des profils métiers de l'IA
2. Les tendances à venir sur les métiers de l'IA

¹Upskilling : montée en compétence.

²Reskilling : acquisition de compétences nouvelles dans le cadre d'un changement de métier ou d'une montée en compétence transversale.

3. Les besoins en formation (initiale ou continue)

Pour répondre aux attentes de cette deuxième phase du projet, le Hub France IA a piloté seul la mise en place du contenu de l'enquête et a pu s'appuyer sur les membres du consortium ainsi que sur les commanditaires pour dérouler l'enquête entre le mois de septembre et le mois de décembre.

Ainsi le projet a été découpé en trois grandes étapes :

1. Élaboration d'une liste de profils métiers à partir des compétences identifiées en phase 1 et les données de l'OPIIEC ;
2. Définition précise des profils métiers et le niveau d'étude estimé ;
3. Construction d'un questionnaire d'enquête permettant d'établir les volumétries attendues par profils et par niveau de formation ;
4. Établir les préconisations attendues sur les besoins en formation par profil, valider les estimations de niveau d'étude établies en 2, et d'identifier de façon précise si les tendances sont plutôt de l'ordre de la formation continue des collaborateurs déjà en place ou le recrutement de profil spécialisé, ceci ayant un impact sur le type des formations à mettre en place.

- **Livrables attendus**

Pour cette deuxième phase du projet, le livrable principal consiste en l'analyse par profil métier des besoins en volume attendu par les entreprises à horizon 2024 et 2030, et précisant les niveaux de formation estimés pour ces profils.

Un livrable connexe correspond donc à une liste de profils métier avec les compétences utiles à ces profils. Ces compétences font référence aux compétences élaborées dans le cadre du référentiel établi lors de la première phase de projet.

Nous détaillons dans les sections suivantes les travaux réalisés et les résultats obtenus.

2. Profils identifiés

La première étape a consisté à définir une liste de profils métier servant de base à l'établissement de notre questionnaire. Les profils sont listés ci-dessous et classés par niveau d'études requis (Bac+8, Bac+5 et Bac+3). Ces profils couvrent les aspects scientifiques de l'IA, les aspects opérationnels IT, le management ainsi que des fonctions connexes relatives à l'éthique, le juridique, les coûts de l'IA ou encore leur impact environnemental. Ces profils couvrent à date l'ensemble de la chaîne de valeur de l'IA. A noter également que le profil « métier augmenté par l'IA » relève principalement de la formation continue.

La grille plus précise des compétences par profil est donnée en Annexe 3.

Niveau Bac+8

Chercheur en IA

- **Définition (inspirée de CIDJ)** : conçoit des programmes informatiques, complexes et novateurs, capables de raisonner et/ou d'automatiser des tâches complexes.
- **Compétences (REFCO-IA)** :
 - Compétences transverses :
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Mettre en œuvre et piloter des projets de recherche subventionnés
 - Savoir mettre en place une approche sobre de l'IA
 - Compétences techniques :
 - Maîtriser les indicateurs d'évaluation
 - Programmer les indicateurs nécessaires au fonctionnement des algorithmes
 - Identifier et sélectionner des algorithmes de base à utiliser et à combiner de manière innovante pour la modélisation
 - Savoir concevoir de nouveaux algorithmes
 - Connaissance de techniques d'IA spécialisées
 - Maîtriser les techniques d'IA avancées
 - Maîtriser les techniques d'IA génératives

- Prototyper les modèles d'IA

Niveau Bac+5

Data Scientist

- **Définition (OPIEEC)** : Le Data Scientist introduit des techniques de Data Science et d'Intelligence Artificielle pour aborder la résolution d'une problématique métier, la prise d'une décision et l'automatisation d'opérations.
- **Missions principales (OPIEEC)**
 - Identifier et explorer la problématique à traiter
 - Concevoir et exploiter la solution de Data Science et d'Intelligence Artificielle
 - Coordonner les aspects métiers et technologiques
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses
 - Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métiers
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Connaître les problématiques éthiques de l'IA
 - Savoir mettre en place une approche sobre de l'IA
 - Compétences techniques
 - Programmer les traitements de données
 - Auditer les sources de données disponibles
 - Auditer la qualité des données
 - Préparer, nettoyer et programmer le recodage des données
 - Augmenter les données
 - Réaliser une analyse exploratoire des données
 - Identifier et sélectionner des algorithmes de base à utiliser pour la modélisation
 - Prototyper les modèles d'IA
 - Savoir évaluer les modèles (précision, robustesse et absence de biais) et décider de les rejeter/adopter
 - Automatiser les modèles d'IA
 - Gérer le cycle de vie des modèles
 - Restituer aux interlocuteurs métiers les résultats des modèles

Ingénieur IA spécialisé

- **Définition (pas de source officielle)** : Élabore et crée des programmes informatiques s'appuyant sur des approches et technologies d'IA avancée (symbolique, IA Générative, Computer Vision, NLP...) permettant de répondre à des problèmes complexes dans le respect des contraintes de sécurité et de l'organisation.
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses :
 - Piloter des projets data & IA
 - Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Appliquer les bonnes pratiques pour gérer les risques IA
 - Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution
 - Compétences techniques :
 - Connaissance de techniques d'IA spécialisées
 - Maitriser les techniques d'IA avancées
 - Maitriser les techniques d'IA génératives
 - Prototyper les modèles d'IA
 - Savoir évaluer les modèles (précision, robustesse et absence de biais) et décider de les rejeter/adopter
 - Tester et déployer

IA / Data Architect

- **Définition (inspirée de [Consultant architecte technique](#))** : garant de l'architecture technique des systèmes et de la cohérence de l'ensemble des moyens informatiques pour assurer le fonctionnement auprès des clients.
- **Missions principales**
 - Analyser un cahier des charges
 - Exercer une veille technique et expertiser un projet
 - Concevoir une stratégie technique adaptée au projet
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Concevoir et mettre en œuvre les infrastructures big data
 - Concevoir l'architecture data
 - Maitriser l'optimisation et le run
 - Maitriser les coûts et la sécurité des architectures à base de cloud
 - Programmer les traitements de données

Machine Learning Engineer

- **Définition (OPIIEC)** : Optimise et déploie les algorithmes d'apprentissage automatique conçus avec le Data Scientist. Au sein de l'infrastructure d'acquisition et au regard du traitement des données préparé par le Data Engineer, ces algorithmes d'apprentissage automatique viennent renforcer la plupart des applications d'Intelligence Artificielle.
- **Missions principales (OPIIEC)**
 - Analyser le besoin métier et tester les potentialités
 - Développer et déployer la solution
 - Gérer le cycle de vie de la solution
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses
 - Piloter des projets data & IA
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Compétences techniques
 - Maitriser l'optimisation et le run
 - Programmer les traitements de données
 - Programmer les indicateurs nécessaires au fonctionnement des algorithmes
 - Identifier et sélectionner des algorithmes de base à utiliser pour la modélisation
 - Prototyper les modèles d'IA
 - Gérer le cycle de vie des modèles
 - Industrialiser, sécuriser, rendre résilients et utilisables les modèles de datascience
 - Gérer la supervision et le monitoring

Éthicien de l'IA

- **Définition (source [CIDJ](#))** : sert de point de contrôle interne de l'organisation pour définir et contrôler l'éthique des projets IA. Il fournit également des conseils sur les questions de gouvernance des Systèmes d'IA.
- **Mission principale (source [CIDJ](#))**
 - Garantir que les processus projets sont conformes aux principes fondamentaux de l'entreprise, de la société et de la libertés humaines
 - Alerter sur les paradoxes entre technique et déontologie, les risques, les programmations biaisées...
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses :
 - Connaître les problématiques éthiques de l'IA
 - Connaître les enjeux de conformité et réglementaires de l'IA

Data Protection Officer en IA

- **Définition (inspirée du [DPO numérique de l'OPIIEC](#))** : analyse, définit et garantit la sécurité des systèmes d'IA d'une organisation pour que les utilisateurs puissent interagir en toute sécurité avec l'ensemble de son environnement et se protéger des actions malveillantes. Il intègre également les notions réglementaires sur l'IA, les exigences de mise en conformité et les méthodes pour les adresser.
- **Missions principales**
 - Expertiser le projet
 - Piloter les équipes et sécuriser le projet

- Gérer l'interface auprès de l'ensemble des intervenants projet
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses
 - Connaître les problématiques éthiques de l'IA
 - Connaître les enjeux de conformité et réglementaires de l'IA
 - Appliquer les bonnes pratiques pour gérer les risques IA
 - Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution

Niveau Bac+2/3

Data Engineer

- **Définition (OPIIEC)** : Conçoit et développe les infrastructures et outils nécessaires au traitement des données massives et au déploiement de solutions d'Intelligence Artificielle.
- **Missions principales (OPIIEC)**
 - Analyser le besoin et concevoir l'infrastructure de traitement
 - Déployer et maintenir la solution sur son cycle de vie
 - Intégrer les technologies du Big Data dans son activité
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences techniques
 - Maîtriser l'optimisation et le run
 - Programmer les traitements de données
 - Optimiser les traitements des données dans le datalake
 - Auditer les sources de données disponibles
 - Auditer la qualité des données
 - Collecter les données
 - Préparer, nettoyer et programmer le recodage des données
 - Augmenter les données
 - Gérer le cycle de vie des modèles et des données
 - Industrialiser, sécuriser, rendre résilients et utilisables les modèles de datascience
 - Gérer la supervision et le monitoring
 - Tester et déployer

Développeur IA

- **Définition (pas de source officielle)** : spécialisé dans la conception et le développement de systèmes d'Intelligence Artificielle exploitant des modèles sur étagère ou produits par les data scientists.
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses :
 - Piloter des projets data & IA
 - Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Compétences techniques :
 - Programmer les traitements de données
 - Auditer les sources de données disponibles
 - Auditer la qualité des données
 - Collecter les données
 - Evaluer les librairies et services sur étagère disponibles
 - Prototyper les modèles d'IA
 - Préparer, nettoyer et programmer le recodage des données
 - Augmenter les données
 - Construire des pipelines de modèles
 - Tester et déployer

Chef de projet IA

- **Définition (inspirée de la définition OPIIEC de [chef de projet numérique](#))** : S'assure de la satisfaction client et de la bonne animation des équipes sur tout ou partie d'un projet d'IA, dans le respect des objectifs (délais et budgets) de son périmètre contractuel.
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses :
 - Piloter des projets data & IA
 - Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Connaître les problématiques éthiques de l'IA
 - Connaître les enjeux de conformité et réglementaires de l'IA
 - Appliquer les bonnes pratiques pour gérer les risques IA
 - Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution
 - Savoir concevoir un plan de changement
 - Savoir accompagner le changement induit par un projet IA
 - Compétences techniques :
 - Restituer aux interlocuteurs métiers les résultats des modèles

Product Owner IA

- **Définition (pas de source officielle)** : Responsable de la conception du système d'IA, il a la charge de satisfaire les besoins utilisateurs en menant à bien la livraison d'un produit de qualité. En cela, il participe activement aux phases de test.
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses :
 - Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier
 - Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA
 - Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution
 - Savoir concevoir un plan de changement
 - Savoir accompagner le changement induit par un projet IA
 - Compétences techniques :
 - Tester
 - Restituer aux interlocuteurs métiers les résultats des modèles

FinOps / GreenOps Manager

- **Définition (pas de source officielle)** : unifie les données financières, pilote les coûts et garantit la maîtrise de l'impact environnemental des projets.
- **Compétences (REFCO-IA)** :
 - Compétences transverses
 - Savoir évaluer les coûts financiers & environnementaux d'une solution IA
 - Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution
 - Savoir concevoir un plan de changement
 - Compétences techniques
 - Maîtriser les coûts et la sécurité des architectures à base de cloud
 - Gérer la supervision et le monitoring

Métier (augmenté par l'IA)

- **Définition (pas de source officielle)** : exprime les besoins et principal utilisateur du système d'IA. Son processus métier sera augmenté par l'IA, il doit être impliqué dès la conception du système.
- **Compétences (REFCO-IA)**
 - Compétences transverses :
 - Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier
 - Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution
- **Niveau** : Bac +3 + Perfectionnement en IA (formation continue)

3. Le questionnaire de la phase 2 et les résultats

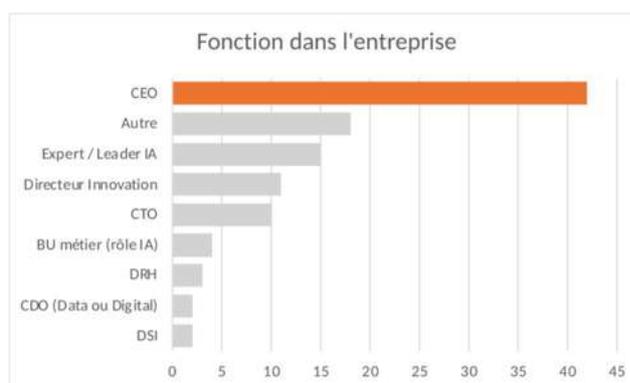
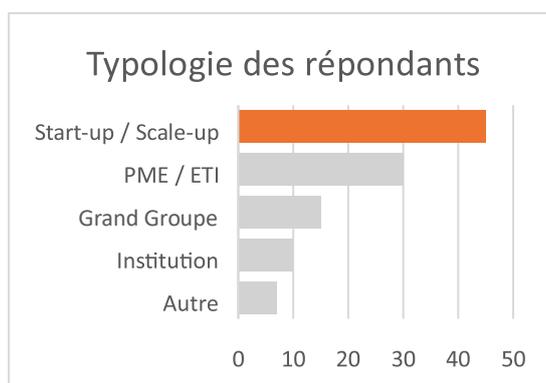
Le questionnaire (voir Annexe 1) a été réalisé dans des conditions similaires à la phase 1, et contient des questions d'ordre général permettant d'identifier le profil des répondants, la localisation géographique de son entreprise, le secteur d'activités, la taille et le niveau de maturité en IA, et des questions spécifiques sur les besoins des entreprises de renforcer leurs compétences à horizon 2024 et 2030 sur les différentes Persona. Le questionnaire est basé sur le référentiel de compétences v1.

