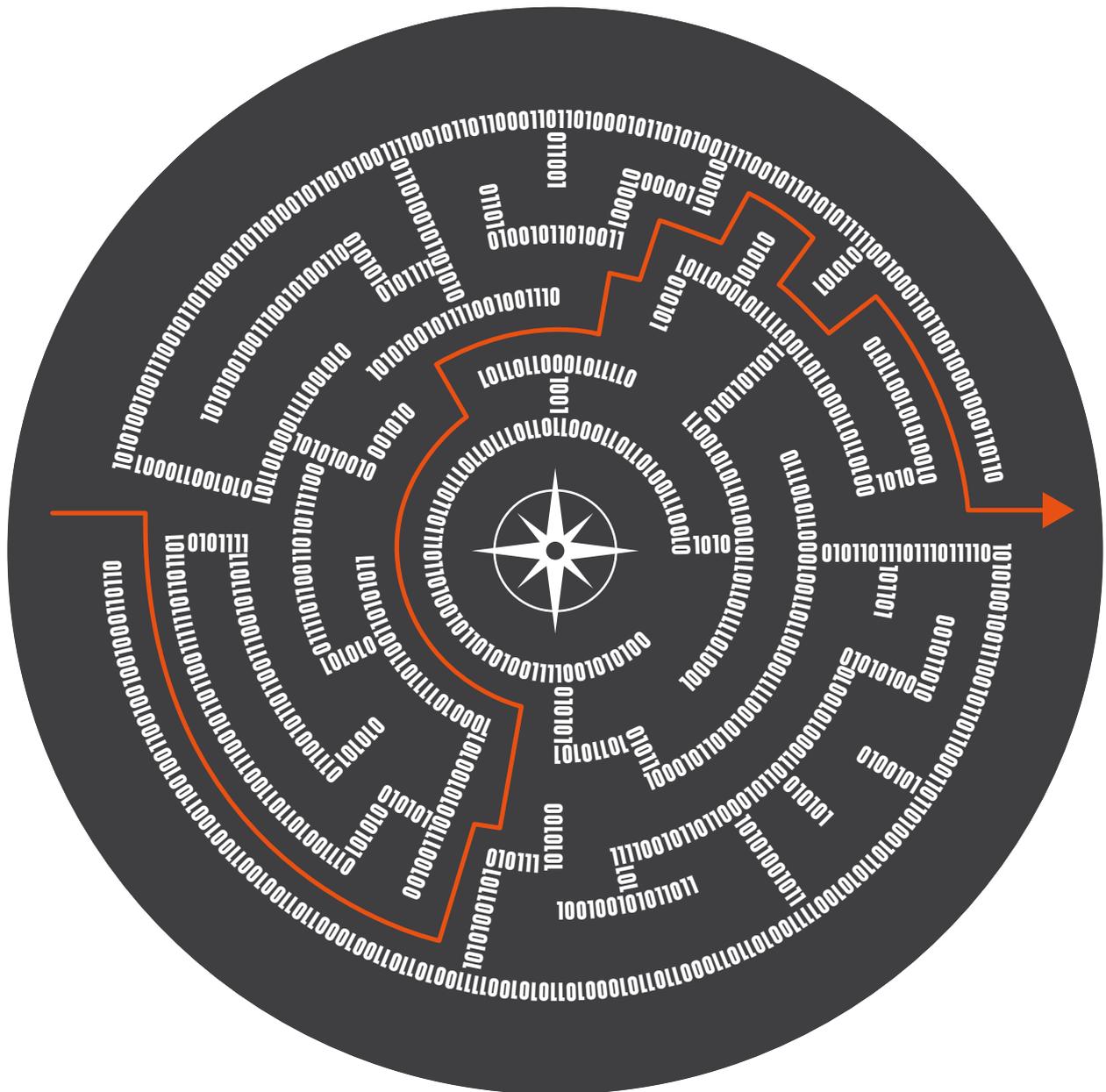


n°27

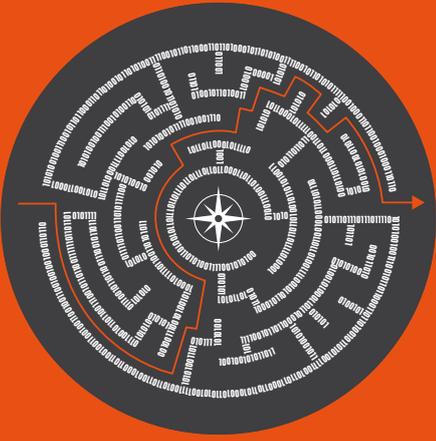
a&t

ACTUALITÉ & TENDANCES

BULLETIN ÉCONOMIQUE  
DE LA CHAMBRE DE COMMERCE



**Intelligence Artificielle & Big Data:  
guide pour naviguer dans la future  
«data-driven economy» luxembourgeoise**



# 2.

Avant-propos

# 4.

Résumé exécutif

# 9.

**I.** L'économie fondée sur les données  
[« *data-driven economy* »]:  
aboutissement de la digitalisation

# 13.

**II.** L'IA: outil indispensable  
pour naviguer dans  
un océan de données

# 43.

**III.** Le Luxembourg :  
prémices d'une  
« *data-driven economy* »

# Avant-propos

**E**n seulement dix ans, entre 2010 et 2020, le volume total des informations stockées au niveau mondial dans les systèmes informatiques est passé de 2 à 64 zetta-octets<sup>1</sup>. Ce volume devrait encore tripler d'ici 2025. Pour le contenir, il faudrait utiliser plus de 640 millions des plus gros terminaux de stockage de données existant actuellement<sup>2</sup>.

Aboutissement de la digitalisation, l'omniprésence de données volumineuses, variées, véloces et trop complexes pour être traitées par l'esprit humain seul (ou « *Big Data* ») est devenue une des caractéristiques majeures des économies du 21<sup>ème</sup> siècle. L'exploitation de ces mines d'informations est rendue accessible par l'intelligence artificielle (ci-après « IA »). Cette technologie aux applications multiples et multisectorielles en est encore à ses premiers balbutiements, mais elle offre déjà des perspectives concrètes de croissance économique et de développement social. En effet, l'IA est à l'origine de l'apparition d'industries, de processus, de biens et services inédits et génère de nombreux avantages compétitifs pour les entreprises. En outre, elle est indispensable pour soutenir les technologies dites « intelligentes » (ou smart en anglais) destinées à sécuriser un futur plus résilient.

Les données et la maîtrise des informations par l'IA sont aujourd'hui considérées comme le point de départ d'une nouvelle révolution industrielle, où les firmes et puissances économiques rivalisent pour asseoir leur supériorité technologique et garantir leur compétitivité économique sur la scène mondiale. Pour cela, les principales économies dans le monde, dont le Luxembourg, ont déjà entamé leur cheminement pour devenir des « *data-driven economies* », c'est-à-dire des écosystèmes qui s'appuient systématiquement sur la collecte et l'analyse des données dans leur processus de création de valeur afin de devenir plus rationnelles et résilientes.

Comme toute révolution industrielle, il y aura des « *early adopters* », des « *followers* » et des « *late-comers* », dont la survie sur une scène économique compétitive sera plus ou moins aisée selon leur niveau de préparation. En tant qu'accompagnatrice de l'économie luxembourgeoise, la Chambre de Commerce a rédigé la présente publication dans le but d'aider les entreprises grand-ducales à mettre le pied à l'étrier de la révolution du « *Big Data* », afin de consolider leur avenir sur le long terme.

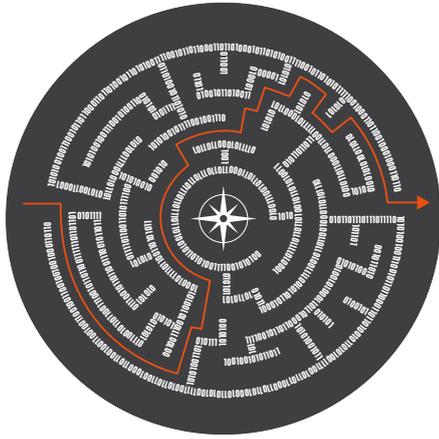
Ce document a pour vocation d'expliquer le plus simplement possible les principaux concepts relatifs au « *Big Data* », à l'IA et à une économie fondée sur les données. Basé sur des enquêtes chiffrées, des documents stratégiques et des entretiens avec des personnes du terrain, il donne un aperçu des évolutions mondiales et nationales du marché de l'IA et des données. Il détaille des exemples concrets d'applications y relatifs, sur une gamme large qui les rend accessibles à toutes entreprises quelles que soient leurs tailles, secteurs et moyens. En outre, il présente les principaux bénéfices et défis (constatés au niveau global et grand-ducal) associés à l'intégration de l'IA dans les processus productifs. Pour finir, il propose des recommandations pour soutenir les entreprises luxembourgeoises dans leur transition vers la « *data-driven economy* » grand-ducale en cours de formation.

<sup>1</sup> Un zettaoctet correspond à mille milliards de giga-octets.

<sup>2</sup> Au moment de la rédaction de cette publication, le support classique pouvant stocker le plus de données est le disque SSD (« *solid-state drive* ») de 102 400 giga-octets.

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>2</b>
<b>Résumé exécutif</b>	<b>4</b>
<b>I. L'économie fondée sur les données (« data-driven economy »): aboutissement de la digitalisation</b>	<b>9</b>
1. Définitions et chiffres clés	10
2. Principales caractéristiques d'une économie fondée sur les données	11
<b>II. L'IA: outil indispensable pour naviguer dans un océan de données</b>	<b>13</b>
1. L'IA, une innovation radicale	14
a. L'IA en théorie et en pratique	14
b. Un vecteur de transformation dans tous les secteurs économiques	15
c. Un impact significatif sur l'économie mondiale	19
2. Le marché mondial de l'IA	21
a. Evolution du marché des solutions d'IA pour les entreprises	21
b. Des façons diverses d'appréhender l'IA dans le monde	27
3. L'impact de l'IA sur l'entreprise	30
a. Les bénéfices de l'IA	30
b. L'IA: un puissant outil de soutien aux métiers de l'entreprise	33
c. Des changements organisationnels à anticiper	34
4. Mise en place de l'IA en entreprise: défis et recommandations	36
a. Les freins majeurs à l'adoption de l'IA	36
b. L'intégration pratique de l'IA: défis majeurs et recommandations générales pour les entreprises luxembourgeoises	38
c. Les principaux défis et avantages propres aux PME	41
<b>III. Le Luxembourg: prémices d'une « data driven economy »</b>	<b>43</b>
1. Un début de compréhension et d'acceptation sociale	44
a. Réalisation du pouvoir des données en entreprise	44
b. L'acceptation sociale: entre espoirs et appréhensions	46
2. Une adoption technologique en cours	47
a. Evolution des usages	47
b. Les secteurs de la finance et de la santé propulsés par l'IA	51
c. La transformation des secteurs traditionnels	61
d. L'apparition de potentiels fleurons nationaux dans des applications nouvelles	68
3. Les dispositifs favorables à l'émergence d'une « data-driven economy »	73
a. Une vision stratégique nationale	73
b. Le développement d'infrastructures propices	76
c. La recherche et développement (R&D)	78
d. La formation de la main-d'œuvre de demain	80
e. Les mesures de soutien aux entreprises de la Chambre de Commerce	82
<b>Conclusion</b>	<b>83</b>



Bulletin économique  
de la Chambre de Commerce

# Résumé exécutif

## La « *data-driven economy* », aboutissement du phénomène de digitalisation

L'intégration progressive des technologies digitales, concomitante à la baisse du coût de la collecte, du stockage et du traitement des données, a fait émerger la datasphère, environnement où mondes numérique et physique s'entrelacent. Le volume total des informations stockées au niveau mondial dans les systèmes informatiques devrait être multiplié par onze entre 2015 et 2025 selon les prévisions de l'*International Data Group*<sup>3</sup> (ci-après IDC). C'est ainsi que le 21<sup>ème</sup> siècle est le théâtre de la révolution industrielle du « *Big Data* », cet ensemble de données complexes et volumineuses qui dépassent les capacités d'analyse du cerveau humain et des outils informatiques classiques.

Pour rester compétitives et résilientes dans ce nouvel environnement, les économies doivent évoluer pour devenir « *data-driven* » (en français « pilotée par les données ») et constituer des écosystèmes qui s'appuient systématiquement sur la collecte et l'analyse des données dans leur processus de création de valeur. Dans ce cadre, elles devront prévoir des mesures pour adresser les caractéristiques et défis propres à ce nouveau modèle économique, tels que l'asymétrie de l'information, les effets de réseau et de (quasi)monopoles naturels, l'adaptation des principes comptables, les transformations du marché du travail et l'augmentation des risques systémiques et du besoin de réglementation. Parallèlement, il leur sera nécessaire de déployer des outils idoines pour naviguer dans l'océan de données qui se forme.

## L'IA, une technologie clé vecteur de transformations économiques et sociales

A cette fin, l'IA, qui désigne « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence<sup>4</sup> », constitue une technologie clé ainsi qu'un vecteur de transformations économiques et sociales. L'IA peut apporter le progrès, via par exemple l'amélioration des diagnostics médicaux ou une meilleure utilisation des ressources grâce aux technologies intelligentes (ex: villes intelligentes, agriculture durable, etc.). En outre, le déploiement de cette technologie provoque l'apparition de nouvelles industries, de nouveaux biens et services et de nouveaux processus à l'origine d'avantages compétitifs significatifs dans tous les secteurs économiques. C'est ainsi qu'une étude<sup>5</sup> réalisée par McKinsey en 2018, montre que l'utilisation des outils d'IA a le potentiel de générer annuellement de 3,5 à 5,8 trillions de dollars dans 19 secteurs.

3 L'*International Data Group (IDG)* est une multinationale spécialisée en conseil et études de marché dans le domaine des technologies de l'information.

4 Définition de l'*Encyclopédie Larousse*.

5 McKinsey, « *Crossing the frontier collection* », 2018.

L'IA a notamment la capacité de stimuler la croissance via 4 canaux principaux, à savoir les gains de productivité, l'automatisation intelligente (grâce à la mise en place de logiciels capables de résoudre des problèmes et d'évoluer par eux-mêmes en acquérant de l'expérience via les données), l'innovation en cascade dans d'anciens et nouveaux secteurs économiques et la création d'un cercle vertueux de croissance. Dans ce cadre, une étude réalisée par *PriceWaterhouseCoopers* (ci-après PwC) estime que le déploiement de l'IA pourrait contribuer à l'horizon 2030, pour 14% de la croissance mondiale (soit 15,7 trillions d'USD).

### Un marché dynamique et prometteur

Le marché de l'IA connaît en effet une croissance rapide. Les revenus mondiaux générés par la vente de solutions d'IA (c'est-à-dire les logiciels, les «*hardwares*» et les services) auprès des entreprises s'élevaient à 341,8 milliards de dollars fin 2021 et devraient franchir la barre des 500 milliards de dollars d'ici 2024, selon le rapport<sup>6</sup> de septembre 2021 de l'*IDC*. En 2021, les logiciels d'IA (ex : applications soutenant la gestion des clients, des risques, plateformes d'IA etc.) occupaient la plus grosse part du marché (88%). Néanmoins, les années à venir seront marquées par une montée en force des «*hardwares*» (serveurs informatiques et dispositifs de stockage de données) à moindre mesure, mais aussi et surtout des services (services d'amélioration des processus d'entreprises et services de support informatique). Ces derniers devraient avoir, selon les prévisions d'*IDC*, un taux de croissance annuel composé<sup>7</sup> (TCAC) de 21% entre 2021 et 2025.

### Une approche de l'IA différente dans le monde

Si le déploiement de l'IA est un phénomène d'ampleur mondiale, cette technologie n'est pas pour autant approchée de la même manière et à la même vitesse dans les différentes régions du monde, comme le révèle une enquête<sup>8</sup> réalisée en 2021 par l'entreprise *Juniper Networks*<sup>9</sup>. L'Asie Pacifique bénéficie par exemple d'un déploiement dynamique de l'IA et d'un degré d'acceptation de la technologie élevé, mais doit relever le défi d'un manque important de main-d'œuvre qualifiée. En comparaison, l'Amérique du Nord accuse un certain retard. Le recours à l'IA est encore souvent cantonné à des applications simples pour soutenir les technologies de l'information, alors que les usages plus avancés, comme le soutien des processus décisionnels, y est encore relativement limité (seulement 23% des organisations l'utilisent dans ce cadre) et en cours de développement. Enfin, en Europe, l'accent est mis sur la collaboration, sur la gouvernance et sur la mise en place de réglementations visant à accroître le niveau de confiance, de sécurité et d'efficacité opérationnelle de l'IA.

**En Europe, l'accent est mis sur la collaboration, sur la gouvernance et sur la mise en place de réglementations**

### De nombreux bénéfices pour les entreprises

L'utilisation des applications relatives à l'IA comporte de nombreux avantages pour les entreprises. Elle permet entre autres d'améliorer les processus de prise de décision, de sécuriser et d'augmenter les revenus tout en réduisant les coûts, d'optimiser l'ensemble des processus de production, de réaliser des gains de productivité et de saisir de nouvelles opportunités d'affaires. En

outre, comme l'IA sera à terme présente dans tous les pans de l'économie, les premières entreprises à l'intégrer dans leur stratégie de développement profiteront d'un bonus de compétitivité par rapport à leurs concurrentes, un «*first mover advantage*». Ainsi, selon l'étude «*The State of AI in 2021*» réalisée au niveau mondial par le cabinet McKinsey en 2020, 67% des organisations interrogées ont constaté une augmentation de leurs revenus d'au moins 5% directement attribuable à l'intégration de l'IA. De même, 79% ont déclaré une réduction de leurs coûts d'au moins 10% grâce à la mise en place de cette technologie.

6 *International Data Corporation (IDC)*, «*IDC Worldwide Semiannual Artificial Intelligence Tracker*», septembre 2021.

7 Le TCAC estime la croissance moyenne annuelle entre 2 dates.

8 *Juniper Networks*, «*AI is set to accelerate... Is your organization ready?*», Avril 2021.

9 *Juniper Networks* est un spécialiste américain en équipements de télécommunication.

## De nombreuses applications pour les entreprises au prix de changements organisationnels

Les applications d'IA pour l'entreprise sont en effet nombreuses et applicables à de nombreuses fonctions. Elles soutiennent la gestion de la performance des employés et le recrutement, elles facilitent la gestion de la trésorerie, des risques et des approvisionnements, pour ne citer que quelques exemples.

L'IA constitue une innovation technologique radicale qui va profondément transformer les processus d'entreprise. Elle va par exemple faciliter la coopération et l'échange d'informations entre les différents métiers et décloisonner l'organisation ou encore favoriser la « réinternalisation » des processus. Pour profiter pleinement des bénéfices de l'IA, une entreprise devra sécuriser des talents qualifiés dans les nouvelles technologies (par la formation ou le recrutement) et réaliser des changements organisationnels de sorte à intégrer les nouveaux outils dans ses processus.

## Les freins majeurs à l'adoption

Malgré les avantages potentiels découlant de l'utilisation d'outils d'IA en entreprise, certaines firmes hésitent encore à intégrer ces nouvelles technologies pour diverses raisons. Selon une étude réalisée au niveau mondial par *Juniper Networks*<sup>10</sup> en 2021, les trois freins à l'adoption de l'IA les plus cités par les entreprises<sup>11</sup> sont de nature technologique (mise en place de l'infrastructure et constitution de données exploitables par les outils d'IA), humaine (difficulté à former le personnel) et organisationnelle (intégration des outils d'IA dans les processus existants). Au Luxembourg, selon l'étude « *Use of data analytics and Artificial Intelligence* » réalisée en 2021 par le cabinet *PwC*, les trois plus grandes raisons qui empêchent les entreprises de mettre en place des outils d'IA sont le manque de personnel qualifié (cité par 58% des entreprises), la méconnaissance de la technologie (48%), et le manque de visibilité concernant le retour sur investissement des projets d'IA (30%).

## L'intégration pratique de l'IA : défis majeurs et recommandations

Selon l'étude « *The State of AI in 2021* » du cabinet *McKinsey*, les risques les plus souvent identifiés par les entreprises au niveau mondial quant à l'utilisation des outils d'IA, sont ceux liés à la cybersécurité, à la conformité réglementaire (en anglais « compliance ») et à la capacité à expliquer le raisonnement d'une IA pour parvenir à une conclusion (en anglais « explainability »).

Les entreprises luxembourgeoises ont la possibilité de se tourner vers le portail national de la cybersécurité<sup>12</sup> pour être orientées vers des solutions visant à renforcer la sécurité de leurs données. Au niveau réglementaire, s'adresser aux fédérations idoines peut être un moyen d'alléger les charges relatives à la veille légale, indispensable pour rester conforme aux lois relatives à l'IA et aux données qui sont encore en cours de constitution. Enfin, en ce qui concerne l'explicabilité, les organisations ont notamment la possibilité de mitiger les risques liés à l'utilisation de l'IA en documentant les modèles créés, de sorte à rendre le fonctionnement des outils d'IA transparents, explicables et conformes à la loi.

A ces trois risques identifiés par les entreprises au niveau mondial quant à l'intégration de l'IA, on peut ajouter trois problématiques supplémentaires, assorties de pistes de solutions pour les adresser. Premièrement, il est recommandé aux entreprises de soigner et de développer les relations avec leurs clients finaux pour les fidéliser, puisque la digitalisation et l'usage de l'IA favorisent la désintermédiation (ex : *Uber*, *Airbnb*). Deuxièmement, l'intégration de l'IA étant un projet ambitieux, un accompagnement du changement est indispensable. Il peut ainsi par exemple être utile de définir une stratégie d'IA portée par la direction et éventuellement créer un poste de responsable dédié. Enfin, puisque l'IA se nourrit d'informations, une entreprise devrait mettre en place des processus pour constituer des bases de données (passées et futures) propres. Dans ce cadre, le recours à des experts dans les domaines des données, de la loi et des risques est conseillé.

<sup>10</sup> *Juniper Networks*, « *AI is set to accelerate... Is your organization ready?* », Avril 2021.

<sup>11</sup> L'étude de *Juniper Networks* a été réalisée auprès de 700 entreprises issues des zones Europe, Amérique du Nord et Asie Pacifique.

<sup>12</sup> <https://www.cybersecurity.lu/about>

## Les avantages et défis propres aux PME

Les PME ont des flux de données moins abondants et d'origine plus facilement identifiable que leurs homologues de plus grande taille. Ainsi, souvent, elles bénéficient de la possibilité d'implanter plus facilement des solutions modernes qui leur permettront de se concentrer sur leur cœur de métier, tout en allégeant les coûts fixes liés à la gestion quotidienne des affaires. L'adoption de *SaaS*<sup>13</sup> d'IA, c'est-à-dire de solutions hébergées dans le « Cloud », est particulièrement adaptée aux PME car elles sont relativement simples à installer et à paramétrer, tout en ayant un retour sur investissement (ROI) toujours positif, quelle que soit la taille de la société.

Du côté des défis, si une PME suit un modèle d'affaires peu commun, le développement de logiciels d'IA sur mesures correspondant à un cœur de métier spécifique, pourrait s'avérer relativement onéreux. Il serait alors utile de s'adresser à des experts pour évaluer la rentabilité d'un projet d'IA avant de le lancer. En outre, l'intégration de nouvelles technologies aux processus d'entreprises demande toujours un investissement temporel, monétaire et humain, ce qui n'est pas toujours évident pour une structure de taille modeste.

## L'IA au Luxembourg : un début de compréhension et d'acceptation sociale

Une étude<sup>14</sup> de PwC révèle que les entreprises du Grand-Duché seraient de plus en plus conscientes du pouvoir que confère la collecte et l'analyse des données, ce pourquoi elles se sont efforcées, ces dernières années, à mettre les données au cœur du processus de prise de décision. Ainsi, en 2021, plus de trois quarts des entreprises luxembourgeoises interrogées utilisent l'IA, planifient de le faire ou y réfléchissent.

**Les entreprises  
du Grand-Duché seraient  
de plus en plus conscientes  
du pouvoir que  
confère la collecte  
et l'analyse  
des données**

L'acceptation sociale est un prérequis pour l'intégration de toute nouvelle technologie disruptive et elle semble sur la bonne voie au Grand-Duché. En effet, une consultation publique<sup>15</sup> réalisée en 2021 par le *Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER)* pour le Gouvernement luxembourgeois révèle un véritable désir de la population d'en savoir plus sur l'IA (plus de 80% des personnes interrogées ont émis le souhait qu'une campagne de sensibilisation et d'information sur l'usage de cette technologie soit organisée). En outre, une large majorité des répondants déclare que cette technologie peut faciliter les tâches de la vie quotidienne (70%) et permet d'automatiser les tâches professionnelles répétitives (64%).

## Une adoption technologique en cours au Grand-Duché

L'usage de l'IA se répand peu à peu dans l'économie luxembourgeoise. Selon l'étude « *Use of Data Analytics and Artificial Intelligence* »

de PwC, les domaines d'application de cette technologie évoluent. Initialement à fins défensives (ex : procédures de « *compliance* », de régulation, de lutte contre les fraudes et cyberattaques), ils s'orientent vers des objectifs plus offensifs (ex : gains de parts de marché et de compétitivité).

Des évolutions sont aussi remarquables au niveau des différents secteurs économiques grand-ducaux. Les technologies relatives au « *Big Data* » ont notamment fait émerger la « *FinTech* » et la « *HealthTech* » dans les domaines de la finance et de la santé. Elles ont aussi transformé des secteurs traditionnels tels que l'industrie et l'HORECA (secteur hôtellerie, restauration, cafés). Enfin, de nouveaux produits et services s'appuyant sur les technologies d'IA sont apparus, donnant naissance à de nombreuses startups luxembourgeoises innovantes.

<sup>13</sup> *Software as a service.*

<sup>14</sup> *PriceWaterhouseCoopers (PwC), Use of Data Analytics and Artificial Intelligence in 2021, septembre 2021.*

<sup>15</sup> *LISER, Résultats de la consultation publique relative aux opportunités et aux défis de l'IA, avril 2021.*

## **Le Luxembourg: des dispositifs favorables à l'émergence d'une « data-driven economy »**

Pour accompagner la révolution technologique constituée par le développement du « *Big Data* », le Grand-Duché a élaboré en 2019, une vision stratégique pour l'IA. Considérée comme une priorité nationale, le document a pour objectif « *d'analyser les évolutions récentes, d'admettre la vitesse à laquelle les technologies de l'IA fournissent de nouveaux services et de façonner activement le futur de l'IA sur le plan national*<sup>16</sup> ».

Pour favoriser l'évolution du pays vers un modèle de « *data-driven economy* », le pays œuvre à bâtir des infrastructures idoines. Il dispose ainsi d'un réseau 5G étendu, de *data centers* à haut niveau de robustesse (Tier IV), de *Meluxina* (un des superordinateurs les plus puissants d'Europe) et d'un écosystème dynamique de cybersécurité comprenant plus de 300 acteurs issus des secteurs public et privé, pour ne citer que quelques exemples.

Comme l'IA constitue une technologie en train de mûrir, il est important pour un pays voulant être compétitif de développer ses capacités de recherche et développement (R&D) relative à cette discipline.

Dans ce cadre, pour des raisons d'émulation et d'atteinte de masse critique, la coopération est essentielle. C'est ainsi que les acteurs luxembourgeois de la R&D collaborent au niveau interrégional, national et international dans de nombreux projets.

**Au Luxembourg, les difficultés de recrutements sont SOUVENT citées comme l'un des premiers défis des entreprises**

L'intégration d'une nouvelle technologie suppose aussi la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée capable de l'utiliser, ce qui est d'ailleurs une des problématiques récurrentes au Luxembourg, où les difficultés de recrutements sont souvent citées comme l'un des premiers défis des entreprises<sup>17</sup>. Pour former la main-d'œuvre de demain, le Grand-Duché a inclus les technologies relatives aux données dans les différentes filières existantes, tout en développant de nouvelles formations dans les enseignements primaires et supérieurs.

Enfin, le Luxembourg dispose d'un système développé de fédérations et de clusters qui suivent de près les évolutions sectorielles, et auxquelles les entreprises peuvent s'adresser pour trouver un accompagnement dans leurs transitions digitales en particulier, ou économiques en général. La Chambre de Commerce fait par exemple une veille économique et légale permanente, avise les projets de lois, publie des documents informatifs (ex : guides sur la cybersécurité et sur la facturation électronique) et organise des services (ex : *Go Digital*) et événements (ex : cycle de conférences *Ready4AI*) pour soutenir les entreprises dans leur adoption technologique.

<sup>16</sup> Gouvernement luxembourgeois, *Intelligence Artificielle : une vision stratégique pour le Luxembourg, 2019*.

<sup>17</sup> Baromètre de l'Économie, Chambre de Commerce.

**L'économie fondée sur les données  
(« *data-driven economy* ») :  
aboutissement de la digitalisation**



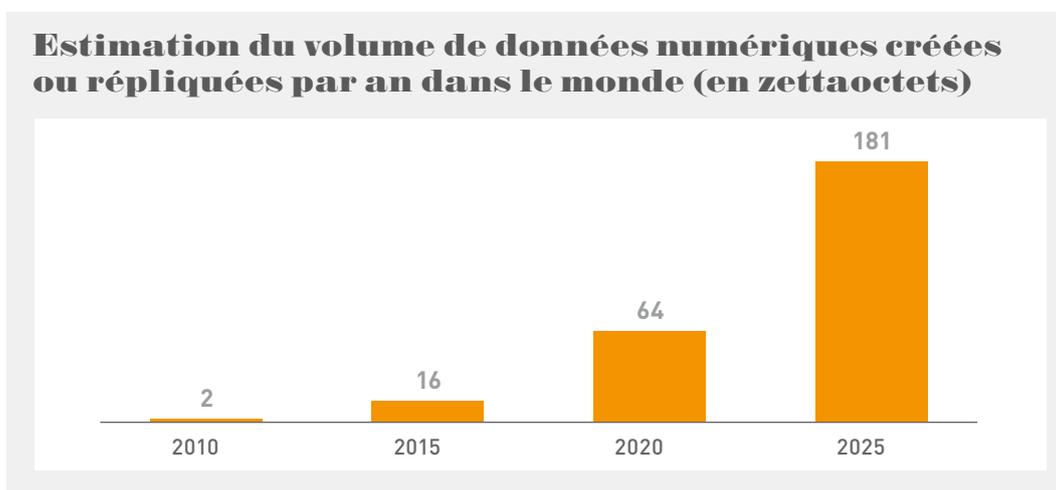
# I. L'économie fondée sur les données (« data-driven economy ») : aboutissement de la digitalisation

## 1. Définitions et chiffres clés

### a. Datasphère, « Big Data » et omniprésence des données

Entre 2010 et 2020, le volume total des informations stockées au niveau mondial dans les systèmes informatiques est passé de 2 à 64 zettaoctets<sup>18</sup> (voir graphique ci-après). Ce volume devrait encore tripler d'ici 2025 pour atteindre 181 zettaoctets, soit une croissance moyenne de près de 40% sur 5 ans selon les prévisions de l'*International Data Group*<sup>19</sup> (ou IDC).

Plus concrètement, cela signifie qu'en 2025, environ 640 millions des plus gros terminaux de stockage de données actuellement commercialisés, seront nécessaires pour stocker toutes les données produites.



Source : IDC - prévisions réalisées en mars 2021

L'intégration progressive des technologies digitales dans nos sociétés, concomitante à la baisse du coût de la collecte, du stockage et du traitement des données, a profondément transformé la nature de nos économies modernes. Ces dernières évoluent à présent dans la datasphère : cet ensemble spatial formé par la totalité des données numériques et technologies afférentes interagissant avec le monde physique.

Au 21<sup>ème</sup> siècle, les données sont omniprésentes et forment un des piliers majeurs de la croissance économique. Depuis 1997, il est fait référence au phénomène de « Big Data<sup>20</sup> » pour désigner l'existence d'un ensemble de données volumineuses, variées (brutes, non structurées ou semi-structurées) et véloces (c'est-à-dire produites, récoltées et analysées en temps réel) qui dépassent les capacités d'analyse du cerveau humain et des outils informatiques classiques de gestion.

### b. La « data-driven economy » : aboutissement de la révolution des données

L'exploitation du « Big Data » par des technologies telles que l'IA permet l'analyse en temps réel de quantités importantes de données. Cela a favorisé l'apparition de nouvelles industries, de nouveaux biens et services et de nouveaux processus à l'origine d'avantages compétitifs significatifs dans tous les secteurs économiques.

<sup>18</sup> Un zettaoctet correspond à mille milliards de giga-octets.

<sup>19</sup> L'*International Data Group (IDC)* est une multinationale spécialisée en conseil et études de marché dans le domaine des technologies de l'information.

<sup>20</sup> Terme créé par l'*Association for Computing Machinery*, la première association internationale à but non lucratif à être vouée au développement de la recherche et des innovations dans le domaine de l'informatique.

Dans les entreprises, l'exploitation du « *Big Data* » est créatrice de valeurs, car elle permet entre autres, d'être au plus près de la demande grâce à une meilleure connaissance de la clientèle, d'optimiser les processus de production ou encore d'améliorer l'efficacité de la main-d'œuvre.

Les services publics tirent aussi avantage de l'utilisation des données pour un gain d'efficacité via, par exemple, l'auto-remplissage des formulaires administratifs.

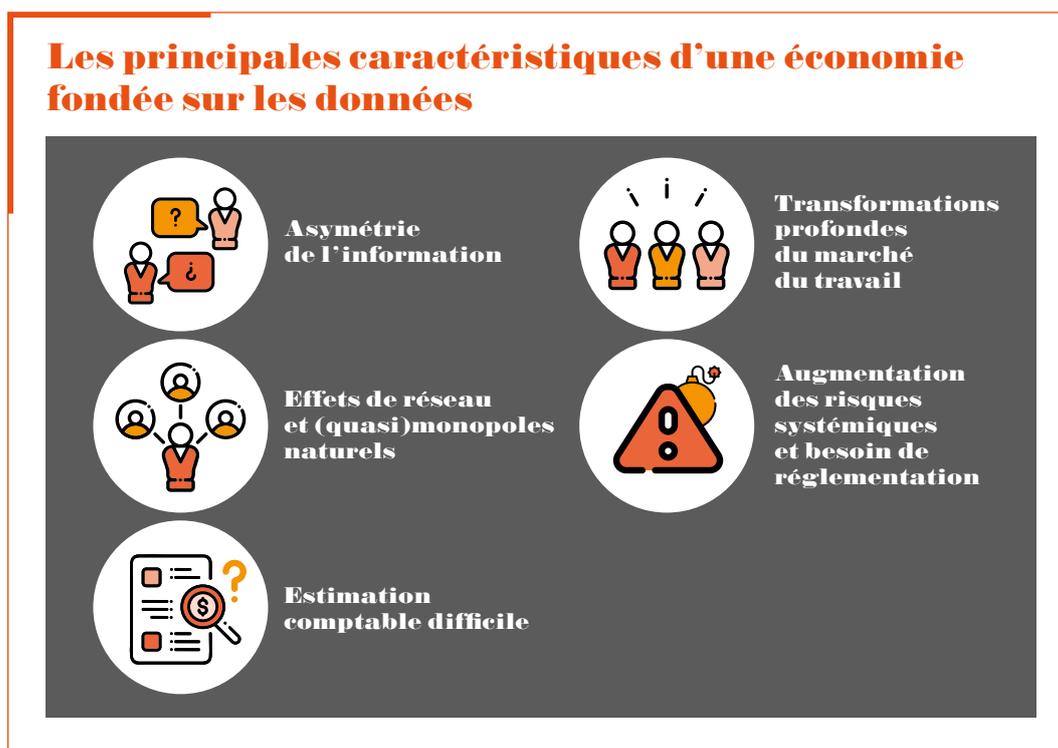
Enfin, plus globalement, la disponibilité de grandes quantités d'informations et la possibilité de les comprendre est aussi porteur de progrès social. En effet, les « *Smart cities* », ces villes durables actuellement en cours de construction dans le monde entier, s'appuient fondamentalement sur le « *Big Data* ».

Tout ceci fait que les données et la maîtrise des informations sont aujourd'hui souvent considérées comme le point de départ d'une nouvelle révolution industrielle, dont l'aboutissement pour nos économies sera de devenir « *data-driven* » (en français « pilotée par les données »), c'est-à-dire des écosystèmes qui s'appuient systématiquement sur la collecte et l'analyse des données dans leur processus de création de valeur.

L'omniprésence des données et leur exploitation constante sont en train de transformer les modèles économiques actuels. Ces derniers sont de plus en plus caractérisés par les phénomènes qui seront abordés dans la partie qui suit.

## 2. Principales caractéristiques d'une économie fondée sur les données

Une économie fondée sur les données est l'objet d'un certain nombre de caractéristiques spécifiques qui sont résumées dans l'encadré qui suit puis ensuite développées plus en détails.





### a. Les asymétries de l'information

Grâce à la généralisation de l'usage d'internet, les connaissances se sont diffusées plus facilement (ex : tutoriels « *Do It Yourself* », vidéos didactiques, journaux en ligne etc.). La montée en puissance du « *Big Data* » vient néanmoins redistribuer les cartes. Elle crée des asymétries d'information entre l'Homme et la machine (puisque la complexité des données la rend illisible pour l'esprit humain seul), mais aussi entre les entreprises et les pays, selon la capacité financière et matérielle de chacun à développer les outils et infrastructures nécessaires à l'usage du « *Big Data* ».



### b. Les effets de réseau et l'émergence de (quasi) monopoles naturels

Dans une économie fondée sur les données, les nombreuses opportunités de bénéficier d'économies d'échelles tendent à faire émerger des situations de « *Winner-Takes-Most*<sup>21</sup> », comme c'est le cas pour les moteurs de recherche ou les réseaux sociaux, par exemple. En effet, les produits et services numériques sont souvent l'objet d'effets de réseau, c'est-à-dire un phénomène par lequel l'utilité d'un réseau augmente avec le nombre d'utilisateurs dudit réseau. Ainsi, par exemple, un réseau social est d'autant plus prisé qu'il contient de nombreux membres. Si le coût d'entrée pour mettre en place des outils d'exploitation du « *Big Data* » est relativement conséquent, le coût marginal de l'expansion des actifs liés aux données est très faible, puisqu'il consiste essentiellement à couvrir le coût d'expansion des capacités de stockage. Enfin, le coût marginal de distribution d'une unité supplémentaire d'un produit numérisé est nul ou presque nul. C'est ainsi que de plus en plus de (quasi)monopoles naturels se forment.



### c. Une estimation comptable actuellement difficile

L'enregistrement de la valeur des données dans les systèmes comptables existants n'est pas encore un processus abouti. En effet, de nombreuses incertitudes existent. C'est par exemple le cas dans le cadre de certains services numériques « gratuits » où le consommateur rémunère la société en acceptant de partager ses données personnelles.



### d. Des transformations profondes du marché du travail

80% des emplois de 2030 n'existent pas encore aujourd'hui, selon le rapport de mars 2017 du *think tank californien Institute For the Future* (IFFF). Il est ainsi important pour les économies de s'adapter en agissant à la fois en aval, en organisant des formations de rattrapage technologique pour les actifs déjà sur le marché du travail, et en amont, en révisant les programmes scolaires de sorte à former une main-d'œuvre adaptée aux enjeux du futur. Ce dernier sera collaboratif, en ce qu'il marquera l'avènement d'une ère où celui qui saura exploiter la complémentarité entre intelligence humaine et artificielle tirera son épingle du jeu.



### e. L'augmentation des risques systémiques et le besoin de réglementation

Si l'omniprésence des données permet des prises de décision plus éclairées et facilite les interconnexions au niveau mondial, elle comporte aussi des risques systémiques majeurs liés par exemple à la cybersécurité, à la manipulation politique à grande échelle ou encore à la confidentialité des données personnelles.

La datasphère étant un environnement nouveau, il est dès lors nécessaire de mettre en place un cadre légal pour la réglementer. L'adoption en 2016 du règlement général sur la protection des données à caractère personnel (aussi connu sous l'acronyme RGPD) par le Parlement européen, par exemple, va en ce sens.

Dans la même veine, plus récemment en avril 2021, la Commission européenne a publié une proposition de règlement sur l'IA, technologie indispensable pour exploiter le « *Big Data* ».

<sup>21</sup> Un marché qualifié de « *Winner-Takes-Most* » (ou « *Winner-Takes-Nearly-All* ») se définit par une situation où une entreprise leader se démarque clairement dans un domaine d'activité particulier à ce marché. Comme les domaines d'activité sont nombreux, quelques entreprises dominantes occupent alors les différents créneaux du marché et en font un quasi-monopole.

**L'IA : outil indispensable  
pour naviguer dans un océan de données**



# II. L'IA : outil indispensable pour naviguer dans un océan de données

## 1. L'IA, une innovation radicale

### a. L'IA en théorie et en pratique

L'intelligence artificielle (IA) se définit comme « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence » (Encyclopédie Larousse).

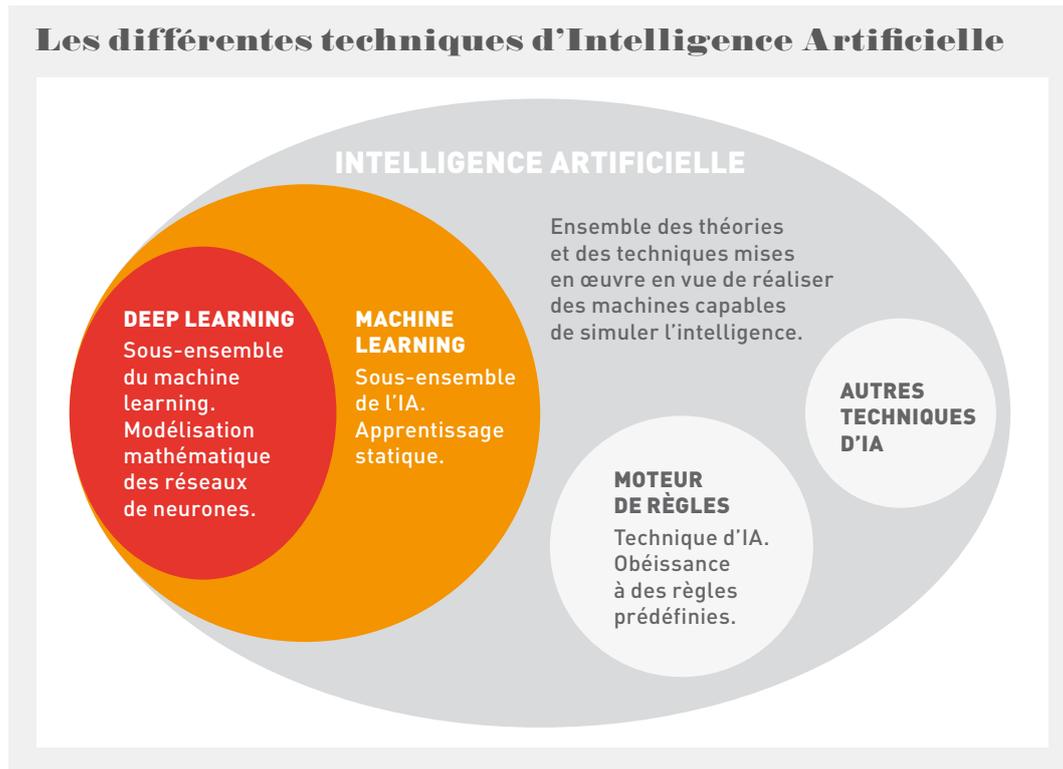
Elle constitue un terme générique qui couvre un large éventail de technologies des plus anciennes aux plus nouvelles, et dont souvent, le seul point commun réside dans le fait d'être guidée par des objectifs définis par la main humaine tout en jouissant d'un certain degré d'autonomie dans ses actions. Actuellement, si certaines technologies d'IA sont déjà largement utilisées, d'autres sont encore en cours de développement ou ne sont que des concepts spéculatifs dont la concrétisation dans l'avenir est encore incertaine.

#### POUR REPRODUIRE LES FONCTIONS COGNITIVES DU CERVEAU HUMAIN, 3 TECHNIQUES SONT COURAMMENT UTILISÉES :

- Les **moteurs de règles** désignent une technique de programmation qui consiste à définir pour une machine la démarche à suivre dans telle ou telle situation (Si...alors...sinon...). Cette méthode a permis la création des premiers « systèmes experts », logiciels capables de répondre à des questions en suivant un raisonnement édicté à l'avance à partir de faits et de règles connues. Les moteurs de règles permettent la « digitalisation » d'une expertise dans un domaine donné, d'où une utilisation dans des secteurs variés. Dans le domaine financier, par exemple, ils facilitent l'analyse du risque, le processus d'octroi de crédit et la lutte contre le blanchiment d'argent. Dans les secteurs industriels et assurantiels, ils peuvent soutenir les processus de tarification et de détection de fraude. Plus généralement, en entreprise, les « systèmes experts » peuvent aussi faciliter le processus de prise de décision via l'analyse, l'intégration et l'actualisation de données, puis leur présentation sous forme de tableaux de bords synthétiques.
- Le « **machine learning** », aussi connu sous le nom « d'apprentissage automatique », est la technique sur laquelle s'appuie près de 90% de l'IA ces dernières années. Dans ce cadre, le fonctionnement d'un algorithme est similaire au processus de développement cognitif de l'enfant qui apprend en capitalisant sur son expérience acquise à travers l'observation du monde et des interactions entre les êtres vivants. Sont alors déduites, puis reproduites, des règles qui, sans pour autant avoir été explicitement exposées auparavant, définiront le comportement de l'enfant. Selon le même principe, les algorithmes d'apprentissage automatique sont entraînés à apprendre par eux-mêmes, indépendamment d'une programmation explicite. Ils reposent sur des méthodes de calculs qui leur permettent de créer leurs propres fonctions et modèles, de s'adapter et de gagner en performance lorsque l'échantillon disponible pour l'apprentissage augmente. Le « **machine learning** » a de nombreuses applications dans quasiment tous les secteurs économiques : « **chatbots** » (ou « robots conversationnels ») et moteurs de recommandations dans le secteur marchand, outils de gestion des récoltes en agriculture, modélisation des abonnements et désabonnements des clients dans les organes de presse, détection de la fraude dans les services financiers, aide au diagnostic en médecine, etc.
- Le « **deep learning** » est un sous-ensemble du « machine learning » permettant le calcul de fonctions de prédiction beaucoup plus complexes et faisant intervenir un bien plus grand nombre de variables. Il s'appuie sur la modélisation mathématique de réseaux de neurones pour reproduire l'intelligence humaine. Les algorithmes de « **deep learning** » sont notamment nécessaires pour reproduire le traitement des informations provenant des 5 sens, réalisé par le cerveau. Des exemples d'application de cette technique sont la traduction et génération automatique de textes, la reconnaissance faciale, la colorisation de photos initialement en noir et blanc, etc.

**Le fonctionnement d'un algorithme est similaire au processus de développement cognitif de l'enfant**

L'encadré qui suit fait la synthèse de ces 3 technologies.

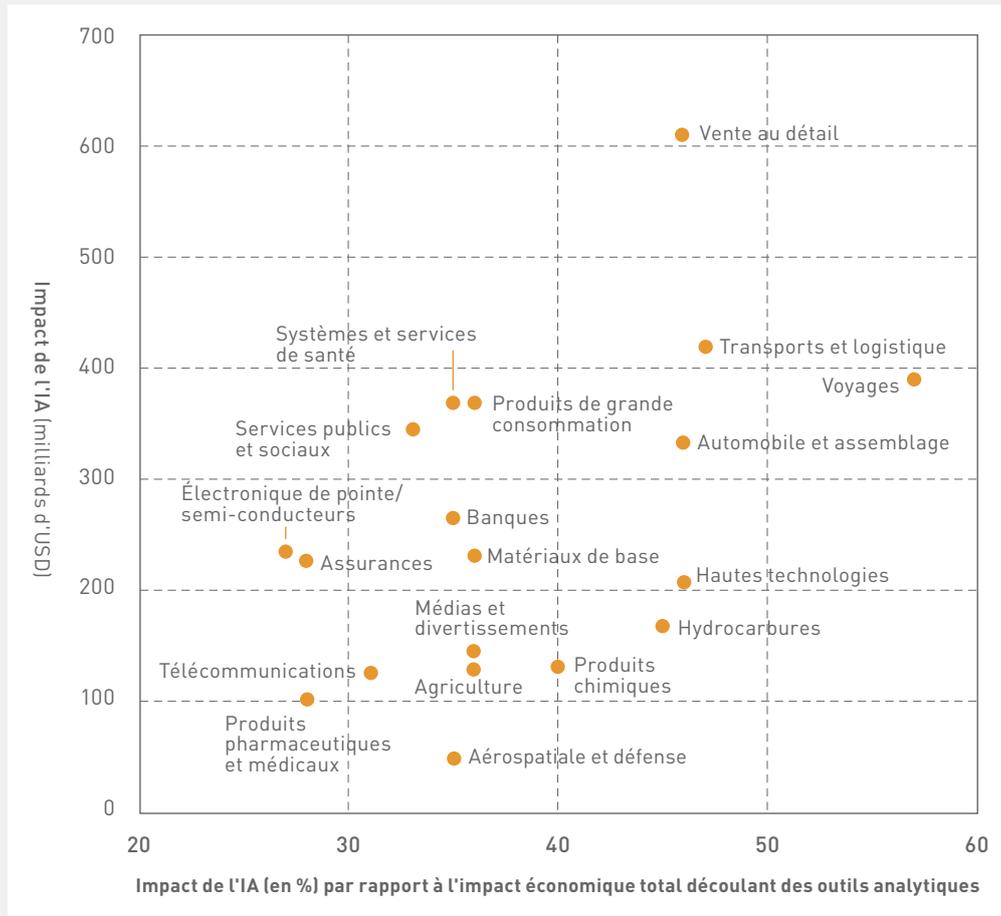


## b. Un vecteur de transformation dans tous les secteurs économiques

À l'instar de la «fée électricité» qui apporta des bouleversements considérables au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'IA constitue un tournant technologique majeur qui transformera drastiquement l'économie dans son ensemble. Selon une étude<sup>22</sup> réalisée par McKinsey en 2018, l'utilisation des outils d'IA a le potentiel de générer annuellement de 3,5 à 5,8 trillions de dollars dans 19 secteurs (voir graphique ci-après).

22 McKinsey, « Crossing the frontier collection », 2018.

## L'IA a le potentiel de créer de la valeur dans l'ensemble des secteurs de l'économie



Source: McKinsey Global Institute analysis

En plus de ces gains économiques, l'IA transformera aussi profondément les sphères sociales et sociétales. Les tableaux qui suivent présentent les impacts sectoriels les plus « révolutionnaires » de cette technologie.

## Les secteurs qui seront les plus révolutionnés par l'IA

SECTEURS	TENDANCES PHARES	DESCRIPTION
<b>TRANSPORT</b> 	<b>Une révolution sur le point de se produire</b>	<p>Dans le domaine des transports, l'IA amorce une réelle révolution. Selon une étude du cabinet Oliver Wyman, au-delà de la voiture, quelque 20% de nos objets motorisés deviendraient autonomes d'ici 2030. Dans ce contexte, le cabinet prévoit qu'il y aurait plus de changements dans les dix années à venir que durant les soixante dernières années. La mobilité du futur repose sur le triptyque «IA-Internet des objets-nouvelles formes d'énergie» permettant une optimisation des flux urbains associée à la construction de véhicules autonomes qui jouiront à la fois d'une meilleure efficacité énergétique, d'une meilleure sécurité, ainsi que d'une meilleure qualité grâce à la maintenance prédictive.</p> <p>Au Luxembourg, la mobilité du futur est notamment développée au sein de l'<i>AutoMobility Campus</i> créé en 2016 à Bissen. Des technologies relatives à l'électromobilité, la conduite autonome ou encore le pneu intelligent sont par exemple l'objet de recherches et d'expérimentation. En 2018, le Grand-Duché a également mis en place un circuit transfrontalier pour tester la conduite autonome et connectée.</p>
<b>INDUSTRIE 4.0</b> 	<b>L'optimisation des processus de production</b>	<p>Dans le domaine industriel, les algorithmes d'IA sonnent l'ère de «l'Industrie 4.0», où les processus de production sont optimisés grâce aux innovations liées à aux objets connectés (ou «Internet des objets») et aux technologies numériques (cobotique, réalité augmentée, impression 3D, IA...). Emerge alors un système cyber-physique de production (en anglais «CPS»), c'est-à-dire un système autonome intégrant des éléments informatiques et électroniques associés à des capteurs, qui collaborent pour le contrôle d'entités physiques. Rien qu'en ajoutant un capteur à une machine (même ancienne), par exemple, il est possible de visionner en temps réel la qualité des éléments sortant des chaînes de production.</p> <p>Au Luxembourg, certains grands industriels ont déjà intégré des applications d'IA au sein de leurs processus de production. ArcelorMittal, par exemple, récolte et analyse des données collectées via des capteurs, afin améliorer l'efficacité énergétique de ses sites de production. Pour aider d'autres entreprises à bénéficier des avantages de l'IA, le <i>Luxembourg Digital Innovation Hub</i> (L-DIH), créé en 2019, mène entre autres des campagnes d'information et facilite la mise en relation des acteurs idoines dans le cadre de projets relatifs à la mise en place de l'IA.</p>
<b>MÉDECINE</b> 	<b>Des avancées scientifiques majeures</b>	<p>Dans le domaine de la santé, l'IA pénètre de nombreux segments de l'industrie médicale. Elle est déjà plus efficace qu'un médecin pour détecter le caractère cancéreux d'un mélanome, ou pour analyser des IRM. Nourrie par une masse pantagruélique de données, l'IA a le potentiel d'améliorer les procédés et soins médicaux en termes de gain de temps et de qualité. En effet, la puissance exponentielle de calcul des machines donnera accès à une recherche de corrélations de plus en plus pointue, ce qui permettra aux médecins une meilleure détection des symptômes et une meilleure prévision de la progression d'une maladie, tandis que les chercheurs gagneront la capacité d'anticiper les effets secondaires de médicaments dès le stade d'essais cliniques.</p> <p>Les technologies de la santé (ou «<i>HealthTech</i>») constituent une des pistes de diversification économique du Luxembourg. Ainsi, le développement de la technologie d'IA peut être fortement impactant pour l'économie du pays. Dans ce domaine, l'entreprise <i>LuxAI</i> et son <i>QRobot</i> qui a pour fonction de soutenir le traitement des enfants diagnostiqués de troubles du spectre autistique, est un exemple d'initiative luxembourgeoise innovante au succès international. (Pour plus de détails sur ce secteur, consulter la partie III.2.b - Des secteurs luxembourgeois clés dopés par l'IA).</p>
<b>SECTEUR MARCHAND</b> 	<b>Une offre taillée sur mesure</b>	<p>Dans le domaine du commerce, l'IA s'appuie sur le «<i>Big Data</i>». La collecte et l'analyse des données sur les comportements passés d'un consommateur, permet en effet de prédire ses besoins et de lui proposer des produits sur mesure. Le recours aux moteurs de recommandations, de programmes d'optimisation de contenu publicitaire et de robots conversationnels (ou «<i>chatbots</i>») permet entre autres d'augmenter le taux de conversion des sites internet marchands et de réduire le recours aux call-centers, ce qui se traduit par une augmentation du revenu ainsi qu'une réduction de coûts, soit des marges améliorées.</p> <p>Au Luxembourg, la collecte et l'utilisation de l'historique d'achats et des habitudes du consommateur sont relativement déjà bien ancrées dans les habitudes des grandes chaînes de magasin. Les entreprises de taille plus modeste sont par contre moins nombreuses à avoir recours à ces technologies. C'est ainsi que la Chambre de Commerce et sa <i>House of Entrepreneurship</i> proposent le programme gratuit <i>Fit4Digital</i> pour aider ces firmes à saisir les bénéfices des nouveaux outils digitaux et trouver les bons interlocuteurs ainsi que des subventions financières.</p>
<b>GRANDE CONSOMMATION</b> 	<b>Le boom des assistants virtuels</b>	<p>Dans le domaine de l'assistance aux personnes, ces dernières années ont vu le boom des assistants vocaux. Dans le cadre domestique les dispositifs <i>Amazon Echo</i> ou <i>Google Home</i>, constituent par exemple, de véritables aides à domicile digitale, accomplissant des tâches aussi diverses et variées que la gestion de la domotique, les commandes de courses ou de repas, les réservations de taxi ou la diffusion d'information et de musique pour n'en citer que quelques-unes. Dans un cadre plus général, les applications intelligentes <i>Siri</i> de la firme à la pomme ou <i>Bixbi</i> de son concurrent coréen, comprennent les instructions verbales données par les utilisateurs et répond à leurs requêtes.</p> <p>Au Grand-Duché, il existe aussi des assistants virtuels «<i>Made in Luxembourg</i>». Ainsi, par exemple, <i>Supermimo</i> est un site et une application qui font des suggestions de divertissements à Luxembourg et <i>Helloboss</i> utilise les algorithmes d'IA pour faciliter l'organisation de l'agenda professionnel (ex : visualisation et gestion des formations, lieux de réunion et de «<i>networking</i>» disponibles au Luxembourg).</p>
<b>HORECA</b> 	<b>La réduction des coûts et l'amélioration de l'offre et de la demande</b>	<p>Dans le domaine de l'hôtellerie, la restauration et les cafés (Horeca), le recours à l'IA a de nombreux bénéfices. Les restrictions liées à la pandémie de Covid-19 et le développement rapide des services de commandes et de livraisons de plats préparés ainsi que l'utilisation croissante d'applications pour identifier les lieux où des cas de contamination se sont produits l'ont bien montré : le recours à la technologie est aujourd'hui indispensable dans des établissements de services directs qui a priori ne se prêtent pas aux outils digitaux. L'utilisation de l'IA pour automatiser les tâches répétitives comme les prises de réservation et de commandes peut contribuer à réduire les coûts de gestion mais aussi les erreurs humaines (ex : mauvaise compréhension de la commande passée par le client). L'offre est également améliorée grâce à la possibilité pour le client de personnaliser facilement sa commande et de se voir suggérer des produits en fonction de son historique d'achat. Le temps libéré par l'automatisation des tâches de routine peut alors servir au personnel pour prendre le temps d'améliorer la relation client. Enfin, à l'ère où les gens consultent les critiques sur internet et les réseaux sociaux avant de visiter un établissement, les applications d'IA constituent des outils clés de marketing en facilitant le <i>profiling</i> des clients et le contact via la personnalisation publicitaire.</p> <p>Au Luxembourg, selon l'Etude sectorielle des tendances en matières de métiers et de compétence, réalisée par l'ADEM en collaboration avec l'Horesca en novembre 2021, le secteur Horeca reste plutôt traditionnel et intègre les nouvelles technologies moins rapidement qu'à l'étranger. La présence sur les réseaux sociaux (ex: présentation de photos esthétiques, information sur les menus, interactions avec les clients) est néanmoins une pratique relativement bien développée.</p>

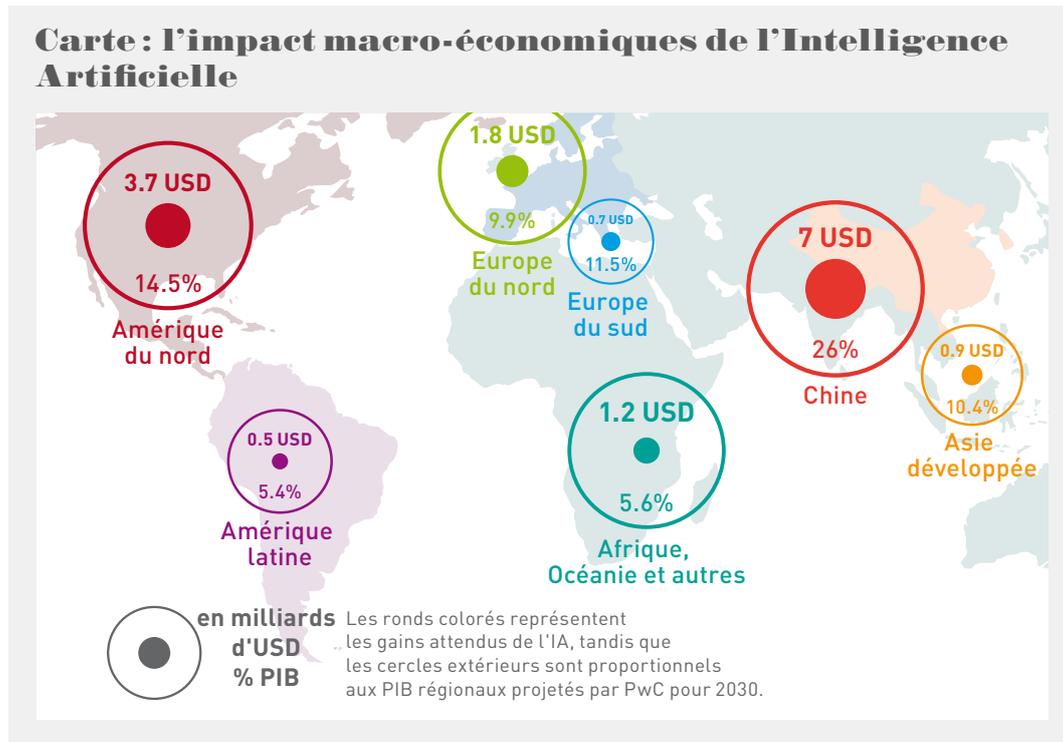
SECTEURS	TENDANCES PHARES	DESCRIPTION
<b>TECHNOLOGIES VERTES</b> 	<b>Les applications "smart" au service de l'environnement</b>	<p>Dans le domaine environnemental, l'IA serait d'une aide précieuse pour lutter contre le changement climatique et assurer une transition vers des modes de production plus durables. Les applications foisonnent à ce niveau, allant de la régulation de la consommation énergétique des bâtiments intelligents, à l'établissement de circuits courts en passant par la protection de la biodiversité. Ainsi, par exemple, dans le rapport « Donner un sens à l'intelligence artificielle », le mathématicien et député français Cédric Villani, propose la création d'une base qui croiserait les données liées à la consommation électrique en France, la teneur en pollution de l'air, la pluviométrie et l'ensoleillement. L'analyse de ces chiffres permettrait en effet d'ajuster les besoins et la production d'énergie en temps réel tout en minimisant les émissions de polluants et en orientant mieux l'utilisation des pesticides dans l'agriculture. Le député propose également d'édifier une cartographie des espèces vivantes et de la déforestation qui servirait de base à des actions en faveur de la restauration des écosystèmes.</p> <p>Au Luxembourg, l'étude stratégique « Troisième Révolution Industrielle », qui vise à faire du pays une économie résiliente et inclusive, compte largement sur les technologies relatives à l'exploitation des données pour mettre en place une « smart economy ». C'est ainsi que le pays est par exemple en train de bâtir un réseau électrique intelligent les « smart-grids », permettant une production et une consommation énergétique suivies en temps réel et optimisées.</p>
<b>AGRICULTURE</b> 	<b>Des cultures de précision durables</b>	<p>D'après les projections de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, il y aura plus de 2 milliards de bouches supplémentaires à nourrir d'ici l'horizon 2050, tandis que les surfaces cultivables, saturées, ne pourront augmenter que de 4%. L'augmentation des rendements agricoles constitue donc une situation <i>sine qua non</i> pour nourrir l'humanité. Actuellement, l'agriculture moderne s'est dotée de technologies facilitant la culture, tels que les caméras thermiques, les capteurs d'humidité ou encore les drones. Ces outils produisent une quantité considérable de données dont l'exploitation à plein potentiel requiert l'utilisation de l'IA pour réaliser les analyses et aider les agriculteurs à prendre les bonnes décisions. Parmi les utilisations d'IA les plus répandues dans l'agriculture, on compte celles d'aide à la surveillance des exploitations (ex : applications de reconnaissance d'image alliée à des algorithmes pour identifier des irrégularités du sol, la présence de parasite ou de maladies) et celles destinées à augmenter le rendement des cultures et à aider les cultivateurs à réaliser une agriculture durable et de précision (ex : applications compilant diverses données comme celles concernant la météo, l'état des sols et des semences ou encore les niveaux d'irrigation).</p> <p>Un partenariat entre le <i>Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST)</i> et le Campus D'Arlon de l'Université de Liège a débouché sur la conception de <i>PhytoProTech</i>, un outil informatique qui s'appuie sur les données locales des parcelles (historique, météo...) pour indiquer le meilleur schéma de positionnement des produits photosynthétiques, parcelle par parcelle, afin d'éviter les maladies fongiques ou ravageurs en grande culture. Cette technologie a permis de lancer en 2017 <i>Agroptimize</i> qui est une entreprise privée issue de la collaboration académique-privée qui offre des solutions diverses pour une agriculture de précision performante.</p>
<b>FINANCE</b> 	<b>Des capacités d'analyse et de prédiction décomplexées</b>	<p>L'IA a fait depuis longtemps déjà son apparition dans le secteur financier, qui constitue un environnement facilement exploitable par algorithmes, de par l'omniprésence de données chiffrées et normées. Il y a plus de dix ans, sont apparus les premiers algorithmes d'investissement quantitatifs, capables de gérer automatiquement des ordres d'achat et de vente à partir de ce type de données (ex : chiffres issus de la comptabilité, tendances boursières). Actuellement, des IA plus sophistiquées, peuvent procéder automatiquement à l'analyse de blogs spécialisés sur un marché donné (ex : blog sur le prix du baril de pétrole), de pages d'offres d'emplois ou des messages dans les réseaux sociaux, permettant par exemple l'évaluation de l'e-réputation d'une entreprise. La prévention de la fraude et la lutte contre le blanchiment d'argent sont d'autres exemples d'applications prisées de l'IA dans la finance.</p> <p>Au Luxembourg, le secteur financier est un des piliers principal de l'économie, ce pourquoi l'intégration de l'IA est susceptible de doper significativement la croissance (pour plus de détails, consulter la partie III.2.b - Des secteurs luxembourgeois clés dopés par l'IA). Les entreprises spécialisées dans la <i>FinTech</i>, c'est-à-dire l'usage de technologies numériques innovantes dans le domaine de la finance, avoisinent le nombre de 150.</p>
<b>DÉFENSE</b> 	<b>Une arme à double tranchant</b>	<p>L'IA a un rôle à jouer dans le domaine de la défense. Au niveau des applications militaires, elle peut servir à prédire les risques de conflits armés, à conduire au combat une flotte d'avions de chasse, à commander des drones et autres appareils militaires au lieu d'envoyer des troupes humaines sur le terrain, pour ne citer que quelques exemples. En outre, elle renforce la sécurité civile en permettant aux forces de police de se déployer en prévention des manifestations. Malgré tous ces avantages, l'IA comporte aussi des risques non négligeables car l'apparition des LAWS (<i>lethal autonomous weapon systems</i>), familièrement appelés les « robots tueurs », pose la question d'un degré de contrôle suffisant de la main humaine pour éviter toutes dérives.</p> <p>Ainsi, un groupe de travail interministériel dédié a été mis en place au Luxembourg pour réfléchir sur l'utilisation des LAWS au niveau national, international et dans le cadre des Nations Unies. L'objectif est notamment de faire en sorte que l'utilisation des armes léthales autonomes prenne à la fois en compte des aspects technologiques et de droit international, mais aussi des critères déontologiques et éthiques. Parallèlement, l'armée luxembourgeoise s'est aussi davantage engagée dans le déploiement d'outils d'IA en renforçant sa cybersécurité, en acquérant les drones de reconnaissance « <i>Integrator</i> » ou encore en participant au projet « <i>Skydweller</i> » d'avions sans pilote.</p>
<b>SERVICES PUBLICS</b> 	<b>Des gains de productivité considérables</b>	<p>L'IA peut contribuer à l'amélioration des services publics. Ainsi, le plan français d'action interministériel pour des services attentionnés à l'ère du numérique, élaboré en 2016, recommande l'utilisation de cette technologie pour optimiser la gestion de la relation usagers via par exemple l'utilisation de <i>chatbots</i> pour répondre à des requêtes simples, l'évaluation préalable de la demande du citoyen pour le rediriger vers un service compétent ou encore dans l'aide à la prise de décision quant à l'attribution d'aides monétaires. L'IA peut également servir à mieux cibler les interventions publiques dans le domaine des contrôles (ex : détection par image des irrégularités d'occupation des sols) et de la gestion des ressources. Enfin des capacités augmentées de collecte et d'analyse des données ainsi que l'automatisation des tâches de routine sont susceptibles d'augmenter la productivité des tâches administratives réalisées par les fonctionnaires.</p> <p>Au Luxembourg, le comité interministériel <i>A14Gov</i> (composé du ministère de la Digitalisation, du Service des médias et des communications et du Service information et presse) a été créé en 2019, dans le but « d'encourager les ministères et les administrations à faire usage de l'IA et de la science des données pour transformer leurs actions et métiers ». Concrètement, il s'agit de doter les agents de l'État de compétences relatives aux technologies d'IA pour optimiser leur travail mais aussi de « positionner l'Administration publique comme un moteur d'innovation ».</p>
<b>SERVICES D'AIDE À LA PERSONNE</b> 	<b>La prolongation de l'autonomie des personnes âgées et malades</b>	<p>Selon les prévisions de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le monde comptera près de 2 milliards de personnes âgées de 60 ans et plus à l'horizon 2050, soit le double du nombre recensé en 2020. En outre, quelques 40 millions d'individus sont dans une situation de handicap sévère. Dans ce cadre, la question du maintien à domicile de ces personnes dans un état de santé et d'autonomie satisfaisant, relève du défi sociétal. L'IA pourrait constituer une piste de solution grâce à des applications permettant par exemple de palier la solitude grâce aux <i>chatbots</i>, de faciliter les gestes du quotidien grâce au recours à la domotique, de faire des rappels relatifs à la prise de médicaments ou encore de surveiller les paramètres physiologiques et alerter le personnel médical en cas de besoin.</p>

### c. Un impact significatif sur l'économie mondiale

L'IA ayant des applications dans de nombreux domaines et secteurs de l'économie, la majorité des études économiques estiment qu'il aura un impact significatif sur l'économie mondiale (voir carte ci-après).