Le questionnaire a été envoyé par chaque partenaire du projet à son réseau de contacts et a également été diffusé sur les réseaux sociaux. L'enquête a été ouverte entre le 15 septembre 2023 et le 30 novembre 2023. Nous avons obtenu 107 réponses complètes à ce questionnaire, ainsi que 296 réponses incomplètes (non exploitables car trop incomplètes). Nous donnons ci-dessous la typologie des répondants puis une analyse des réponses. Le détail des réponses est donné en Annexe 2.

La méthodologie d'extraction des résultats est similaire à la phase 1 : les questionnaires remplis sont intégrés dans l'outil *LimeSurvey*, et les réponses sont agrégées dans un fichier Excel pour être analysées.

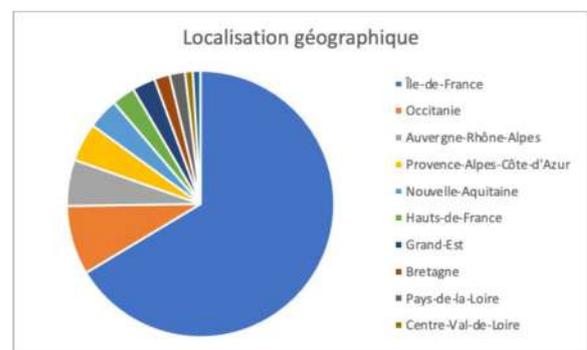
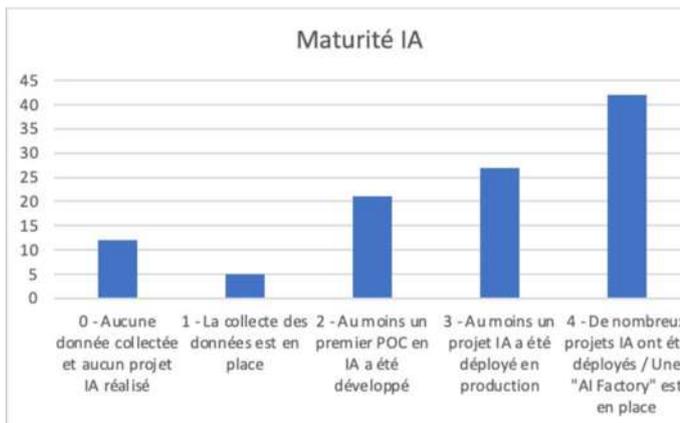
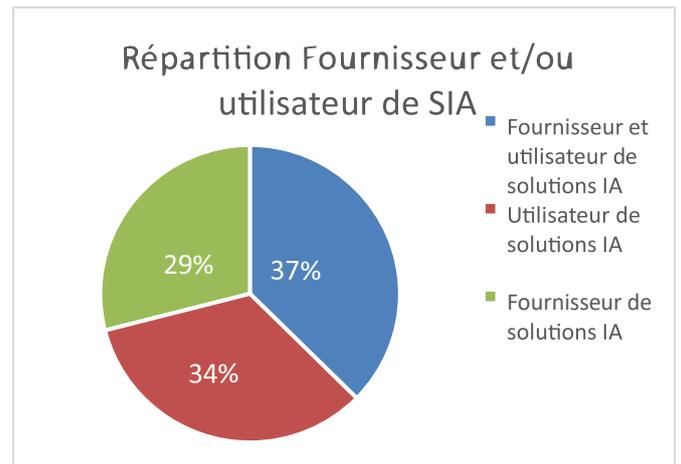
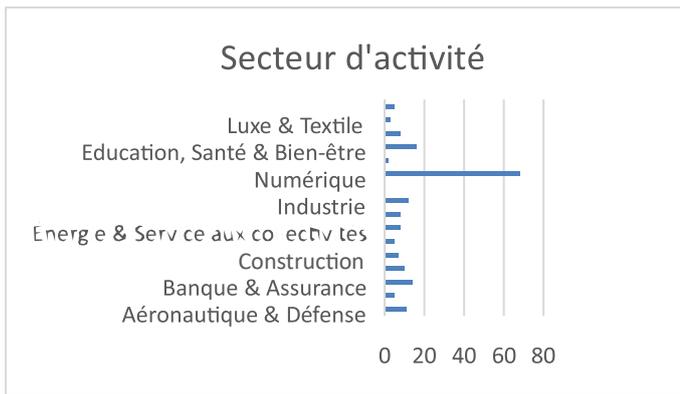
Typologie des répondants : types d'entreprises et fonctions

La figure ci-dessous (gauche) montre une plus grande représentativité des start-up et PME. Le graphique de droite présente la diversité des fonctions des répondants avec une forte représentation CEO du fait de la forte représentation des start-ups, puis un équilibre entre experts scientifiques, experts techniques et experts en innovation.



Typologie des répondants : Secteurs d'activité, fournisseurs / utilisateurs d'IA, maturité

Comme on le voit dans les figures ci-dessous, les entreprises du numérique représentent 63% des répondants, les autres secteurs sont représentés de manière assez équilibrée. Les entreprises sont à parts presque égales fournisseur d'IA, utilisateurs de solutions IA ou les deux à la fois (ceci s'explique par la représentation des start-ups dans les répondants). 39% ont de nombreux projets IA déployés et ont mis en place une IA Factory et 25% ont mis en production au moins un projet IA, ce qui dénote une maturité importante des entreprises ayant répondu au questionnaire, confirmant la tendance notée lors de la phase 1. La majorité des répondants (66%) se trouve en Ile de France.



Conclusions générales de l'enquête

Les résultats de l'enquête montrent clairement que les entreprises interrogées ont des besoins globalement de se renforcer sur des profils techniques de l'Intelligence Artificielle, notamment :

- Profil Data Engineer (61%)
- Profil Data Scientist (59%)
- Profil Développeur IA (50%)
- Profil Ingénieur IA spécialisé (50%)

Les profils plus orientés IT et management de projets sont également assez fortement demandés : près de 45% pour les chefs de projet IA et les IA/Data Architect. Les profils de Product Owner et de Chercheurs en IA avoisinent les 40%.

Enfin, les profils les moins demandés sont :

- Le métier augmenté (33%)
- L'Éthicien de l'IA (29%)
- Le Data Protection Officer (22%)
- Le GreenOps Manager (17%)

Ceci montre la prépondérance des profils liés au développement de modèles d'IA et à leur mise en œuvre, incluant les aspects IT et management de projets. Le profil de Machine Learning Engineer, très lié à l'industrialisation des projets est moins demandé (38%). Ceci peut dénoter soit un manque de maturité sur l'industrialisation, soit des profils d'entreprises qui n'ont pas la charge de l'industrialisation des projets mais fournissent par exemple des logiciels qui seront intégrés dans une architecture globale. Les entreprises sont très certainement bien dotées sur le profil Product Owner, expliquant des besoins en dessous de 40%. Les entreprises interrogées n'ont également pas de besoins importants de chercheurs en IA.

Le Data Protection Officer existe dans la plupart des grandes entreprises, et adaptera probablement ses connaissances à la réglementation spécifique de l'IA (AI Act par exemple).

Enfin, le GreenOps Manager est peu répandu à l'heure actuelle dans les entreprises. Cette partie liée au coût et à l'impact environnemental de l'IA est intégrée dans la démarche RSE des entreprises.

Le tableau suivant synthétise le nombre de réponses par profil en termes de volume estimé tout niveau confondu à horizon 2024 et 2030.

	2024					2030				
	Rang	< 5	5 à 10	10 à 50	50 à 500	Rang	< 5	5 à 10	10 à 50	50 à 500
<i>Data Scientist</i>	2	37	7	7	0	4	10	6	3	1
<i>Data Engineer</i>	1	42	3	5	5	1	9	3	1	3
<i>Développeur IA</i>	3	33	6	5	5	2	7	7	2	1
<i>Ingénieur IA spécialisé</i>	5	33	7	3	1	5	10	3	2	2
<i>Chef de projet IA</i>	8	27	6	2	0	8	7	3	1	0
<i>IA / Data Architect</i>	9	28	6	2	0	11	13	0	1	0
<i>Métier Augmenté par l'IA</i>	4	19	7	3	1	9	4	0	3	1
<i>Machine Learning Engineer</i>	6	26	3	0	1	6	9	1	2	1
<i>Product Owner IA</i>	7	24	9	3	0	7	6	1	0	1
<i>Éthicien de l'IA</i>	10	13	3	0	1	10	9	3	0	0
<i>Data Protection Officer en IA</i>	13	16	2	0	0	12	6	0	0	1
<i>Chercheur en IA</i>	12	15	3	0	0	3	11	5	0	1
<i>FinOps / GreenOps Manager</i>	11	12	1	0	0	13	4	1	0	0

Si on regarde plus précisément les besoins à court ou moyen terme, on remarque que, à horizon 2024, les entreprises estiment devoir se renforcer sur des profils techniques :

- Data Engineer
- Data Scientist
- Développeur IA

Mais également, les entreprises ressentent le besoin de se renforcer sur les profils métiers ou spécialisé

- Métier Augmenté par l'IA
- Ingénieur IA spécialisé
- ML Engineer

A moyen terme, les entreprises projettent des besoins légèrement différents et largement inférieur en volume, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'elles estiment que leurs besoins seront majoritairement comblés à court terme. Les profils les plus recherchés sont alors :

- Data Engineer
- Développeur IA
- Chercheur IA

Puis viennent les profils :

- Data Scientist
- Ingénieur IA Spécialisé
- ML Engineer

Si la tendance prioritaire reste d'investir sur les profils techniques et en particulier le Data Engineer qui reflète bien la compréhension des entreprises sur le besoin de se renforcer sur la préparation de la donnée avant tout, le chercheur IA, reste un profil clé à moyen terme comparativement aux autres. Cela peut s'expliquer par un sentiment de montée en compétence sur le sujet IA à moyen terme et un besoin d'accélérer d'un point de vue de l'innovation en interne. Ce résultat représente de façon assez significative la tendance à renforcer la R&D privé et peut suggérer un besoin de renforcer les collaborations avec la recherche publique.

Ainsi, l'enquête a clairement montré que les besoins sont principalement à très court terme (2024) pour plus de 60% sur tous les profils, excepté celui de chercheur en IA pour lequel les besoins sont équilibrés entre 2024 et 2030. Le manque de projection à horizon 2030 s'explique par la très forte évolutivité de l'Intelligence Artificielle

actuellement, avec une intégration progressive mais réelle à l'heure actuelle de l'IA générative, et un manque de recul sur son impact à terme sur les emplois. Par ailleurs, nous estimons que la majorité des répondant évaluent, compte tenu de leur typologie, comme une priorité de se renforcer sur les profils clés plutôt à court terme, tout en accompagnant leurs collaborateurs dans une montée en compétence sur l'IA.

La majorité des entreprises interrogées ont des besoins plutôt sur des volumétries faibles ce qui s'explique par le profil des entreprises répondantes qui sont majoritairement des structures de petite taille ou de taille moyenne.

Enfin, le niveau d'études plébiscité est bac+5, suivi par la formation continue et le niveau bac+8. Les besoins de recrutement à Bac+2/3 sont nettement moindres et quasi-inexistants au niveau Bac.

La répartition des estimations des besoins en volume par profil métier et par niveau d'études sont résumés dans le tableau suivant :

	2024					2030					Total / Profil
	Bac	Bac +2/3	Bac +5	Bac +8	Formation continue	Bac	Bac +2/3	Bac +5	Bac +8	Formation continue	
<i>Data Scientist</i>	0	2 649	14 129	8 536	4 121	0	752	4 011	2 423	1 170	37 792
<i>Data Engineer</i>	0	12 098	51 416	16 131	21 171	0	1 149	4 882	1 532	2 010	110 388
<i>Développeur IA</i>	0	4 165	12 234	4 946	4 946	0	1 428	4 195	1 696	1 696	35 306
<i>Ingénieur IA spécialisé</i>	169	1 011	8 091	4 888	2 697	73	438	3 502	2 116	1 167	24 152
<i>Chef de projet IA</i>	0	1 165	6 213	2 718	2 718	0	291	1 553	679	679	16 017
<i>IA / Data Architect</i>	119	715	6 076	2 502	2 502	20	120	1 016	418	418	13 907
<i>Métier Augmenté par l'IA</i>	1 310	2 432	7 109	3 180	4 677	211	392	1 145	512	754	21 722
<i>Machine Learning Engineer</i>	161	1 124	7 871	4 498	2 249	38	268	1 875	1 071	536	19 690
<i>Product Owner IA</i>	146	1 611	7 175	2 489	3 075	36	400	1 781	618	763	18 095
<i>Éthicien de l'IA</i>	132	593	2 570	1 714	1 648	48	218	945	630	606	9 105
<i>Data Protection Officer en IA</i>	56	195	1 223	667	611	32	112	706	385	353	4 340
<i>Chercheur en IA</i>	0	0	1 470	3 320	653	0	0	2 358	5 328	1 048	14 178
<i>FinOps / GreenOps Manager</i>	166	717	2 263	993	1 435	7	31	99	43	63	5 818
Total / Niveau	2 257	28 477	127 845	56 586	52 506	466	5 600	28 075	17 456	11 266	330 534

Les volumes par profil sont des estimations réalisées par extrapolation de la base des répondants, en tenant compte de leur typologie et du nombre d'entreprises en France suivant ces typologies (Grands Groupes, PME/ETI, Startups). Par ailleurs compte tenu de la sur-représentation d'entreprises du numérique et de startups dans les répondants, nous avons appliqué le même coefficient de redressement que pour les estimations de la première phase du projet suivant les données de l'INSEE.