Ainsi, une étude de *PriceWaterhouseCoopers* (ci-après PwC) estime que le déploiement de l'IA pourrait contribuer à l'horizon 2030, pour 14% de la croissance mondiale (soit 15,7 trillions d'USD ou 14 trillions d'euros). Vraisemblablement, la Chine et l'Amérique du Nord connaîtraient les gains les plus importants. L'IA pourrait en effet stimuler le PIB de ces zones et participerait à la croissance pour respectivement 14,5% et 26% à l'horizon 2030. L'Europe et les pays asiatiques développés suivent, l'IA pouvant potentiellement contribuer, d'ici 2030, à une augmentation minimale de 10% de leur PIB. Enfin, les pays en voie de développement connaîtront un gain de croissance lié à l'IA plus modeste (aux alentours des 5,5%) en raison de leurs taux d'adoption des technologies généralement plus lents.

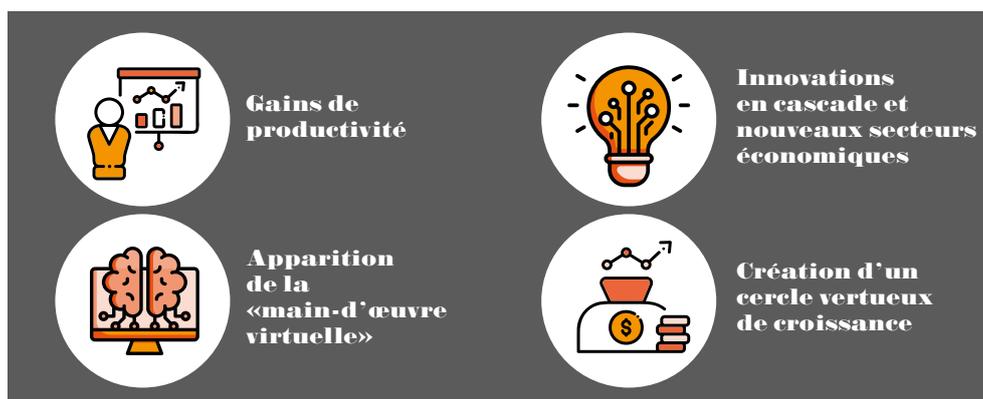
L'encadré qui suit fait la synthèse de ces 3 technologies.



Source: PwC, *The macroeconomic impact of AI, 2018*

## L'IA A LA CAPACITÉ DE STIMULER LA CROISSANCE VIA 4 CANAUX PRINCIPAUX, RÉSUMÉS DANS L'ENCADRÉ QUI SUIT PUIS DÉTAILLÉS PLUS BAS :

### L'IA : 4 canaux principaux pour stimuler la croissance



#### DES GAINS DE PRODUCTIVITÉ

L'IA permettra à l'économie de gagner significativement en productivité. Une étude<sup>23</sup> réalisée en 2020 par *Accenture* révèle ainsi que dans les 10 prochaines années, l'IA permettra d'économiser jusqu'à 90% du temps passé pour la réalisation de certaines tâches, grâce à l'automatisation et/ou le recours à la technologie. Le cabinet de conseil évalue par ailleurs à 40% le potentiel gain de productivité rendu possible par l'IA. L'automatisation des tâches de routine aura trois impacts. Premièrement, il réduira les besoins en facteur travail et impactera fortement les secteurs à capital intensif tels que l'industrie et les transports. Deuxièmement, il libérera du temps à la main-d'œuvre pour que celle-ci puisse se concentrer sur des tâches plus intéressantes et à plus forte valeur ajoutée. Enfin, la main-d'œuvre sera plus efficace et efficiente grâce à l'assistance des technologies intelligentes, mais aussi par l'intermédiaire d'un gain de motivation du fait de la réalisation de tâches plus intéressantes.



#### L'APPARITION D'UNE « MAIN-D'ŒUVRE VIRTUELLE »

L'IA stimulera également la croissance en faisant émerger ce qu'on pourrait appeler un « nouveau facteur de production » à côté du travail et du capital, à savoir une « main-d'œuvre virtuelle ». Cette dernière consiste en une automatisation intelligente basée sur le « *machine learning* », où les logiciels seront capables de résoudre des problèmes et d'évoluer par eux-mêmes en acquérant de l'expérience via les données.



#### DES INNOVATIONS EN CASCADE ET LA CRÉATION DE NOUVEAUX SECTEURS

Ensuite, l'IA constituant une innovation technologique majeure, elle sera à l'origine de la création de nouveaux biens, services et secteurs d'activités qui généreront de nouveaux flux de revenus pour alimenter la croissance.

<sup>23</sup> Accenture, « The coming AI productivity boom », 2020.



## UN CERCLE VERTUEUX OÙ OFFRE ET DEMANDE S'ALIMENTENT RÉCIPROQUEMENT

Enfin, l'IA est susceptible de faire naître un cercle vertueux de croissance où l'offre et la demande s'alimenteraient respectivement. Grâce à la collecte et à l'analyse des données, certaines de ses applications permettent de personnaliser les biens et services selon les profils clients, ce qui permet non seulement de concevoir une offre au plus près de la demande actuelle, mais aussi d'anticiper les besoins potentiels qui formeront la demande future. L'IA peut stimuler la demande qui en retour produira davantage de données sur sa nature, ce qui permettra à l'offre de mieux répondre aux attentes du marché, d'où une demande plus stimulée, etc.

L'IA est porteuse de croissance au niveau mondial. La partie qui suit fait un état des lieux du le marché conséquent représenté par cette technologie au niveau mondial et sur ses perspectives d'évolutions futures.

## 2. Le marché mondial de l'IA

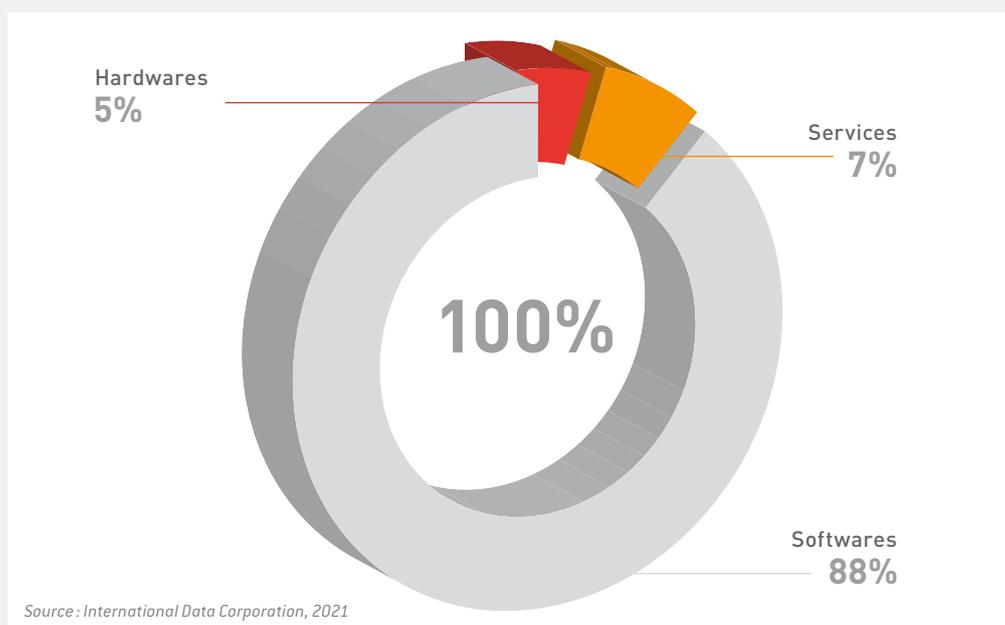
### a. Evolution du marché des solutions d'IA pour les entreprises

#### UN MARCHÉ MONDIAL EN CROISSANCE RAPIDE

Les revenus mondiaux générés par la vente de solutions d'IA auprès des entreprises s'élevaient à 341,8 milliards de dollars 2021 et devraient franchir la barre des 500 milliards de dollars d'ici 2024, selon le rapport<sup>24</sup> de septembre 2021 de l'*International Data Corporation (IDC)*, multinationale spécialisée en conseil et études de marché dans le domaine des technologies de l'information.

Les solutions d'IA se divisent en 3 grandes catégories. Les «*softwares*», qui désignent les logiciels informatiques, se taillent la part du lion, occupant 88% du marché mondial en 2021. Les «*hardwares*», c'est-à-dire les installations matérielles (dispositifs de stockage de données et serveurs) ainsi que les services de support informatique («*IT services*») et d'amélioration des processus d'entreprise («*Business services*») représentent respectivement 5% et 7% du marché.

### Marché mondial des solutions d'IA auprès des entreprises (2021)



24 International Data Corporation (IDC), «*IDC Worldwide Semiannual Artificial Intelligence Tracker*», septembre 2021.

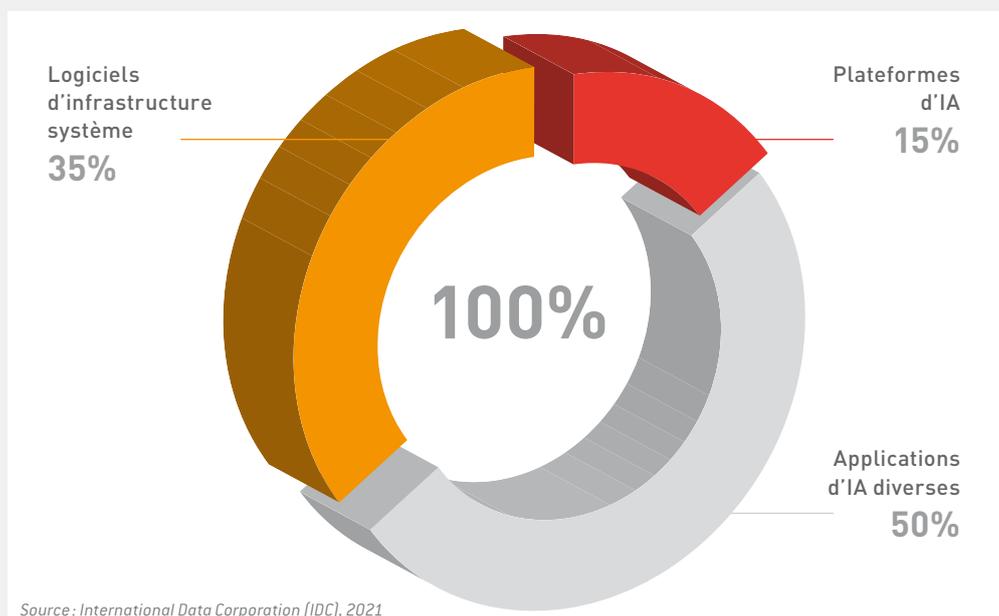
Comme le montre le tableau ci-après, il existe de nombreux types de «software» d'IA.

### La prépondérance des softwares

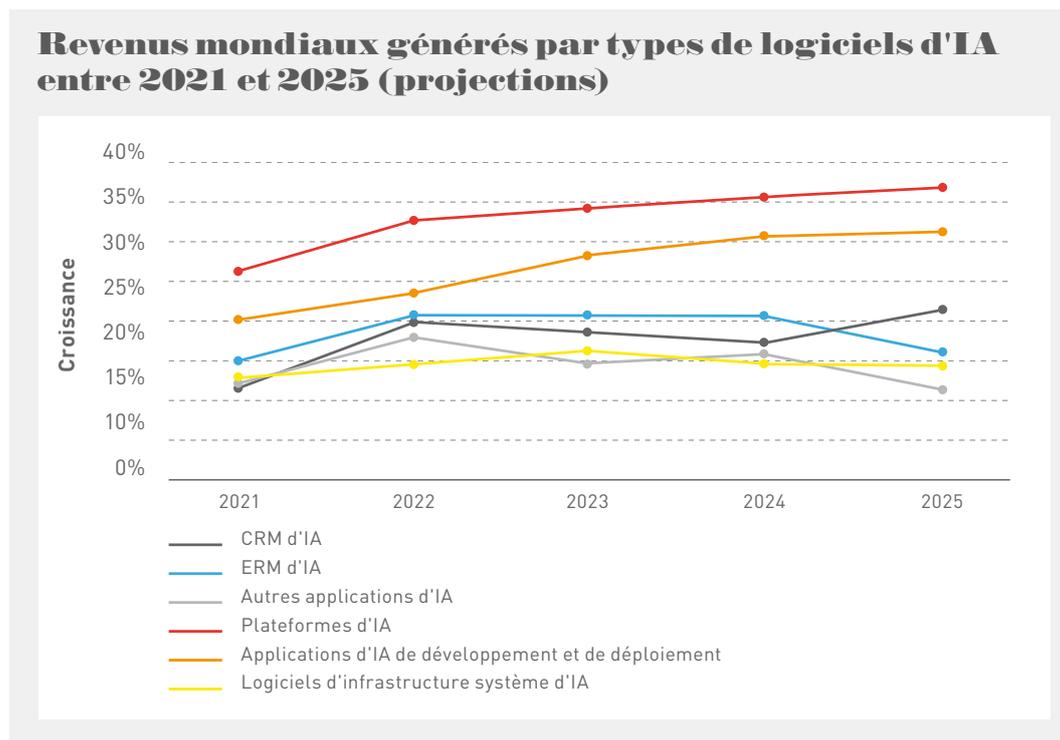
SOFTWARES D'IA	DESCRIPTION
Applications de soutien CRM (Customer Relationship Management)	Applications où l'IA facilite la constitution et la gestion de «profils clients» afin de fournir un service plus personnalisé dans le cadre d'une démarche de gestion des relations clients où sont centralisées dans une même base de données toutes les interactions entre une entreprise et un client afin d'en maximiser la connaissance pour mieux comprendre, anticiper et répondre à la demande.
Applications de soutien ERM (Enterprise Risk Management)	Applications où l'IA permet de considérer une quantité importante de données pour calculer des prévisions et scénarii divers dans le cadre d'une démarche destinée à aider les entreprises à faire face à tous les risques (financiers, opérationnels et stratégiques) auxquels elles sont exposées.
Plateformes d'IA	Ce sont des logiciels avec des fonctionnalités et algorithmes intégrés destinés à développer une application d'IA.
Applications liées au développement et au déploiement de l'IA	Comme leur nom l'indique, ce sont les logiciels utilisés pour développer et déployer les applications d'IA.
Logiciels d'infrastructure système	Logiciels conçus pour faciliter le fonctionnement de tâches élémentaires d'IA comme la collecte des données et leur préparation en vue d'une analyse.

Si, en 2021, les «softwares» d'IA occupaient la plus grosse part du marché, les revenus mondiaux liés à la vente de services et de «hardwares» devraient progresser plus rapidement dans les années à venir. Comme le montre le graphique ci-après, parmi les «softwares», la majorité des revenus provenaient des applications (50%) suivis par les logiciels d'infrastructure système (35%).

### % de revenu généré sur le total de revenu généré par les softwares d'IA (2021)



Selon les projections d'IDC, les plateformes d'IA constituent la catégorie de logiciels qui devrait enregistrer le plus fort taux de croissance annuel composé (TCAC<sup>25</sup>) entre 2021 et 2025 (33,2%), tandis que les logiciels d'infrastructure système seraient la catégorie qui enregistrerait la croissance la plus faible, avec un TCAC à 14,4%. Par contre, ils représenteront tout de même 35% des revenus générés par les logiciels d'IA d'ici 2025.



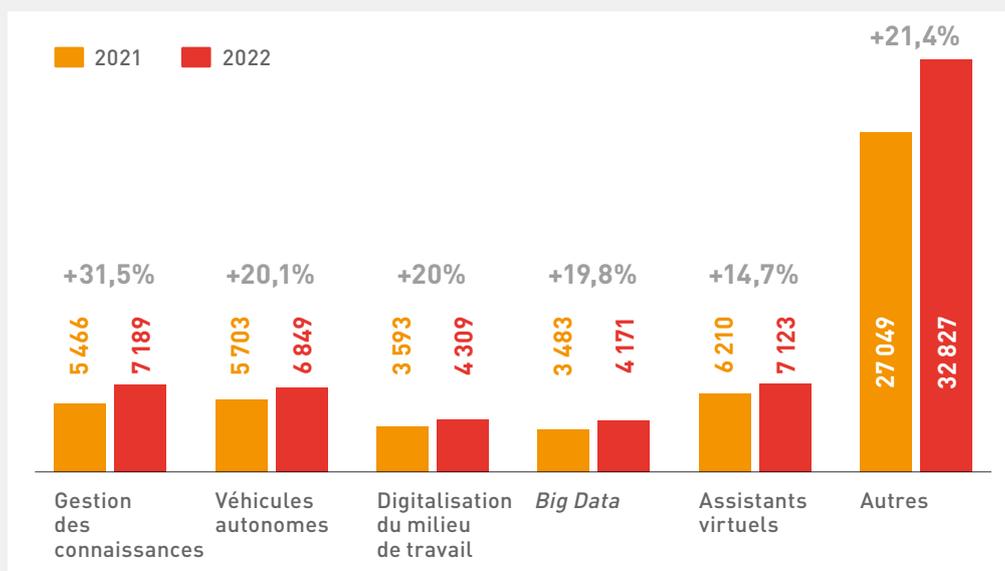
Source: International Data Corporation, 2021

Selon une étude réalisée en novembre 2021 par *Gartner* (voir graphique ci-dessous), une entreprise de conseil et de recherche dans le domaine des techniques avancées, parmi les « *softwares* », les applications qui devraient connaître les fortes croissances en 2022 sont celles relatives à la gestion des connaissances<sup>26</sup> (+31,5 % de croissance du revenu attendu en 2022), celles intégrées dans les véhicules autonomes (+20,1 %), celles liées à la digitalisation du milieu du travail (+20 %), celles soutenant le « *Big Data* » (+19,8 %) et enfin les assistants virtuels (+14,7 %).

<sup>25</sup> Le TCAC estime la croissance moyenne annuelle entre 2 dates.

<sup>26</sup> La gestion des connaissances en entreprise est aussi connue sous le nom de « Knowledge management ». Cela consiste en l'utilisation d'outils, de méthodes et de modes d'organisation pour faciliter la conservation et le partage des connaissances dans l'entreprise.

## Prévisions de croissance du marché mondial des logiciels d'IA par domaine d'utilisation (en millions d'USD)



Source : Gartner (Novembre 2021)

Les services d'IA se divisent en **2 segments** comme le montre le tableau ci-après.

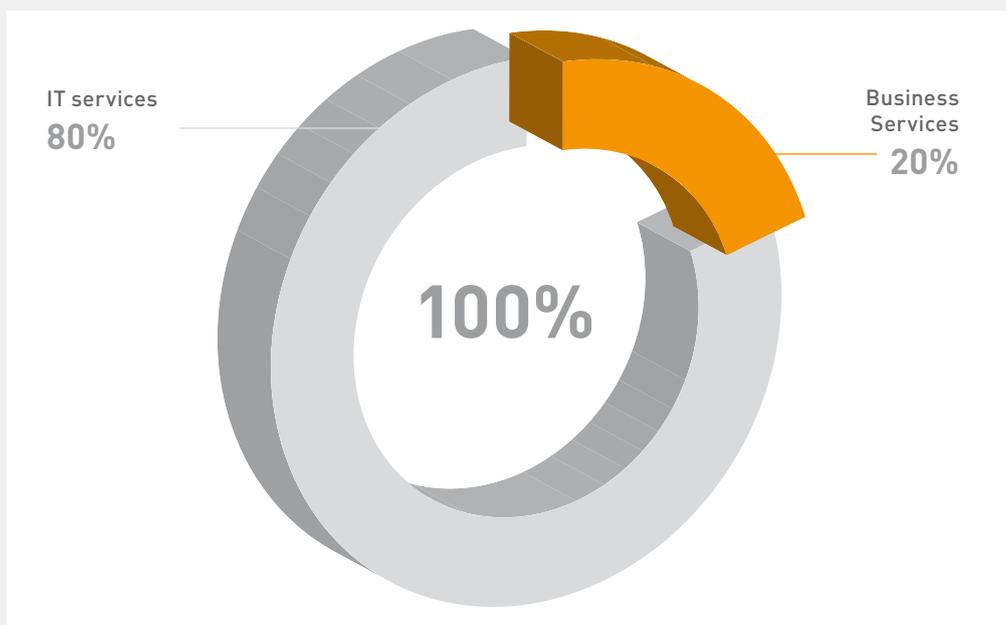
### La montée en force des services d'IA

SOFTWARES D'IA	DESCRIPTION
<b>Services de support informatique (« IT services »)</b>	Dans le domaine des supports informatiques, l'IA est utilisée de façon préventive pour détecter automatiquement les problèmes et les résoudre avant qu'ils ne deviennent des tickets pour l'« IT help desk ». Ils permettent de réduire la charge de travail des services de support informatique et rend l'entreprise plus efficace en limitant les contretemps et pertes dus aux problèmes techniques.
<b>Services d'amélioration des processus d'entreprise (« Business services »)</b>	Dans ce domaine, l'IA est utilisée pour améliorer les processus de l'entreprise. Pour une structure commerciale, cela peut se traduire par exemple, par l'utilisation de chatbots, robots conversationnels utilisés par certains sites internet pour répondre aux clients et les aider sur des questions simples. Pour une banque ou une société d'assurances, l'IA peut aider à gérer de grandes quantités de données et de calculs.

Le marché des services liés à l'IA était estimé par IDC à 19,4 milliards de dollars en 2020. Selon les prévisions réalisées en août 2021 par cette même organisation, le marché des services d'IA devrait avoir le TCAC le plus élevé (21%) entre 2021 et 2025, comparé aux « softwares » et « hardwares ».

Comme le montrent les graphiques ci-après, les services liés au support informatique (« IT services ») devraient continuer, entre 2021 et 2025, de représenter environ 80% du revenu des services d'IA, tandis que ceux destinés à améliorer les processus d'entreprise (« business services ») compteront pour 20% du revenu.

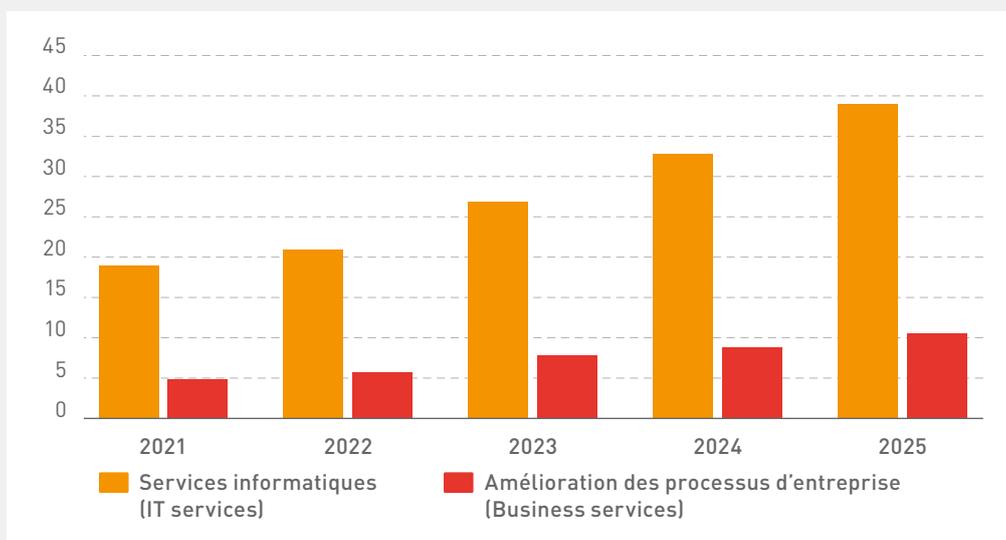
### % de revenu généré sur le total de revenu généré par les services d'IA (prévisions 2021-2025)



Source : International Data Corporation (IDC), 2021

Tous deux devraient avoir un TCAC sur 5 ans estimé à 21% et représenter un marché de 50 milliards de dollars d'ici 2025 (voir graphique ci-après).

### Revenus mondiaux générés par les services d'IA - prévisions 2021-2025 (en milliards d'USD)



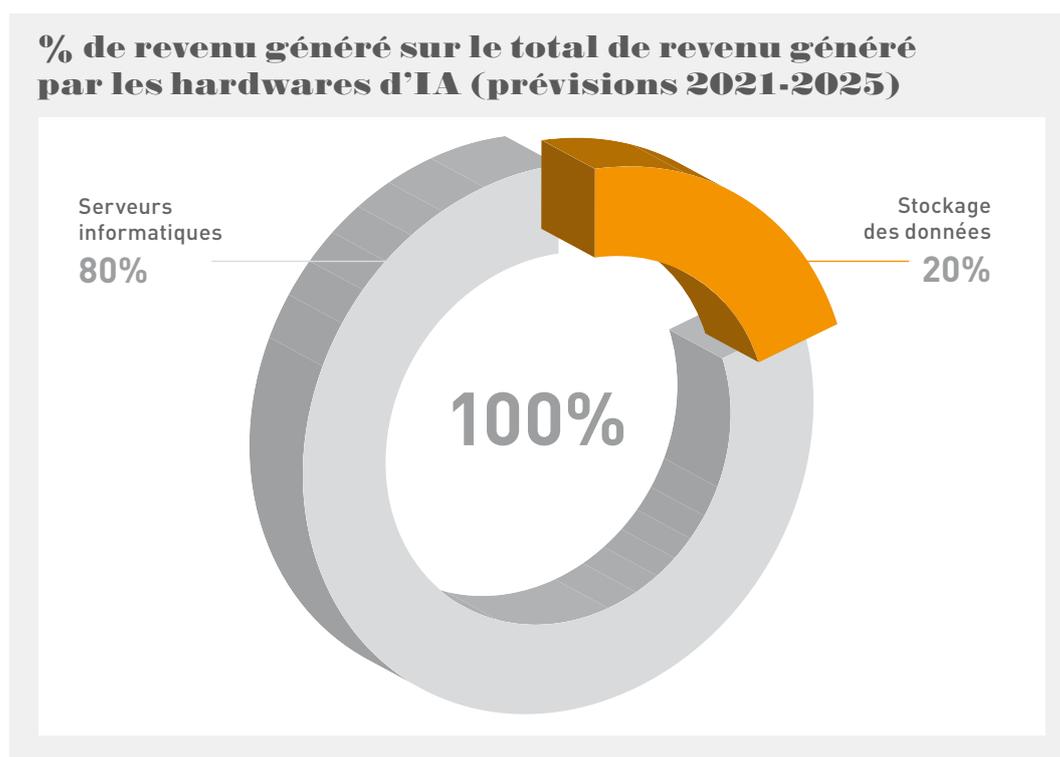
Source : International Data Corporation (IDC), 2021

Dans le domaine des services de support informatique relatifs à l'IA, selon les données d'IDC, 3 géants se démarquent en 2020 en termes de revenus générés, à savoir *IBM*, *Accenture* et *Tata Consultancy Services* qui représentent à eux trois 26% des parts de marché. Du côté des services relatifs aux processus d'entreprises, *Ernst & Young*, *Accenture* et *Deloitte* représentent, combinés, 46% du marché. Néanmoins, dans l'ensemble, le paysage concurrentiel sur les deux marchés de services pour l'IA reste très fragmenté. De nombreux acteurs, situés dans l'ensemble de la chaîne de valeur, investissent dans des actifs technologiques, innovent et déploient leur expertise pour résoudre des problèmes spécifiques à l'industrie et au domaine des clients sur le marché.

### LES « HARDWARES » : UNE PART DE MARCHÉ FAIBLE QUI CROÎT LENTEMENT

Selon les données d'IDC, en 2021, les « *hardwares* » d'IA, représentaient 5% seulement des revenus liés au marché mondial des solutions d'IA. Néanmoins, ils devraient fortement croître en 2022 et leur TCAC entre 2021 et 2025 est estimé par l'éditeur spécialisé à 19,4%.

Cette catégorie se décompose en deux sous-catégories (voir graphique ci-après), à savoir celle des serveurs<sup>27</sup> qui représente 80% du marché des « *hardwares* » d'IA et celle du stockage de données, qui devrait croître plus rapidement dans les 5 prochaines années avec un TCAC estimé à 22,1%.



Source : International Data Corporation (IDC), 2021

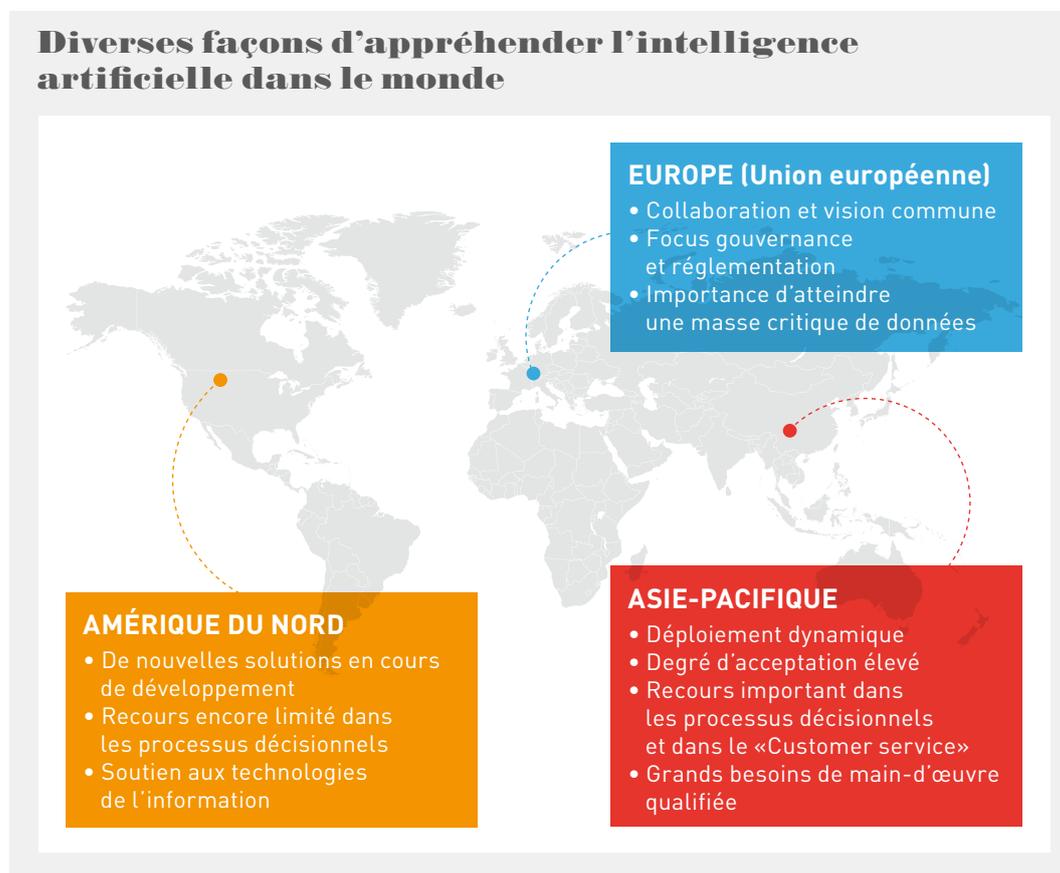
La qualité des *hardwares* est d'une importance cruciale pour un fonctionnement efficace des applications d'IA qui requièrent une puissance de calcul importante. Les systèmes d'IA les plus récents et les plus performants nécessitent des puces qui sont à la fois spécifiques à l'IA et à la pointe de la technologie. En effet, les modèles plus anciens sont plus lents et gourmands en énergie, ce qui pose un problème de rentabilité en termes de coûts et de temps de développement des algorithmes. C'est pour cette raison que des mastodontes des hautes technologies tels que *Google*, *Apple* ou *Tesla*, ont développé leur propre puce spécialisée dans l'IA afin de se créer un avantage compétitif majeur.

<sup>27</sup> Un serveur informatique est un dispositif qui répond à des requêtes provenant d'autres dispositifs informatiques (les clients) selon le protocole « serveur-client ». Les serveurs informatiques sont par exemple utilisés par les entreprises, les institutions et les opérateurs de communication pour traiter des données ou supporter le réseau internet.

Après avoir vu les évolutions des produits et services d'IA sur le marché mondial, faisons un focus sur la façon dont ces éléments sont appréhendés dans les trois régions du monde les plus actives dans le domaine, à savoir l'Asie Pacifique, l'Amérique du Nord et l'Europe.

## b. Des façons diverses d'appréhender l'IA dans le monde

Une enquête<sup>28</sup> (ci-après « l'enquête JN ») réalisée en 2021 par l'entreprise *Juniper Networks* (spécialiste américain en équipements de télécommunication) auprès d'un panel représentatif de 700 répondants (issus de divers secteurs économiques, de fonctions, séniorités et tailles d'organisations variées) en Europe, en Asie Pacifique et en Amérique du Nord, a permis de mettre en exergue certaines statistiques sur lesquelles nous nous sommes basés pour identifier les principales différences régionales concernant la façon dont l'IA est appréhendée. Ces dernières sont résumées dans le schéma ci-après.



28 Juniper Networks, « AI is set to accelerate... Is your organization ready? », Avril 2021.

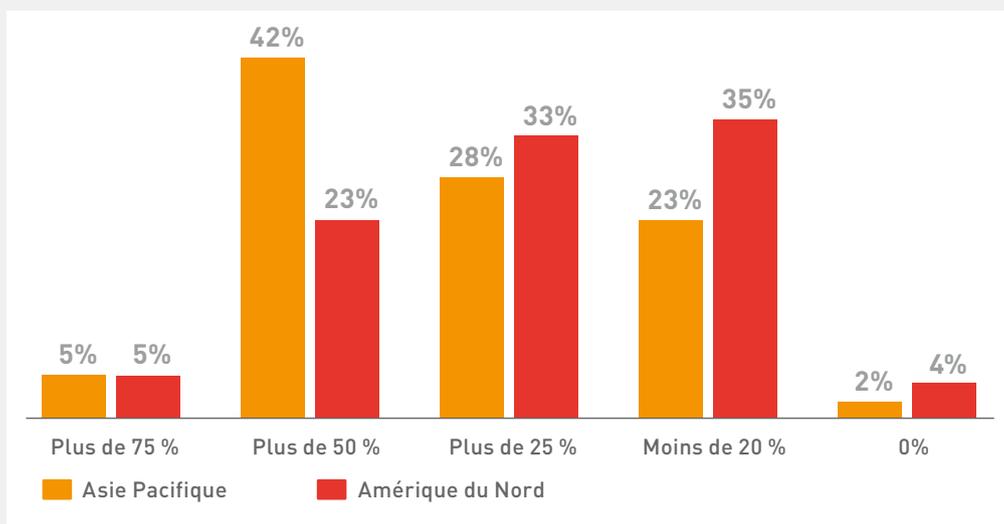
## ASIE PACIFIQUE

Selon les résultats de l'enquête JN, l'Asie Pacifique est particulièrement dynamique dans le domaine de l'IA. Premièrement, le degré d'acceptation de l'IA est plus élevé qu'en Europe et qu'en Amérique du Nord. Ainsi, 71% des répondants de l'Asie Pacifique sont «tout à fait d'accord» de dire que les technologies numériques transforment le travail au quotidien et que le futur sera marqué par le développement d'une collaboration entre l'Homme et la machine. L'utilisation de l'IA se répand à grande vitesse, d'où une plus grande acceptation sociale, mais aussi un besoin plus marqué de main-d'œuvre qualifiée pour déployer les bons outils. Si les applications d'IA les plus prisées en Asie Pacifique restent celles soutenant le service à la clientèle (ou « *customer service* » en anglais), il n'en reste pas moins que 42% des répondants déclarent que plus de la moitié de leurs décisions opérationnelles sont prises ou seront prises dans un futur proche avec l'aide d'un outil d'IA dédié (voir graphique ci-après pour plus de détails).

## AMÉRIQUE DU NORD

Par rapport à l'Asie Pacifique, l'Amérique du Nord accuse un certain retard, qui se manifeste par exemple dans le moindre recours aux outils d'IA dans le processus décisionnel (seulement 23% des organisations utilisent l'IA dans ce cadre, voir graphique ci-après pour plus de détails) et une moindre confiance dans l'effet transformateur des outils numériques et de l'apparition d'une main-d'œuvre augmentée par les capacités de la machine (54% des répondants contre 71% en Asie Pacifique). Dans cette région, les applications d'IA les plus utilisées sont celles qui soutiennent les technologies de l'information. Alors que l'Asie Pacifique a entamé un déploiement massif de l'IA, les organisations nord-américaines se concentrent sur la définition des capacités de l'IA et sur la création d'équipes pour développer de nouvelles solutions.

### Question : selon vous, quelle proportion des décisions opérationnelles de votre organisation est assistée ou sera assistée dans un proche avenir par l'IA ?



Source : Juniper Networks

## EUROPE

Ce qui distingue particulièrement la région européenne sur le sujet de l'IA par rapport à l'Asie Pacifique et à l'Amérique du Nord, c'est l'accent mis sur la collaboration, sur la gouvernance et sur la mise en place de réglementations visant à accroître le niveau de confiance, de sécurité et d'efficacité opérationnelle de cette technologie.

L'Union européenne (UE) s'appuie notamment sur son marché unique numérique<sup>29</sup> pour atteindre une masse critique de données, ces dernières étant indispensables pour alimenter les systèmes d'IA. En effet, selon l'enquête JN, 35% des organisations européennes estiment que la disponibilité des données est le critère le plus critique pour leur permettre d'adopter l'IA, alors que l'Amérique du Nord cite plus souvent la capacité des outils d'IA en tant qu'éléments clés (37%).

L'enquête JN révèle que 68% des répondants en Europe estiment que l'IA et ses applications sont pour l'instant « sous contrôle » (c'est-à-dire qu'elles sont relativement bien encadrées pour empêcher les dérives majeures) mais qu'il reste encore du chemin à parcourir pour renforcer la gouvernance et la réglementation de cette technologie au fur et à mesure de ses développements.

## La majorité des puissances économiques a mis en place une stratégie nationale dédiée

L'UE a mis en place une vision commune parmi ses États membres sur le sujet de l'IA, assortie d'un plan coordonné (établi en 2018 et révisé en 2021) et d'une proposition de règlement (publiée en 2021). Les principaux objectifs de l'UE concernant l'IA sont de tirer le meilleur parti des possibilités offertes par cette technologie tout en relevant ses défis, de construire un secteur numérique européen compétitif, mais aussi « d'assurer une protection des données, des droits numériques et des normes éthiques d'un niveau élevé »<sup>30</sup> par la mise en place d'un cadre juridique européen pour l'IA.

Si chaque région du monde a sa façon particulière d'aborder l'IA, il semble y avoir un commun accord sur le fait que cette technologie sera révolutionnaire et porteuse de changements. C'est pour cette raison que la majorité des puissances économiques a mis en place une stratégie nationale dédiée, afin d'accompagner le déploiement de

l'IA. Les États-Unis ont leur « *American AI Initiative* », la France l'« *AI for Humanity* », le Royaume-Uni l'« *AI Sector Deal* » et le Japon l'« *AI Technology Strategy* », pour ne citer que quelques exemples.

Pour compléter la vue macro-économique de l'IA qui vient d'être esquissée, il est dès lors intéressant de compléter l'analyse en examinant les effets de cette technologie sur l'entreprise.

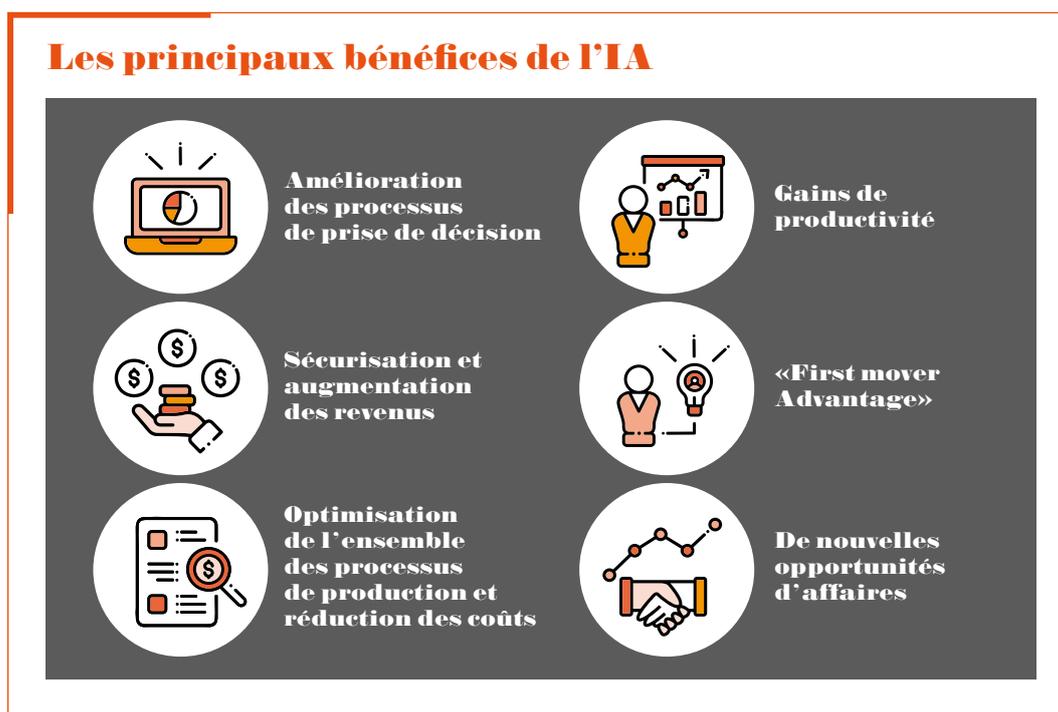
<sup>29</sup> Règles communes aux États membres de l'UE en ce qui concerne par exemple la protection et la libre circulation des données dans l'UE, la cybersécurité et la connectivité.

<sup>30</sup> Conseil européen d'octobre 2017

### 3. L'impact de l'IA sur l'entreprise

#### a. Les bénéfices de l'IA

L'utilisation des applications relatives à l'IA comporte de nombreux avantages pour les entreprises. Les principaux sont résumés dans l'encadré qui suit, puis ensuite développés plus en détails.



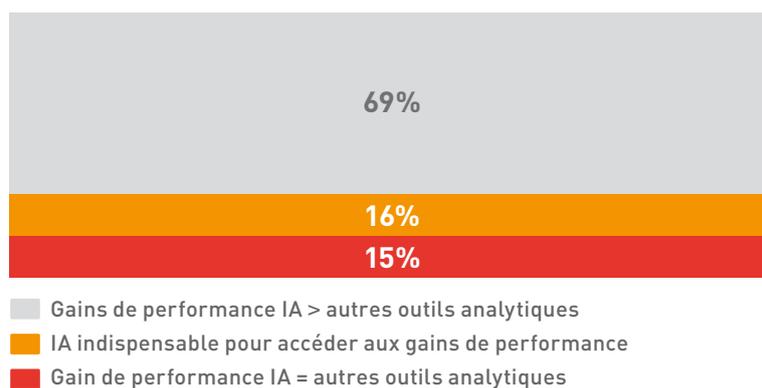
#### AMÉLIORATION DES PROCESSUS DE PRISE DE DÉCISION

Un des avantages de l'IA est qu'elle permet la collecte, l'analyse et la modélisation relativement rapide d'une quantité de données qui serait trop importante pour être gérée par le cerveau humain seul. Sans support technologique, le processus décisionnel repose en général principalement sur l'intuition, l'expérience et la prise en compte de données et paramètres limités, ce qui découle sur des choix certes réfléchis, mais qui laissent encore une trop grande place aux inconnues et aux biais. En réduisant au maximum le manque d'information, les préjugés et les erreurs humaines, l'IA a le potentiel d'accélérer le processus décisionnel tout en le rendant plus éclairé, ce qui pourrait découler sur une hausse conjointe de la productivité, de la performance et de la compétitivité d'une entreprise.

Actuellement, une entreprise peut améliorer sa performance par l'usage seul ou combiné de l'IA et d'autres outils analytiques. Une étude<sup>31</sup> réalisée par le cabinet *McKinsey* en 2018 (voir graphique ci-après) a démontré que dans 2/3 des cas d'usage, l'utilisation de l'IA apporterait à l'entreprise une amélioration de la performance supérieure à celle pouvant être atteinte via d'autres outils d'analyse. Pour le tiers restant, 16% des optimisations requièrent absolument l'IA et 15% ne nécessitent pas forcément cette technologie et peuvent être réalisées via d'autres outils.

31 McKinsey, « Crossing the frontier collection », 2018.

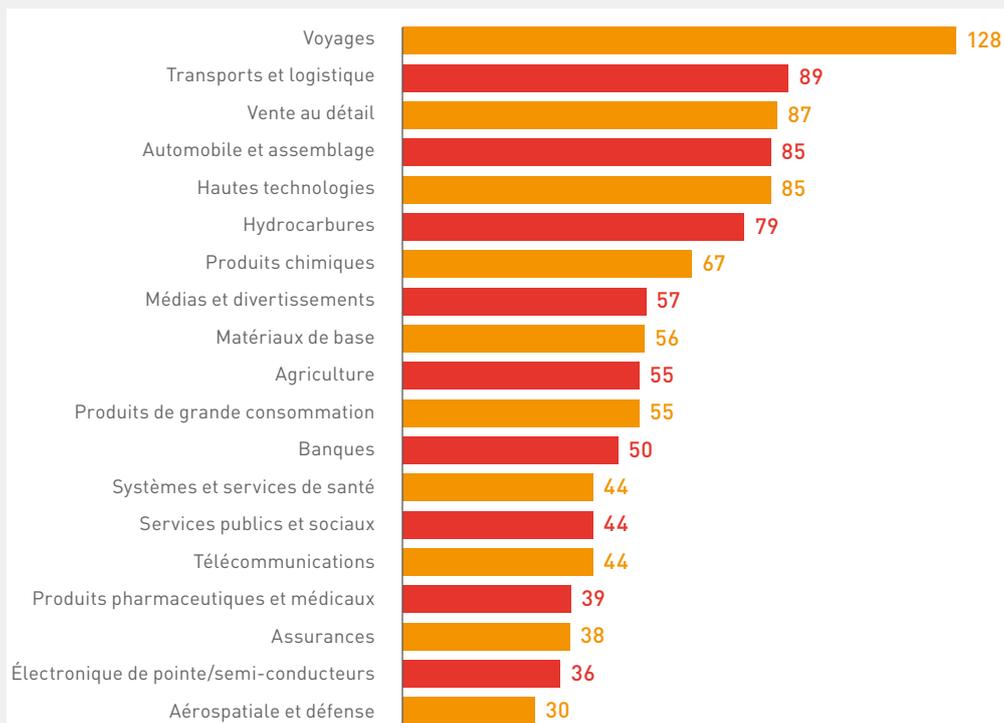
## Outils les plus appropriés pour obtenir des gains de performance en entreprise (en % de cas d'usage)



Source : McKinsey, 2018

L'étude *McKinsey* révèle également que les secteurs qui bénéficieront des gains de performance les plus élevés grâce à l'usage de l'IA plutôt que d'autres outils analytiques, seront les domaines du voyage (+128% de gain de valeur), du transport et de la logistique (+89%), de la vente aux détails (+87%), de l'automobile (85%) et des hautes technologies (85%).

## Plus-value potentielle de l'IA par rapport aux autres techniques d'analyse, %



Source : McKinsey Global Institute Analysis, 2018



## SÉCURISATION ET AUGMENTATION DES REVENUS

Grâce à l'IA, une entreprise peut développer de nouveaux pans d'activités complémentaires à son cœur de métier et sécuriser sa clientèle ainsi que son revenu sur le long terme. Dans les cas des industries manufacturières, par exemple, l'utilisation de la maintenance prédictive<sup>32</sup> permet à la fois d'anticiper les pannes en usine (et ainsi d'éviter les contretemps et surcoûts liés à un arrêt de la production) et d'améliorer l'offre et la satisfaction du client via la proposition de services permettant d'augmenter la durée de vie des produits vendus. En se chargeant d'un tel « service après-vente », une entreprise fidélise sa clientèle, facilite la gestion des stocks et acquiert de nouveaux canaux de revenus en se déplaçant sur la chaîne de valeur et en occupant un créneau autrefois revendiqué exclusivement par les prestataires spécialisés dans la maintenance. Selon les résultats du sondage réalisé dans le cadre de l'étude « *The State of AI in 2021* » du cabinet *McKinsey*, l'adoption de l'IA par les entreprises a concrètement permis aux entreprises une augmentation de revenus pouvant dépasser les 10% en 2020.



## OPTIMISATION DE L'ENSEMBLE DES PROCESSUS DE PRODUCTION ET RÉDUCTION DES COÛTS

Alors que les processus de production gagnent en complexité, il devient de plus en plus ardu de suivre, comprendre et optimiser les flux qui s'y déroulent. Le fonctionnement d'une entreprise et sa capacité à mettre sur le marché un bien ou un service conforme à ses attentes, dépend en effet de nombreuses variables, telles que la qualité inconstante des matières premières à disposition, l'existence de tâches opérationnelles interdépendantes, le design complexe des lignes de production ou encore le cloisonnement entre les différentes unités de l'organisation. Optimiser entièrement le modèle de production, bien que difficile, reste indispensable pour une entreprise qui veut rester productive, rentable et compétitive. Actuellement, les améliorations de processus se font partiellement sur les domaines d'actions considérés les plus rentables (c'est-à-dire là où le gain du changement est supérieur aux coûts engendrés par la transformation), rarement sur l'ensemble du modèle de production, et jamais en incluant des informations externes impactantes telles que la conjoncture, les conditions météorologiques ou encore les nouvelles communiquées par la presse. Grâce à l'IA, les entreprises seront en mesure d'intégrer toutes ces variables dans un modèle pour optimiser leur façon de produire et réduire leurs coûts. Selon les résultats du sondage réalisé dans le cadre de l'étude « *The State of AI in 2021* » du cabinet *McKinsey*, l'adoption de l'IA par les entreprises a concrètement permis aux entreprises une réduction de coûts pouvant dépasser les 20% en 2020.



## GAINS DE PRODUCTIVITÉ

L'automatisation des tâches de routine et l'assistance des technologies intelligentes permettront d'obtenir des gains de productivité en réduisant le besoin en facteur travail, en augmentant la motivation des employés - qui auront plus à loisir de se concentrer sur des tâches à plus forte ajoutée - et en réduisant l'occurrence d'erreurs dites « humaines ». Selon un sondage réalisé en 2021 par le spécialiste en télécommunications *Juniper Networks* auprès des entreprises des zones nord-américaine, européenne et Asie pacifique, 74% des entreprises interrogées ont constaté une augmentation de la satisfaction de leurs employés suite à la mise en place d'outils d'IA pour les assister dans les tâches opérationnelles. En outre, 82% des entreprises interrogées affirment que l'IA a libéré du temps pour que les employés puissent se concentrer sur des tâches à plus forte valeur ajoutée.



## « FIRST MOVER ADVANTAGE »

L'IA sera à terme présente dans tous les pans de l'économie. Les premières entreprises à intégrer ce changement technologique dans leur stratégie de développement profiteront d'un bonus de compétitivité par rapport à leurs concurrentes qui continueraient de fonctionner à la vapeur à l'âge de l'électricité. Ainsi, selon l'étude « *The State of AI in 2021* » réalisée au niveau mondial par le cabinet *McKinsey*, en 2020, 67% des organisations interrogées ont constaté une augmentation de leurs revenus d'au moins 5% directement attribuable à l'intégration de l'IA. De même, 79% ont déclaré une réduction de leurs coûts d'au moins 10% grâce à la mise en place de cette technologie.



## DE NOUVELLES OPPORTUNITÉS D'AFFAIRES

Les applications relatives à l'IA sont multiples tout comme le nombre de nouvelles opportunités d'affaires qui s'ouvrent au cœur de toute révolution technologique. En plus de pouvoir utiliser l'IA dans le cadre d'activités existantes, une entreprise peut aussi se lancer dans des offres novatrices de biens et/ou services mettant à profit les nouvelles innovations. Le lecteur pourra se référer au tableau de la partie II.1.b (« Un vecteur de transformation dans tous les secteurs économiques ») de cette publication pour avoir des exemples concrets d'applications innovantes relatives à l'IA.

<sup>32</sup> La maintenance prédictive consiste à prévoir la panne ou le dysfonctionnement imminents d'une machine grâce à l'usage de capteurs et l'interprétation de données qui en sont issues. Il est alors possible de réparer les défaillances détectées (ex : remplacement des pièces usées) avant qu'une panne n'arrive, ce qui évite l'immobilisation d'un système de production.

## b. L'IA : un puissant outil de soutien aux métiers de l'entreprise

Selon les résultats de l'enquête<sup>33</sup> réalisée au niveau mondial par le cabinet McKinsey en 2021 auprès d'un panel représentatif d'entreprises d'origines, d'industries, de tailles, et de spécialisations métiers diverses et variées, les fonctions en entreprises où l'adoption de l'IA – c'est-à-dire l'utilisation d'au moins une application relative à l'IA – est la plus répandue sont les services à la clientèle (ex : relations clients, back offices, services sur le terrain) , le développement de produits et services, et le marketing/vente.

### LES APPLICATIONS D'IA LES PLUS UTILISÉES PAR DÉPARTEMENT SONT LES SUIVANTES :



Source : The State of AI, McKinsey, 2021

33 McKinsey, « The State of AI », 2021.

Lors de l'étude réalisée par *McKinsey*, seules les entreprises ayant déclaré avoir intégré l'IA dans un département donné ont été interrogées sur la nature des applications utilisées. C'est ainsi que certaines fonctions, comme celles des départements juridique et informatique, ne sont pas représentées dans les résultats ci-dessus.

**POURTANT, CES DERNIÈRES PEUVENT AUSSI BÉNÉFICIER DU SUPPORT DE LA TECHNOLOGIE D'IA COMME LE MONTRENT LES EXEMPLES D'USAGE CI-APRÈS :**

### Exemples d'applications d'IA qui révolutionneront les départements juridique et informatique

<p><b>Service juridique</b></p>  <p>Assistance dans l'analyse, la révision et la production des contrats Aide à la vérification de conformité réglementaire («compliance»)</p>	<p><b>Service informatique</b></p>  <p>Détection préventive des incidents informatiques Chabots d'assistance sur des questions simples</p>
--	--

**c. Des changements organisationnels à anticiper**

L'IA constitue une innovation technologique radicale. Pour profiter pleinement de ses bénéfices, une entreprise devra réaliser des changements organisationnels de sorte à intégrer les nouveaux outils dans ses processus. La partie qui suit résume les grandes transformations à anticiper dans l'encadré puis va plus en détails sur le sujet.

### Les principaux changements organisationnels liés à l'IA

 <p><b>Décloisonnement et travail d'équipe amélioré</b></p>	 <p><b>Réinternalisation des processus, baisse des coûts et reprise de contrôle</b></p>
 <p><b>Refonte des processus et besoins de formation</b></p>	 <p><b>Recrutement de nouveaux métiers</b></p>



### DÉCLOISONNEMENT ET TRAVAIL D'ÉQUIPE AMÉLIORÉ

Elément de rupture technologique majeur, l'IA va transformer en profondeur le modèle organisationnel de l'entreprise et faciliter la coopération et l'échanges d'informations entre les différents métiers. L'IA va décloisonner l'organisation en regroupant et traitant l'exhaustivité des données de l'entreprise, ce qui permettra de dessiner une vision globale des processus reflétant la réalité opérationnelle. A partir de là, il sera alors possible d'identifier des corrélations insoupçonnées qui font la réussite de l'entreprise et de les reproduire en créant des ponts collaboratifs entre chaque département et chaque équipe.



### REFONTE DES PROCESSUS ET BESOINS DE FORMATION

Qui dit décloisonnement, dit transformation et donc nécessité pour l'entreprise de réorganiser sa façon de travailler. Les processus devront donc être revus, des outils mis en place, et les employés requerront des formations pour travailler sur des données et référentiels communs qu'il va falloir apprendre à partager et unifier.



### RÉINTERNALISATION DES PROCESSUS, BAISSÉ DES COÛTS ET REPRISE DE CONTRÔLE

Comme l'IA permet de réaliser des tâches routinières, les entreprises pourront réduire leurs coûts en supprimant le recours aux prestataires externes (action aussi connue sous le nom de « *Business Process Outsourcing* ») fournissant des services à faible valeur ajoutée. Dans la fonction finance, par exemple, cela se traduirait par le fait de confier le vidéocodage de ses factures à un employé en interne qui gère les nouveaux outils d'IA, au lieu de payer les services externes d'une équipe entière qui digitaliserait les factures manuellement.

La réinternalisation des processus et des métiers permet à l'entreprise de reprendre la main sur la maîtrise de la qualité et de la conformité réglementaire de plus en plus stricte des tâches réalisées.



### RECRUTEMENT DE NOUVEAUX MÉTIERS

Avec l'introduction de l'IA en entreprise, de nombreux postes consistant à réaliser des tâches routinières sont voués à être supprimés, mais de nouvelles fonctions inédites verront également le jour car il faudra recruter ou former du personnel pour mettre en œuvre les nouvelles applications d'IA, les maintenir et les utiliser. Les nouvelles technologies arrivant dans l'entreprise généreront de nouveaux métiers tels que ceux de « *data analyst*<sup>34</sup> », « *chief data officer*<sup>35</sup> », « *data architect*<sup>36</sup> » ou « *data scientist*<sup>37</sup> ».

**Il faudra recruter ou former du personnel pour mettre en œuvre les nouvelles applications d'IA**

La transformation du modèle organisationnel ainsi que l'introduction de nouveaux outils comportent des défis, dont certains, intimidants, peuvent freiner l'adoption de l'IA par les entreprises. Parallèlement, pour les firmes qui ont franchi le cap technologique, il existe aussi un certain nombre de points sensibles à adresser et une panoplie de bonnes pratiques à mettre en place pour en mitiger les risques. La partie qui suit évoque les défis auxquels les entreprises font le plus souvent face dans le domaine de l'IA et propose quelques pistes de solution pour en mitiger les risques.

34 Métier consistant à exploiter la masse de données recueillies et de déterminer les plus pertinentes pour doper la croissance de l'entreprise.

35 Aussi connu sous le nom de « directeur des données », le « chief data officer » est responsable du pilotage et du traitement des données. Il est notamment garant de sa qualité.

36 Métier consistant à mettre en place une infrastructure de collecte des données brutes.

37 Métier consistant à comprendre et modéliser les différentes problématiques métiers d'une entreprise ainsi qu'à élaborer des modèles prédictifs pour anticiper les évolutions des données et du secteur d'activité de sa firme.

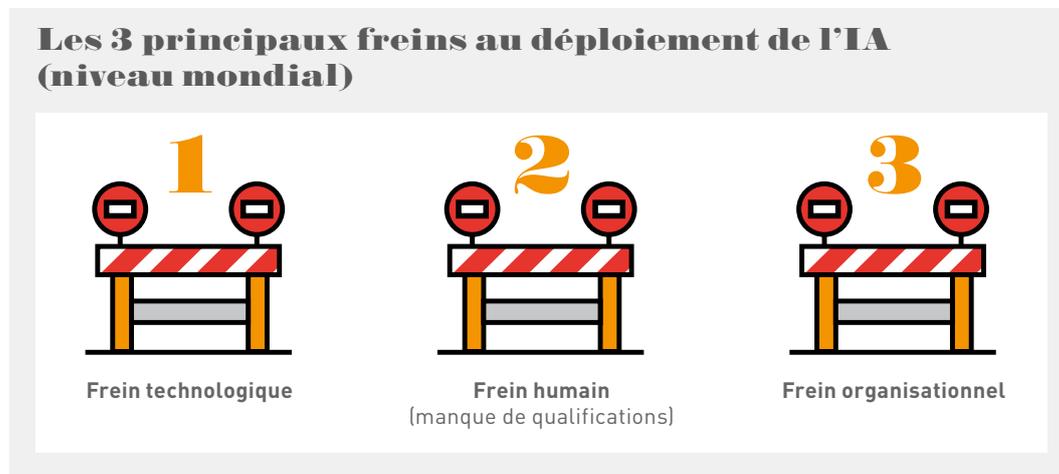
## 4. Mise en place de l'IA en entreprise : défis et recommandations

### a. Les freins majeurs à l'adoption de l'IA

Malgré les avantages potentiels découlant de l'utilisation d'outils d'IA en entreprise, certaines firmes hésitent encore à intégrer ces nouvelles technologies pour des raisons diverses et variées telles que la difficulté à déterminer quelle solution serait adaptée à leur modèle, la réticence à financer les projets, les défis liés à la sécurité et au respect des données personnelles, la complexité de l'intégration de l'IA avec les solutions déjà implémentées ou encore le manque d'outils de mesure de la rentabilité suite à l'adoption de l'IA.

#### LES 3 FREINS LES PLUS CITÉS AU NIVEAU MONDIAL

Selon une étude réalisée au niveau mondial par *Juniper Networks*<sup>38</sup> en 2021, les trois freins à l'adoption de l'IA les plus cités par les entreprises<sup>39</sup> (voir encadré qui suit), sont le frein technologique (c'est-à-dire la nécessité de mettre en place une infrastructure pouvant supporter les solutions d'IA ainsi que celle de constituer une quantité importante de données étiquetées exploitables par les nouveaux outils), le frein humain (puisque plus de deux tiers des entreprises interrogées déclarent éprouver des difficultés à former leur personnel pour intégrer les nouveaux systèmes d'IA) et enfin le frein organisationnel (qui se manifeste notamment dans la difficulté à mettre en place et piloter une stratégie d'intégration de l'IA au niveau de toutes les fonctions de l'entreprise, tout en mitigeant les risques associés à une telle technologie (qui seront évoqués dans la partie II.4.b « *L'intégration pratique de l'IA : défis majeurs et recommandations générales pour les entreprises luxembourgeoises* »).



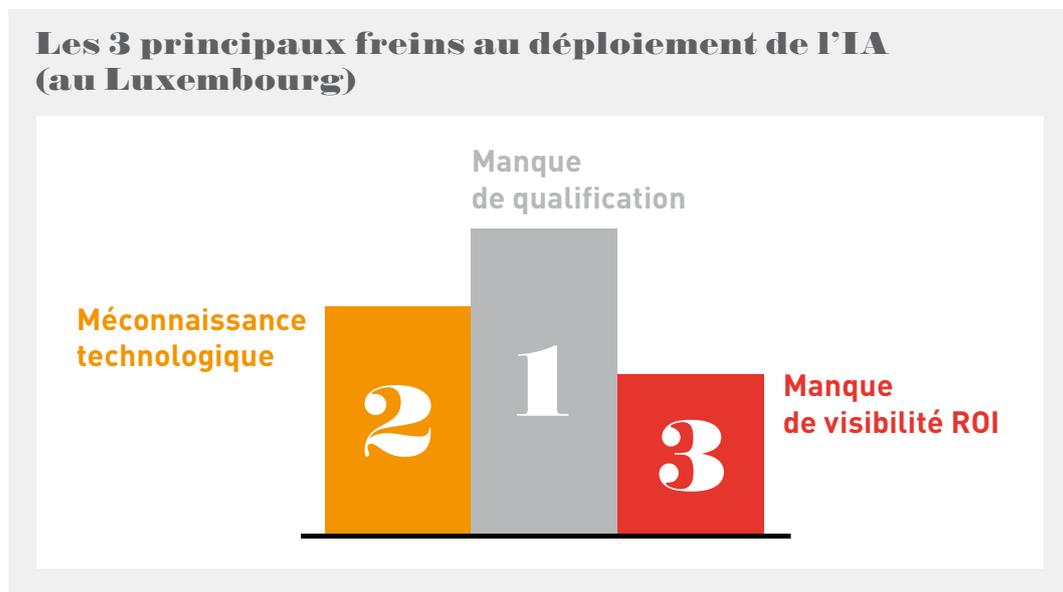
Source: Juniper Networks, Avril 2021

<sup>38</sup> Juniper Networks, « AI is set to accelerate... Is your organization ready? », Avril 2021.

<sup>39</sup> L'étude de Juniper Networks a été réalisée auprès de 700 entreprises issues des régions des zones Europe, Amérique du Nord et Asie Pacifique.

### LES 3 FREINS LES PLUS CITÉS AU NIVEAU LUXEMBOURGEOIS

Selon l'étude « *Use of data analytics and Artificial Intelligence* » réalisée en 2021 par le cabinet PwC au Luxembourg, les trois plus grandes raisons qui empêchent les entreprises grand-ducales (tous secteurs confondus) de mettre en place des outils d'IA (voir encadré ci-dessous) sont le manque de personnel qualifié (cité par 58% des entreprises), la méconnaissance de la technologie (48%), et le manque de visibilité concernant le retour sur investissement des projets d'IA (30%). En outre, la résistance des employés par rapport à la mise en place d'outils d'IA semble être un défi de taille pour près d'un tiers des grandes entreprises. Enfin, le manque de ressources financières est problématique pour 36% des firmes issues du secteur financier.