	Population	Echantillon
Nombre d'entreprises	4 114 289	107
Numérique (Information et Communication)	153 727	68
Pourcentage	3,74%	63,55%

A noter que comparer aux extrapolations de la phase 1 du projet (tableau rappelé ci-dessous) fondé sur les compétences, les volumétries estimées sont dans l'ensemble plus faibles dans cette deuxième phase. Ceci s'explique principalement par le fait que les estimations de la phase 1 ont été calculées sur la base de besoins en compétences ramenées ensuite au niveau d'un profil métier, les compétences pouvant être utilisées pour plusieurs profils, des estimations ont été réalisées pour les répartitions. Il était en effet impossible de savoir précisément vers quels profils s'orientaient les réponses. L'autre explication réside dans le fait que nous avons identifié 13 profils métiers en phase 2 au lieu de 5 ce qui modifie la répartition des besoins en volumétrie. Au total les besoins sont sensiblement les mêmes entre les 2 phases : 330 000 besoins de formation en phase 2 contre 416 000 estimés en phase 1. La différence s'explique par le fait qu'il y a eu peu de profil « grand groupe » dans les répondants en phase 2 (15 versus 47 en phase 1), profil ayant généré de plus grand volume de besoin en compétences.

	Data Scientist	Data Engineer/ Développeur	Chef de projet	IT/Data architect	Métier	ML Ops/ML Engineer
TOTAL DES BESOINS EN FORMATION	55 785	64 144	84 520	56 937	99 272	57 200
niveau	Bac+5	Bac+3	Bac+3	Bac+5	Bac+3	Bac+5

Enfin si l'on compare à la première phase de l'enquête du présent projet, on note une certaine discordance des résultats. En effet, lors de la première phase, les compétences les plus recherchées étaient pour rappel :

- Connaître les enjeux de conformité et réglementaire de l'IA pour 48,25% ;
- Piloter des projets data et IA pour 42,66% ;
- Connaître les problématiques éthiques de l'IA pour 41,96% ;
- Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier pour 38,46% ;
- Savoir mettre en place une approche sobre de l'IA pour 37,76%.

Or les profils de la phase 2 auxquels ces compétences sont associées qui ne sont clairement pas des profils prioritaires ni à court, ni à moyen termes pour les entreprises répondantes. Ceci s'explique probablement par le fait qu'une vision par profil métier ne permet pas de rentrer dans les détails des compétences clés et qu'il est complexe de se projeter sur des besoins en ressources couvrant plusieurs profils à la fois.

4. Conclusions et préconisations de la phase 2

L'analyse des résultats de l'enquête a permis de confirmer l'intérêt de la classification établies en phase 1 et les demandes des entreprises ainsi que le niveau d'études requis (majoritairement Bac + 5) sont conformes à ce qui était attendu. Nous avons tenu compte dans nos projections en volume des biais de cette enquête, c'est-à-dire une sur-représentation des start-ups et du secteur numérique. A noter que la formation continue apparait plus clairement dans cette deuxième phase de l'enquête comme un souhait des entreprises pour la montée en compétence et ce sur tous les profils. Il est cependant surprenant de voir que les entreprises estiment également qu'un niveau Bac+8 est une option de niveau de formation possible pour l'ensemble des profils.

Au moment de la réalisation de cette étude, nous n'avons pas tenu compte des profils qui seront probablement fortement demandés dans les années à venir, liés à la cybersécurité et à l'utilisation adéquate de l'IA générative (compétences de prompt engineering par exemple). Il conviendrait donc de relancer cette étude annuellement pour identifier les tendances en termes de compétences attendues et recherchées.

Ainsi la formation devra être adaptée régulièrement pour intégrer les nouvelles compétences clés dans les années à venir. La formation continue jouera un rôle important, notamment pour la formation et l'acculturation à tous les niveaux de l'entreprise aux enjeux, opportunités et risques de l'Intelligence Artificielle. Il faudra de plus massivement former les collaborateurs à l'utilisation de ces nouvelles technologies, et bien sûr, adapter la formation initiale.

Annexes

Annexe 1 – Questionnaire.....	15
Annexe 2. Détail de l'enquête	20
Annexe 3. Profils & Compétences.....	31

Annexe 1 – Questionnaire

BESOINS EN COMPÉTENCES MÉTIERS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre du projet REFCO-IA soutenu par la Banque des Territoires dans le cadre de l'AMI Compétences et Métiers d'Avenir (volet diagnostic). L'objectif du projet, est la réalisation d'un référentiel de compétences IA qui reflète les besoins actuels des entreprises.

Ce questionnaire vise à recueillir vos besoins en compétences IA par persona (profils de personnes).

Il est décomposé en 2 grandes parties : votre besoin à court terme à horizon 2024 (Partie I.), votre besoin à moyen terme à horizon 2030 (Partie 2).

Pour chacune de ces 2 grandes parties, les questions portent sur 14 persona identifiés et définis, pour lesquels nous vous demandons de préciser : 1-La façon dont vous projetez l'acquisition de nouvelles compétences : formation continue de vos collaborateurs en interne ou recrutement externe; 2-Le volume de profils que vous projetez d'atteindre; 3-Le niveau d'étude attendu pour chacun de ces profils

Remplir le questionnaire vous prendra entre 10 et 15 minutes.

Merci de votre participation ! L'équipe du projet REFCO-IA.

Le consortium du projet REFCO-IA est composé des organisations suivantes :

Pilote : Hub France IA

Co-pilote : Numeum

Partenaires : Datavaloris, LePont, La Poste Groupe, SIF, IA Institut, Business & Decision, Société Générale, Just AI, ESSEC-METALAB

Nous vous remercions pour votre participation et restons à votre disposition pour toutes remarques ou questions que vous souhaiteriez approfondir : contact@hub-franceia.fr

Vos données seront collectées via ce questionnaire uniquement pour les fins du projet REFCO-IA et uniquement pour la durée du projet. Les informations recueillies individuellement ne seront pas publiques mais partagées uniquement auprès des membres du consortium du projet REFCO-IA à des fins d'analyse et de production des livrables. En cochant cette case, vous acceptez de fournir au consortium du projet les informations nécessaires à la réalisation du projet REFCO-IA.

Questions générales

Date de l'enquête	
Comment avez-vous eu connaissance de l'enquête ?	Mail personnalisé; Post LinkedIn
Nom de votre entreprise	
Type d'entreprise	Start-up / Scale-up; PME / ETI; Grand Groupe; Institution
Taille de l'entreprise	<5; 5-10; 10-50; 50-500; 500-1000; >1000
Secteurs d'activité (Cocher la case correspondante)	Banque & Assurance; Commerce & Distribution; Construction; Electronique; Energie & Service aux collectivités; Industries culturelles et créatives; Industrie; Mobilité, Transport & Logistique, Automobile; Numérique; Proximité, Economie
Votre entreprise est-elle considérée principalement comme un fournisseur ou un utilisateur d'IA ?	Fournisseur de solutions IA; Utilisateur de solutions IA
Quelle est votre fonction au sein de votre entreprise ?	CEO; CTO; CDO (Data ou Digital); Directeur Innovation; DSI; DRH; Expert / Leader IA
Dans quel département au sein de votre entreprise exercez-vous vos activités ?	
Dans quelle région se situe votre entreprise (ou votre département / BU le cas échéant) ?	Auvergne-Rhône-Alpes; Bourgogne-Franche-Comté; Bretagne; Centre-Val-de-Loire; Corse; Grand-Est; Haut-de-France
Comment considérez-vous le niveau de maturité IA de votre entreprise (ou de votre département / BU) ?	0 - Aucune donnée collectée et aucun projet IA réalisé; 1 - La collecte des données est en place; 2 - Au moins un premier POC en IA a été développé; 3 - Au moins un projet IA a été déployé en production; 4 - De nombreux projets IA ont été déployés / Une "AI Factory" est en place

Questions sur les profils de métier	
Data Scientist	
<i>Définition : Le Data Scientist introduit des techniques de Data Science et d'Intelligence Artificielle pour aborder la résolution d'une problématique métier, la prise d'une décision et l'automatisation d'opérations. Missions principales Identifier et explorer la problématique à traiter Concevoir et exploiter la solution de Data Science et d'Intelligence Artificielle Coordonner les aspects métiers et technologiques</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Scientists ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Scientist. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Scientist. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Data Engineer	
<i>Définition : Le Data Engineer conçoit et développe les infrastructures et outils nécessaires au traitement des données massives et au déploiement de solutions d'Intelligence Artificielle. Missions principales Analyser le besoin et concevoir l'infrastructure de traitement Déployer et maintenir la solution sur son cycle de vie Intégrer les technologies du Big Data dans son activité</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Engineer ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Engineer. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Engineer. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Développeur IA	
<i>Définition : Le Développeur IA est spécialisé dans la conception et le développement de systèmes d'Intelligence Artificielle exploitant des modèles sur étagère ou produits par les data scientists.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Développeur IA ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Développeur IA. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Développeur IA. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Ingénieur IA spécialisé	
<i>Définition : L'Ingénieur IA spécialisé élabore et crée des programmes informatiques s'appuyant sur des approches et technologies d'IA avancée (symbolique, IA Générative, Computer Vision, NLP...) permettant de répondre à des problèmes complexes dans le respect des contraintes de sécurité et de l'organisation.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Ingénieur IA spécialisé ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Ingénieur IA spécialisé. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Ingénieur IA spécialisé. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs

Chef de projet IA	
<i>Définition : Le Chef de projet IA s'assure de la satisfaction client et de la bonne animation des équipes sur tout ou partie d'un projet d'IA, dans le respect des objectifs (délais et budgets) de son périmètre contractuel.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Chef de projet IA ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Chef de projet IA. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Chef de projet IA. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
IA / Data Architect	
<i>Définition : Le IA / Data Architect est garant de l'architecture technique des systèmes et de la cohérence de l'ensemble des moyens informatiques pour assurer le fonctionnement auprès des clients. Missions principales Analyser un cahier des charges Exercer une veille technique et expertiser un projet Concevoir une stratégie technique adaptée au projet.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de IA / Data Architect ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de IA / Data Architect. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de IA / Data Architect. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Métier (augmenté par l'IA)	
<i>Définition : Le Métier (augmenté par l'IA) exprime les besoins et est le principal utilisateur du système d'IA. Son processus métier sera augmenté par l'IA, il doit être impliqué dès la conception du système.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Métier (augmenté par l'IA) ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Métier (augmenté par l'IA). A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Métier (augmenté par l'IA). A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Machine Learning Engineer	
<i>Définition : Le Machine Learning Engineer optimise et déploie les algorithmes d'apprentissage automatique conçus avec le Data Scientist. Au sein de l'infrastructure d'acquisition et au regard du traitement des données préparé par le Data Engineer, ces algorithmes d'apprentissage automatiques viennent renforcer la plupart des applications d'Intelligence Artificielle. Missions principales Analyser le besoin métier et tester les potentialités Développer et déployer la solution Gérer le cycle de vie de la solution.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Machine Learning Engineer ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Machine Learning Engineer. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Machine Learning Engineer. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs

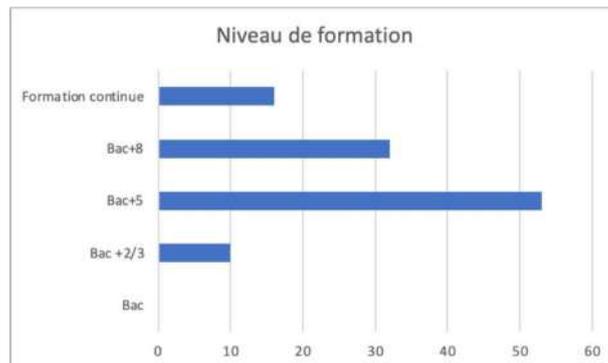
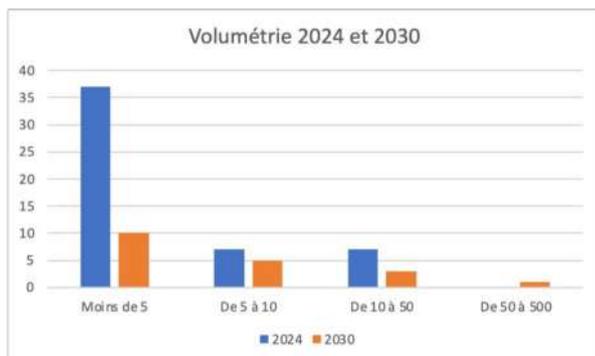
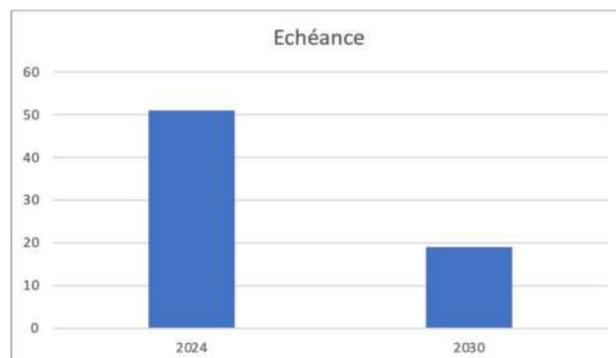
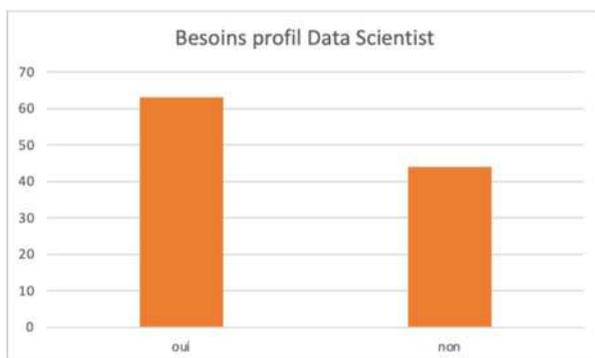
Product Owner IA	
<i>Définition : Le Product Owner IA est responsable de la conception du système d'IA, il a la charge de satisfaire les besoins utilisateurs en menant à bien la livraison d'un produit de qualité. En cela, il participe activement aux phases de test.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Product Owner IA ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Product Owner IA. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Product Owner IA. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Éthicien de l'IA	
<i>Définition : L'Éthicien de l'IA sert de point de contrôle interne de l'organisation pour définir et contrôler l'éthique des projets IA. Il fournit également des conseils sur les questions de gouvernance des Systèmes d'IA. Mission principale Garantir que les processus projets sont conformes aux principes fondamentaux de l'entreprise, de la société et de la libertés humaines Alerter sur les paradoxes entre technique et déontologie, les risques, les programmations biaisées...</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils d'Éthicien de l'IA ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils d'Éthicien de l'IA. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils d'Éthicien de l'IA. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Data Protection Officer en IA	
<i>Définition : Le Data Protection Officer en IA analyse, définit et garantit la sécurité des systèmes d'IA d'une organisation pour que les utilisateurs puissent interagir en toute sécurité avec l'ensemble de son environnement et se protéger des actions malveillantes. Il intègre également les notions réglementaires sur l'IA, les exigences de mise en conformité et les méthodes pour les adresser. Missions principales Expertiser le projet Piloter les équipes et sécuriser le projet Gérer l'interface auprès de l'ensemble des intervenants projet.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Protection Officer en IA ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Protection Officer en IA. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Data Protection Officer en IA. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Chercheur en IA	
<i>Définition : Le Chercheur en IA conçoit des programmes informatiques, complexes et novateurs, capables de raisonner et/ou d'automatiser des tâches complexes.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Chercheur en IA ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Chercheur en IA. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de Chercheur en IA. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs