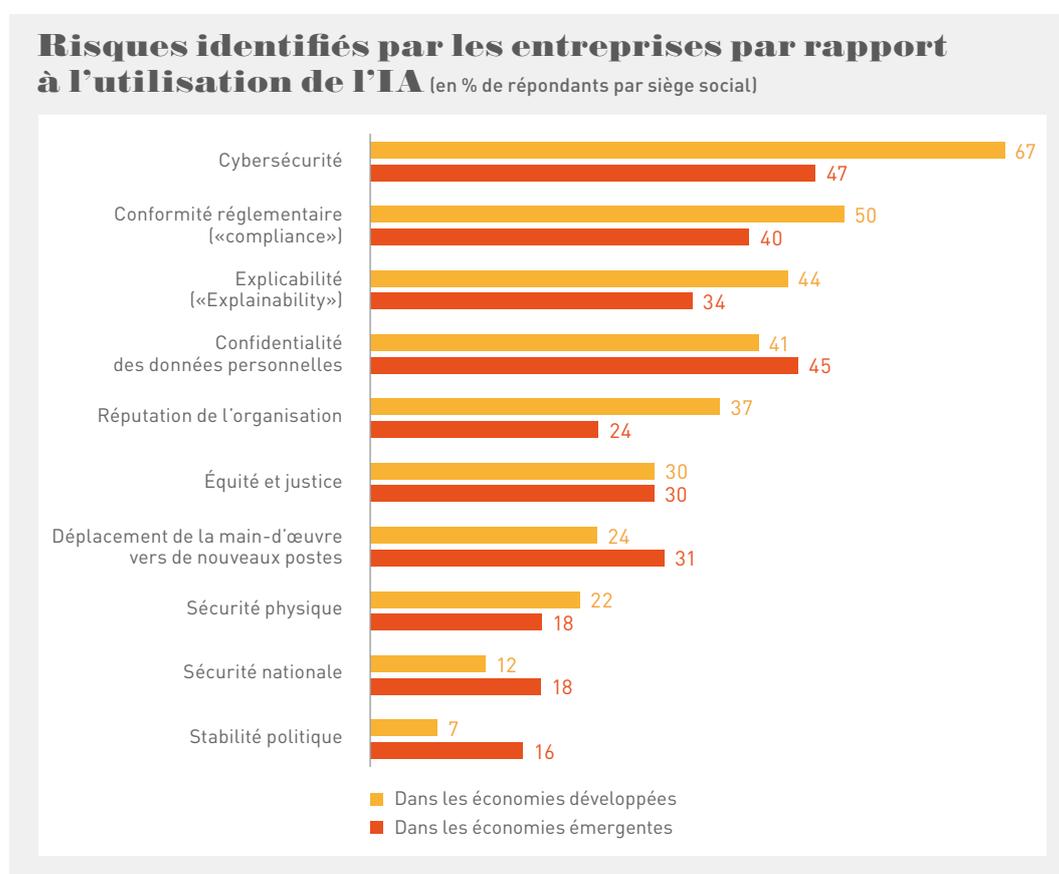


Source : PwC Luxembourg, Septembre 2021

Pour les entreprises qui ont réussi à passer outre les freins d'adoption de l'IA, des défis d'autres natures existent également durant l'intégration pratique de la technologie au sein des processus productifs.

## b. L'intégration pratique de l'IA : défis majeurs et recommandations générales pour les entreprises luxembourgeoises

Selon l'étude « *The State of AI in 2021* » du cabinet *McKinsey* (voir graphique ci-après), les risques les plus souvent identifiés par les entreprises (au niveau mondial) quant à l'utilisation des outils d'IA sont ceux liés à la cybersécurité - soit la sécurité des données par rapport aux risques d'attaques informatiques -, à la conformité réglementaire (en anglais « *compliance* ») et à la capacité à expliquer le raisonnement d'une IA pour parvenir à une conclusion (en anglais « *explainability* »).



Source : McKinsey, *The State of AI in 2021*

### AUGMENTATION DES INCIDENTS ET RENFORCEMENT DE LA CYBERSÉCURITÉ

Au Luxembourg, le nombre d'incidents liés à la cybersécurité a connu un pic entre 2018 et 2020 (voir graphique ci-après). Conscient de l'importance de la sécurité des données dans une économie digitale, le Grand-Duché a mis en place une stratégie nationale dédiée, assortie d'un portail<sup>40</sup> (le « *national cybersecurity portal* »). Ce dernier regroupe toutes les informations sur l'écosystème luxembourgeois de sécurité informatique (ex : les acteurs, emplois, services et produits) et vise à promouvoir la collaboration, le réseautage et l'innovation dans le domaine, tout en favorisant la rencontre entre l'offre et la demande de produits et services de cybersécurité. Les entreprises peuvent s'y référer pour trouver des réponses à leurs questions et besoins concernant la sécurité des données.

40 <https://www.cybersecurity.lu/>

## Évolution annuelle du nombre d'incidents liés à la sécurité informatique au Luxembourg et reportés au CIRCL



Source: CIRCL

### INCERTITUDES RÉGLEMENTAIRES ET VEILLE LÉGALE POUR ÊTRE CONFORME

L'utilisation de l'IA en entreprise est une chose relativement nouvelle, ce pourquoi les réglementations y relatives ne sont pas encore entièrement abouties et sont en cours de définition. Comme les obligations légales liées à l'IA peuvent paraître peu claires, cela génère des incertitudes pour les firmes. Si ces dernières n'ont pas les moyens de mettre en place un processus interne de veille légale, il est possible au Luxembourg de se tourner vers les fédérations idoines pour être guidé. Plus généralement, la Chambre de Commerce fait une veille légale permanente et communique pour informer ses membres des grandes tendances et réglementations qui les impactent ou les impacteront dans le futur (ex: conférences, publications et guide sur le RGPD, etc.).

### EXPLICABILITÉ, PHÉNOMÈNE DE « BOÎTE NOIRE » ET RESPONSABILITÉ MANAGÉRIALE

Si la technique du « *machine learning* » a permis des avancées considérables dans l'IA, elle comporte pour l'instant un inconvénient majeur: l'opacité de son fonctionnement. Si les données qu'on utilise pour nourrir l'IA ainsi que ses réponses sont clairement visibles, il reste toutefois une zone d'ombre sur la façon dont les données sont traitées par la machine pour aboutir à ce résultat: on parle alors de phénomène de « boîte noire » (« *black box* »). Dans un programme informatique classique, les instructions que l'on donne à la machine sous forme de lignes de code définissent un résultat donné pour une situation donnée, ce qui permet de connaître la réponse de la machine à l'avance. Dans le cas de l'apprentissage automatique, une multitude d'exemples vont être présentés à l'IA qui mettra ses coefficients à jour en confrontant résultat attendu et résultat obtenu. Dans ce cas, il n'y a donc pas de visibilité sur la « cuisine interne » de la machine, ce qui peut s'avérer problématique si l'on désire utiliser les applications d'IA dans des cas où l'erreur de jugement peut être lourde de conséquence, comme lors du repérage d'une tumeur dans une radiographie ou lors du détectage d'un piéton par un véhicule sans chauffeur.

En entreprise, quel que soit le cas d'usage, les décisions qui sortent de l'algorithme doivent être comprises par les professionnels qui les utilisent. Dans le cas contraire, sans comprendre le fondement de la décision, ils ne pourront pas la valider et engager leur responsabilité. Au final, ils n'adhéreront pas à ces outils qui, de plus, ne seront pas conformes à la loi. En cela, l'article 22 du RGPD est très clair : «*La personne concernée a le droit de ne pas faire l'objet d'une décision fondée exclusivement sur un traitement automatisé, y compris le profilage, produisant des effets juridiques la concernant ou l'affectant de manière significative de façon similaire.*» Il faut donc aujourd'hui intégrer ce devoir de traçabilité et d'explicabilité de la décision dans les projets d'IA, pour qu'ils soient soit conformes à la réglementation quand ils ont trait à des décisions qui impactent les clients, et transparents quand ils devront être validés et engager la responsabilité d'une hiérarchie. Les entreprises peuvent notamment mitiger les risques liés à l'utilisation de l'IA en documentant les modèles créés de sorte à rendre le fonctionnement des outils d'IA transparents et conformes à la loi.

A ces trois risques identifiés par les entreprises au niveau mondial, il convient de mentionner quelques problématiques supplémentaires, ainsi que des pistes de solutions pour les adresser.

### DÉSINTERMÉDIATION ET IMPORTANCE DE LA RELATION CLIENT

La première est directement liée au fait que la digitalisation et l'usage de l'IA connectent directement l'offre et la demande en favorisant la désintermédiation (ex : désintermédiation des relations clients réalisée par *Uber* et *Airbnb*). Pour conserver ses parts de marché, une entreprise a donc intérêt à soigner et développer les relations avec ses clients finaux pour les fidéliser.

### A PROJET AMBITIEUX, ACCOMPAGNEMENT IDOINE

Ensuite, force est de constater que l'intégration de l'IA dans une entreprise représente en tout premier lieu un défi pour les dirigeants qui devront assurer la transformation des processus, l'accompagnement du changement, la formation du personnel et l'acceptation des nouveaux outils. L'adoption de l'IA, quelle qu'en soit le niveau, constitue un objectif ambitieux, d'où l'importance de créer un poste de responsable dédié – qui pourrait d'ailleurs être intégré au rôle de Directeur des services informatiques – et de définir une stratégie portée par la direction.

### PRÉPARATION DES DONNÉES EN VUE DE NOURRIR L'IA

Pour fonctionner, un système d'IA se nourrit de données. Conformément au dicton «*trash in, trash out*» la qualité des modèles générés par l'outil repose sur la qualité des informations absorbées qui doivent être représentatives, statistiquement significatives et sans biais. Afin d'introduire l'IA, une entreprise doit ainsi nettoyer ses bases de données et mettre en place des processus assurant que toute nouvelle donnée générée est «propre» à être utilisée efficacement par les nouveaux outils. Il est recommandé d'avoir

recours à des experts des domaines des données, de la loi et des risques pour systématiquement tester les données avant de les introduire dans le système d'IA. Une précaution supplémentaire serait également de mettre en place des processus de tests, de vérifications et de mises à jour réguliers des modèles générés par l'IA afin de s'assurer du maintien de leur pertinence.

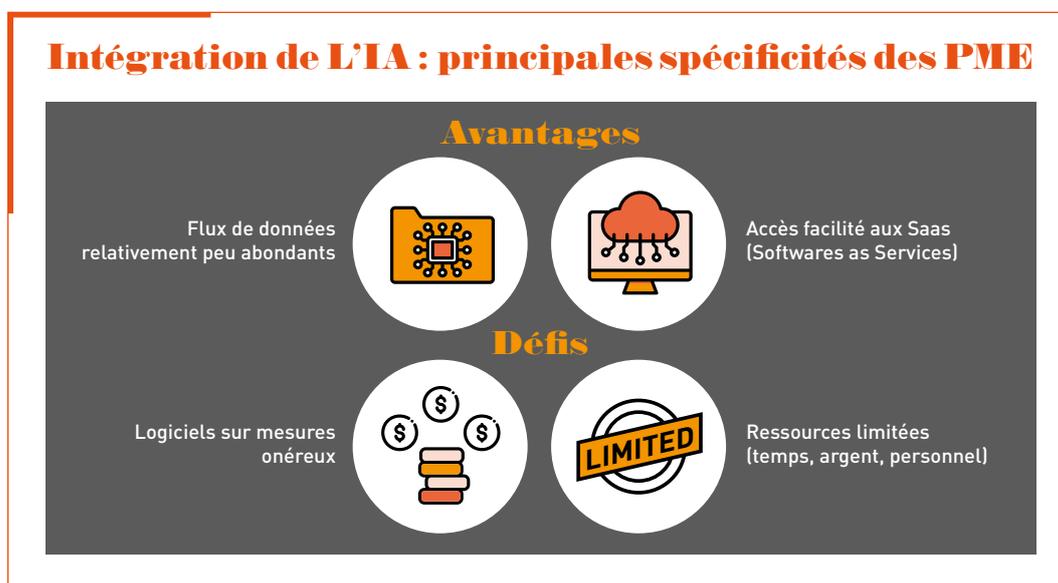
**Il est recommandé d'avoir recours à des experts pour tester les données avant de les introduire dans le système d'IA**

**LE TABLEAU QUI SUIT, SYNTHÉTISE LES DÉFIS ET RECOMMANDATIONS QUI ONT ÉTÉ ABORDÉS PRÉCÉDEMMENT :**

<b>Intégration pratique de l'IA : principaux défis et recommandations pour les entreprises du Luxembourg</b>	
<b>DÉFIS</b>	<b>RECOMMANDATIONS</b>
<b>Augmentation des incidents liés à la cybersécurité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la cybersécurité</li> <li>• Prendre contact avec l'écosystème luxembourgeois de sécurité informatique (portail)</li> </ul>
<b>Incertitudes réglementaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire une veille réglementaire interne</li> <li>• Contacter les fédérations idoines (ex : Chambre de Commerce)</li> </ul>
<b>Phénomène de « boîte noire » et responsabilité managériale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intégrer le devoir de traçabilité et d'explicabilité dans les projets d'IA</li> <li>• Recourir à des experts dans les domaines de la loi, des données et des risques avant de lancer un projet</li> <li>• Documenter les modèles créés par l'IA (ex: architecture, flux de données, problèmes rencontrés etc.)</li> </ul>
<b>Désintermédiation des marchés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soigner les relations avec les clients finaux et développer leur fidélité</li> </ul>
<b>Accompagnement du changement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer un poste de responsable dédié au projet d'IA</li> </ul>
<b>Nourrir l'IA de données pertinentes (« Trash in – Trash out »)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyer ses bases de données</li> <li>• Mettre en place des processus pour générer et collecter des données utilisables par les outils d'IA</li> <li>• Mettre en place des processus de tests, de vérifications et de mise à jour réguliers des modèles générés par l'IA</li> </ul>

**c. Les principaux défis et avantages propres aux PME**

Les principales spécificités des PME quant à la mise en place d'outils d'IA sont résumées dans l'encadré suivant, puis ensuite expliquées plus en détails.



### DES FLUX DE DONNÉES RELATIVEMENT PEU ABONDANTS ET DES SAAS (« SOFTWARES AS SERVICE») À PORTÉE DE MAIN

A l'instar de leurs homologues de taille plus importante, les PME peuvent bénéficier de nouveaux flux de revenus, de réductions de coûts et d'optimisation de leurs processus grâce à la technologie de l'IA. Comme la mise en œuvre de cette dernière s'avère plus simple dans un contexte de flux de données moins abondants et d'origines connues, les entreprises de taille modeste auront la possibilité d'implanter, peut-être plus facilement, des solutions modernes qui leur permettront de se concentrer sur leur cœur de métier tout en allégeant les coûts fixes liées à la gestion quotidienne des affaires.

L'adoption de Saas d'IA, c'est-à-dire de solutions hébergées dans le « Cloud », est particulièrement adaptée aux PME car elles sont relativement simples à installer et à paramétrer, tout en ayant un ROI toujours positif, quelle que soit la taille de la société. Une PME exerçant dans le Business-to-Consumer pourrait par exemple recourir aux Saas et payer un abonnement pour ajouter un « chatbot » à son site internet plutôt que de le faire développer en interne.

### DES DÉVELOPPEMENTS DE LOGICIELS SUR MESURE ENCORE COÛTEUX

En ce qui concerne les PME suivant un modèle d'affaires peu commun, le développement de logiciels d'IA sur mesure correspondant à un cœur de métier spécifique reste relativement onéreux. Ainsi, pour ce type de projet, il peut être utile de s'adresser à des experts pour en évaluer la rentabilité au préalable.

### DES RESSOURCES LIMITÉES EN TEMPS, ARGENT ET PERSONNEL

L'intégration de nouvelles technologies aux processus d'entreprises demande toujours un investissement temporel, monétaire et humain, ce qui n'est pas toujours évident pour une structure de taille modeste.

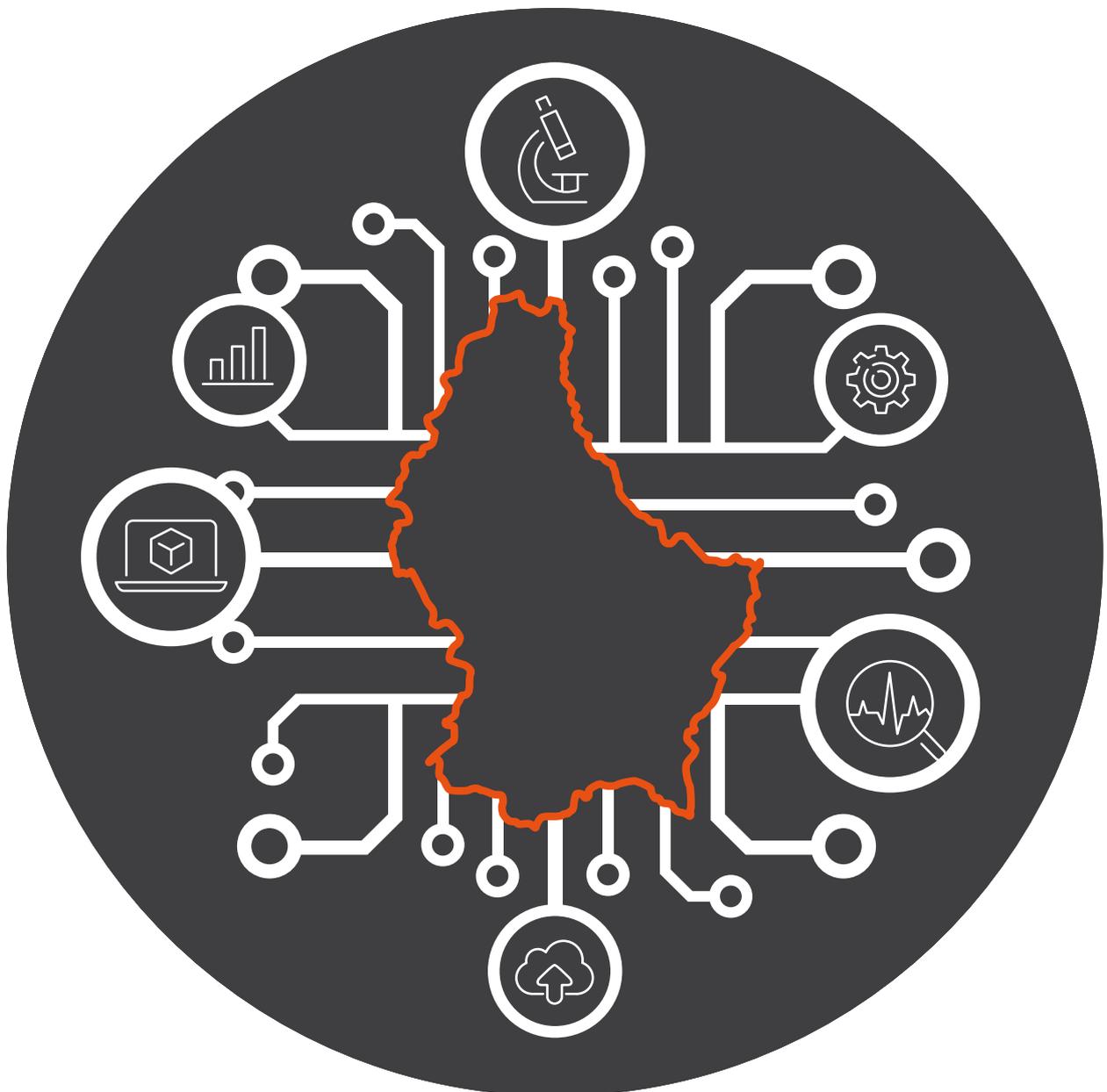
Les deux premières parties de ce document ont expliqué les concepts et chiffres clés concernant l'IA, le « Big Data » et la « data-driven economy ». Elles ont donné un aperçu des nombreux outils d'IA disponibles pour les entreprises de toutes tailles et secteurs. Pour préparer ces dernières aux changements technologiques en cours, elles ont abordé les principaux bénéfices et défis liés à la révolution du « Big Data » et proposé un certain nombre de recommandations. La partie qui suit, ambitionne de faire un

diagnostic du Luxembourg afin de savoir où en est le pays dans sa transition vers un modèle économique s'appuyant sur les données. Pour que l'approche soit au plus près possible du terrain, l'analyse se base notamment sur des sondages nationaux et sur des entretiens avec des entreprises et organisations de l'écosystème luxembourgeois, ces dernières étant témoins des changements technologiques qui se produisent actuellement.

## L'intégration de nouvelles technologies aux processus d'entreprises demande toujours un investissement temporel, monétaire et humain

41 Le Business-to-Consumer, aussi connu sous le nom de « B2C », désigne les échanges commerciaux réalisés entre une entreprise et des particuliers. Ce concept s'oppose au Business-to-Business (« B2B ») qui désigne les échanges commerciaux réalisés entre une entreprise et ses homologues.

## Le Luxembourg : prémices d'une « *data-driven economy* »



# III. Le Luxembourg : prémices d'une « *data driven economy* »

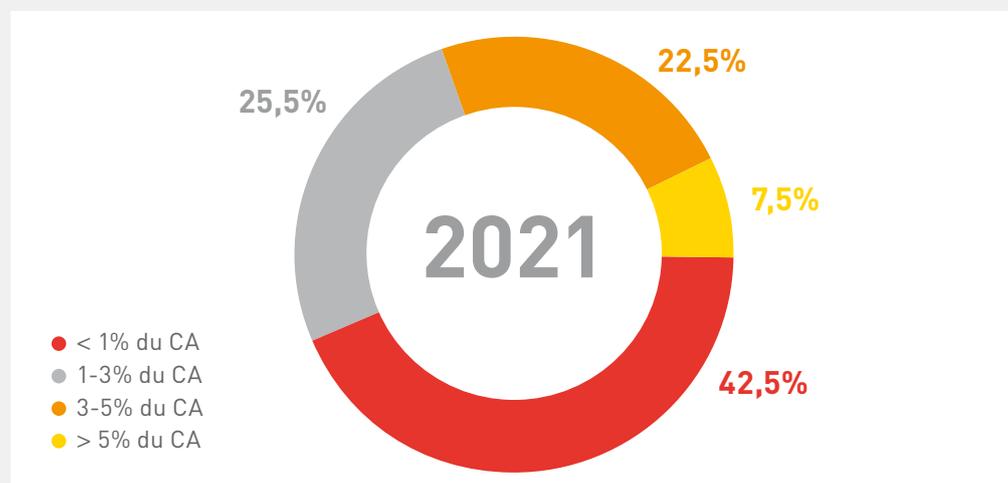
## 1. Un début de compréhension et d'acceptation sociale

### a. Réalisation du pouvoir des données en entreprise

Une étude<sup>42</sup> de PwC comparant les résultats de deux sondages réalisés en 2019 et en 2021 auprès d'un panel représentatif d'entreprises luxembourgeoises, a permis d'observer la progression du pays en tant qu'économie fondée sur les données.

**Les entreprises du Grand-Duché seraient de plus en plus conscientes du pouvoir que confère la collecte et l'analyse des données**, ce pourquoi elles se sont efforcées, ces dernières années, à mettre les données au cœur du processus de prise de décision. Ainsi, comme le montrent les graphiques ci-après, en 2021, environ 30% des entreprises étaient prêtes à investir au moins 3% de leur chiffre d'affaires pour déployer des outils d'IA. Ces derniers sont d'ailleurs de plus en plus adoptés au Luxembourg, puisqu'en 2021, plus de la moitié des entreprises utilisent l'IA contre seulement un quart en 2019. De plus, la proportion de firmes qui utilisent cette technologie, planifient de le faire ou y réfléchissent, atteint les 82,5% en 2021, soit plus de trois quarts des entreprises interrogées.

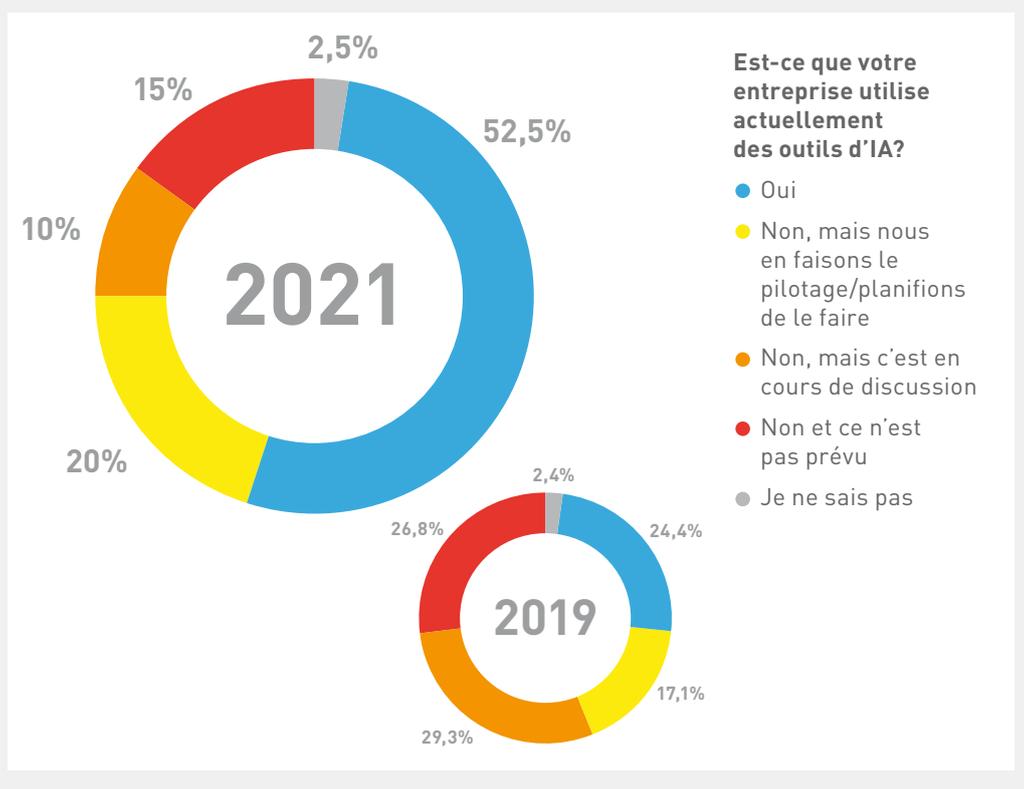
#### Quel pourcentage de votre chiffre d'affaires alloueriez-vous pour développer/améliorer vos données ou solutions d'IA?



Source : Use of data analytics and AI in Luxembourg surveys 2019 & 2021 - PwC Luxembourg

42 PriceWaterhouseCoopers (PwC), Use of Data Analytics and Artificial Intelligence in 2021, septembre 2021.

## L'IA, une technologie de plus en plus utilisée au Grand-Duché



Source: Use of data analytics and AI in Luxembourg surveys 2019 & 2021 - PwC Luxembourg

L'étude PwC souligne néanmoins que si le Luxembourg commence à prendre conscience de la valeur des données, il est encore relativement loin d'être « data-driven », car les entreprises ne s'appuient pas encore systématiquement sur l'analyse des données pour prendre des décisions et orienter leur évolution.

Interrogées sur leur degré de maturité par rapport aux différentes applications d'IA utilisées, la majorité des entreprises (90%) déclarent en effet, en 2019 comme en 2021, **se concentrer sur le domaine de la confidentialité des données**. Les pratiques d'analyse et d'architecture<sup>43</sup> des données ont toutefois bien progressées entre 2019 et 2021, puisque réciproquement 52,5% et 45% des entreprises se déclarent matures dans ces domaines contre 29% et 27% deux ans auparavant. L'intégration des données dans le processus de prise de décision est par contre en stagnation, puisqu'il reste aux alentours des 42% en 2019 et en 2021.

43 L'architecture des données désigne la pratique qui consiste à standardiser la collecte, le stockage, le traitement et la distribution des données.

**Sur une échelle de 1 à 10, quel degré de maturité donneriez-vous à votre entreprise dans les domaines suivants (1 = moins mature et 10 = plus mature) :**

CONFIDENTIALITÉ DES DONNÉES	ANALYSE DES DONNÉES	ARCHITECTURE DES DONNÉES	INTÉGRATION DES DONNÉES DANS LE PROCESSUS DÉCISIONNEL
<b>90 %</b> des répondants considèrent que leur entreprise est mature (score entre 7 et 10) <b>70%</b> en 2019	<b>52,5 %</b> des répondants considèrent que leur entreprise est mature (score entre 7 et 10) <b>29%</b> en 2019	<b>45 %</b> des répondants considèrent que leur entreprise est mature (score entre 7 et 10) <b>27%</b> en 2019	<b>42,5 %</b> des répondants considèrent que leur entreprise est mature (score entre 7 et 10) <b>41,5%</b> en 2019

Source : Use of data analytics and AI in Luxembourg surveys 2019 & 2021 - PwC Luxembourg

Les entreprises luxembourgeoises ont commencé à réaliser la valeur des données dans l'environnement économique actuel. Qu'en est-il alors de la population globale ? Où en est l'acceptation sociale de l'IA dans le Grand-Duché ? C'est ce qui va être développé dans la partie qui suit.

**b. L'acceptation sociale : entre espoirs et appréhensions**

L'acceptation sociale est un prérequis pour l'intégration de toute nouvelle technologie disruptive, ce pourquoi elle est analysée dans la partie qui suit.

Fin 2020, une consultation publique<sup>44</sup> a été réalisée par le *Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER)* pour le Gouvernement luxembourgeois, afin d'évaluer la façon dont l'IA affecte les résidents du Grand-Duché âgés de 16 ans et plus. Les résultats, publiés en avril 2021, sont résumés dans l'encadré ci-dessous puis développé dans la partie qui suit.

**Perception de l'IA par les résidents luxembourgeois**

- Un facteur de progrès et d'amélioration du niveau de vie** (represented by a lightbulb icon)
- Des appréhensions sur la fiabilité, les risques de discrimination et le manque d'éthique** (represented by a scales of justice icon)
- Une plus grande confiance dans les applications destinées à l'administration publique** (represented by a padlock icon)
- Une soif de connaissances** (represented by a person with a graduation cap icon)

## PARMI LES ENSEIGNEMENTS DE L'ÉTUDE, ON RETIEN NOTAMMENT LES 4 ÉLÉMENTS SUIVANTS :

- **La population luxembourgeoise regarde l'IA d'un œil positif et la considère comme facteur de progrès et d'amélioration du niveau de vie.** En effet, une large majorité des répondants déclare que cette technologie peut faciliter les tâches de la vie quotidienne (70%) et permet d'automatiser les tâches professionnelles répétitives (64%).
- Une **plus grande confiance est accordée à l'usage de l'IA par l'administration** publique par rapport au secteur privé, puisque 77% des répondant disent avoir une confiance grande ou moyenne dans cet usage dans l'administration publique, contre 46% dans le secteur privé. Plus précisément, la population interrogée est en faveur de l'utilisation de l'IA pour simplifier les démarches administratives, favoriser la mobilité intelligente et obtenir des diagnostics médicaux plus précis.
- Il existe des **appréhensions quant aux risques latents d'une technologie qui n'est encore ni mature, ni entièrement réglementée.** C'est ainsi que 64% des répondants considèrent que l'IA n'est pas fiable. Par exemple, 70% des personnes interrogées pensent que l'IA peut agir de façon discriminatoire ou être biaisée et 56% estiment qu'elle est incapable de faire la distinction entre bonnes et mauvaises conséquences.
- **Il existe un réel désir de la population luxembourgeoise d'en savoir davantage sur l'IA.** Ainsi, plus de 80% des personnes interrogées ont émis le souhait qu'une campagne de sensibilisation et d'information sur l'usage de cette technologie, soit organisée.

Au Luxembourg, le potentiel de l'IA commence à être reconnu par les divers acteurs économiques et sociaux. Comment cela se manifeste-t-il sur le terrain? Où en est le Luxembourg dans son adoption technologique? C'est ce qui sera traité dans la partie qui suit.

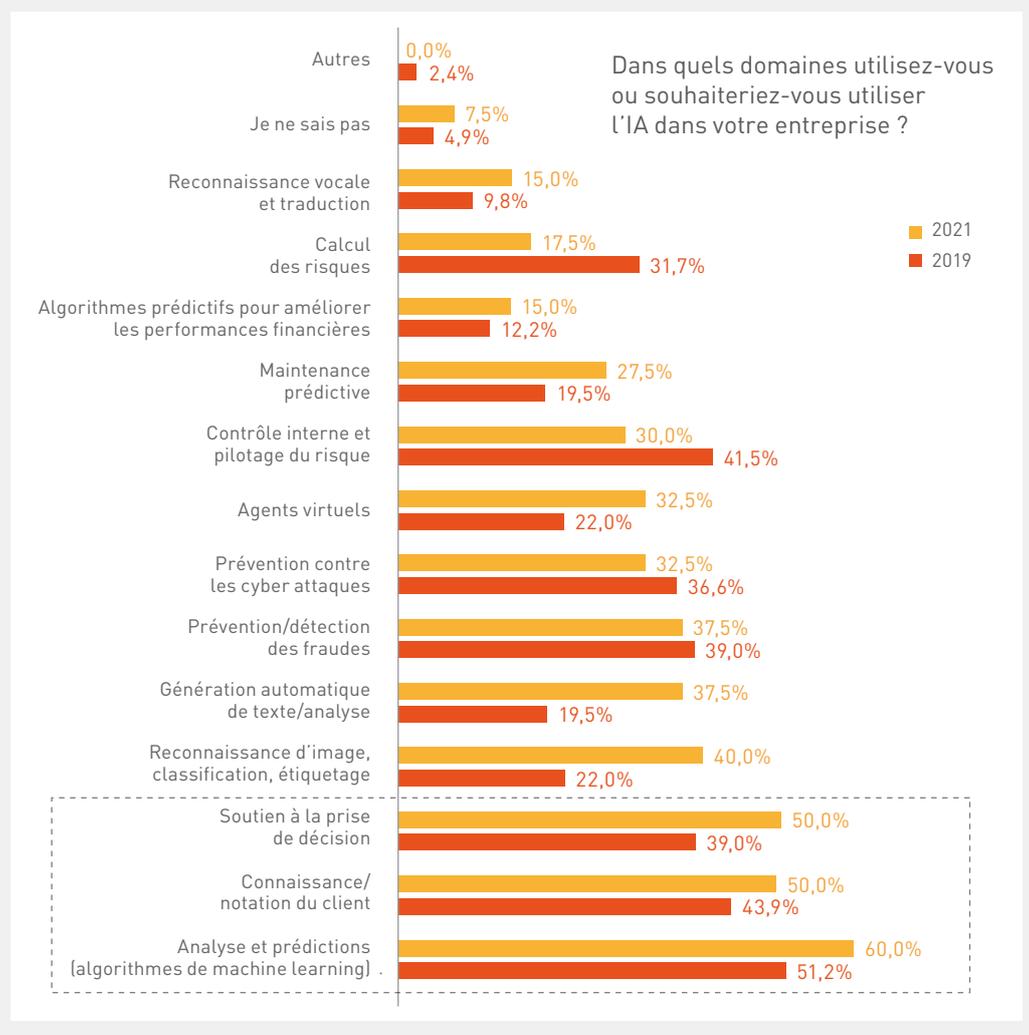
## 2. Une adoption technologique en cours

### a. Evolution des usages

Selon l'étude « *Use of Data Analytics and Artificial Intelligence* » de PwC (ci-après « l'étude PwC »), on peut constater que non seulement l'usage de l'IA par les entreprises est de plus en plus répandu (plus de la moitié des entreprises utilisent l'IA en 2021, contre 24% en 2019), mais qu'il y a également une évolution par rapport aux domaines d'application.

**À ses débuts, la technologie de l'IA était surtout utilisée par les entreprises luxembourgeoises à des fins « défensives »** dans le cadre de procédures de *compliance*, de régulation ou encore de lutte contre les fraudes et les cyberattaques. Si le secteur public continue de recourir majoritairement aux algorithmes de « *machine learning* » pour renforcer la sécurité informatique, du côté des entreprises, les résultats du sondage réalisé en 2021, publiés dans l'étude PwC, ont mis en évidence **une évolution vers des usages à des fins plus offensives**, à savoir conquérir de nouvelles parts de marché et gagner en compétitivité. En effet, les firmes du Grand-Duché auraient de plus en plus recours à l'IA pour réaliser des analyses et des prédictions, mieux connaître, évaluer et servir leurs clients et enfin soutenir leur processus de prise de décision, comme le montre le graphique ci-après.

## Les domaines d'utilisation privilégiés



Source : Use of data analytics and AI in Luxembourg surveys 2019 & 2021 - PwC Luxembourg

De façon générale, les **entreprises opérationnelles** (c'est-à-dire celles qui produisent et vendent des biens), investissent surtout dans les applications d'analyse, de prédiction, de soutien à la décision, de cybersécurité et de contrôle interne.

Pour offrir une approche plus centrée «terrain» au lecteur sur l'adoption de la technologie d'IA au Luxembourg, un entretien a été réalisé auprès de *Luxinnovation*, l'agence nationale pour l'innovation.

# Entretien

## Nicolas Sanitas,

SENIOR ADVISOR AND DIGITAL COMMUNITY COORDINATOR,  
LUXINNOVATION

### **1. Avec l'aboutissement de la digitalisation, l'économie luxembourgeoise devient de plus en plus dépendante des données. Avez-vous constaté une vague d'innovations au Grand-Duché pour s'adapter à cette évolution?**

Ce qu'on constate au *Luxembourg Digital Innovation Hub*<sup>45</sup>, en étant quotidiennement au contact des entreprises manufacturières, c'est qu'il y a une véritable prise de conscience de la valeur que représentent les données. Il y a un intérêt grandissant pour les informations produites en interne par l'organisation et par celles mises à disposition en externe par les différents acteurs de l'écosystème économique. La volonté d'innover afin d'exploiter cette valeur est là, et des projets innovants se mettent en place.

### **2. Peut-on considérer le Luxembourg comme une « data-driven-economy »?**

Être une « data-driven-economy » est un processus, pas un statut. La stratégie visant à faire du pays une économie durable et de confiance grâce à la donnée a été publiée en 2019. Dès lors, de nombreuses initiatives ont été prises afin d'implémenter cette stratégie. Les crises sanitaires et climatiques que nous rencontrons ces trois dernières années nous montrent à quel point la donnée est précieuse dans la connaissance de certains phénomènes, et donc dans l'élaboration de solutions permettant d'y répondre. La donnée, elle, est d'ores-et-déjà là. Les bouleversements que nous traversons devraient accélérer nos capacités à l'exploiter, la valoriser, pour en tirer au final de l'information.

### **3. Quelles infrastructures est-ce que le Luxembourg offre aux entrepreneurs dans le domaine de l'IA et des données?**

Pour fonctionner, l'IA requiert une énorme puissance de calcul. Cette dernière est mise à disposition des organismes académiques et des entreprises privées grâce au super-ordinateur *Meluxina*, opéré par *Luxprovide*. C'est fou de se dire qu'aujourd'hui, grâce à cette installation, une PME industrielle ou une jeune startup peuvent facilement déléguer l'exécution de leurs algorithmes d'apprentissage, et ce à des coûts contrôlés. Les activités du LIST (*Luxembourg Institute for Science and Technology*) en IA, méritent aussi d'être mentionnées, car cette organisation participe à de nombreux programmes de collaboration entre chercheurs et entreprises provenant de secteurs variés. A titre d'exemple, le LIST travaille au sein d'une équipe d'experts composée de quatre autres organismes luxembourgeois et de *Nvidia* (un des leaders mondiaux du calcul informatique), qui apporte son expertise et ses moyens technologiques. Cet ensemble a vocation à mettre les dernières innovations en matière d'IA au service de nombreux domaines, à dispenser des formations, ou encore à identifier des champs d'application inédits pour cette technologie. Enfin, le GIE *MyConnectivity* a été récemment créé afin d'assurer aux entreprises et aux particuliers une connectivité appropriée, élément indispensable pour traiter des volumes de données importants.

### **4. Quelle démarche recommanderiez-vous aux entrepreneurs qui souhaitent se lancer dans le domaine de l'IA?**

De se lancer, précisément! Il n'y a pas de guide ultime, tout simplement parce qu'il n'existe pas d'entreprise type. Chacune a sa propre appétence à l'innovation. Mais si un entrepreneur décide par lui-même de se lancer, une grande partie du travail est déjà faite! Car c'est souvent le facteur humain qui est en cause lorsqu'un projet peine à s'établir, ou à se développer.

<sup>45</sup> Le Luxembourg Digital Innovation Hub est une plateforme créée et hébergée par Luxinnovation qui s'intègre dans l'initiative européenne visant à réunir l'offre et la demande dans le cadre de la digitalisation de l'industrie.

## **5. Quelle démarche conseillerez-vous aux entreprises luxembourgeoises qui souhaitent intégrer des outils d'IA dans leurs processus, mais qui ne savent pas par où commencer?**

De se tourner vers *Luxinnovation*! Nos experts sauront écouter les entreprises désireuses d'utiliser l'IA, et les guider vers les consultants et développeurs capables de les accompagner. Mais attention : l'IA reste un outil, aussi perfectionné soit-il. Il conviendra donc de commencer par savoir s'il est adapté à la problématique à adresser. Là encore, le pays regorge de prestataires de services capables d'accompagner les entreprises dans leur transformation digitale, et de les aider à sélectionner les outils appropriés.

## **6. Existe-t-il des réseaux où les chercheurs, entreprises et étudiants peuvent se rencontrer pour profiter d'un effet d'émulation?**

Deux initiatives d'origine européenne et qui ont donné lieu à la création de *Hubs* au niveau national, me viennent à l'esprit. La première est le *Digital Innovation Hub* (DIH) qui a pour mission d'informer, inspirer et engager toutes les parties prenantes œuvrant pour la digitalisation de l'industrie luxembourgeoise. Au travers du DIH, les entreprises manufacturières du pays peuvent échanger avec les fournisseurs de services et solutions digitales, à propos des défis de l'industrie et la façon de les adresser. Des manifestations telles que le « *DIH On Tour* » sont organisées régulièrement afin de connecter mondes entrepreneuriaux et académiques. La seconde initiative est le projet européen *Gaia-X* qui consiste à mettre en place un ensemble de normes, de règles et de « *Best practices* » à destination des opérateurs de *Cloud* en Europe. Ce cadre a pour vocation de faciliter les échanges de données et le portage d'applications d'un service d'hébergement à un autre dans le parfait respect des règles de confidentialité.

## **7. Quels sont les actions mises en œuvre par le Luxembourg pour rester compétitif dans une économie de plus en plus digitalisée?**

La vision stratégique du Luxembourg pour l'IA, publiée par le Gouvernement en 2019, est un document précieux et très accessible permettant de comprendre où et comment le Luxembourg se situe dans l'utilisation de la technologie. Dedans sont listées les points sur lesquels des efforts sont et seront faits afin de développer les compétences du pays, et ainsi renforcer sa position à l'échelle européenne.

## **8. Qu'est-ce qui favoriserait le déploiement de l'IA dans le pays?**

L'IA et plus généralement la donnée n'échappent pas à la règle : ici comme ailleurs, ce seront les compétences qui seront la clé dans les transformations digitales qui s'opéreront. Le *Digital Learning Hub*, qui a été inauguré en mai 2022, propose dans son offre des cours sur l'IA. Et comme tous les cours proposés par cette institution, ils sont ouverts à toutes et tous, à partir de 18 ans. De quoi voir naître des vocations ou de belles reconversions!

Les différentes applications d'IA les plus utilisées par les entreprises au Luxembourg ne sont pas les seules à avoir évolué. En effet, certains secteurs majeurs de l'économie luxembourgeoise ont bénéficié de l'élan donné par l'IA pour se développer largement. C'est ce qui sera traité dans la partie suivante.

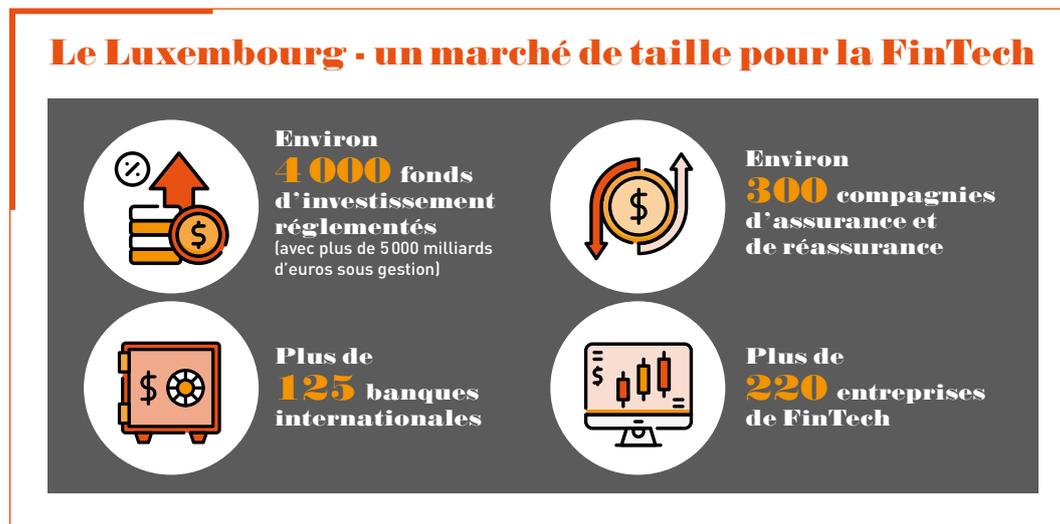
## b. Les secteurs de la finance et de la santé propulsés par l'IA

### LES SERVICES FINANCIERS

La finance combinée aux technologies relatives au « *Big Data* » donne naissance à une discipline nommée la « *FinTech* ». Cette dernière consiste à optimiser les services financiers (ex : financement des entreprises, accord de prêts, gestion d'épargne, paiement en ligne, etc.) via le recours aux nouvelles technologies numériques d'IA.

Selon l'étude PwC, le secteur financier, qui représente plus d'un quart du PIB grand-ducal, constitue la branche qui montre le plus d'intérêt pour l'utilisation de l'IA dans le but de faciliter la connaissance et la notation du client. Il est particulièrement avancé en ce qui concerne le développement d'algorithmes de prédiction pour améliorer les performances financières.

Dans l'optique de faire du Grand-Duché un leader dans le domaine des services financiers numériques, le gouvernement luxembourgeois a fait de la transformation digitale de ce secteur, une priorité stratégique. En effet, d'après les chiffres de *Luxembourg for finance* (voir encadre ci-après), le Luxembourg héberge environ 4 000 fonds d'investissement réglementés avec plus de 5 000 milliards d'euros sous gestion, plus de 125 banques internationales et près de 300 compagnies d'assurance et de réassurance, ce qui en fait un marché potentiel conséquent pour les entreprises proposant des solutions « *FinTech* ». Ces dernières sont actuellement plus de 220 au Luxembourg et opèrent dans un secteur dominé par quatre secteurs d'activité : le paiement, la *Regtech*<sup>46</sup>, la *Fundtech*<sup>47</sup> et la *Blockchain*.



Source : *Luxembourg for finance*

Portés par l'industrie financière, le Luxembourg constitue un des leaders européens dans chacun de ces segments et vise à développer les domaines de l'IA et la finance verte. C'est ainsi que le pays a mis en place, entre autres, une plateforme nationale dédiée : la *Luxembourg House of Financial Technology*<sup>48</sup> (*LHoFT*). Chargée de construire et d'encourager l'écosystème « *FinTech* » luxembourgeois en plein essor, la *LHoFT* réunit des institutions financières, des innovateurs « *FinTech* », des chercheurs, des universitaires et des autorités publiques, afin de favoriser le développement de produits répondant aux besoins spécifiques du secteur. L'environnement luxembourgeois est attractif pour les sociétés exerçant dans la « *FinTech* », puisqu'un nombre considérable d'entre elles, y compris les principaux acteurs du secteur du commerce et des paiements électroniques, tels que *PayPal*, *Amazon* et *Rakuten*, ont choisi le Luxembourg comme centre européen.

Les entretiens qui suivent offrent un témoignage de l'intégration de l'IA dans le secteur financier du point de vue de la plateforme nationale dédiée à cette technologie (*LHoFT*), de l'*Association des Banques et Banquiers du Luxembourg (ABBL)* et d'entreprises des milieux de l'assurance (*Foyer Assurances*).

<sup>46</sup> Les « *Regtechs* », aussi connus sous le nom de « *Regulatory technologies* » constituent une des sous-catégories de *FinTech*. Ils consistent à utiliser les technologies de l'information pour améliorer les processus relatifs à la réglementation et à la conformité.

<sup>47</sup> La *Fundtech* est une sous-catégorie de *FinTech* et consiste à utiliser les technologies de l'information dans le domaine des investissements financiers.

<sup>48</sup> <https://lhoft.com>

# Entretien

## Alex Panican,

DEPUTY CEO,  
LUXEMBOURG HOUSE OF FINANCIAL TECHNOLOGY (LHOFT)

### 1. En quoi consiste l'activité de la LHOFT ?

Lancée en 2017, la LHOFT est une fondation dont l'objectif premier est le développement de l'innovation technologique dans le secteur financier luxembourgeois. Nous avons trois piliers principaux : écosystème, innovation et talent. Afin de favoriser l'écosystème Fintech, nous mettons à disposition un incubateur, au sein de la *House of Startups*. Avec plus de 85 sociétés hébergées, la LHOFT est aujourd'hui l'un des plus importants incubateurs Fintech en Europe. Nous avons également plus de 170 Fintechs membres, en provenance du monde entier, que nous connectons avec l'industrie financière luxembourgeoise. Nous avons 2 programmes d'accélération : *Catapult Kickstarter*, pour les jeunes entreprises souhaitant développer leur business au Luxembourg, et *Catapult Africa*, pour les Fintechs africaines opérant dans l'inclusion financière. Pour la partie innovation, en tant que partenariat public-privé entre le gouvernement et les acteurs de la place financière, nous offrons une plateforme où toutes les parties prenantes, de la startup à l'institution financière, travaillent ensemble, main dans la main, pour développer les solutions technologiques de demain. Finalement, nous travaillons activement sur le développement et l'attraction de talents. Nous offrons plusieurs programmes d'éducation pour les professionnels et les entrepreneurs, avec plus d'une centaine de cours en ligne, qui ont été suivis par plus de douze mille personnes. Et nous accueillons régulièrement des foires étudiantes.

### 2. Quels sont les avantages et défis spécifiques au Luxembourg pour la mise en place et le développement d'une entreprise Fintech ?

Les avantages sont nombreux : cadre réglementaire, place financière importante (nombreux clients potentiels), accès aux dirigeants, prise de décision rapide, un écosystème très soudé et un très fort soutien des entités publiques et privées. Il faut comprendre qu'au Luxembourg nous avons une chaîne de valeur aidant les Fintechs à chaque étape de leur maturité, de l'incubation au financement, en passant par la R&D. Mais nous avons également plusieurs défis importants à relever. Le principal est le coût d'opérer plus élevé que dans d'autres places Fintechs : coût de la vie, salaires élevés, prix de l'immobilier exorbitant, etc. Tout cela rend le Luxembourg moins attractif pour les sociétés et surtout pour les talents. Le deuxième défi est la difficulté d'attirer du capital-risque (NDLR : activité d'investissement capitalistique spécialisée dans le financement de jeunes pousses innovantes ayant un fort potentiel de croissance), principalement de la part des *business angels*. Ces derniers n'ont actuellement aucun incitatif fiscal pour investir dans les *startups* et préfèrent bien souvent investir dans l'immobilier (en utilisant des solutions Fintechs la plupart du temps, ce qui est ironique). Il faudrait également revoir le cadre des *stock-options*, afin de faciliter l'attractivité du pays pour les talents. Nous avons fait énormément de progrès ces dernières années, mais il reste quelques mètres à parcourir pour crier victoire.

### **3. Quel est l'impact de l'introduction de l'IA dans le domaine de la finance (en général et au Luxembourg)?**

L'IA, et le *machine learning*, commencent à avoir une place centrale dans l'industrie financière. Logique, la finance c'est avant tout des données. La capacité de les traiter automatiquement, et surtout de les comprendre plus rapidement, devient donc stratégique. La technologie permet d'offrir une meilleure expérience client grâce à des services augmentés tels que des offres hyper personnalisées, l'assistance automatique... A titre d'exemples, je peux citer *Email Tree*, le logiciel de gestion des emails par IA qui permet l'obtention de crédits en ligne en quelques secondes ou encore *Investify* qui permet de réaliser des placements financiers automatisés via des «*robo advisors*». L'IA prend également une place prépondérante dans la cybersécurité ou la lutte contre la fraude et le blanchiment d'argent, avec une analyse automatisée très complexe des transactions financières et du comportement des utilisateurs.

Finalement, l'IA devient un puissant assistant réglementaire, permettant aux institutions d'être informées en temps réel de leurs obligations, d'analyser, voire même de traduire automatiquement des documents financiers, comme par exemple avec *Lingua Custodia*. Nous devons donc rester attractifs et développer l'écosystème de l'IA, afin que l'industrie financière luxembourgeoise reste compétitive sur le plan européen et mondial.

### **4. Est-ce que le Luxembourg est un lieu propice au déploiement des technologies d'IA dans le domaine de la finance?**

Le Luxembourg est un lieu propice au déploiement de toutes solutions relatives à la Fintech, et l'IA en fait partie. Néanmoins, il est important de mentionner que malgré un écosystème IA qui est en plein essor, le plus gros risque auquel nous devons faire face est un manque de personnes qualifiées. En effet, une Fintech, comme toute entreprise, est aussi bonne que les personnes qu'elle emploie. Nos firmes en IA sont aujourd'hui inquiètes, car il devient très difficile de trouver et de recruter de la compétence dans le domaine, ce qui les oblige à s'établir à Paris ou Berlin. Nous travaillons activement avec plusieurs institutions publiques pour trouver des solutions, mais il ne fait aucun doute que l'attraction des talents sera l'élément clé pour la pérennité de l'écosystème Fintech et de la place financière dans les prochaines années.

### **5. Quelle est la démarche que devrait suivre un entrepreneur qui voudrait se lancer dans la FinTech au Luxembourg?**

Le plus simple est de contacter la LHoFT. Nous faisons un point sur le projet et sur les étapes à suivre. Nous nous adaptons aux besoins de chaque entrepreneur. Nous invitons aussi toutes les Fintechs souhaitant être connectées aux acteurs de l'industrie financière de souscrire à *Catapult Kickstarter*. Je les invite à nous suivre sur les réseaux sociaux et à se rendre sur notre site internet pour être informés de nos prochains événements.

# Entretien

## Ananda Kautz,

HEAD OF INNOVATION, PAYMENTS & DIGITAL,  
ABBL

### 1. En quoi consiste l'activité de l'ABBL?

L'Association des Banques et des Banquiers du Luxembourg, l'ABBL, est l'association professionnelle qui représente la majorité des institutions, intermédiaires régulés et professionnels du domaine financier au Grand-Duché. Nous représentons la diversité de la place financière luxembourgeoise et exprimons d'une voix, des positions communes sur le plan national et international. Notre rôle comprend notamment la fourniture d'informations, ressources et services à nos membres, pour les aider à évoluer dans un environnement financier dynamique et dont le cadre réglementaire se complexifie de plus en plus.

### 2. Quel est l'impact de l'introduction de l'IA dans le secteur bancaire?

L'IA est considérée comme l'une des technologies les plus prometteuses pour réduire les coûts, automatiser la prise de décision et rationaliser les processus commerciaux dans les secteurs bancaire et financier. À l'heure actuelle, il existe encore peu d'études présentant un état des lieux sur l'adoption des méthodes et outils d'IA par l'économie luxembourgeoise. Selon l'une d'elles, [« *Use of Data Analytics and Artificial Intelligence 2021* » publiée par PwC], les milieux bancaire et financier montrent un intérêt pour l'IA bien plus élevé que les autres secteurs économiques du Grand-Duché et 100% des banques interrogées désirent développer l'usage de l'IA. L'adoption de cette technologie reste pour l'instant faible et il y a donc encore un énorme potentiel à exploiter.

### 3. Quels sont les applications les plus courantes d'IA utilisées dans le secteur bancaire?

Selon l'étude évoquée précédemment, les banques luxembourgeoises sont en train d'évaluer comment elles peuvent utiliser les technologies d'IA pour améliorer leurs processus financiers ainsi que leur gestion des risques internes. Dans 80% des cas, ces organisations se tournent vers des solutions clé en main d'automatisation robotisée des processus (technologie de création de robots via l'apprentissage du comportement d'un usager sur une interface graphique). Actuellement, nous sommes encore à un stade précoce de l'adoption technologique et la plupart des banques expérimentant l'IA témoignent que la tâche est plutôt ardue. Néanmoins, environ 80% des banques interrogées considèrent que le suivi des nouvelles réglementations ainsi que la gestion du risque constituent des usages clés de l'IA. De plus, selon 40% des répondants, l'IA peut notamment être créatrice de valeur dans des domaines tels que la gestion des actifs et passifs d'une société ou encore l'optimisation du bilan financier. La lutte contre le blanchiment d'argent (AML en anglais) est aussi une activité pour laquelle l'IA fait l'objet d'expérimentations. C'est ainsi, par exemple, que la *Fondation ABBL pour l'éducation financière, l'Interdisciplinary Centre for Security and Trust (SnT) de l'Université du Luxembourg*, et diverses institutions de crédit membres de l'ABBL collaborent dans le cadre d'un projet. L'objet de ce dernier est de développer des outils d'IA fiables permettant d'exécuter instantanément des procédures de diligence raisonnable (« *due diligence* »), ce qui nécessite le développement d'une méthode rendant l'IA auditable, traçable et sécurisée. Ces points sont devenus fondamentaux dans le cadre d'un durcissement des obligations réglementaires. L'usage de plus en plus courant des solutions de paiements instantanés a poussé les institutions financières à explorer la piste de l'IA pour trouver des outils adaptés aux besoins relatifs à l'AML.

#### **4. Quels sont les avantages et défis spécifiques au Luxembourg en ce qui concerne l'intégration de la technologie d'IA dans le secteur bancaire?**

Selon l'étude PwC évoquée précédemment, au Luxembourg, les banques considèrent que l'IA est un moyen d'améliorer les analyses grâce à l'utilisation de sources de données variées et qualitatives, et ce à des coûts raisonnables. Les défis reportés sont notamment le manque de personnel qualifié, la disponibilité de données structurées et utilisables et enfin la nécessité de mettre en place des cadres de gouvernance interne appropriés. Un autre aspect important à prendre en compte est le nombre relativement faible d'institutions financières dont les décisions sont prises au Luxembourg. Dans ce cadre, l'adoption des technologies d'IA par le secteur financier national dépend des décisions prises au niveau du siège des banques.

#### **5. Quelles mesures faudrait-il introduire au Luxembourg pour faciliter/accélérer l'adoption de l'IA dans le milieu bancaire?**

L'adoption d'une technologie aussi nouvelle et complexe que l'IA par une institution financière constitue un processus progressif qui dépend de nombreux facteurs internes et externes. Dans ce cadre, le rôle du secteur public est non négligeable. Il lui revient en effet d'introduire un cadre législatif relatif à l'IA, et dans ce contexte, la proposition de Règlement sur l'IA de la Commission européenne est un important pas en avant. Améliorer la disponibilité des talents au Luxembourg apparaît aussi comme une nécessité. L'État pourrait par exemple mettre en place des *Bachelors* et *Masters* spécialisés à l'Université du Luxembourg, favoriser le recrutement de main-d'œuvre à l'extérieur du pays, établir un laboratoire national de recherche sur l'IA pour faire un pont entre la recherche scientifique et l'industrie, développer des formations (« *re-skilling* » et « *up-skilling* ») spécifiques, ou encore débloquer des fonds pour la Recherche et Développement dans ce domaine. Enfin, nous recommandons l'adoption de la super déduction fiscale (proposition émise par la Chambre de Commerce avec notamment la contribution de l'ABBL) pour soutenir les investissements des entreprises dans le domaine de la double transition digitale et écologique et en Recherche et Développement.

#### **6. Est-ce que l'ABBL a lancé des initiatives afin d'encourager ses membres à adopter l'IA?**

Oui. Nous avons un agenda très actif sur ce sujet. Nous participons, conjointement avec la Fédération bancaire de l'Union européenne (EBF), aux réflexions sur le futur Règlement européen relatif à l'IA; nous organisons des réunions et événements afin d'expliquer à nos membres ce qu'est l'IA et quel sera son impact sur les services financiers; nous facilitons la mise en relation entre les entreprises de FinTech fournissant des solutions innovantes d'IA et nos membres; nous développons et promovons des formations sur l'IA dans le domaine de la finance, en coopération avec la *House of Training*. Et enfin, comme évoqué précédemment, nous travaillons sur un projet de recherche pour une IA digne de confiance et utilisable dans le processus d'AML et de diligence raisonnable.

# Entretien

## Geoffrey Nichil,

RESPONSABLE DU DATA STUDIO,  
GROUPE FOYER

### 1. En quoi consiste l'activité du Groupe Foyer?

Créé en 1922, *Foyer S.A.* est une compagnie d'assurance luxembourgeoise. Leader du marché local de l'assurance Vie et Non-Vie, elle est active dans plusieurs pays européens à travers trois métiers : l'assurance, la prévoyance et la gestion de patrimoine. Sa gamme de produits s'adresse à une clientèle de particuliers, de professionnels et d'entreprises.

### 2. Quel est l'impact de l'introduction de l'IA dans le secteur des assurances?

Pour *Foyer* et pour les assureurs de la place luxembourgeoise, la *data* et l'IA s'inscrivent dans une logique de transformation à long terme qui vise à challenger la manière de traiter certains enjeux stratégiques. L'exploitation des données favorise par exemple le développement de propositions de valeurs et d'expériences de consommation individualisées. Elle nous permet d'améliorer la pertinence et la qualité de nos offres de services, de conseils et d'assurances et rend possible une tarification en fonction des profils clients. La performance opérationnelle de l'entreprise peut aussi être optimisée grâce à l'IA qui offre de nouvelles approches pour améliorer la gestion client, désengorger les centres d'appels, faciliter et optimiser la gestion des sinistres, mais aussi individualiser les risques, en tenant compte des usages. Grâce à des données toujours plus fiables et des solutions technologiques permettant de travailler en temps réel, les équipes avancent plus vite et se concentrent sur des actions personnalisées précises, avérées et pertinentes. Cela accélère et sécurise le processus de prise de décisions et garantit des prestations de haut niveau. Enfin, l'usage de l'IA permet de renforcer nos travaux prospectifs et nos projets d'innovation. En captant les nouvelles sources de données et en se dotant de technologies de pointe, les équipes *Foyer* renforcent leur capacité à comprendre les attentes, développer de nouvelles offres, mais aussi à adapter leur feuille de route pour tenir compte d'enjeux émergents tels que les évolutions climatiques et les nouvelles criminalités.

### 3. Quelles sont les applications les plus courantes d'IA utilisées dans le secteur des assurances?

Beaucoup d'applications existent dans le secteur des assurances. Les plus anciennes tournent autour de la personnalisation des contenus marketing. En utilisant des méthodes de *machine learning*, il est possible d'identifier les personnes à contacter selon leurs besoins, d'adapter les messages envoyés, de trouver la période de contact optimale, mais également de définir le support de communication le plus impactant. Les applications d'IA permettent également d'optimiser et de fluidifier la gestion des sinistres. Par exemple, nous utilisons des réseaux de neurones pour catégoriser de façon automatique les demandes de remboursement en santé que nos clients nous adressent et en extraire les informations de façon automatisée. Les assureurs travaillent aussi sur la lutte contre la fraude et la mise en place d'une tarification plus dynamique. Les objets connectés et l'accessibilité de nouvelles sources de données permettent d'innover à l'infini et ouvrent la porte à de nouveaux modèles créateurs de valeurs pour l'ensemble des acteurs économiques.

#### **4. Est-ce que le Luxembourg est un lieu propice au déploiement des technologies d'IA dans le secteur des assurances?**

Le Luxembourg est un lieu ambivalent à ce sujet. Les points positifs sont nombreux. On peut parler de l'*Université du Luxembourg* et des sujets de recherche qui y sont traités.

On peut aussi mentionner l'écosystème dynamique des startups, avec notamment la House of Startups, la *Luxembourg House of Financial Technology* (LHoft) ou encore le très actif *Luxembourg Open Innovation Club* (LOIC), où l'IA est bien représentée. Il existe aussi une forte volonté politique de digitalisation et d'acculturation à l'IA. La participation du Luxembourg au projet «*Elements of AI*», qui offre un accès gratuit pour tous à des cours en ligne sur les fondamentaux de l'IA, constitue un exemple d'initiative en ce sens.

Néanmoins, quelques défis sont encore à traiter. Soucieux d'une protection accrue de nos données, il ne nous est pas toujours possible d'un point de vue réglementaire de bénéficier des services proposés par les hébergeurs de *Cloud*. Ainsi, certains *Proof of Concept* nous sont impossibles à réaliser. Par ailleurs, le marché de l'assurance, malgré son dynamisme, est limité par la taille du pays. En effet, un grand assureur au Luxembourg reste un petit acteur à l'échelle européenne ou mondiale et en l'absence d'une taille critique, certains fournisseurs dans le domaine de l'IA ne proposent pas d'offre dans le pays.

#### **5. Quels sont les avantages et défis spécifiques au Luxembourg en ce qui concerne l'intégration de la technologie d'IA dans le secteur des assurances?**

Parmi les avantages, on peut parler de la maturité du marché et de la grande quantité de données disponibles (chez les assureurs eux-mêmes, mais aussi en *open data* via par exemple le cadastre ou le parc automobile). La taille du pays et le maillage fin au niveau du réseau d'agences Foyer nous permettent une bonne connaissance des clients ainsi que des retours rapides.

D'un autre côté, la singularité du marché luxembourgeois peut être citée comme un défi. Au Grand-Duché, le parc automobile est un des plus jeunes du monde et dans l'immobilier, le nombre de propriétaires est très élevé, tout comme la fréquence des déménagements, pour ne citer que quelques particularités. Ainsi, la plupart des modèles d'IA existants à l'étranger ne sont pas applicables au Luxembourg.

#### **6. Quelles mesures faudrait-il introduire au Luxembourg pour faciliter/accélérer l'adoption de l'IA dans le milieu des assurances?**

Un effort plus soutenu devrait être envisagé sur la formation des étudiants et des jeunes enfants, mais aussi et surtout celle des employés. L'impact de l'IA pour les salariés, tant du secteur privé que du public, est conséquent. Des groupes de travail inter-secteurs pourraient également être mis en place pour échanger sur les technologies utilisées, les cas d'usage implémentés, ainsi que les freins et les solutions rencontrées par les entreprises. Enfin, une proximité accrue avec les régulateurs devrait être envisagée. Beaucoup de nouvelles réglementations ou projets de lois ont vu le jour récemment. Il convient d'anticiper et d'intégrer dans les chaînes de production ces nouveautés sans empêcher les innovations d'être mises à disposition du marché.

#### **7. Quel conseil donneriez-vous aux entreprises luxembourgeoises qui souhaitent intégrer l'IA?**

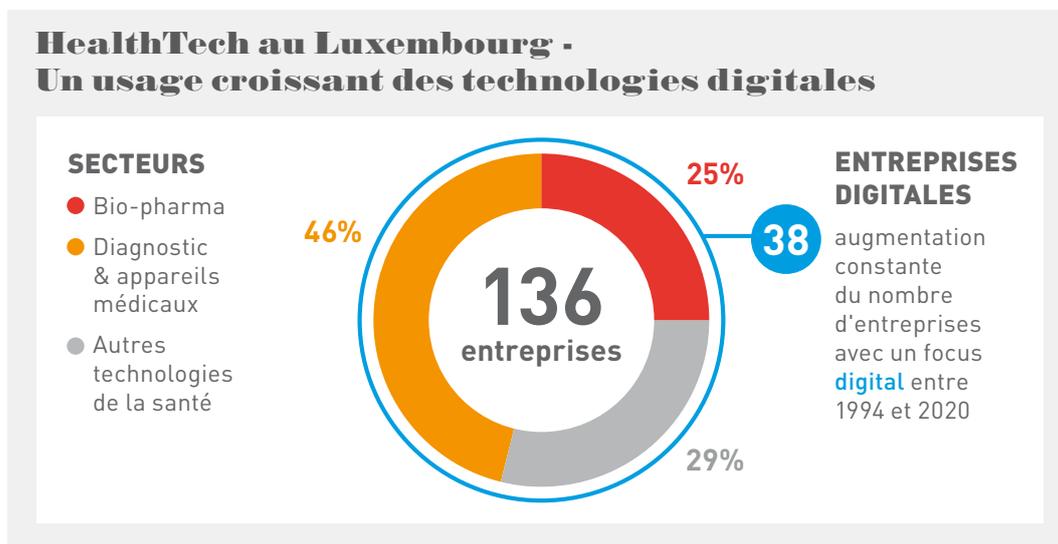
Pour exploiter pleinement ce gisement de valeur qu'est l'IA, la clé est de faire évoluer la culture d'entreprise, d'accepter de modifier ses pratiques et de choisir les technologies adaptées à ses besoins. La disponibilité des données et leur qualité est plus importante que le type d'algorithme utilisé. Souvent, des choses simples et impactantes peuvent être facilement mises en place sans forcément utiliser les derniers algorithmes qui font le «*buzz*».