FinOps / GreenOps Manager	
<i>Définition : Le FinOps / GreenOps Manager unifie les données financières, pilote les coûts et garantit la maîtrise de l'impact environnemental des projets.</i>	
Avez-vous besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de FinOps / GreenOps Manager ?	Oui; Non
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de FinOps / GreenOps Manager. A quelle échéance ?	2024; 2030; Les deux
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2024 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Pouvez-vous préciser la volumétrie recherchée en 2030 ?	<5; 5-10; 10-50; 50-500; >500
Vous avez déclaré avoir besoin de renforcer les compétences de votre entreprise avec des profils de FinOps / GreenOps Manager. A quel niveau de formation ciblez-vous ce profil ?	Bac; Bac +2 / 3; Bac +5; Bac +8; Formation continue des collaborateurs
Conclusion	
Si vous souhaitez être tenu informé(e) de l'avancement des travaux et des résultats du projets, merci de préciser votre adresse e-mail.	
Souhaitez-vous nous partager d'autres profils de métier IA dont vous aurez besoin à court / moyen terme et qui n'auraient pas été cités dans ce questionnaire ?	
Pour conclure, avez-vous des commentaires ou des remarques ?	

Annexe 2. Détail de l'enquête

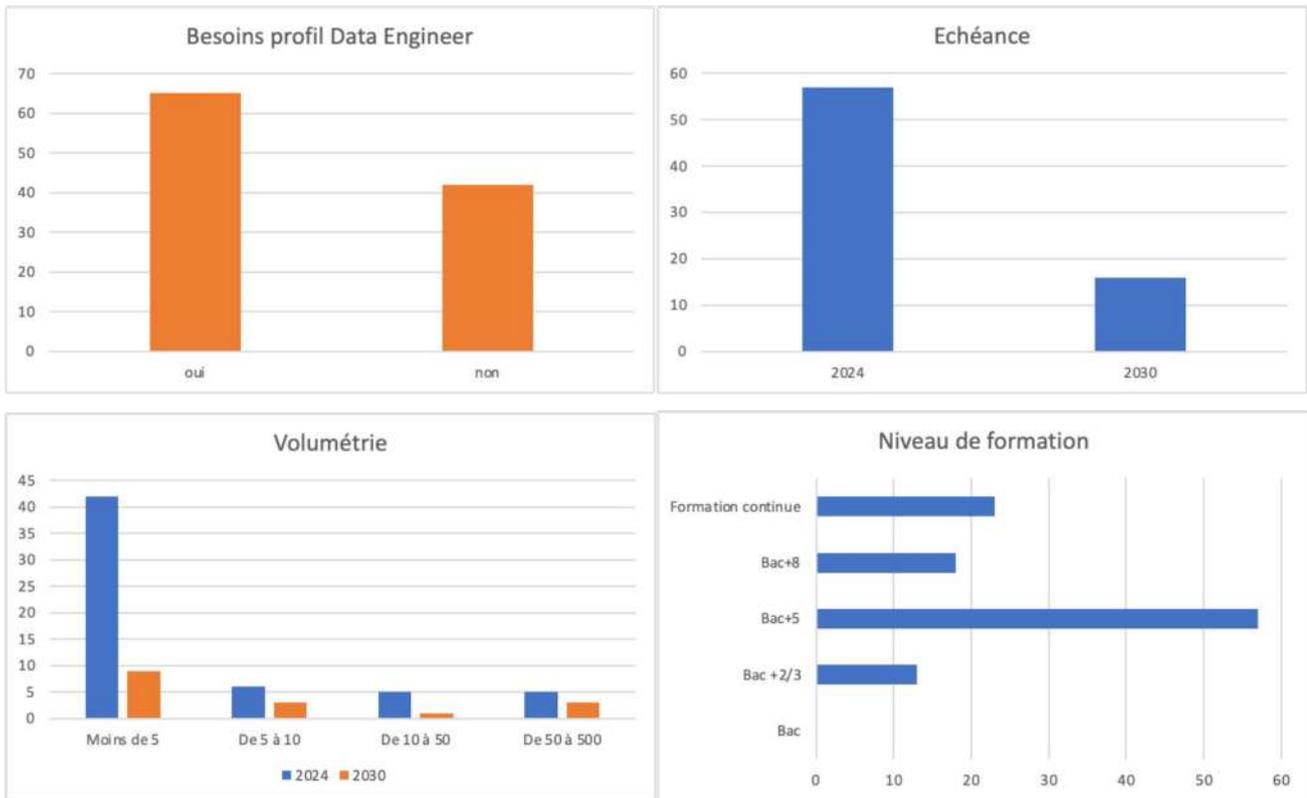
Besoins de renforcer le profil Data Scientist

- 59 % des entreprises ont besoin de se renforcer sur les profils Data Scientist
- Parmi ces entreprises, 65% ont des besoins à horizon 2024 et 25% à horizon 2030, et une plus faible proportion (9%) souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030.
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (73%) et équilibrées entre 5 à 10 et 10 à 50 (14% chaque). Les projections pour 2030 sont relativement équilibrées entre moins de 5, de 5 à 10 et de 10 à 50.
- Sans surprise, les attentes se feront majoritairement à niveau Bac+5 (48%) et Bac+8 (29%) pour les entreprises plus engagées dans la R&D complexe. La formation continue représente 14% du total. Aucune attente à niveau Bac.



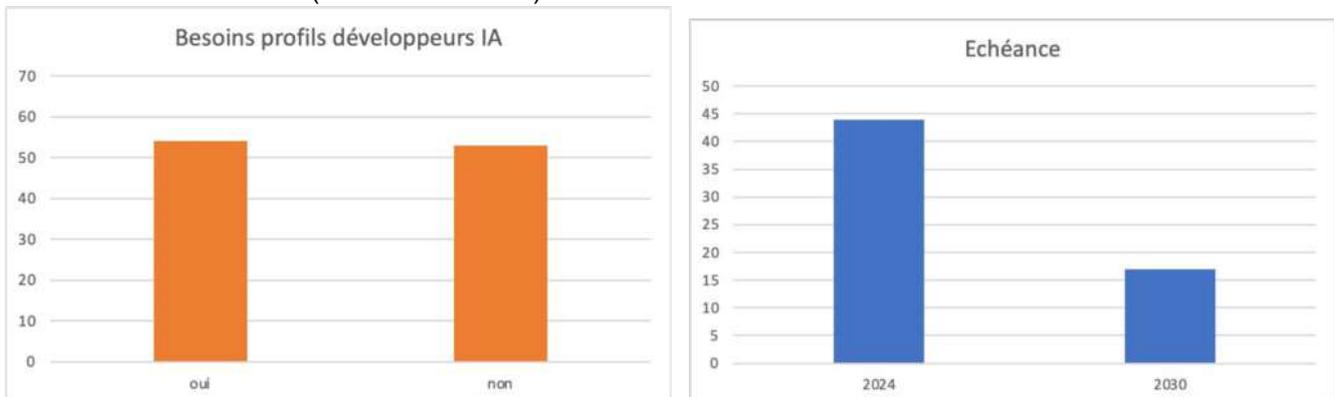
Besoins de renforcer le profil Data Engineer

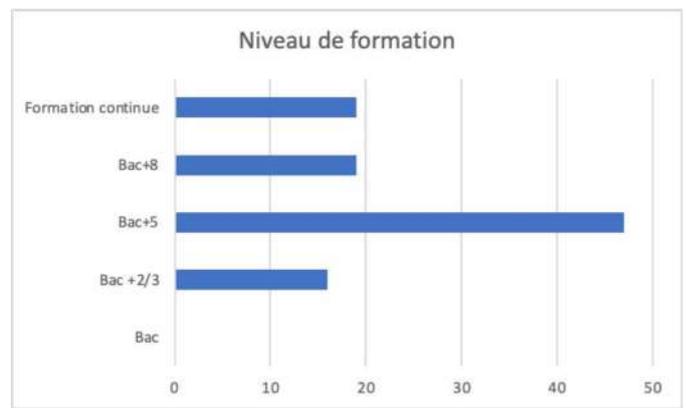
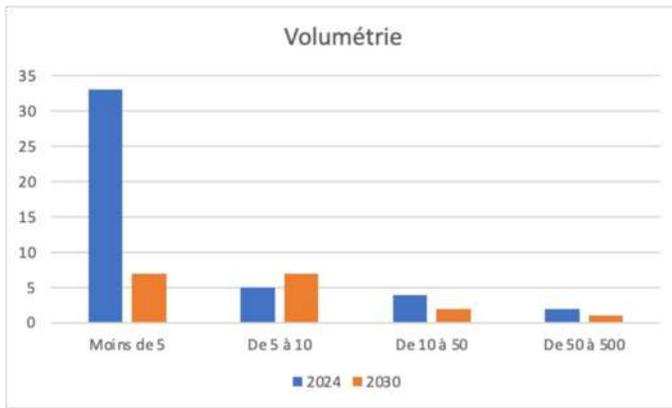
- 61 % des entreprises ont besoin de se renforcer sur le profil Data Engineer
- Parmi ces entreprises, 70% ont des besoins à horizon 2024 et 20% à horizon 2030, et une faible proportion (10%) souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (72%) et sont équilibrées autour de 9 à 10% pour les autres volumétries. Les projections pour 2030 sont plutôt sur moins de 5.
- Les attentes se feront majoritairement à niveau Bac+5 (51%) et sont ensuite équilibrées entre Bac+2/3, bac+8 et formation continue, avec une légère prépondérance à Bac+2/3. Aucune attente à niveau Bac.



Besoins de renforcer le profil Développeur IA

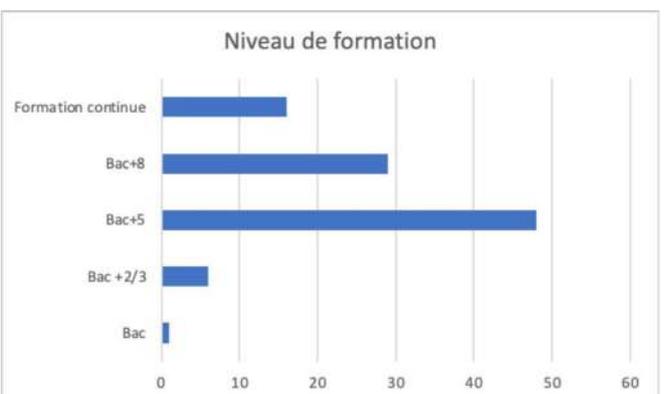
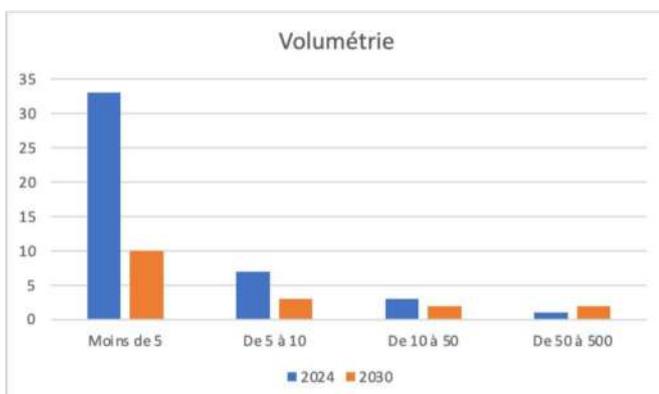
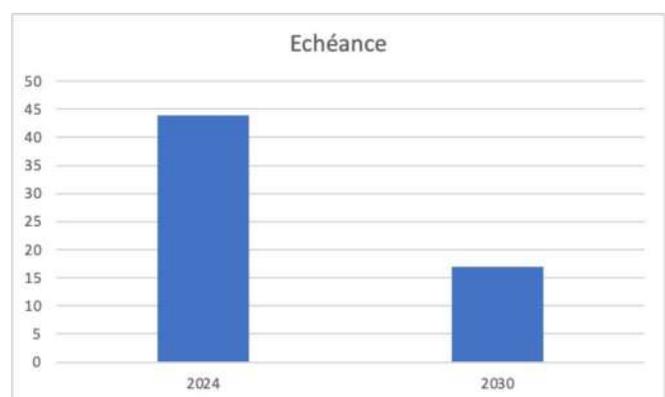
- 50 % des entreprises ont besoin de se renforcer sur le profil Développeurs IA
- Parmi ces entreprises, 65% ont des besoins à horizon 2024 et 25% à horizon 2030, et une faible proportion (10%) souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (75%) et sont équilibrées autour de 9 % pour les autres volumétries (de 5 à 10 et de 10 à 15), et faibles pour des besoins plus importants (5%). Les projections pour 2030 se situent sur moins de 5 et de 5 à 10.
- Les attentes se feront majoritairement à niveau Bac+5 (47%) et sont ensuite équilibrées entre Bac+2/3, bac+8 et formation continue (entre 16% et 19%). Aucune attente à niveau Bac.





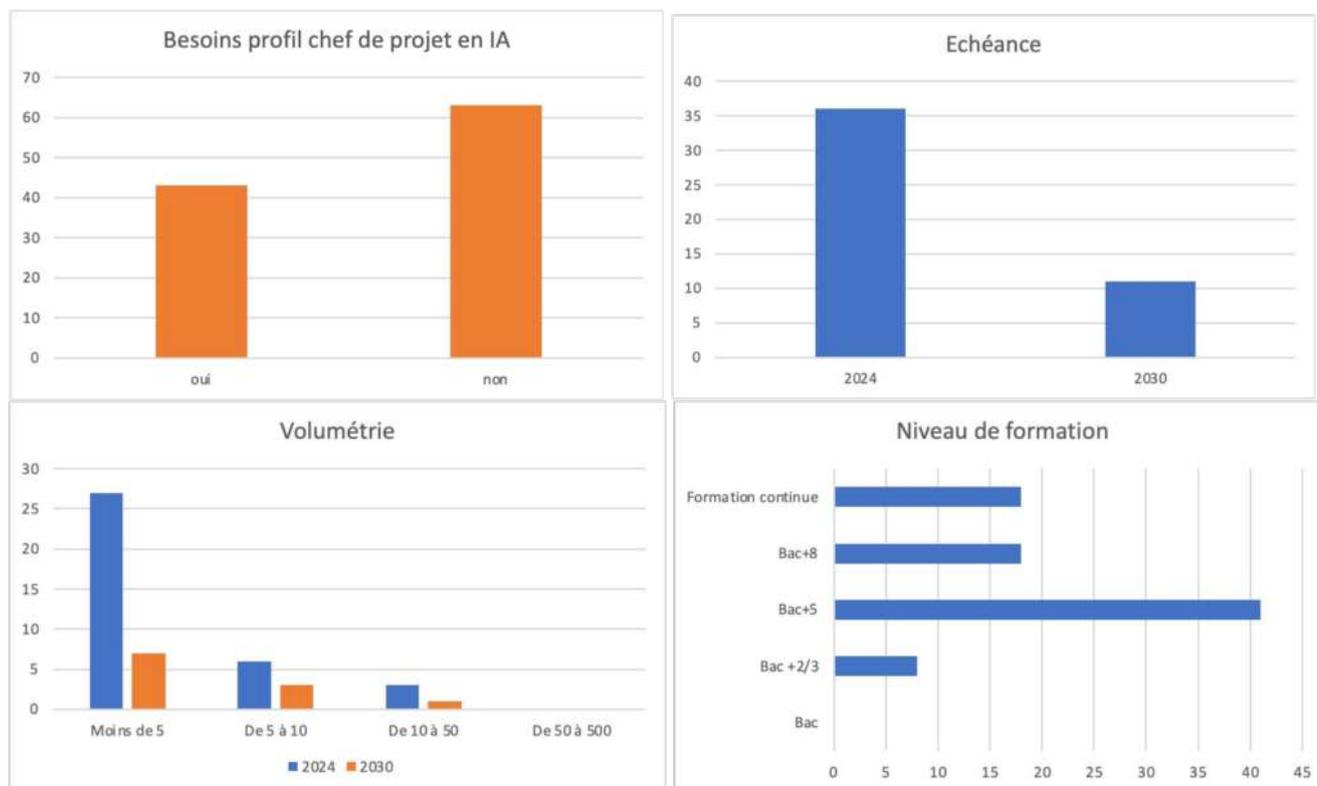
Besoins de renforcer le profil Ingénieur IA spécialisé

- 50 % des entreprises ont besoin de se renforcer sur le profil Ingénieurs IA spécialisés
- Parmi ces entreprises, 65% ont des besoins à horizon 2024 et 25% à horizon 2030, et une faible proportion (10%) souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (75%) ; les autres volumétries sont plus faibles : 16% de 5 à 10, voire non significatives (7% de 10 à 50 et 2% de 50 à 500). Les projections pour 2030 se situent essentiellement sur moins de 5.
- Là encore, les prévisions sont majoritairement à niveau Bac+5 (48%) ; viennent ensuite les attentes à bac+8 (29%) et la formation continue (16%). Les autres niveaux sont logiquement non significatifs.



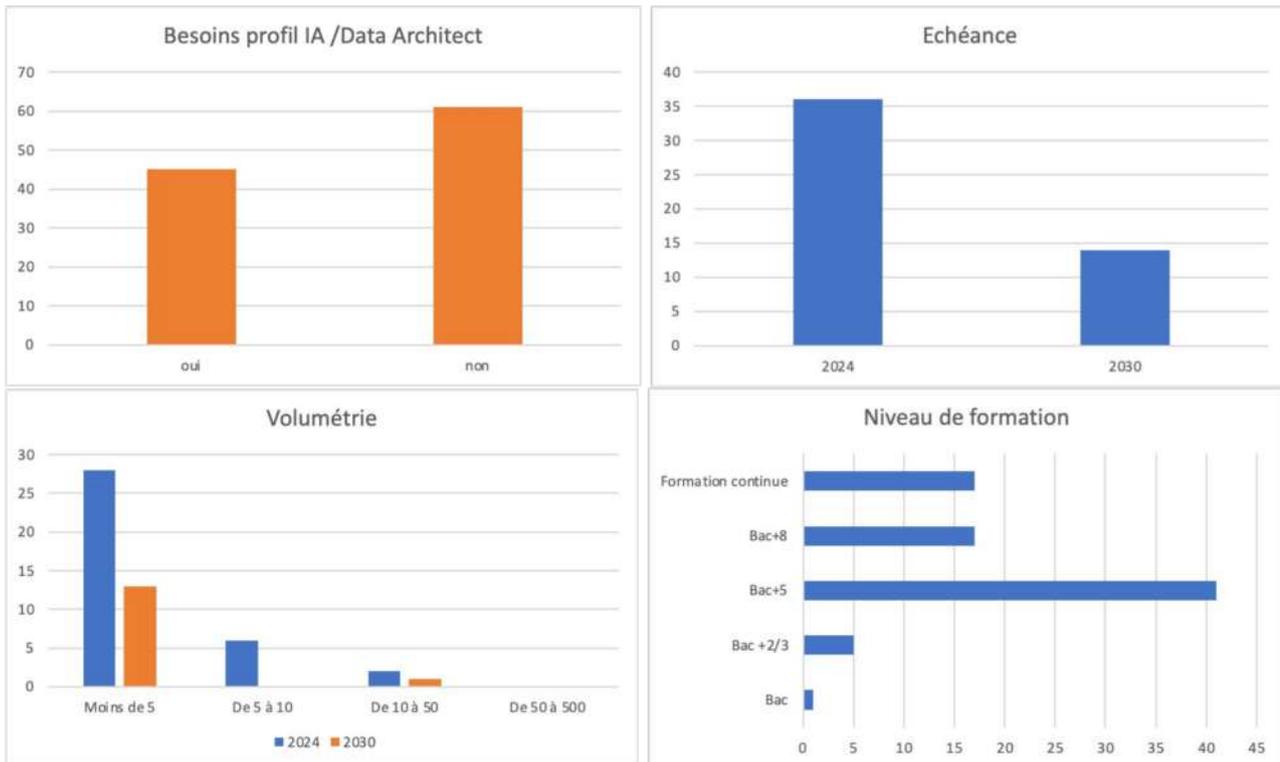
Besoins de renforcer le profil Chef de Projet IA

- 44 % des entreprises ont besoins de se renforcer sur le profil Chef de Projet en IA
- Parmi les entreprises ayant des besoins, la majorité (71%) est à court terme à horizon 2024 et 21% à horizon 2030, et une faible proportion (8%) souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (73%) ; les autres volumétries sont plus faibles : 16% de 5 à 10 et 11% de 10 à 50. Les projections pour 2030 se situent essentiellement sur moins de 5. Aucun besoin plus massif (50 à 500) n'est prévu ni à horizon 2024 ni à horizon 2030.
- Les prévisions sont majoritairement à niveau Bac+5 (48%) ; viennent ensuite des besoins à bac+8 (et la formation continue à 21% chacun, puis 8% pour le niveau bac+2/3. Aucune attente à niveau Bac.



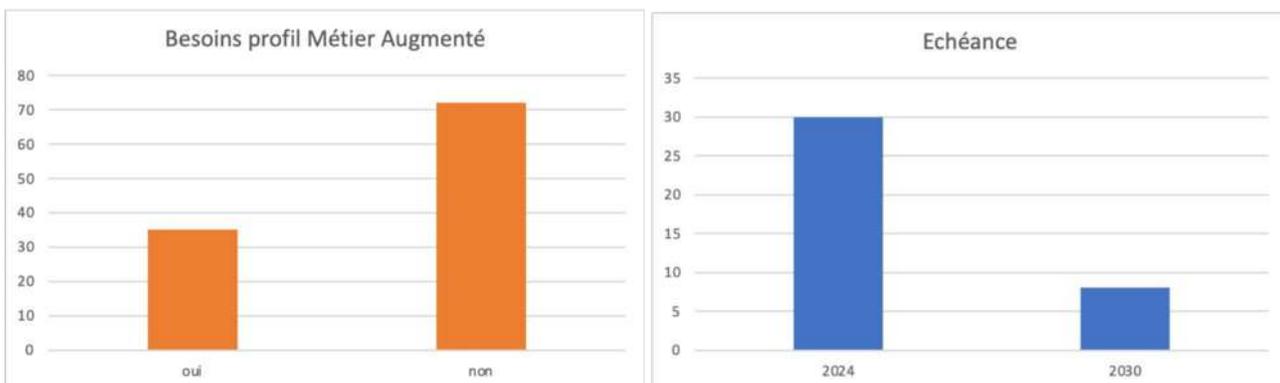
Besoins de renforcer le profil IA / Data Architect

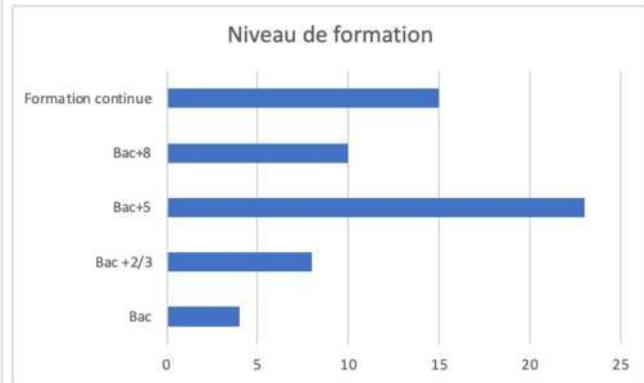
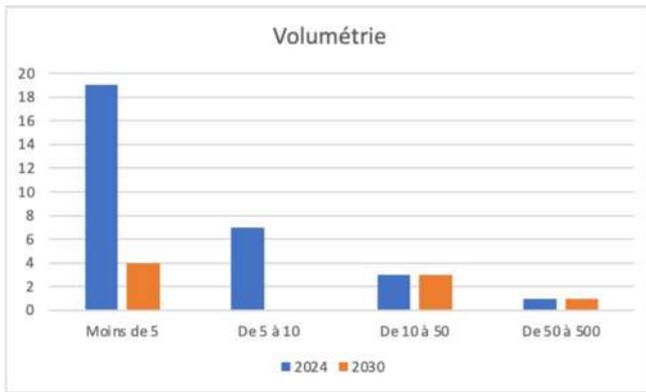
- 45 % des entreprises ont besoin de se renforcer sur le profil IA / Data Architect
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 66% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 25% à horizon 2030. Une faible proportion souhaite se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030 (9%)
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (78%) ; les autres volumétries sont plus faibles : 17% de 5 à 10 et 6% de 10 à 50. Les projections pour 2030 se situent quasi-exclusivement sur moins de 5. Aucun besoin plus massif (50 à 500) n'est prévu ni à horizon 2024 ni à horizon 2030
- Les prévisions sont majoritairement à niveau Bac+5 (51%) ; viennent ensuite les attentes à bac+8 et la formation continue à 21% chacun, puis 6% pour le niveau bac+2/3.