## LE SECTEUR DE LA SANTÉ

Parmi les pistes de diversification économiques visées par le Luxembourg, on trouve le secteur du « HealthTech », soit celui des technologies de la santé. Son rôle, important en raison du vieillissement de la population, est d'autant plus critique depuis l'apparition de la pandémie de Covid-19. Comme décrit précédemment (partie II.1.b de ce document), le secteur de la santé est l'objet de bouleversements majeurs grâce au déploiement de la technologie d'IA.

Au Grand-Duché, il existe une volonté politique forte de dynamiser le secteur des technologies de la santé. Comme l'affirmait le Ministre de l'Économie Franz Fayot dans un communiqué du Gouvernement<sup>49</sup> en 2021, « le développement des outils digitaux dans les technologies de la santé revêt une importance cruciale pour l'économie luxembourgeoise et s'inscrit dans le développement d'une stratégie d'innovation basée sur les données qui contribue à l'évolution d'une médecine personnalisée au Luxembourg ». C'est dans cette veine qu'en 2021, le ministère de l'Économie, en collaboration avec le Fonds national de la recherche (FNR) et avec le soutien de Luxinnovation, a lancé un appel à projets visant à favoriser la recherche & développement et les partenariats publics-privés dans le secteur du « HealthTech ». Dans ce cadre, la plateforme digitale [www.research-collaboration.lu](http://www.research-collaboration.lu) a été créée pour faciliter le lien entre les institutions publiques, les entreprises et les professionnels du domaine de la santé et accélérer l'intégration d'outils numériques. Quatre projets, dont le budget total s'élève à 6,1 millions d'euros ont été retenus à la fin du processus de sélection en 2022. 2,8 millions de cette somme sont couverts par le FNR, 1,75 millions apportés par le ministère de l'Économie et la différence est prise en charge par l'apport de fonds propres des entreprises et organismes de recherche.

Au niveau national, selon les dernières estimations<sup>50</sup> du cluster dédié chez Luxinnovation (voir graphique ci-après), l'industrie du « HealthTech » comptait, en 2020, 136 entreprises privées employant environ 1 880 personnes. Parmi celles-ci, on constate entre 1994 et 2020, une augmentation constante de firmes spécialisées dans le domaine digital (qui incluent l'usage de l'IA) qui sont au nombre de 38 (selon les dernières statistiques), ce qui représente près de 30% des entreprises du secteur du « HealthTech ».



Source : Luxinnovation, 2020

<sup>49</sup> Ministère de l'Économie, Communiqué « Franz Fayot annonce le lancement d'un premier appel à projets concernant les technologies de la santé, conjointement avec le Fonds national de la recherche avec le soutien de Luxinnovation ».

<sup>50</sup> <https://www.luxinnovation.lu/healthtech-mapping/>

Pour offrir une approche plus centrée «terrain» au lecteur, un entretien a été réalisé auprès de la Direction de la Santé à propos de l'impact de l'IA sur le secteur de la santé et des grands projets en cours.

# Entretien

## Thomas Dentzer,

CHIEF STRATEGY OFFICER À LA DIRECTION DE LA SANTÉ,  
MINISTÈRE DE LA SANTÉ

### **1. Avec l'aboutissement de la digitalisation, l'économie luxembourgeoise devient de plus en plus dépendante des données. Avez-vous constaté une vague d'innovations dans le domaine de la santé au Grand-Duché pour s'adapter à cette évolution?**

C'est vrai que les données sont devenues le nouveau pétrole. Depuis que les grandes entreprises exerçant dans les médias sociaux ont commencé à les utiliser, il y a eu une prise de conscience de leur importance par d'autres acteurs. Le secteur de la santé, en particulier, est un environnement souvent rigide et peu ouvert aux innovations dans le souci de limiter les risques encourus par le patient. Il a néanmoins compris que le changement était imminent. Le secteur de la santé a de plus en plus d'applications «*standalone*» qui utilisent la *data*. Comme leur nom l'indique, ce sont des applications qui fonctionnent seules. Or, pour libérer pleinement leur potentiel, elles devraient être intégrées dans les systèmes existants et communiquer avec eux.

### **2. Quels impacts ont la technologie d'IA et le «Big Data» dans le domaine de la santé en général et plus particulièrement au Luxembourg?**

L'impact sera principalement visible dans la façon dont on pratiquera la médecine dans le futur. Il sera possible, par exemple, de comparer des milliers de patients entre eux, ce qui n'est pas faisable actuellement. Les nouvelles technologies liées aux données vont aussi minimiser la charge de travail et libérer du temps que les médecins pourront consacrer directement aux patients. En outre, l'IA va contribuer à augmenter la qualité des services, et ce notamment dans le cadre des analyses d'images. J'ajouterais que contrairement aux humains, un logiciel/ordinateur maintient à tout moment une performance constante et n'est pas sujet à la fatigue. Des études dans le domaine du dépistage du cancer du sein ont ainsi montré que les IA peuvent, aujourd'hui déjà, produire des résultats supérieurs aux meilleurs médecins. Pour pouvoir utiliser les nouvelles technologies relatives à l'IA dans le quotidien de la médecine, ce qui est maintenant requis est l'intégration (dans les systèmes existants), l'«*accountability*» [c'est-à-dire le fait que l'IA soit transparente et explicable] et la mise en place d'un cadre réglementaire.

### **3. Est-ce que le Luxembourg est un lieu propice au déploiement de la technologie d'IA dans le domaine de la santé?**

Grâce à sa taille réduite (environ 640 000 résidents et 1 million d'assurés via la CNS), le Luxembourg peut jouer un rôle important en tant que laboratoire pour ces nouvelles technologies. L'enjeu est actuellement de mieux définir un cadre et une gouvernance relatifs à l'IA, qui permettent d'assurer une protection appropriée des données des citoyens. La CNS ainsi que différents ministères travaillent avec la Direction de la Santé pour le développement d'un tel environnement. La première étape consiste à bien organiser les données médicales, afin de pouvoir analyser des informations de haute qualité. Il faut mettre en place un système unique au niveau du pays qui inclurait les informations issues des milieux hospitalier et extrahospitalier et dont l'accès serait plus aisé pour les patients et les professionnels de la santé, ce qui augmenterait la qualité des thérapies. En outre, des données statistiques fiables aideront à prévoir les besoins futurs et à prendre de meilleures décisions politiques. La disponibilité de données anonymisées ouvre la possibilité à la Recherche d'en apprendre plus sur la santé et sur les maladies, de développer de nouvelles thérapies, et d'innover.

#### **4. Est-ce que le *ministère de la Santé* déploie des mesures/projets pour introduire les nouvelles technologies liées aux données et à l'IA dans le domaine de la santé au Luxembourg?**

Plusieurs actions sont en cours d'analyse et de discussion, et ce notamment en ce qui concerne la mise en place de projets pilotes relatifs à l'IA dans le domaine des analyses d'images. Le *ministère de la Santé* se concentre actuellement sur la faisabilité et la mise en place d'un système unique qui servira de base pour tous les développements futurs dans ce domaine. Nous suivons une approche holistique qui vise à intégrer, après la phase pilote, les futurs systèmes d'IA dans les hôpitaux et qui permettra leur utilisation à travers l'intégralité du système de santé luxembourgeois.

#### **5. La *Healthtech* est un des domaines de diversification économique que le Luxembourg souhaite développer. Est-ce que le pays a actuellement tout ce qu'il faut pour être compétitif dans ce domaine?**

Initialement réalisés pour soutenir d'autres secteurs comme la finance, les nombreux investissements des dernières années dans les infrastructures TIC ont aussi profité aux technologies de la santé. Néanmoins, il reste des défis à relever au niveau de la réglementation, de la gouvernance et de l'accès aux données.

#### **6. Pensez-vous que l'IA est une technologie d'avenir et si oui pourquoi?**

Oui, les outils ont déjà montré leur plus-value dans plusieurs études et dans différents domaines. Ils permettront aux professionnels de la santé d'accorder davantage de temps au patient en augmentant l'efficacité du processus d'analyse des données et d'images. A terme, les IA seront tellement performantes et les données des patients seront tellement exhaustives qu'il sera inutile pour un médecin de revoir les résultats d'une analyse. A la place, il pourra comparer les différents cas d'une même maladie et se concerter avec le patient afin d'identifier la meilleure thérapie. J'estime que la charge administrative des professionnels de la santé va aussi être impactée dans le sens d'une diminution.

#### **7. Quel est selon vous l'un des éléments les plus importants pour intégrer l'IA dans le domaine de la santé?**

Si on parle de données de santé, de « *Big Data* » et d'IA, le point le plus important est la confiance. Le patient doit avoir l'assurance que ses données seront bien sécurisées et utilisées de la meilleure façon qui soit, afin de l'aider. Je parle d'une confiance dans le médecin et dans le système de santé, mais aussi d'une confiance dans l'outil d'IA qui pour l'instant apparaît encore trop souvent comme une sorte de boîte noire, dont on ne comprend pas vraiment le fonctionnement. Pour intégrer l'IA dans le domaine de la santé, il faut développer une réglementation ainsi qu'un système indépendant de certification des nouveaux outils pour approuver leur fonctionnement.

### **c. La transformation des secteurs traditionnels**

On parle de révolution du «*Big Data*» et de l'IA parce qu'il s'agit de technologies provoquant des transformations profondes dans tous les pans de l'économie et de la société. Les entretiens qui suivent, réalisés auprès de la *FEDIL*, de *Goodyear* et de l'*HORESCA* témoignent de l'impact de l'IA dans les secteurs traditionnels tels que l'industrie et l'*HORECA* (secteur hôtellerie, restauration, cafés). L'introduction de l'IA dans le domaine de l'industrie a notamment fait émerger le concept d'«*Industrie 4.0*», qui désigne «*l'entrée de l'industrie mondiale dans sa quatrième révolution, qui combine trois innovations technologiques - l'automatisation, l'internet des objets et l'IA - pour créer des modèles industriels et économiques de rupture*<sup>51</sup>».

Selon le document «*The data-driven innovation strategy for the development of a trusted and sustainable economy in Luxembourg*» publié par le *ministère de l'Économie* en mai 2019, la contribution du secteur industriel grand-ducal au PIB national est en décroissance depuis une vingtaine d'année (-7.8% entre 1995 et 2015), comme c'est d'ailleurs aussi la tendance dans l'Union européenne en général. Dans ce contexte, l'IA pourrait constituer une opportunité pour redynamiser ce secteur traditionnel.

51 Max Blanchet, *Industrie 4.0 : nouvelle donne industrielle, nouvelle donne économique*, 2016

# Entretien

## Georges Santer,

HEAD OF DIGITAL AND INNOVATION,  
FEDIL

### 1. Qu'est-ce que la **FEDIL**?

La **FEDIL** est la fédération nationale de l'industrie. Elle représente près de 700 entreprises qui réalisent environ 5,6% du PIB luxembourgeois.

### 2. Avec la progression de la digitalisation, l'économie luxembourgeoise devient de plus en plus dépendante des données. Avez-vous constaté une vague d'innovations au Grand-Duché pour s'adapter à cette évolution?

Chaque entreprise qui met en œuvre une stratégie ou un projet de transformation numérique est confrontée au sujet de la gestion des données, car qui dit digitalisation, dit multiplication des données. Afin de pouvoir profiter de ces données et innover, l'entreprise doit réussir à en extraire de la valeur. Il ne s'agit pas de récolter le plus possible de « *data* », mais de savoir ce que l'on en fait ensuite. Nous constatons, en effet, que beaucoup de nos entreprises membres ont lancé des projets d'innovation basés sur les données pour pouvoir développer de nouveaux produits et services ou pour optimiser, par exemple, un procédé de production, les flux logistiques ou la consommation d'énergie. La « *data-driven innovation* » prend de l'ampleur et les entreprises vont devoir faire face à ce défi pour rester compétitives.

### 3. Comment les industries s'adaptent-elles à ce nouvel environnement fait de données?

Au niveau des industries, on constate que beaucoup d'entreprises disposent d'une stratégie « *Big Data* » et collectent et évaluent déjà systématiquement les données dans leurs processus de production pour optimiser la qualité de leurs produits et l'efficacité des processus de production. Sur la base de ces données, elles ont, par exemple, la possibilité de faire de la maintenance prédictive qui permet de réduire les temps d'arrêt des machines. En ce qui concerne les PME, on constate qu'elles sont parfois plus réticentes parce que ces projets nécessitent des investissements importants en ressources techniques et humaines. Il est donc essentiel de les encourager et de les accompagner pour leur faciliter l'accès à ces technologies.

### 4. Le Luxembourg est-il un lieu propice pour développer des applications/outils d'IA?

Avec la présentation de sa vision stratégique de l'IA, en 2019, le Luxembourg a souligné sa volonté de promouvoir cette technologie et d'en faire une priorité nationale. Le Luxembourg a investi dans ses infrastructures TIC à savoir la connectivité, les centres de données, le supercalculateur *Meluxina* ainsi que dans les compétences d'IA dans le domaine de la recherche publique et de l'enseignement. Oui, le Luxembourg est attractif pour développer des applications/outils d'IA, mais avec la proposition de réglementation sur l'IA de la Commission européenne, il faudra veiller à ne pas freiner l'innovation et la R&D par le biais d'un cadre réglementaire trop strict.

## **5. Pensez-vous que l'IA est une technologie d'avenir et si oui pourquoi? Est-ce que les entreprises luxembourgeoises devraient dès à présent travailler à intégrer l'IA dans leurs processus?**

L'IA est devenue une réalité aujourd'hui et fait parler d'elle dans tous les domaines. La liste des cas d'usage permis par cette technologie ne cesse de grandir et les applications dans les domaines industriels, administratifs ou commerciaux sont nombreuses: la robotique, les opérations de maintenance prédictive, l'assistance par les robots collaboratifs, la reconnaissance visuelle et verbale, les fameux «*chatbots*», les aides à la prise de décision managériale... Les entreprises vont devoir s'y préparer, car les technologies basées sur l'IA vont profondément transformer les secteurs de l'industrie et des services. Ne pas intégrer ces technologies représenterait un risque de perte de compétitivité majeur.

## **6. Quels sont les défis les plus souvent reportés par les entreprises luxembourgeoises à propos de l'IA?**

Le plus grand défi est celui de la pénurie de talents et du recrutement d'experts en IA. En misant sur l'IA et pour saisir les opportunités offertes par la *data*, les entreprises doivent embaucher des experts, des «*data analysts*», «*data engineers*», «*data scientists*», des ingénieurs en *machine learning* etc., et requalifier les compétences de leurs employés actuels. Un autre défi non-négligeable est celui de l'estimation du retour sur investissement, car une entreprise n'investit pas dans une technologie sans en espérer un bénéfice en retour. Et puis il y a encore le défi de la qualité. Le fonctionnement d'un système d'IA dépend des données d'entraînement de qualité, et obtenir un ensemble de données de qualité nécessite un nombre considérable d'heures de travail pour étiqueter les données d'entraînement.

## **7. Qu'est-ce que le Luxembourg devrait mettre en place pour favoriser l'intégration de l'IA?**

La future réglementation européenne sur l'IA va encadrer le développement de l'IA. Pour éviter d'éventuels freins à l'innovation dans le domaine de l'IA, il faudrait rapidement mettre en place des «bacs à sable» réglementaires relatifs à l'IA («*regulatory sandboxes*»). Ces structures vont pouvoir offrir des environnements contrôlés mis en place par un régulateur dans lesquels les acteurs privés peuvent expérimenter et tester de nouveaux produits.

Par ailleurs, il faut continuer les efforts de démystification de l'IA et sensibiliser les entreprises sur ce qui est faisable avec l'IA. En montrant des cas d'utilisation concrets ou des études de cas, on va arriver à mieux prouver la valeur de l'IA pour une entreprise. Il faudrait aussi veiller à mettre à disposition les formations nécessaires pour pouvoir répondre aux besoins croissants de compétences relatives à l'IA et aux données.

## **8. Avez-vous eu des échos sur l'acceptation sociale des employés quant à l'usage de l'IA?**

Comme toutes les nouvelles technologies, l'IA est en train de bouleverser les différents métiers et refonder le monde du travail, et il est clair que certains regardent le développement des applications IA d'un œil critique. Pour améliorer son acceptation, il faut démystifier l'IA, informer sur ses bienfaits et expliquer que les applications y relatives sont réglementées et vont l'être encore davantage. Il ne faut pas mettre l'humain en concurrence avec l'IA, mais considérer l'IA comme un progrès technologique qui va nous aider à avancer et à augmenter notre productivité.

## **9. La FEDIL est un des initiateurs du Luxembourg Digital Innovation Hub (L-DIH). Pourriez-vous nous dire en quoi cela consiste?**

Le *Luxembourg Digital Innovation Hub* (L-DIH) est une plateforme gérée par *Luxinnovation*. Il accompagne les entreprises dans leurs démarches de transformation numérique et facilite les contacts entre, d'un côté, les entreprises qui ont besoin d'accéder aux compétences, technologies, services et mécanismes de soutien en matière de digitalisation et, de l'autre côté, les fournisseurs de technologies et de services numériques répondant aux besoins de l'industrie. Le L-DIH dispose de compétences uniques en matière de HPC, de cybersécurité et d'IA.

# Entretien

## Véronique Martin-Lang,

CHIEF ENGINEER DATA SCIENCE,  
GOODYEAR

### 1. En quoi consiste l'activité de votre entreprise?

*Goodyear* est l'un des principaux manufacturiers de pneumatiques au monde. La société, dont le siège mondial est à Akron, aux États-Unis en Ohio, emploie plus de 72 000 personnes et fabrique des pneumatiques dans 55 usines réparties dans 23 pays. Ses deux centres d'innovation, situés à Akron et à Colmar-Berg (Luxembourg) conçoivent et développent des produits et services à la pointe de l'innovation, dont certains sont devenus des standards en matière de technologie et de performance.

### 2. Depuis quand *Goodyear* s'est-elle intéressée à l'IA?

*Goodyear*, dont l'innovation fait partie de l'ADN, a démarré au début des années 2000 ses premiers travaux concernant l'IA, avec notamment la prédiction des propriétés des matériaux. C'est ensuite en 2011 que le *Center of Excellence Data Science* a été créé avec une équipe conjointe entre les Centres d'Innovation *Goodyear* du Luxembourg et d'Akron. L'accent était alors mis sur le *Manufacturing*. Depuis, l'équipe est en constante croissance avec des domaines d'expertise de plus en plus étendus.

### 3. Qu'est-ce qui vous a poussé à développer des produits utilisant l'IA?

Le développement et la production de pneumatiques est une tâche complexe, au cours de laquelle plus de 60 types de performance doivent être pris en compte, comme par exemple le maniement du véhicule, la résistance au roulement ou les capacités de freinage. Des solutions digitales ainsi que le recours à l'IA sont alors nécessaires pour optimiser le travail de recherche et de développement. Avec presque 125 ans d'expérience, *Goodyear* a rassemblé une multitude de données sur ses produits. Résultant de tests, du design, de calculs spécifiques, elles sont centralisées et utilisées par les équipes d'ingénieurs. L'IA permet alors d'incorporer ces informations dans des algorithmes de prédiction et d'aide à la décision.

### 4. En quoi consiste vos produits ayant recours à l'IA?

Les produits utilisant l'IA chez *Goodyear* sont variés et peuvent toucher notamment au processus de fabrication et au développement des pneumatiques, mais surtout aux technologies du pneu intelligent «*Beyond Tires*».

### 5. Quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées lors du développement de ces produits utilisant l'IA?

Les difficultés rencontrées sont à la fois liées aux données elles-mêmes, aux ressources de calcul pour les exploiter ainsi qu'au choix de la solution technique la mieux adaptée pour répondre aux besoins. Accéder à des données de qualité constitue un enjeu majeur. En conformité avec les réglementations de protection des données, elles doivent être collectées puis organisées et transformées. En parallèle, les technologies utilisées peuvent également évoluer en fonction des besoins.

## **6. Avez-vous aussi mis en place des applications d'IA au sein de vos processus d'entreprise?**

L'IA est également utilisée chez *Goodyear* en soutien à certains domaines liés au fonctionnement de l'entreprise comme le marketing, la chaîne d'approvisionnement ou le e-commerce... Plusieurs initiatives sont en cours pour digitaliser nos processus.

## **7. Le Luxembourg vous paraît-il être un lieu propice pour développer des applications d'IA?**

Le Luxembourg constitue un écosystème favorable au développement de l'IA, mais où la pénurie de talents et la difficulté à recruter des profils qualifiés et formés représentent des écueils considérables.

## **8. Qu'est-ce qu'il serait nécessaire de mettre en place au Luxembourg pour faciliter l'intégration des outils d'IA?**

L'Université du Luxembourg pourrait continuer à se développer dans ce domaine et ainsi favoriser un vivier de candidats pour les entreprises locales. En parallèle, renforcer le réseau autour de l'IA avec les acteurs locaux pourrait également être favorable à l'échange de bonnes pratiques et à l'optimisation des capacités de *High Performance Computing*.

## **9. Existe-t-il de la collaboration sur le sujet de l'IA au Luxembourg?**

Le partenariat entre Goodyear et le *Luxembourg Institute of Science and Technology* (LIST) a permis des recherches conjointes et des avancées concrètes, dont 13 réalisations dans le domaine de la science des données. Un second accord a été signé en juin 2022 pour poursuivre cette collaboration autour de la mobilité.

# Entretien

## François Koepp,

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL,  
HORESCA

### 1. Qu'est-ce que l'HORESCA ?

L'HORESCA est la Fédération nationale des Hôteliers, Restaurateurs et Cafetiers du Grand-Duché. Elle représente près de 3 000 entreprises qui emploient plus de 20 000 salariés et réalisent plus de 6% du PIB luxembourgeois.

### 2. Comment les outils d'IA ont-ils impactés le secteur HORECA au Luxembourg ?

Au Luxembourg, les outils d'IA ne sont utilisés que très rarement dans le secteur HORECA et lorsqu'ils le sont, c'est surtout par des grandes entreprises appartenant à des groupes d'ampleur internationale. Dans l'hôtellerie par exemple, les grandes chaînes peuvent avoir recours à l'IA pour étudier le marché et adapter automatiquement leurs prix par rapport à l'offre et la demande tandis que les PME, qui ont des moyens plus limités, font ce travail manuellement. Au Grand-Duché, la majorité des hôtels, restaurants et cafés sont de taille modeste et n'ont pas les ressources nécessaires pour utiliser des outils d'IA.

### 3. Pourquoi est-ce que la plupart des PME luxembourgeoises n'utilisent actuellement pas d'outils d'IA ?

Les entreprises sortent d'une crise et font face à une nouvelle crise. La pandémie de Covid-19 a vidé leurs caisses et la priorité n'est pas de se tourner vers l'IA. Cette technologie va certes aider les grands groupes internationaux à attirer des clients, à gérer les prix et la stratégie globale, mais au niveau des entreprises individuelles, elle est difficilement applicable pour des raisons de moyens et de rentabilité. Il faut aussi garder à l'esprit que le cœur de métier de l'HORECA est le service. Posez-vous la question : voulez-vous être servi par un robot ou préférez-vous le contact humain ? Les différents confinements qui ont résulté de la pandémie ont démontré que le contact humain était essentiel. L'IA n'est pas vraiment un outil adapté aux particularités de notre secteur. Chez nous, si le client revient, c'est parce qu'on le reconnaît et que le service est personnel et personnalisé.

### 4. Si l'IA n'est pas un outil particulièrement adopté dans votre secteur, quels types d'outils pourrait bénéficier à son dynamisme ?

Le secteur a actuellement besoin de trouver de la main-d'œuvre qualifiée et moins qualifiée et d'accéder plus facilement au crédit. Il serait plus dynamique s'il était régi par des règles plus efficaces et moins nombreuses. Au niveau européen, la réglementation favorise inégalement les entreprises selon leur taille, les grandes étant mieux loties que les PME. Enfin, l'intégration des mesures relatives à la transition verte est aussi un défi de taille pour notre secteur. Comme vous le voyez, l'IA est loin dans l'agenda de nos priorités. Nous avons besoin de mesures qui nous aident à relever les défis que je viens de citer.

## **5. Y-a-t-il eu néanmoins une accélération de l'usage d'outils relatifs à l'IA avec les restrictions appliquées lors de la pandémie de Covid-19?**

Il y a eu une accélération de l'utilisation d'outils digitaux pour notamment les services de livraison et de commande en ligne, mais ces outils n'ont pas recours à la technologie d'IA. En d'autres termes, c'est le client qui choisit et passe la commande en ligne sans qu'il y ait l'intervention d'un moteur de recommandations et sans que l'établissement n'ait de prédictions sur de potentielles futures commandes selon par exemple la météo ou la saison.

## **6. Quels sont les défis posés par l'arrivée de l'IA dans le secteur HORECA?**

Avec l'arrivée de l'IA, il est aujourd'hui possible de payer pour améliorer le référencement de son établissement. Cela introduit un risque de biais qui peut influencer fortement sur le choix du consommateur indépendamment des « performances » réelle de l'entreprise.

#### **d. L'apparition de potentiels fleurons nationaux dans des applications nouvelles**

La révolution technologique en cours, basée sur les données, a aussi engendré l'apparition de nouveaux produits et services. Cette partie présente les témoignages de trois startups luxembourgeoises (*LuxAI*, *KeepContact* et *Supermiro*) qui se sont distinguées par leurs innovations aux niveaux national et international et qui partagent leur expérience de la création et de la gestion d'une entreprise en IA au Grand-Duché.

## **Entretien**

### **Dr Aida Nazarikhoram MD,**

**CHIEF OPERATING OFFICER ET CO-FONDATRICE,  
LUXAI**

#### **1. En quoi consiste l'activité de *LuxAI*?**

*LuxAI* est une entreprise innovante qui exploite les dernières avancées technologiques, afin de fournir des traitements aux personnes souffrant de troubles du développement neurologique, tels que ceux relatifs au spectre autistique. Dans ce domaine, notre entreprise propose des interventions spécialisées par le biais de son *QTrobot*, un robot social qui vise à rendre les soins plus accessibles et à faciliter le suivi des procédures thérapeutiques en les rendant plus mesurables. Le portefeuille de produits de *LuxAI* comprend des solutions pour les enseignants et les thérapeutes professionnels qui s'occupent d'enfants atteints de troubles du développement neurologique dans les écoles et les centres de thérapie, mais aussi des solutions de soutien à domicile pour aider les parents à réaliser certaines interventions par eux-mêmes. Actuellement, les solutions et services de *LuxAI* sont délivrés dans plus de 15 pays, la majorité des clients étant situés en Amérique du Nord et au Royaume-Uni.

#### **2. Qu'est-ce qui vous a poussé à fonder *LuxAI*?**

L'idée de *LuxAI* est née à l'Université du Luxembourg, lorsque le Dr Pouyan Ziafati (fondateur et CEO de *LuxAI*) travaillait sur sa thèse portant sur les robots cognitifs et l'IA. A cette époque, le concept d'une thérapie utilisant un robot pour soigner l'autisme a fait l'objet d'un «*Proof of Concept*» soutenu par le Fonds national de la Recherche. Le premier prototype *QTrobot* naquit ainsi. Par la suite, des études scientifiques à la fois théoriques et pratiques furent réalisées et démontrèrent la viabilité du concept en tant que technologie à valeur ajoutée dans le cadre de traitements thérapeutiques.

#### **3. Pourquoi avoir choisi le Luxembourg?**

La richesse de l'écosystème de recherche, l'existence de divers moyens de financement dédiés aux nouvelles startups ainsi que l'environnement favorable aux entreprises ont fait du Luxembourg une rampe de lancement idéale pour *LuxAI*.

#### **4. Quels sont les avantages et défis du Luxembourg pour une entreprise exerçant dans l'IA ?**

Le Luxembourg est un pays très innovant qui a développé tout un écosystème de soutien pour les startups innovantes. Géographiquement, il est situé dans une zone stratégique qui offre un accès facile aux grands marchés européens et facilite significativement l'internationalisation. J'ajouterais que la réglementation luxembourgeoise est très favorable aux entreprises, ce qui rend le pays très attrayant pour les jeunes pousses en phase de démarrage et de croissance. En ce qui concerne les défis, je dirais que la taille relativement réduite du pays rend le recrutement et la croissance des équipes difficiles par rapport à des pays plus grands. Trouver les bonnes compétences est d'autant plus ardu pour pourvoir des postes hautement spécialisés dans le domaine de l'IA et de la santé. Au Luxembourg, les entreprises doivent ainsi souvent faire venir des expatriés, d'où des délais et charges administratives supplémentaires. Étant donné la petite taille du pays, un autre challenge est qu'il faut d'emblée viser un marché international, multilingue et multiculturel. On ne peut en effet pas se cantonner aux frontières d'un marché national limité. Dans les premières phases, cela constitue un défi de taille, mais si une entreprise parvient à le surmonter, alors la croissance peut être relativement rapide, voire même exponentielle.

#### **5. Est-ce que le Luxembourg est un environnement favorable pour les chercheurs et entrepreneurs dans le domaine de l'IA ?**

Le Luxembourg a un fort potentiel de *hub* pour les entrepreneurs, et ce d'autant plus, dans le domaine des hautes technologies. De nombreux organismes publics, dont le Fonds national de la Recherche, Luxinnovation et le *ministère de l'Économie*, œuvrent en effet à rendre le pays attractif. Ils offrent par exemple une multitude de solutions de financement et fournissent un support aux entreprises afin de faciliter leur évolution dans les marchés et écosystèmes locaux et européens. L'Université du Luxembourg connaît aussi une croissance rapide et offre diverses possibilités de partenariats public-privé ainsi qu'un accès intéressant aux installations de recherche et à une main-d'œuvre qualifiée. Enfin, mentionnons que la communauté des startups luxembourgeoises se développe rapidement et que de nombreuses jeunes pousses ont atteint une renommée internationale. Le seul bémol concerne l'attraction des « *successful tech entrepreneurs* », où le Luxembourg est à la traîne par rapport à de nombreux pays. Cela s'explique en partie par les difficultés relatives au recrutement de talents, mais aussi par des dispositifs de financement privé pour les startups qui ne sont pas encore mûrs. Il n'y a pas suffisamment d'incitatifs (ex : fiscaux) pour pousser les premiers investisseurs à financer les jeunes pousses en phase de démarrage et les investissements traditionnels restent perçus comme moins risqués, donc plus attractifs. Par conséquent, de nombreuses startups n'ont d'autres choix que d'attirer des fonds privés d'autres pays et, parfois, il peut alors être plus efficace de s'installer dans un lieu où l'accès au financement est meilleur.

#### **6. Quelle importance auront les technologies d'IA dans le futur ?**

Le monde est actuellement confronté à une croissance démographique négative. Cela signifie que nous aurons plus de personnes ayant besoin de soins et de soutien que de personnes capables de gérer la société dans diverses disciplines. L'automatisation des tâches répétitives dans les secteurs de la fabrication, de la production et de l'agriculture a énormément aidé la société. Cependant, lorsqu'il s'agit de tâches et de services qui nécessitent un haut niveau de spécialisation, une prise de décision et de nombreuses années de formation, l'IA semble être la seule solution, garantissant ainsi la pérennité de nos sociétés. Cette technologie, développée selon une approche explicable et éthique, rend possible la prestation de services à la fois fiables, qualitatifs, évolutifs et économiquement efficaces.

#### **7. Et pour la suite, quoi de prévu pour LuxAI ?**

*LuxAI* fournit une solution unique en son genre qui a le potentiel de faciliter l'accès des personnes souffrant de troubles du développement neurologique (plus de 2% de la population) à des interventions spécialisées dans le domaine de la santé et de l'éducation. Nous avons reçu un excellent retour du marché mondial et avons observé des résultats impressionnants auprès des utilisateurs. Nous sommes actuellement en train de développer notre présence sur les marchés mondiaux. En outre, nous investissons dans la validation clinique de l'efficacité de notre solution thérapeutique, par le biais d'essais cliniques multinationaux à grande échelle. Cela permettra de définir un retour sur investissement clair pour les décideurs gouvernementaux en Europe et aux États-Unis. En cas de succès, *QTrobot* sera le premier robot au monde à être certifié comme dispositif thérapeutique numérique pour soutenir les thérapies précoces nécessaires aux jeunes enfants souffrant de troubles du spectre autistique.

# Entretien

## Ludivine Plessy,

FONDATRICE ET CEO,  
AGENCE KEEP CONTACT

### 1. En quoi consiste l'activité de l'Agence Keep Contact?

Keep Contact qui fête cette année son 15<sup>e</sup> anniversaire, est une agence luxembourgeoise de relations médias et relations publiques qui cible différents publics. Nous sommes également spécialisés dans la production de contenus, la communication de crise et la communication sensible. Depuis quelques années, nous déployons également une expertise dans la veille media et l'intelligence économique. En capitalisant sur les technologies de *Watson Explorer*, nous avons développé, en interne, un outil appelé *Saaskia™*. C'est une solution d'intelligence artificielle appliquée à l'e-veille et à l'e-monitoring qui permet, à partir de critères prédéfinis, de faire le tri dans les flux d'informations, qu'elles soient écrites, sonores ou visuelles, de collecter les plus pertinentes avant de les valoriser. Pour le dire autrement, *Saaskia™* met l'IA au service de la *decision-making*. C'est un accélérateur d'intelligence économique.

### 2. Qu'est-ce qui vous a poussé à vous lancer dans le secteur de l'IA?

Il s'agissait tout d'abord d'accompagner et même d'anticiper, les évolutions de nos métiers en matière d'e-veille compte tenu de la nouvelle donne technologique et sociétale. Il nous fallait innover, en mettant à profit les bénéfices de l'IA, afin de conserver et renforcer notre place de leader, sur ce métier, au Luxembourg. Dans le même temps, nos clients étaient désireux de pouvoir prendre la main sur *Saaskia™* pour gagner en autonomie et automatiser des process de manière à se concentrer sur leur cœur de métier. Ils voulaient aussi mettre à profit le formidable potentiel de l'outil pour exploiter d'autres sources d'informations et ainsi générer et traiter davantage de données. Pour rendre *Saaskia™* accessible à toutes les entreprises, nous avons investi afin de développer un logiciel Saas (« *Software as a service* » est une solution logicielle hébergée dans le cloud, proposée par un fournisseur de service et accessible à la demande via une connexion internet) qui est aujourd'hui commercialisé et utilisé par des PME, des grands groupes et des organisations au Luxembourg et à l'international.