Besoins de renforcer le profil Métier Augmenté

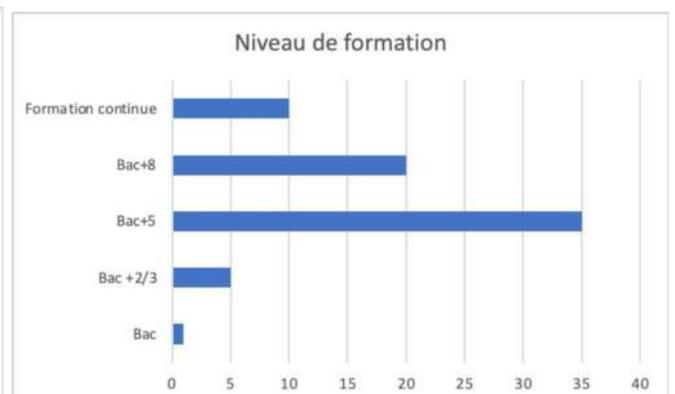
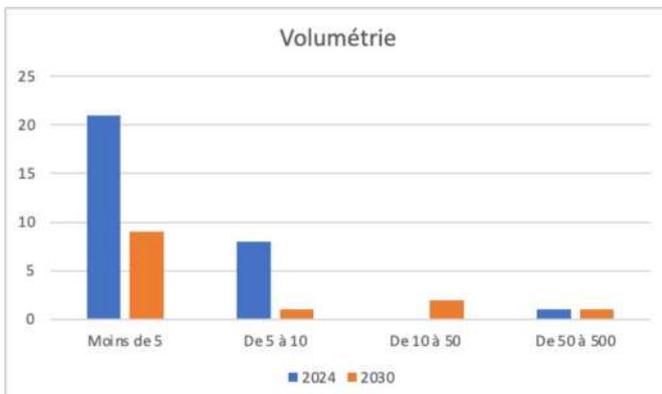
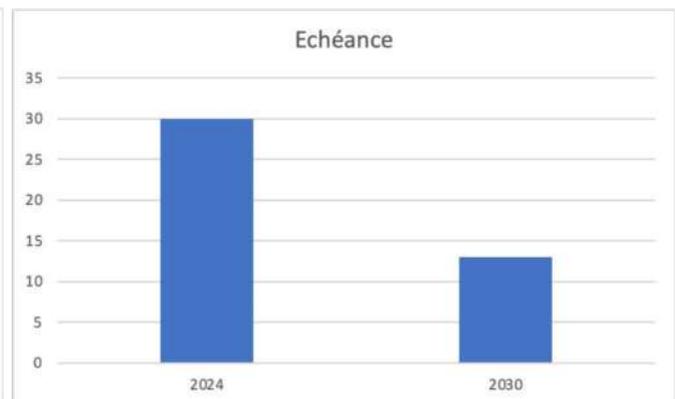
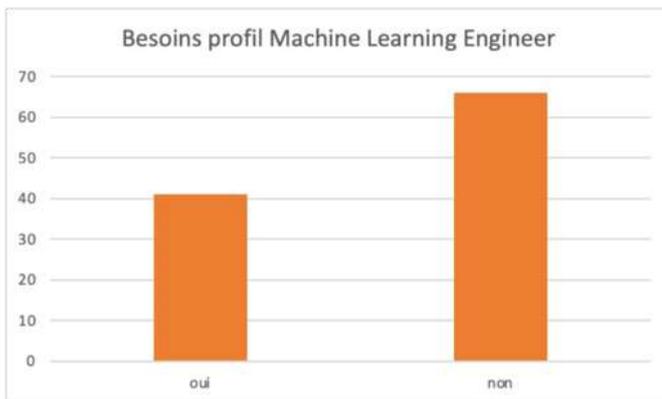
- 33 % des entreprises ont besoins de renforcer le profil Métier Augmenté
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 73% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 20% à horizon 2030. Une faible proportion (7%) souhaite se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (63%) ; les autres volumétries sont plus faibles : 23% de 5 à 10 et 10% de 10 à 50. Les projections pour 2030 sont réparties de manière équilibrée sur moins de 5 et de 5 à 10. Les besoins plus massifs (50 à 500) sont peu significatifs à horizon 2024 et à horizon 2030.
- Tous les niveaux de formation initiale sont impactés mais c'est le niveau Bac+5 (51%) qui domine, ce qui montre que les entreprises considèrent qu'un métier augmenté est à un niveau de formation élevé. La formation continue représente 25%, ce qui montre la compréhension des entreprises de faire évoluer leurs salariés par rapport à l'IA.





Besoins de renforcer le profil Machine Learning Engineer

- 38 % des entreprises ont des besoins de renforcer le profil Machine Learning Engineer
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 67% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 29% à horizon 2030. Seules 4% des entreprises souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (70%) et de 5 à 10 profils pour 2024 (27%). Pour 2030, les projections de besoins pour 2030 sont plutôt sur moins de 5. Les besoins plus massifs (50 à 500) sont peu significatifs à horizon 2024 et à horizon 2030.
- Ce sont les niveaux Bac+5 (49%) et bac+8 (28%) qui dominent sur ce profil, ce qui semble logique. La formation continue représente 14%.



Besoins de renforcer le profil Product Owner IA

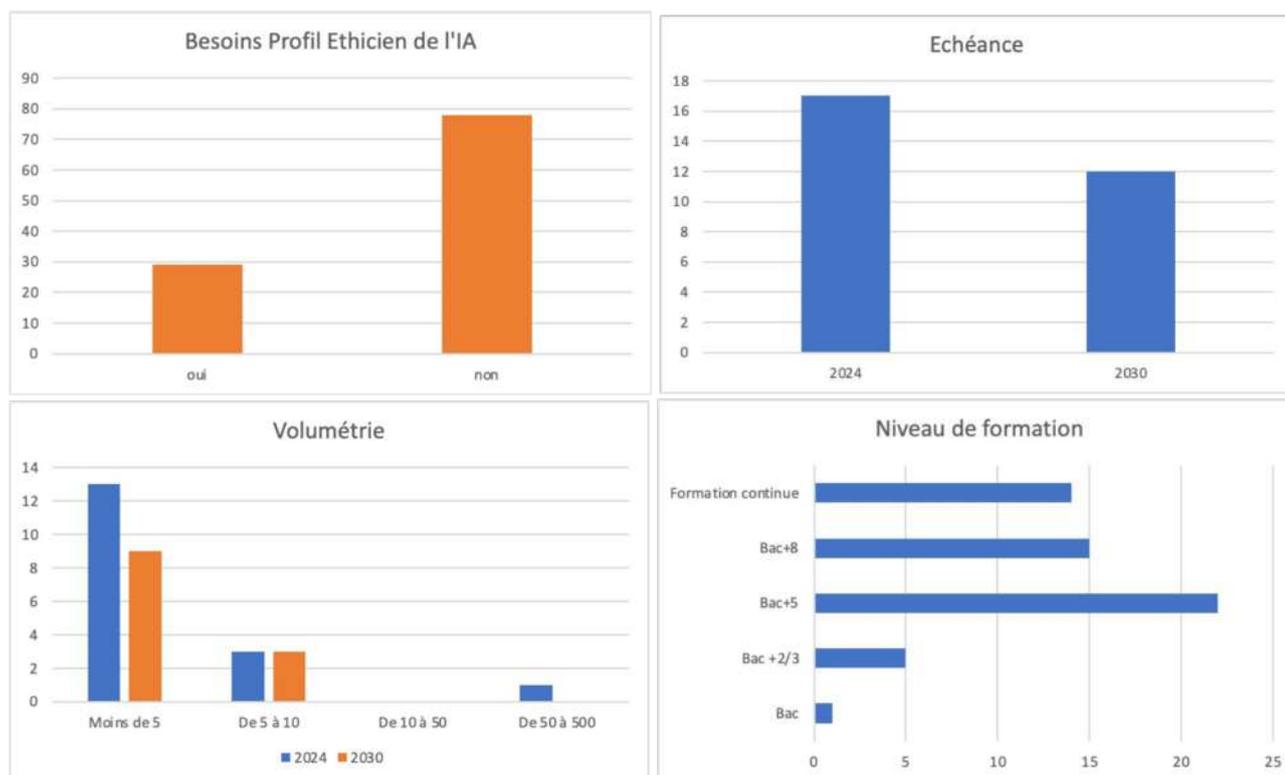
- 39 % des entreprises ont des besoins de renforcer le profil Product Owner IA
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 78% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et

- 18% à horizon 2030. Seules 4% des entreprises souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (67%). Les besoins de 5 à 10 représentent 25%, et de 10 à 50, 8% pour 2024. Pour 2030, les projections de besoins pour 2030 sont plutôt sur moins de 5. Les besoins plus massifs (50 à 500) sont inexistant à horizon 2024 et peu significatifs à horizon 2030.
- Ce sont les niveaux Bac+5 (49%) et la formation continue (21%) qui dominent sur ce profil. Les Bac+8 représentent 17% et les Bac+2/3, 11%.



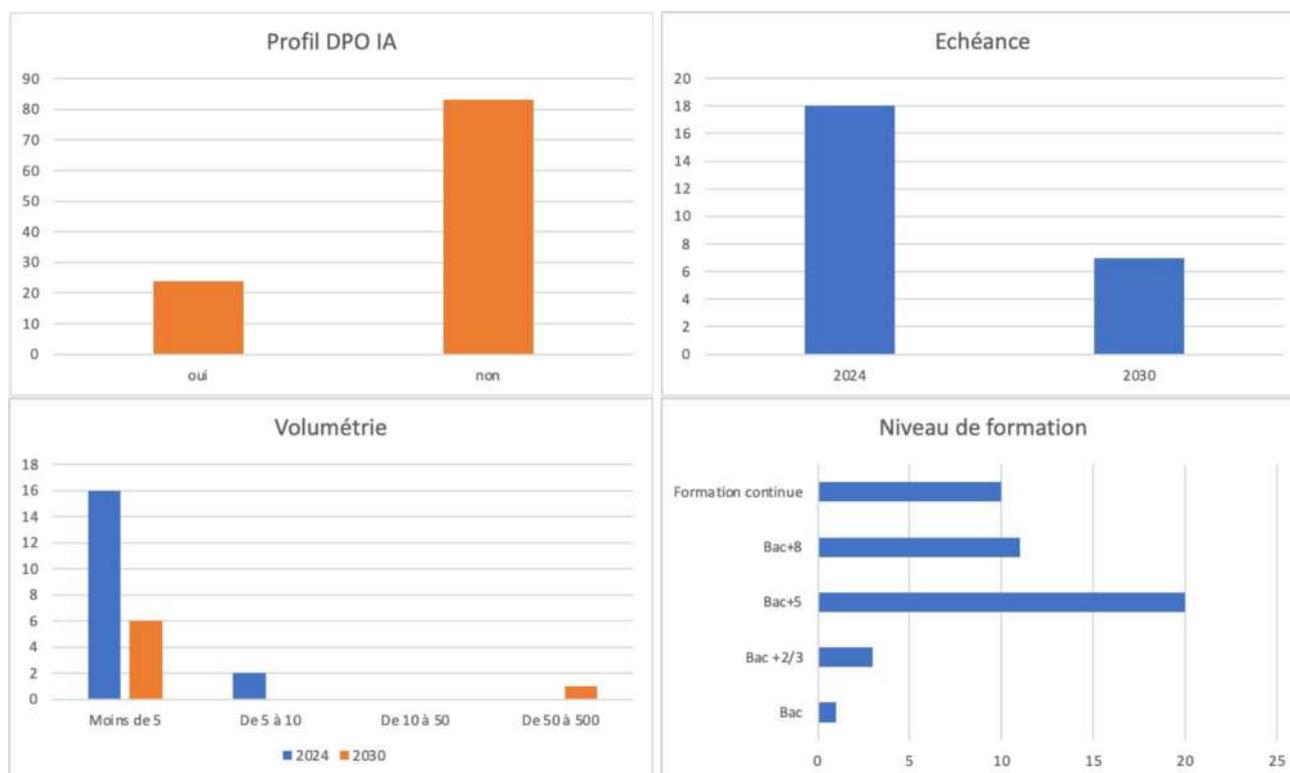
Besoins de renforcer le profil Éthicien de l'IA

- 29 % des entreprises déclarent avoir besoin de renforcer le profil Éthicien de l'IA
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 59% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 49% à horizon 2030. Aucune entreprise n'a à la fois des besoins à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (76%). Les besoins de 5 à 10 représentent 18%. Pour 2030, les projections pour 2030 sont dans le même ordre de grandeur que pour 2024 pour les besoins de moins de 5 et de 5 à 10. Aucun besoin n'est prévu de 10 à 50 que ce soit en 2024 ou en 2030. Les besoins plus massifs (50 à 500) sont de 6% à horizon 2024 et inexistant à horizon 2030, ce qui semble assez faible sur ce profil dont les compétences sont particulièrement attendues par les entreprises
- Ce sont les niveaux Bac+5 (39%) qui dominent sur ce profil. Les niveaux Bac+8 (26%) et formation continue (25%) sont à égalité sur ce profil. Les Bac+2/3 représentent 9% des projections des besoins



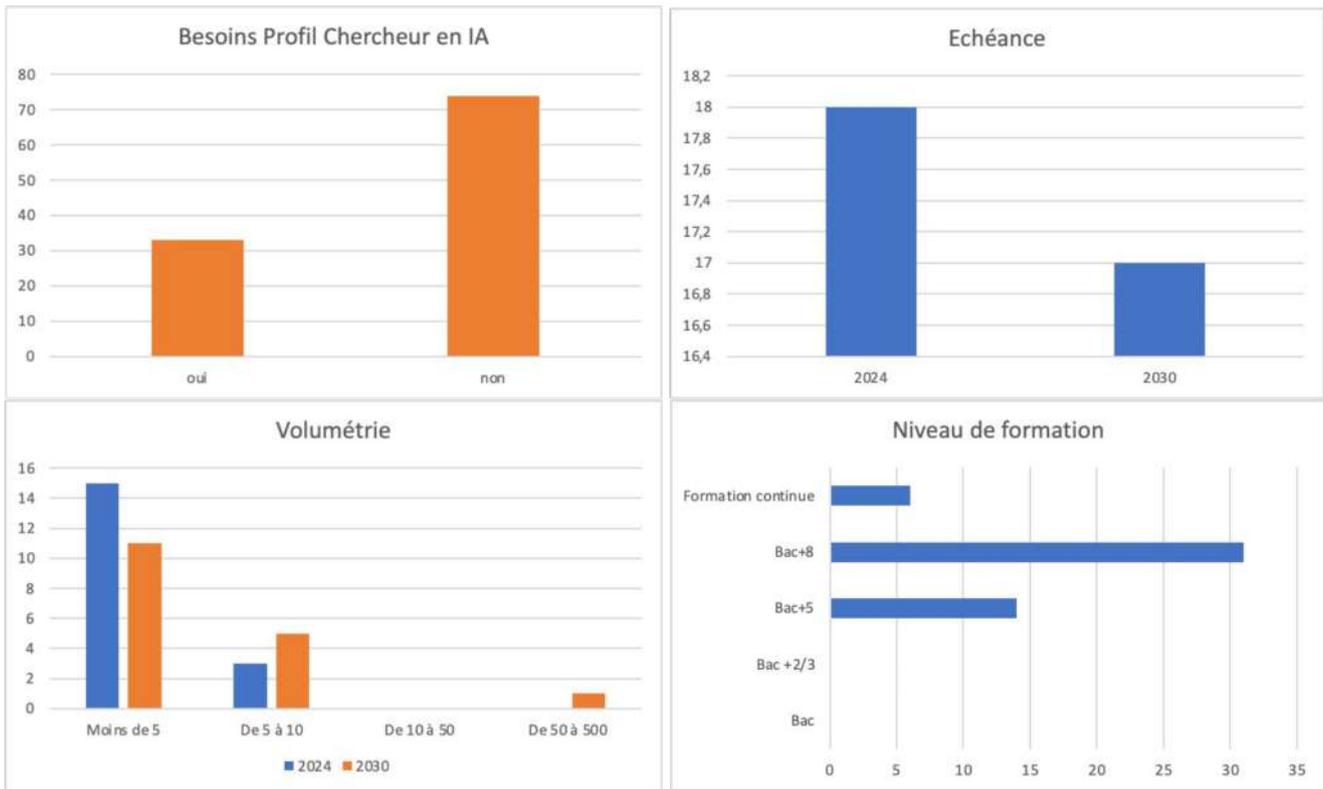
Besoins de renforcer le profil Data Protection Officer en IA

- 22 % des entreprises déclarent avoir besoin de renforcer le profil Data Protection Officer en IA
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 69% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 27% à horizon 2030. 4% des entreprises souhaitent se renforcer à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (89%). Les besoins de 5 à 10 représentent 11%. Aucun besoin plus massif n'est projeté, ce qui peut sembler tout à fait normal sur ce type de profil bien spécifique. Pour 2030, les projections pour 2030 sont également majoritairement sur moins de 5 profils.
- Ce sont les niveaux Bac+5 (44%) qui dominent sur ce profil. Les niveaux Bac+8 (24%) et formation continue (22%) sont à quasi-égalité sur ce profil. Les Bac+2/3 représentent 7% des projections des besoins.



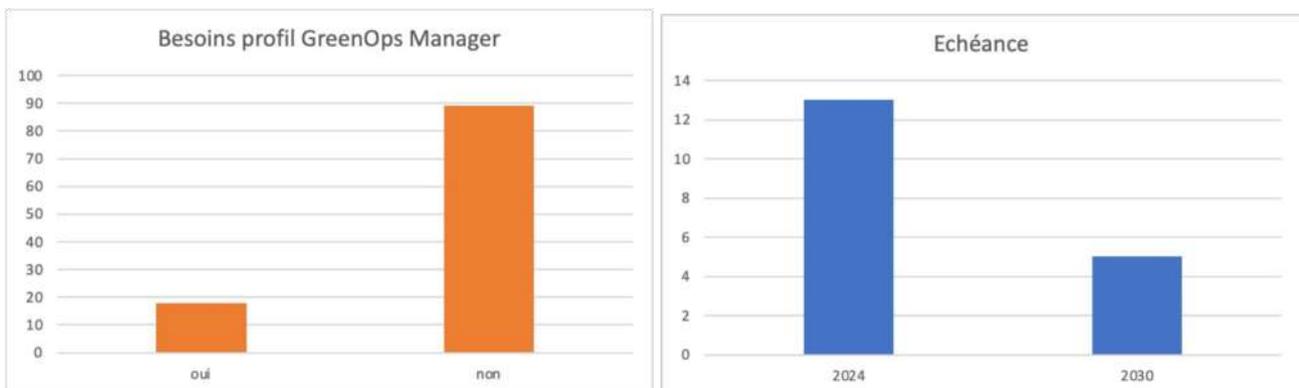
Besoins de renforcer le profil Chercheur en IA

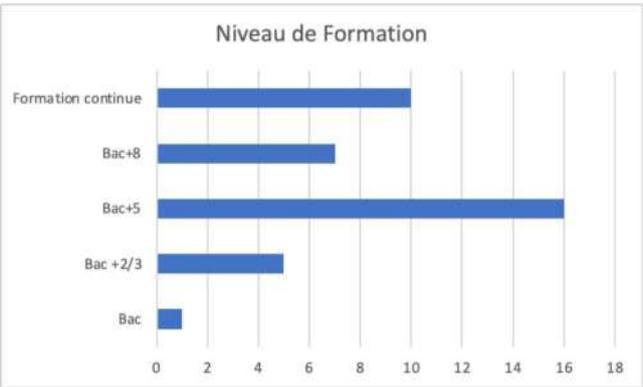
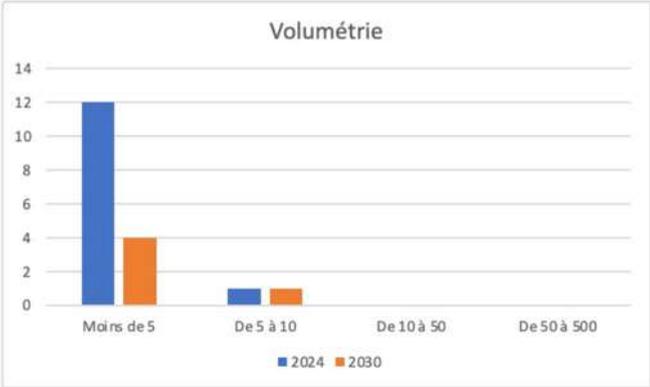
- 31 % des entreprises déclarent avoir besoin de renforcer le profil Chercheur en IA.
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 49% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 46% à horizon 2030, équilibré donc sur les échéances 2024 et 2030. 5% des entreprises ont des besoins à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (83%). Les besoins de 5 à 10 représentent 17%. Aucun besoin plus massif n'est projeté. Pour 2030, les projections de besoins pour 2030 sont également sur moins de 5 profils et de 5 à 10, avec une proportion moindre qu'en 2024 sur moins de 5 et plus élevée qu'en 2024 sur l'intervalle 5 à 10
- Sans surprise c'est le niveau Bac+8 qui représente la majorité des besoins (61%). Les Bac+5 représentent 27% des besoins, et la formation continue, 12%



Besoins de renforcer le profil GreenOps Manager

- Seules 17 % des entreprises déclarent avoir des besoins de recrutement de profil GreenOps Manager. Ce qui signifie certainement que ce profil est réparti sur diverses fonctions de l'entreprise, ou que ce type de besoin n'est pas identifié à l'heure actuelle
- Parmi les entreprises ayant des besoins, 72% ont des besoins à court terme à horizon 2024 et 28% à horizon 2030, Aucune entreprise ne projète un besoin à la fois à horizon 2024 et 2030
- Les volumétries exprimées sont majoritairement moins de 5 profils pour 2024 (92%). Les recrutements de 5 à 10 représentent 8%. Aucun besoin plus massif n'est projeté ni en 2024 ni en 2030. Pour 2030, les projections pour 2030 sont également sur moins de 5 (80%) et de 5 à 10 (20%)
- Sans surprise c'est le niveau Bac+8 qui représente la majorité des projections de besoins (61%). Les Bac+5 représentent 27% des besoins, et la formation continue, 12%





Annexe 3. Profils & Compétences

PERSONA : COMPÉTENCES IA

	Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager
1	COMPÉTENCES TRANSVERSES												
1.1	ÉVALUER LA FAISABILITÉ D'UN BESOIN MÉTIER												
1.1.1	Savoir expliquer les bénéfices d'un projet IA aux interlocuteurs métier												
1.1.1.a	1				1		1		1				
1.1.1.b				1	1		1		1				
1.1.1.c	1				1		1		1				
1.1.1.d			1	1	1				1				
1.1.2	Savoir identifier l'opportunité d'un projet IA												
1.1.2.a	1			1	1				1				
1.1.2.b	1			1	1				1				
1.1.2.c					1		1	1	1				
1.1.2.d	1		1	1									
1.1.3	Connaître les problématiques éthiques de l'IA												
1.1.3.a							1			1	1		
1.1.3.b				1	1					1	1		
1.1.3.c							1			1	1		
1.1.4	Connaître les enjeux de conformité et réglementaires de l'IA												
1.1.4.a										1	1		
1.1.4.b										1	1		
1.1.4.c										1	1		
1.1.5	Appliquer les bonnes pratiques pour gérer les risques IA												
1.1.5.a				1	1		1					1	
1.1.5.b					1		1					1	
1.1.5.c					1		1					1	
1.1.5.d					1		1					1	

		Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager	
1.1.6	Savoir mettre en place une approche sobre de l'IA														
1.1.6.a	Savoir mesurer les dépenses énergétiques de l'IA					1							1	1	
1.1.6.b	Savoir mesurer les coûts financiers de l'IA					1								1	
1.1.6.c	Savoir évaluer l'impact d'une utilisation frugale de l'IA					1							1	1	
1.2	PILOTAGE DE PROJET IA														
1.2.a	Savoir définir une solution projet (angles fonctionnel et métier)				1	1		1		1					
1.2.b	Savoir calculer le ROI et les montants à investir					1								1	
1.2.c	Savoir réaliser un plan projet					1									
1.2.d	Savoir utiliser les méthodes agiles		1	1					1	1					
1.2.e	Connaître les méthodes de gestion DataOps et DevOps		1						1	1					
1.2.f	Savoir encadrer une équipe projet IA					1				1			1		
1.2.g	Savoir garantir le respect du calendrier					1				1					
1.2.h	Savoir accompagner les équipes métiers				1	1				1					
1.2.i	Mettre en œuvre et piloter des projets subventionnés					1							1		
1.3	SAVOIR METTRE EN PLACE LA CONDUITE DU CHANGEMENT														
1.3.1	Savoir identifier les enjeux stratégiques d'évolution														
1.3.1.a	Savoir identifier le contexte, les enjeux, les objectifs et les contraintes de l'entreprise					1		1		1		1		1	
1.3.1.b	Savoir identifier les différents processus métier potentiellement impactés par l'IA					1		1		1		1			
1.3.1.c	Savoir produire une étude de cadrage pour accompagner le changement par des projets IA					1									
1.3.1.d	Savoir mettre en œuvre une approche éthique pour mesurer l'impact des changements					1					1	1		1	
1.3.2	Savoir concevoir un plan de changement														
1.3.2.a	Savoir identifier les parties prenantes (MOA, MOE) et les canaux de communication					1				1				1	
1.3.2.b	Savoir identifier les actions à mener pour optimiser les processus internes, suite au projet IA					1		1						1	
1.3.2.c	Savoir produire le plan de changement					1		1							

		Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager	
1.3.3	Savoir accompagner le changement induit par un projet IA														
1.3.3.a	Savoir élaborer une stratégie de communication auprès des acteurs du projet IA					1				1					
1.3.3.b	Savoir impliquer les directions métiers					1				1					
1.3.3.c	Savoir traduire les besoins en termes de transfert de compétences					1				1					
1.3.3.d	Savoir élaborer des plans de formation pour accompagner le changement					1									
2	COMPÉTENCES TECHNIQUES														
2.1	ARCHITECTURE														
2.1.1	Concevoir et mettre en œuvre les infrastructures big data														
2.1.1.a	Savoir planifier les moyens à mettre en œuvre de façon opérationnelle						1								
2.1.1.b	Savoir contribuer aux choix d'architecture (on prem, cloud, edge, savoir maîtriser le hardware (CPU, GPU, RAM, Compute) et être capable d'effectuer des migrations)		1				1								
2.1.1.c	Savoir maîtriser les solutions de stockage, notamment NoSQL		1												
2.1.1.d	Savoir mettre en place la containerisation, l'orchestration des conteneurs		1												
2.1.1.e	Savoir maîtriser le fonctionnement d'une infrastructure cloud majeure		1				1								
2.1.1.f	Savoir être capable d'utiliser des machines sur le cloud (ajouter, supprimer, sauvegarder les machines virtuelles)		1												
2.1.1.g	Savoir maîtriser les sauvegardes et restaurations des données		1												
2.1.1.h	Savoir gérer les services managés cloud		1												
2.1.2	Concevoir l'architecture data														
2.1.2.a	Savoir maîtriser les architectures data-centric						1								
2.1.2.b	Savoir définir une vision long terme et des principes directeurs						1								
2.1.2.c	Connaître les architectures et outils cloud, on prem et edge						1								
2.1.2.d	Comprendre les principes de conception du cloud						1								
2.1.2.e	Savoir définir l'architecture générale						1								
2.1.1.f	Maîtriser les architectures fédérées de type data mesh						1								
2.1.2.g	Maîtriser les solutions de federated learning		1				1								
2.1.2.h	Maîtriser les bonnes pratiques de migration vers un cloud public		1				1								
2.1.2.i	Connaître les limites des outils						1								
2.1.2.j	Savoir où trouver les données dans les applicatifs de l'entreprise		1				1								
2.1.2.k	Savoir s'interfacer avec l'ensemble des outils et applications		1				1								
2.1.3	Maîtriser l'optimisation et le run														
2.1.3.a	Savoir mettre en oeuvre la mesure de la performance des traitements sur l'infrastructure cible		1						1						
2.1.3.b	Savoir paralléliser les traitements		1						1						
2.1.3.c	Savoir identifier les goulets d'étranglement et les traitements critiques		1				1								
2.1.3.d	Savoir optimiser les traitements sur le cloud		1												
2.1.4.e	Savoir optimiser les usages de l'architecture cloud						1								
2.1.3.f	Savoir assurer le maintien en conditions opérationnelles et traiter les incidents		1												

		Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager
2.1.4	Maitriser les coûts et la sécurité des architectures													
2.1.4.a	Savoir évaluer les coûts des architectures cloud, on prem, edge						1							1
2.1.4.b	Savoir mettre en place des techniques de cybersécurité						1							
2.1.4.c	Comprendre le modèle de responsabilité partagée avec le fournisseur de cloud						1							1
2.1.4.d	Maitriser les bonnes pratiques pour assurer la sécurité des ressources						1							1
2.1.4.e	Savoir mettre en place des solutions de vérification de maîtrise du risque, de conformité						1							
2.1.5	Programmer les traitements de données													
2.1.5.a	Maitriser le langage Python	1	1	1	1				1					
2.1.5.b	Maitriser le langage C++		1						1					
2.1.5.c	Maitriser le langage Java		1						1					
2.1.5.d	Savoir utiliser du hardware spécialisé pour l'apprentissage (optimisation de TensorFlow/ort sur GPU, TPU)	1	1	1					1		1			
2.2	DONNÉES													
2.2.1	Auditer les sources de données disponibles													
2.2.1.a	Avoir la capacité de reconnaître le caractère éthique ou non éthique des données disponibles		1	1										
2.2.1.b	Savoir identifier les données atypiques et/ou aberrantes	1	1											
2.2.1.c	Savoir identifier et gérer les données manquantes	1	1											
2.2.1.d	Savoir appliquer les règles du RGPD	1	1											
2.2.2	Collecter les données													
2.2.2.a	Savoir où collecter les données		1											
2.2.2.b	Savoir collecter les données (ETL)		1											
2.2.2.c	Savoir constituer un échantillon de données pour le data scientist		1											
2.2.2.d	Savoir établir un dossier de sécurité (limites, habilitations, éthique, réglementaire)						1				1	1		
2.2.2.e	Savoir gérer l'anonymisation et le cryptage		1											
2.2.2.f	Savoir gérer l'ordonnancement de la collecte des données		1											
2.2.3	Auditer la qualité des données													
2.2.3.a	Maîtriser la statistique descriptive	1		1	1									
2.2.3.b	Savoir utiliser la librairie Numpy en langage Python	1		1	1									
2.2.3.c	Savoir utiliser la librairie Pandas en langage Python	1		1	1									
2.2.3.d	Savoir réaliser un audit de qualité et de sécurité des données	1	1											
2.2.4	Préparer, nettoyer et programmer le recodage des données													
2.2.4.a	Savoir programmer le recodage des données	1	1											
2.2.4.b	Savoir traiter les valeurs manquantes	1	1											
2.2.4.c	Savoir traiter les valeurs aberrantes	1	1											
2.2.4.d	Maîtriser le fonctionnement des bases de données SQL	1	1											
2.2.4.e	Savoir créer des jeux de données de test	1	1											
2.2.4.f	Savoir annoter/labelliser les données							1						

		Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager
2.2.5	Augmenter les données													
2.2.5.a	Savoir identifier les sources de données open-source utiles	1	1											
2.2.5.b	Savoir générer de nouvelles variables (feature engineering)	1		1										
2.2.5.c	Savoir utiliser un simulateur / jumeau numérique		1											
2.2.5.d	Savoir générer des jeux de données par simulateur		1											
2.2.5.e	Savoir utiliser un modèle génératif (GAN)	1		1	1									
2.3	MODÉLISATION													
2.3.1	Réaliser une analyse exploratoire des données													
2.3.1.a	Savoir utiliser les principales méthodes de réduction de dimension non	1											1	
2.3.1.b	Savoir utiliser les principales méthodes de clustering et de typologies non	1												
2.3.1.c	Savoir utiliser l'analyse statistique des corrélations	1												
2.3.1.d	Savoir mettre en œuvre une visualisation des données	1												
2.3.1.e	Savoir créer un jeu de données pertinent pour la cross-validation	1												
2.3.1.f	Savoir analyser les biais existants dans les données d'apprentissage	1		1	1								1	
2.3.1.g	Savoir éviter un biais dans les données d'apprentissage	1		1	1								1	
2.3.1.h	Maîtriser les différentes méthodes de test d'hypothèses	1											1	
2.3.2	Concevoir des modèles analytiques d'IA et de machine-learning													
2.3.2.1	Programmer les indicateurs nécessaires au fonctionnement des algorithmes													
2.3.2.1.a	Savoir utiliser la méthode MLOps pour mener à bien un projet								1					
2.3.2.1.b	Savoir mettre en œuvre une stratégie d'inférence								1				1	
2.3.2.1.c	Savoir mettre en œuvre du machine learning non supervisé								1				1	
2.3.2.1.d	Savoir mettre en œuvre du machine learning supervisé								1				1	
2.3.2.1.e	Savoir programmer les indicateurs nécessaires								1				1	
2.3.2.2	Identifier et sélectionner des algorithmes de base à utiliser pour la modélisation													
2.3.2.2.a	Savoir identifier les différentes formes d'apprentissage machine	1							1					
2.3.2.2.b	Savoir entraîner les algorithmes d'apprentissage	1		1	1								1	
2.3.2.2.c	Savoir identifier les principaux algorithmes d'IA du domaine public	1											1	
2.3.2.2.d	Savoir utiliser les algorithmes du domaine public pour créer un modèle	1											1	
2.3.2.2.e	Savoir concevoir de nouveaux algorithmes	1			1								1	
2.3.2.2.f	Savoir utiliser les modèles pré-entraînés du domaine public pour créer un modèle (IA générative, vision, texte, parole)	1			1								1	
2.3.2.2.g	Savoir développer un modèle d'IA symbolique	1	1		1								1	
2.3.2.2.h	Savoir développer un modèle multiagent		1		1								1	
2.3.2.3	Connaissance de techniques d'IA spécialisées													
2.3.2.3.a	Maîtriser les techniques de vision par ordinateur				1								1	
2.3.2.3.b	Maîtriser les techniques de NLP				1								1	
2.3.2.3.c	Maîtriser les techniques de reconnaissance vocale				1								1	

		Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager
2.3.2.4	Maîtriser les techniques d'IA avancées													
2.3.2.4.a	Savoir mettre en œuvre de l'apprentissage sur graphes/graphes de connaissances (GNNs)				1								1	
2.3.2.4.b	Maîtriser les méthodes de renforcement learning				1								1	
2.3.2.4.c	Maîtriser les méthodes de federated learning		1		1								1	
2.3.2.4.d	Savoir utiliser les physical informed neural networks				1								1	
2.3.2.4.e	Savoir utiliser l'IA neuro-symbolique				1								1	
2.3.2.4.f	Savoir concevoir et exploiter des ontologies			1				1					1	
2.3.2.4.g	Connaître les méthodes d'optimisation				1								1	
2.3.2.4.h	Savoir mettre en œuvre de la recherche opérationnelle				1								1	
2.3.2.4.i	Maîtriser les technologies de edge AI		1		1									
2.3.2.5	Maîtriser les techniques d'IA génératives													
2.3.2.5.a	Savoir générer des prompts et les mettre à disposition des métiers		1											
2.3.2.5.b	Savoir utiliser les prompts et vérifier les informations retournées							1						
2.3.2.5.c	Maîtriser les outils et techniques d'IA générative				1								1	
2.3.2.5.d	Savoir identifier les limites des outils d'IA générative		1		1								1	
2.3.2.5.e	Savoir adapter les modèles LLMs aux données de l'entreprise				1									
2.3.2.6	Prototyper les modèles d'IA													
2.3.2.6.a	Savoir évaluer les librairies et services sur étagère disponibles	1		1	1								1	
2.3.2.6.b	Savoir utiliser les principaux frameworks d'IA en Python, notamment TensorFlow et PyTorch	1		1	1				1				1	
2.3.2.6.c	Savoir assembler la chaîne de traitement des différents modèles	1		1	1								1	
2.3.2.6.d	Savoir optimiser le compromis explicabilité & traçabilité / précision des modèles	1		1	1								1	
2.3.2.6.e	Savoir documenter les modèles avec Jupyter Notebook	1		1	1								1	
2.3.2.6.f	Savoir implémenter des pistes d'auditabilité et de traçabilité		1	1									1	
2.3.2.6.g	Savoir s'assurer de la réversibilité du code		1					1	1					
2.3.2.6.h	Maîtriser les outils low-code/no-code		1					1	1					
2.3.2.6.i	Maîtriser les services cloud d'IA		1			1			1					
2.3.2.6.j	Connaître les bases du Quantum Machine learning		1			1			1					

		Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager
2.3.3	Tester et implémenter des modèles analytiques d'IA													
2.3.3.1	Savoir évaluer les modèles (précision, robustesse et absence de biais) et décider de les rejeter/adopter													
2.3.3.1.a	Maitriser les indicateurs d'évaluation	1			1								1	
2.3.3.1.b	Savoir mesurer la performance des modèles				1								1	
2.3.3.1.c	Evaluer les modèles créés par rapport à des benchmarks existants												1	
2.3.3.1.d	Savoir créer les indicateurs pour valider ou rejeter les modèles testés	1			1									
2.3.3.1.e	Savoir calculer et mesurer la variance des résidus d'un modèle quantitatif	1			1								1	
2.3.3.1.f	Savoir produire la matrice de confusion d'un modèle de classification	1			1								1	
2.3.3.1.g	Maitriser les méthodes d'optimisation de complexité et de cross-validation des modèles	1			1								1	
2.3.3.1.h	Savoir exploiter les résultats d'une stratégie inférentielle de cross-validation	1			1								1	
2.3.3.1.i	Savoir s'assurer du respect des hypothèses de fonctionnement des modèles	1			1								1	
2.3.3.1.j	Savoir s'assurer de l'absence de biais dans les résultats du modèle	1			1								1	
2.3.3.1.k	Savoir mesurer la robustesse statistique des modèles	1			1								1	
2.3.3.2	Automatiser les modèles d'IA													
2.3.3.2.a	Savoir choisir les hyper-paramètres pour faciliter l'automatisation	1											1	
2.3.3.2.b	Savoir automatiser l'optimisation des hyper paramètres	1						1					1	
2.4	INDUSTRIALISATION													
2.4.1	Gérer le cycle de vie des modèles et des données													
2.4.1.a	Savoir documenter les modèles	1		1					1					
2.4.1.b	Savoir construire un pipeline de modèles,	1		1					1					
2.4.1.c	Savoir gérer le versionning des données		1	1					1					
2.4.1.d	Savoir gérer le versionning des modèles			1					1					
2.4.1.e	Savoir mettre en place un feature store			1					1					
2.4.1.f	Savoir produire des templates réutilisables			1					1					
2.4.1.g	Savoir gérer le suivi des expérimentations			1					1					
2.4.1.h	Savoir mettre en œuvre le réentraînement des modèles			1					1					
2.4.1.i	Savoir gérer l'explicabilité et la prise en compte des biais	1		1					1					
2.4.2	Industrialiser, sécuriser, rendre résilients et utilisables les modèles de datascience													
2.4.2.a	Savoir spécifier les conditions d'utilisation des modèles d'IA				1	1			1					
2.4.2.b	Maitriser la méthode devops en lien avec la méthode		1						1					
2.4.2.c	Savoir gérer le compromis entre performance applicative et performance du modèle IA								1					
2.4.2.d	Savoir orchestrer un ensemble d'algorithmes		1						1					
2.4.2.e	Savoir intégrer les résultats dans les applications dig		1											
2.4.2.f	Savoir documenter une application		1											
2.4.2.g	Savoir intégrer la sécurité dans la chaîne data et dans		1					1						

	Data Scientist	Data Engineer	Développeur IA	Ingénieur IA spécialisé	Chef de projet IA	IT/Data architect	Métier augmenté par l'IA	ML Engineer	Product Owner	Ethicien de l'IA	DPO en IA	Chercheur en IA	FinOps / GreenOps Manager
2.4.3 Gérer la supervision et le monitoring													
2.4.3.a	Maîtriser les méthodes statistiques de monitoring des modèles d'IA							1					
2.4.3.b	Savoir identifier et analyser les dérives des modèles						1	1					
2.4.3.c	Savoir configurer les seuils d'alertes en cas de dysfonctionnement des modèles						1	1					
2.4.3.d	Savoir monitorer les attaques cyber												
2.4.3.e	Savoir mesurer les performances des modèles							1					
2.4.3.f	Savoir mettre en place le monitoring fonctionnel du feedback utilisateur						1	1					
2.4.3.g	Savoir mettre en place une maintenance corrective et/ou évolutive (continuous delivery)						1	1					
2.4.3.h	Savoir monitorer les processus de réapprentissage automatique							1					
2.4.3.i	Savoir réaliser la supervision technique/MCO					1							
2.4.4 Tester et déployer													
2.4.4.a	Savoir réaliser les tests d'intégration et tests système								1				
2.4.4.b	Savoir mettre en place les tests d'acceptation des utilisateurs						1		1				
2.4.4.c	Savoir mettre en place les tests de performance et de charge						1						
2.4.4.d	Savoir maîtriser la chaîne CI/CD (continuous integration)						1						
2.4.4.e	Savoir mettre en œuvre le pipeline de collecte des données												
2.4.4.f	Savoir définir et mettre en œuvre la stratégie de déploiement						1						
2.5 TRANSFERT AU MÉTIER													
2.5.1 Restituer aux Interlocuteurs métiers les résultats des modèles													
2.5.1.a	Savoir effectuer du storytelling autour de données								1				
2.5.1.b	Être capable de simplifier la communication à des fins de vulgarisation								1				
2.5.1.c	Savoir présenter des visualisations des données						1		1				
2.5.1.d	Savoir illustrer les résultats du modèle par des graphiques compréhensibles par les métiers						1		1				
2.5.1.e	Savoir sélectionner les observations illustratives						1						
2.5.1.f	Savoir interpréter les résultats des différents modèles						1						
2.5.1.g	Savoir utiliser des modèles explicites pour pouvoir rendre traçables / explicables les modèles						1						
2.5.1.h	Savoir expliquer les risques des modèles						1						
2.5.1.i	Savoir expliquer les risques des systèmes IA						1		1				
2.5.1.j	Savoir présenter et afficher les biais des modèles						1						
2.5.1.k	Savoir mesurer les écarts/non conformités						1						
2.5.1.l	Savoir mesurer les impacts des résultats						1						
TOTAL DES COMPÉTENCES PAR PERSONNE													
	65	68	30	51	42	28	25	41	26	9	14	50	11



Contacts

Françoise Soulié
Conseiller Scientifique
Hub France IA
francoise.soulie@outlook.com

Caroline Chopinaud
Directrice Générale
Hub France IA
caroline.chopinaud@hub-franceia.fr