### 3. Quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées pour lancer votre entreprise au Luxembourg?

La création de Keep Contact remonte à 2007. Il faut avouer qu'à cette époque-là tout était facile. C'est ensuite que cela s'est compliqué car il a fallu composer avec de profonds bouleversements en lien avec la crise financière de 2008, les évolutions technologiques ou bien encore, tout récemment, la crise sanitaire et le déploiement du métaverse. Mais ces changements ont également eu un aspect positif dans la mesure où ils nous ont obligés à nous remettre en cause et à innover. Keep Contact n'est plus une startup mais elle en a conservé l'esprit.

#### **4. Selon vous, est-ce que le Luxembourg est un lieu propice pour développer un business dans le domaine de l'IA et du « Big Data » ? Si oui/non, pourquoi ?**

Absolument. Le Luxembourg a su mettre sa petite taille à profit pour devenir un formidable laboratoire au service de l'innovation, notamment technologique. Le pays porte des ambitions et se donne les moyens de les atteindre comme l'attestent les investissements consentis pour offrir aux entrepreneurs et aux chercheurs, un écosystème particulièrement performant, stimulant et connecté au reste du monde.

Un univers d'autant plus pertinent qu'il ne se focalise pas uniquement sur l'aspect technologique de l'IA pour s'intéresser aussi à d'autres facettes tout aussi stratégiques, comme l'éthique et le cadre légal.

#### **5. Est-ce que le Luxembourg offre des avantages pour les entrepreneurs en IA ?**

C'est indéniable compte tenu de la qualité de l'écosystème que je viens d'évoquer mais également des multiples passerelles qui permettent aux entreprises et startup d'accéder à ces richesses. Cela prend de multiples formes: du conseil, de l'accompagnement, de l'expertise, du partage d'informations, des aides financières, des appels à projet... Pour le développement de *Saaskia*<sup>TM</sup>, nous avons sollicité de l'aide et l'avons obtenue, y compris une petite aide financière.

#### **6. Qu'est-ce qu'il faudrait mettre en place au Luxembourg pour faciliter la création et le développement d'entreprises dans le domaine de l'IA/aider les entrepreneurs ?**

Pour développer des entreprises dans ce domaine, bénéficier de l'expertise de scientifiques, d'informaticiens ou de développeurs de grande qualité, est un réel atout. Mais créer des richesses mobilise toute une palette de compétences et de savoirs. Le fait, par exemple, de pouvoir s'appuyer sur l'expertise d'un bon *business analyst* - un métier qui a mes yeux mériterait d'être mieux valorisé -, est également déterminant pour prendre les bonnes décisions, au bon moment. Dans sa quête de talents et même d'excellence, je pense que le pays ne doit pas perdre de vue que dans l'IA ou le « Big Data », les professionnels capables de mettre du liant, de jouer les interfaces entre les acteurs impliqués, sont également des rouages essentiels à la création d'entreprises et à leur épanouissement.

# Entretien

## Elfy Pins,

FONDATRICE ET CEO,  
SUPERMIRO

### 1. En quoi consistent les produits proposés par votre entreprise (*Supermiro, Helloboss & Supermiro Le Club*) ?

*Supermiro*, lancé en 2015, est un média digital qui référence « toutes » les choses à faire au Luxembourg et en Grande Région de façon presque 100% automatique. Notre IA se balade sur plusieurs milliers de sources de façon quotidienne pour récupérer des centaines d'événements, les catégoriser, les relire, les traduire, leur affecter la bonne image et les « *scorer* » d'une note qui permet de passer en ligne, d'être rejetés ou éventuellement d'être revus par un modérateur. *Supermiro* est consulté chaque mois pour sa partie luxembourgeoise par plus de 70 000 utilisateurs uniques. *Helloboss*, lancé en 2019, est son équivalent pour les événements B2B. Enfin, *Supermiro Le Club*, lancé fin 2021, a été conçu pour prendre soin du temps libre des employés des sociétés, et faciliter l'organisation de moments d'équipe plus spontanés par les « *Team Builders* ». Cela permet d'aider les employés à déconnecter au quotidien et profiter de la vie tout en aidant les entreprises à travailler sur la cohésion d'équipe, le lien et la reconnexion. Tout ceci en travaillant sur des aspects importants de RSE, circuits courts, sociaux, et en soutenant l'économie locale.

### 2. Quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées pour lancer votre entreprise au Luxembourg ?

En 2015, il existait des programmes pour les gens qui en étaient encore au balbutiement de leur idée (à l'état de *Powerpoint*) et des aides au développement ou aide à l'innovation de procédés et d'organisation. Il n'y avait rien au milieu pour des gens comme moi dont le produit était déjà en ligne, déjà en partie développé et en phase de « *go-to-market* ». C'est finalement la levée de fonds privés, qui une fois réussie, m'a ouvert les portes d'autres aides, mais qui finalement à ce moment-là m'étaient clairement « moins utiles ».

### 3. Selon vous, est-ce que le Luxembourg est un lieu propice pour développer un business dans le domaine de l'IA et du « *Big Data* » ?

Je pense et reste convaincue que Luxembourg est depuis toutes ces années un « terrain de test » très intéressant, en termes de dynamisme, de typologie de population, de langues, de mixité, pour lancer et tester un produit à une échelle raisonnable avant de « *scaler* » à une échelle plus grande. De plus, la structure politique et économique rend le Luxembourg très attractif, car rapide en termes de prise de décision, beaucoup plus flexible que ses pays voisins pour s'adapter aux tendances et aux besoins, y compris technologiques.

### 4. Qu'est-ce qu'il faudrait mettre en place au Luxembourg pour faciliter la création et le développement d'entreprises dans le domaine de l'IA ?

Notre plus gros frein aujourd'hui est clairement la protection des données qui est venue alourdir chaque étape de nos processus de développements. Nous restons un outil B2C, ouvert à tous, gratuit, qui ne fait absolument rien des quelques données personnelles dont nous disposons. Notre ambition était de devenir pointu sur la recommandation d'événements et de sorties pertinentes pour nos utilisateurs. Pourtant aujourd'hui ces traitements ont été ralentis pour une petite structure comme la nôtre pour deux raisons principales liées au RGPD.

Premièrement, ces traitements ne sont possibles que pour des gens authentifiés et logués. Les appareils et navigateurs ont augmenté les niveaux de protection liés à la localisation des utilisateurs, ce qui ne nous permet plus d'adresser des données ultra pertinentes en fonction des centres d'intérêt et de la localisation. Et de manière plus générale, toutes ces réglementations ont fait peur aux utilisateurs qui ne souhaitent plus confier leurs données car ils craignent que nous les revendions, alors que ce n'est absolument pas le cas.

Deuxièmement, l'arsenal législatif à implémenter pour mettre à jour nos politiques de protection des données à chaque évolution est clairement devenu arbitre pour nous dans le choix de développer ou non une nouvelle fonctionnalité. Pour une petite structure de 10 personnes comme la nôtre, la phase d'analyse, les implications, l'ajustement du code, de la documentation liée au RGPD, ainsi que le travail nécessaire avec notre département légal et évidemment les coûts engendrés sont des freins très forts à notre agilité, et à notre innovation.

Dans ce contexte, basée sur mon expérience, un accompagnement à coûts réduits par des experts technologiques qui conseillent, et nous aident dans l'arbitrage, la partie documentation et législative liée au RGPD serait clairement le bienvenu.

Les témoignages des différentes entreprises et organisations de l'écosystème économique luxembourgeois ont permis de constater que l'adoption de l'IA a effectivement démarré dans le pays. Pour accompagner cette révolution technologique, le Grand-Duché a élaboré via une consultation interministérielle en 2019, une vision stratégique pour l'IA. Considérée comme une priorité nationale, le document a pour objectif « *d'analyser les évolutions récentes, d'admettre la vitesse à laquelle les technologies de l'IA fournissent de nouveaux services et de façonner activement le futur de l'IA sur le plan national* <sup>52</sup> ». La partie qui suit vise à présenter les points clés de cette stratégie et à identifier les infrastructures et mesures mises en place au Luxembourg, en vue de favoriser l'évolution du pays vers un modèle de « *data-driven economy* ».

### **3. Les dispositifs favorables à l'émergence d'une « data-driven economy »**

#### **a. Une vision stratégique nationale**

La vision stratégique de l'IA du Luxembourg pose l'ambition du pays de se positionner en tant que « *pionnier dans le domaine digital* ». Le Grand-Duché vise notamment à « *faire partie des sociétés numériques les plus avancées du monde, en particulier au sein de l'UE* », à « *s'établir en tant qu'économie durable, axée sur les données* » et à « *appuyer le développement de l'IA selon une approche centrée sur l'humain* ».

Pour atteindre ces objectifs, la note « *The data-driven innovation strategy for development of a trusted and sustainable economy in Luxembourg* » (établie par le *ministère de l'Économie*) décrit les politiques d'innovation digitales et les infrastructures nécessaires pour soutenir l'émergence d'une « *data-driven economy* » luxembourgeoise fiable et en mesure d'accélérer la transformation numérique dans des secteurs stratégiques, tout en stimulant la productivité de l'ensemble de l'économie nationale. Le document prévoit un certain nombre de mesures qui sont réunies sous trois piliers : le renforcement de l'infrastructure digitale, le soutien aux entreprises pour intégrer les technologies numériques innovantes et enfin la création d'un environnement légal et financier propice à l'économie des données.

Ces mesures sont déclinées par secteurs (relatifs aux domaines de l'économie et de la communication) considérés comme stratégiques et prioritaires (voir encadré ci-dessous) pour l'économie luxembourgeoise, conformément à l'Accord de Coalition pour la période 2018-2023. Il s'agit notamment des secteurs des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), de l'industrie manufacturière, des écotecnologies (incluant l'économie circulaire et la mobilité intelligente), des technologies de la santé, de la logistique, de l'espace et des services financiers.

52 Gouvernement luxembourgeois, *Intelligence Artificielle : une vision stratégique pour le Luxembourg, 2019*.

## Les priorités de la «data-driven innovation strategy» nationale



Source : Ministère de l'économie, *The data-driven innovation strategy for development of a trusted and sustainable economy in Luxembourg, 2019*

Pour «montrer l'exemple» et se positionner comme moteur d'innovation, l'État a mis en place des mesures pour intégrer l'IA au sein de l'administration. C'est ainsi que le comité *AI4Gov*, regroupant des représentants du *ministère de la Digitalisation*, du Service information et presse (SIP) et du Service des médias a été créé, afin de former et d'encourager les agents de l'État à utiliser les nouveaux outils technologiques liés aux données afin d'améliorer la qualité et l'efficacité des services publics.

L'entretien avec le *ministère d'État* qui suit, permet de faire un point sur la progression de la stratégie nationale pour une IA trois ans après sa publication.

## Entretien Max Gindt,

ATTACHÉ IA, SERVICE DES MÉDIAS, DE LA CONNECTIVITÉ  
ET DE LA POLITIQUE NUMÉRIQUE, **MINISTÈRE D'ÉTAT**

### 1. **La majorité des études économiques estime que l'IA aura un impact significatif sur l'économie mondiale. Est-ce que des tendances similaires vont ou même sont en train de se produire au Luxembourg?**

L'impact de l'IA sur l'économie luxembourgeoise est déjà visible. Dans certains domaines, on constate une utilisation croissante des outils d'IA. C'est par exemple le cas pour les ressources humaines ou encore dans les secteurs de la santé et de la finance avec les Fintechs.

### 2. **Y a-t-il des actions prises pour communiquer et sensibiliser les PME (qui ont souvent des moyens limités en temps, argent et personnel) aux avantages d'intégrer des applications d'IA dans leurs processus d'entreprise?**

Au niveau national, le Luxembourg essaye de soutenir les différents groupements existants comme la *Fédération des artisans*, la *Chambre des Métiers* ou la *FEDIL* par exemple. Nous organisons des prix à l'innovation, des offres de formation, et collaborons avec l'Université du Luxembourg et d'autres organisations exerçant dans le domaine de l'IA pour faciliter l'accès des PME aux formations relatives au *machine learning*.

### **3. Existe-t-il des aides financières pour déployer les projets d'IA et vers quels organismes devraient se tourner les entreprises qui souhaitent intégrer l'IA dans leurs processus ou les entrepreneurs qui souhaitent se lancer dans l'IA pour avoir plus d'information et être guidés?**

Les aides étatiques existent déjà car elles sont intégrées dans les aides relatives à la R&D, gérées par le ministère de l'Économie. Pour obtenir des informations et du support, voire de l'aide pour préparer les dossiers pour débloquer les aides R&D, les entreprises peuvent s'adresser à *Luxinnovation*. Avec l'initiative *AI4GOV*, nous organisons aussi régulièrement des appels à projets basés sur l'IA au sein de l'administration, ce qui peut aussi être intéressant pour les entreprises offrant des solutions d'IA.

### **4. Le comité interministériel AI4GOV a été créé de sorte à ce que l'État «montre l'exemple» en intégrant des technologies d'IA dans ses processus. Pourriez-vous nous dire en quelques mots en quoi cela consiste?**

*AI4GOV* est une initiative de plusieurs départements (service information et presse, service des médias et *ministère de la Digitalisation*) qui vise à soutenir des projets-pilotes de services basés sur l'IA. Nous mettons l'accent sur des projets à haute valeur ajoutée, par exemple afin de rendre plus efficaces et donc moins coûteuses certaines tâches. Nous accompagnons les projets lors des différentes étapes de réalisation, tandis qu'un groupe d'experts accompagne les projets pour assurer le «*privacy by design*» et garantir qu'ils ne reproduisent pas des biais ou des discriminations.

### **5. La stratégie nationale pour l'IA a été publiée en 2019. Nous sommes 3 ans plus tard. Où en est le déploiement de cette stratégie?**

La vision nationale relative à l'IA était une stratégie modeste puisque nous soutenions déjà les projets concernant cette technologie, via certaines initiatives existantes comme le financement à travers le *Fonds National de la Recherche* et le *ministère de l'Économie*. Nous avons pu réaliser différents projets prévus par la vision. Ainsi, nous avons par exemple lancé une consultation publique sur les attitudes du public par rapport à l'IA et mis en place différentes offres de formation. En outre, le gouvernement a développé une plateforme d'échange de données, destinée à soutenir la recherche publique. Il ne faut pas oublier que nous avons présenté la stratégie d'une économie «*data-driven*» le même jour que la vision stratégique en matière d'IA, à certains égards, ce ne sont que deux revers de la même médaille.

### **6. Quelles sont les priorités actuelles quant à l'IA au Luxembourg?**

Pour les prochains mois, la priorité restera la négociation du Règlement européen sur l'IA (ou *AI Act*) à Bruxelles et des autres textes législatifs (par exemple au *Conseil de l'Europe*) qui formeront le futur de l'IA en Europe pour les années à venir. Au niveau national, nous allons surtout augmenter la communication à grande échelle à propos de l'IA au quotidien.

## b. Le développement d'infrastructures propices

Ayant compris le rôle clé que joue l'IA, le Luxembourg travaille activement à bâtir des infrastructures nationales pour assurer sa compétitivité dans l'économie des données. Le pays a par exemple mis en place un réseau 5G étendu et construit des *data centers* à haut niveau de robustesse (Tier IV). Il a développé un écosystème dynamique lié à la cybersécurité qui comprend plus de 300 acteurs issus des secteurs public et privé et est considéré par le *Global Security Index* comme un des pays les plus avancés en Europe (7<sup>ème</sup>) et dans le monde (11<sup>ème</sup>) en matière de sécurité informatique. Le Grand-Duché participe aussi à l'initiative *EuroHPC*, qui vise à la création d'un réseau européen de superordinateurs pour fournir les capacités de calcul nécessaires aux entreprises, aux centres de recherche et aux universités et assurer la compétitivité de l'Union européenne dans le cadre du développement de l'économie digitale. Dans ce contexte, le Luxembourg accueille *MeluXina*, un des plus puissants superordinateurs d'Europe.

L'entretien qui suit est un témoignage de Luxprovide, l'organisation qui s'occupe de gérer *MeluXina*.

# Entretien

## Dr Alban Rousset,

HPC SENIOR SOLUTION ENGINEER,  
LUXPROVIDE

### 1. Qu'est-ce que Luxprovide?

LuxProvide héberge le supercalculateur national *MeluXina* et propose des services HPC («*High Performance Computing*»), HPDA («*High Performance Data Analytics*») et IA sur mesure.

### 2. Le Luxembourg s'est doté du HPC *MeluXina*, qui permet de traiter de gros volumes de données et d'effectuer des calculs complexes à grande vitesse dans des domaines tels que la modélisation et la simulation, l'analyse de grandes quantités de données et l'IA. Comment cette installation peut-elle bénéficier aux entreprises?

Le HPC est un outil devenu essentiel pour les entreprises pour effectuer des calculs à large échelle et de l'IA. Lors du développement d'algorithmes ou de processus d'IA, il y a une phase de modélisation, puis une phase d'apprentissage, aussi appelée *training*, qui est souvent longue et très gourmande en calculs. Plus l'algorithme est entraîné, plus la précision sera grande. C'est la raison pour laquelle l'utilisation d'un HPC prend son sens. Grâce à la puissance de calcul offerte par le HPC, des centaines de milliers de combinaisons peuvent être essayées pour entraîner le modèle à grande échelle, tout en minimisant le temps de calcul.

### 3. Concrètement, comment les entreprises peuvent-elles utiliser les capacités de *MeluXina*?

*MeluXina* est «orienté entreprises», ce pourquoi il offre un environnement permettant de joindre performance, sécurité, fiabilité et expertise grâce à une équipe d'experts internationaux et au recours à un *Data center Tiers IV* (centre de données ultra-sécurisé).

Pour accéder à *MeluXina*, cela est simple et semblable à du «*Cloud*» avec un modèle «*Pay per use*» ou «*Pay as you go*» (où le client paye à l'utilisation horaire, hebdomadaire ou mensuelle). Grâce à l'architecture modulaire de *MeluXina*, une entreprise peut utiliser les ressources qui répondent à leurs besoins : ni plus, ni moins. En complément, des services de conseil en optimisation de performances et en accompagnement de projets de modélisation ou d'IA sont proposés.

#### **4. La majorité des études économiques estime que l'IA aura un impact significatif sur l'économie mondiale. Est-ce que des tendances similaires vont ou même sont en train de se produire au Luxembourg?**

Après l'inauguration de *Meluxina* en juin 2021, nous avons effectué un appel à projet «*Early Access*» pour offrir la possibilité aux entreprises de tester les capacités de la machine. Honnêtement, nous nous attendions à recevoir majoritairement des demandes pour des simulations numériques. Toutefois, il s'est avéré que plus de 50% des réponses à l'appel à projet concernaient l'IA et que de nombreuses startups et PME en étaient à l'origine. A mon sens, cela montre clairement une impulsion, un changement clair et surtout l'impact de l'IA sur l'écosystème et le marché luxembourgeois.

#### **5. Est-ce que le Luxembourg est un endroit propice au développement d'entreprises exerçant dans le domaine de l'IA?**

Le Luxembourg est clairement un endroit propice aux développements dans le domaine de l'IA et ce d'autant plus depuis la création de *LuxProvide* et de *Meluxina*. Le Grand-Duché a investi et continue d'investir dans la digitalisation du pays et des entreprises par l'intermédiaire de nombreuses initiatives comme le *Digital Innovation Hub* ou encore le projet *EuroCC*. Toutes ces actions permettent d'accompagner, de sensibiliser, et de conseiller sur les processus de digitalisation, comme sur les technologies plus évoluées, telle que l'IA.

## c. La recherche et développement (R&D)

La révolution du « *Big Data* » repose grandement sur l'IA qui est une technologie en train de mûrir. Il est ainsi important pour un pays voulant être compétitif, de développer ses capacités R&D dans cette discipline. Dans ce cadre, pour des raisons d'émulation et d'atteinte de masse critique, la coopération est essentielle, ce pourquoi les acteurs luxembourgeois de la R&D collaborent au niveau interrégional, national et international.

L'entretien avec le *Luxembourg Institute of Science and Technologies* (LIST) qui suit, témoigne du paysage de la recherche en IA au Grand-Duché.

# Entretien

## Dr Benoît Otjacques,

HEAD OF RESPONSIBLE DATA SCIENCE AND ANALYTICS UNIT  
& HEAD OF AIDA LAB,  
LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (LIST)

### 1. Quels sont les avantages et défis du Luxembourg en ce qui concerne la recherche en IA ?

La diversité du Luxembourg constitue un atout pour la recherche en IA. La présence d'acteurs reconnus depuis la recherche fondamentale jusqu'à la recherche appliquée et l'innovation constitue un avantage pour l'écosystème national. Des opportunités de financement intéressantes sont disponibles pour supporter des projets collaboratifs entre les acteurs de la recherche et les entreprises.

Un défi important concerne l'attraction et la rétention des talents. Le Luxembourg ne fait pas vraiment exception à la règle en ce qui concerne la compétition entre les employeurs pour recruter et conserver les spécialistes en science des données et en IA. Il est nécessaire de former plus de spécialistes dans ce domaine, ce qui ne se limite pas à la formation initiale, mais devrait également inclure la formation en cours de carrière.

### 2. Qu'est-ce qu'il faudrait mettre en place au Luxembourg pour encourager / faciliter la recherche dans le domaine de l'IA ?

Quand il s'agit de bénéficier d'une nouvelle technologie, la localisation des centres d'expertise et de décision jouent souvent un rôle essentiel. Par conséquent, il serait sans doute stratégiquement intéressant pour le pays de favoriser l'établissement de centres d'expertise en IA et en science des données au sein des entreprises basées au Luxembourg, quel que soit leur domaine d'activité principal. Celles-ci pourraient développer des partenariats à long terme avec les acteurs de la recherche et de l'innovation en IA pour alimenter ces centres d'expertise avec les dernières évolutions technologiques. Vu l'importance croissante que l'IA jouera à l'avenir dans la majorité des entreprises et organisations, disposer d'une expertise spécifique dans ce domaine pourrait faire la différence à l'avenir. Nous commençons à observer une telle évolution dans certaines entreprises, mais une accélération de cette tendance est sans doute nécessaire.

Nous plaidons aussi pour poursuivre le renforcement des programmes de recherche relatifs à l'IA. Cela concerne d'une part les appels à projet focalisés sur la recherche en IA proprement dite, mais aussi sur l'utilisation innovante de l'IA pour contribuer à la résolution des grands défis économiques, environnementaux et sociétaux auxquels nous faisons face. Par ailleurs, des recherches sont encore indispensables pour garantir une utilisation plus responsable de l'IA, en particulier quand elle est utilisée pour modéliser des comportements humains. La mise en place de « bacs à sable pour l'IA » (ou « *AI sandboxes* ») associant les chercheurs et les entreprises nous semble également nécessaire pour permettre de tester les innovations liées à l'IA, d'identifier leurs limites et ainsi de minimiser les risques de dérives lors de leur mise sur le marché.

### **3. Existe-t-il de la collaboration dans le domaine de la recherche sur le sujet de l'IA au Luxembourg ou à plus grande échelle?**

Les acteurs de la recherche fondamentale ou appliquée en IA se connaissent au Luxembourg. Ils sont aussi connectés à divers réseaux internationaux. A titre d'exemple, le LIST collabore à la fois avec l'Université du Luxembourg mais aussi avec le *Luxembourg Institute of Health* sur des projets liés à l'IA. Nous travaillons aussi avec des partenaires internationaux dans le cadre de projets européens.

### **6. Quels sont les projets de votre organisation relatifs à l'IA et qu'est-ce qui vous a motivé à les lancer?**

Nous avons de nombreux projets d'IA. A titre d'exemple, nous collaborons avec la startup française *VAONIS* pour améliorer grâce à l'IA la qualité des images produites par leurs télescopes. Nous travaillons aussi avec de grandes entreprises, comme Goodyear avec laquelle nous avons établi un partenariat pluriannuel qui couvre différentes thématiques dont en particulier la science des données et l'IA. Au niveau international, nous sommes impliqués dans des projets visant à utiliser l'IA pour soutenir les interactions entre un système informatique et ses utilisateurs.

Nos motivations sont multiples. D'une part, nous conduisons des activités de recherche et d'innovation sur cette thématique depuis plusieurs années. La thématique du traitement, de l'analyse et de la visualisation de données figurait à notre agenda avant que l'IA gagne la notoriété qu'elle a acquise aujourd'hui. Ce qui a certainement changé au cours des dernières années, c'est la prise de conscience des acteurs socio-économiques du potentiel de l'IA dans leurs organisations. Nous le voyons en collaborant de manière croissante avec des entreprises et des administrations publiques. Dans notre rôle spécifique de neutralité par rapport aux solutions commerciales, nous suivons le paradigme « *Test before Invest* » pour imaginer, tester et évaluer des solutions prototypes basées sur l'IA qui soient pertinentes pour nos partenaires. Les acteurs du marché prennent ensuite la relève au stade de l'utilisation en production des solutions retenues au cours des phases précédentes qui sont plus risquées et exploratoires.

### **7. Pensez-vous que le Luxembourg a ce qu'il faut pour devenir une « data-driven economy »? Si oui pourquoi et sinon, qu'est-ce qu'il manquerait?**

Au cours des dernières années, le Luxembourg a posé les fondations nécessaires à une économie des données. En termes de connectivité, de capacité de stockage des données ou de puissance de calcul, le pays se positionne de manière très favorable au niveau international. Le cadre réglementaire, en particulier au niveau européen, est en train d'évoluer et il est très important pour le Luxembourg de rester parmi les premiers à offrir le cadre et l'écosystème compatible avec ces évolutions. La réglementation européenne « *AI Act* » imposera bientôt de nouvelles conditions pour inclure des éléments d'IA dans les produits et services offerts sur le marché. Il nous semble indispensable que le Luxembourg dispose de tous les éléments nécessaires pour figurer parmi les premiers pays dans lesquels les entreprises puissent « valider » la conformité de leurs produits et services vis-à-vis de cette nouvelle réglementation. Différents acteurs nationaux devront certainement y contribuer. En ce qui concerne le LIST, nous disposons d'une longue expertise en termes de collaboration avec des régulateurs pour imaginer des solutions informatiques à la pointe de la technologie. Nous avons commencé à combiner cette expérience avec notre expertise en IA pour anticiper les besoins des acteurs socio-économiques lorsque l'« *AI Act* » prendra effet. Nous avons créé récemment une ligne d'innovation appelée « *Regulatory AI Sandbox* » dans cette perspective. Elle vise à développer des démonstrateurs intégrant des technologies IA issues de nos projets de recherche et mettant en évidence les compétences de nos équipes dans le but de sensibiliser les acteurs luxembourgeois à l'importance de l'IA et pour établir avec eux des partenariats industriels collaboratifs.

#### **d. La formation de la main-d'œuvre de demain**

L'intégration d'une nouvelle technologie requiert la disponibilité d'une main-d'œuvre capable de l'utiliser. L'entretien avec l'Université du Luxembourg qui suit donne un éclairage sur ce qui se passe actuellement dans le monde de l'enseignement.

## **Entretien**

### **Dr. Pascal Bouvry,**

RESPONSABLE DU DÉPARTEMENT INFORMATIQUE DE LA FACULTÉ  
DES SCIENCES, DE LA TECHNOLOGIE ET DE LA MÉDECINE,  
UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG

#### **1. Avec l'aboutissement de la digitalisation, l'économie luxembourgeoise devient de plus en plus dépendante des données. Avez-vous constaté une vague d'innovations au Grand-Duché pour s'adapter à cette évolution ?**

Oui, le gouvernement a mis en œuvre une politique visant à l'orchestration et à la mise en place de l'écosystème luxembourgeois en matière d'économie de la donnée et aussi d'IA. Cela a démarré avec le déploiement de fibres optiques au travers du pays avec aussi une forte connectivité extérieure permettant de transférer les données à haut débit, mais aussi avec un temps de latence extrêmement bas. Cette initiative a été couplée avec la construction de centres de données du plus haut niveau de robustesse (Tier IV) par les deux grands acteurs que sont POST et Luxconnect. Depuis, de nombreuses actions ont été engagées pour construire sur cette infrastructure des services à haute valeur ajoutée. La participation à *EuroHPC* par exemple, vise à donner à l'Europe des capacités de calcul rivalisant avec les autres continents et constitue une étape importante permettant aux pays de traiter efficacement les données et d'en extraire des modèles et des prédictions à l'aide de l'IA.

L'ensemble de ses actions se voit aujourd'hui couronnée de succès au travers de la création de nombreuses startups, les levées de fonds correspondant, mais aussi de par l'attraction de sociétés internationales venant s'installer au Luxembourg, ou établissant leur quartier général européen. Certains pays ont même décidé d'y installer une ambassade digitale.

L'accélération est particulièrement visible dans le domaine du spatial. En particulier, le Luxembourg héberge les données des satellites *Sentinel 1* et *2* de *Copernicus*, et a vu ces dernières années des sociétés américaines et canadiennes s'établir au Luxembourg comme *Spire* ou *Northstar*.

Dans les années à venir, il sera particulièrement intéressant de suivre les évolutions en matière de *clouds* souverains. Le Luxembourg via *Luxinnovation* et de nombreux autres acteurs, participe aux efforts en matière de standardisation via le projet européen *GaiaX*. Le gouvernement a aussi récemment donné son feu vert pour la réalisation d'une étude sur la mise en place d'un cloud souverain luxembourgeois, c'est-à-dire d'un cloud hébergé et opéré exclusivement au niveau national. La plupart des *clouds* publics actuels sont soit américains (*Google*, *Microsoft Azure*, *Amazon AWS*), soit chinois (*Alibaba*) et ne répondent pas à ces critères. Ce qui amènent certaines questions sur la confidentialité des documents s'y trouvant.

#### **2. Quels types de formation offrez-vous dans le domaine de l'IA ? Avez-vous développé de nouvelles formations récemment pour vous adapter aux évolutions de la discipline ?**

Initialement nous proposons des études « classiques » (ex: master et bachelor en informatique). Nous avons ensuite complété notre offre pour inclure l'impact des technologies relatives aux données et à l'IA. Ainsi, au niveau des masters, nous avons développé une filière informatique spécifique à l'IA et un master en *data science*. Au niveau de la formation continue, nous avons étendu le spectre des technologies étudiées dans le master *Technopreneurship* et notre centre de compétences (organisme de formation

continue professionnelle et universitaire) a étendu son offre de formation court terme pour couvrir les aspects relatifs aux *data* et à l'IA. Enfin, l'Université du Luxembourg coordonne et démarre un nouveau master européen en HPC (*High-performance computing*), HPDA (*High Performance Data Analytics*) et IA. Parmi les 8 universités diplômantes de ce dernier (UPC, Polytechnique de Milan, Sorbonne, KTH, USI, FAU, *University of Sofia*, Université du Luxembourg), le Luxembourg est en charge de développer la spécialisation « gestion de la donnée et IA ».

### **3. Avez-vous constaté plus de demandes d'inscription dans les domaines liés à l'IA et aux données?**

Oui les différents diplômes et filières précités n'ont eu aucun problème à trouver de nombreux candidats. Le nombre de postes ouverts sur le marché a certainement aussi motivé les étudiants à choisir ces études.

### **4. Quels sont les projets de votre organisation relatifs à l'IA et qu'est-ce qui vous a motivé à les lancer?**

Au niveau études, les différents points précédemment cités ont été motivés par la volonté de l'Université du Luxembourg de rester à la pointe, les besoins en matière de recherche scientifique, mais aussi par la demande au niveau marché et étudiants.

Au niveau de la recherche, de nombreux projets liés à l'IA existent au travers des 3 facultés et des 3 centres interdisciplinaires de l'Université du Luxembourg. Afin de montrer l'universalité de l'impact de ces technologies, nous pouvons citer le projet « *Deep Data Science of Digital History* » du Centre pour l'Histoire contemporaine et digitale (centre de recherche interdisciplinaire de l'Université du Luxembourg avec un intérêt particulier pour les nouvelles méthodes et les nouveaux outils dans la recherche et l'enseignement historique) comprenant 18 doctorants et une approche complètement interdisciplinaire.

### **5. Comment se positionne le Luxembourg (par rapport à l'Europe, le monde, la Grande-Région) en termes d'offre de formation pour tout ce qui est IA et technologies de l'information?**

Le Luxembourg, de par son dynamisme, a réussi à non seulement mettre à jour les différentes filières existantes, mais aussi à développer de nouvelles études. En matière de HPC, en prenant la coordination du master européen, le Luxembourg a pris le lead. De plus, le gouvernement a réussi à compléter l'offre déjà variée par la création d'un *Digital Learning Hub* permettant le déploiement de formations court terme, mais aussi un partenariat avec l'École 42 (établissement supérieur d'autoformation en développement informatique) pour les publics incompatibles avec les approches scolaires classiques.

### **6. Est-ce que le Luxembourg a ce qu'il faut pour former les talents dont il a besoin pour rester compétitif dans la « data-driven economy » qui est en train de se former? De quoi dispose-il? Qu'est-ce qu'il manque? Qu'est-ce qu'il faudrait mettre en place?**

L'offre actuelle au Luxembourg est comme précédemment illustrée, extrêmement large et ce d'autant plus si nous rajoutons les formations organisées par les acteurs privés. Il serait de ce fait nécessaire de mettre en place des cartes permettant aux étudiants potentiels de se retrouver et de trouver l'offre la plus adéquate. En particulier, par exemple, il y a une différence énorme entre une introduction à l'IA pour les décideurs, une formation avancée pour les utilisateurs du *machine learning*, et la formation de scientifiques développant la génération suivante d'algorithmes IA. A noter que le département d'informatique de l'université est actuellement en voie de finaliser le recrutement d'un professeur dans ce dernier domaine.

En matière de besoins supplémentaires, le développement de formations continues diplômantes serait souhaitable. Cela a aussi été souligné au niveau européen par l'*European Technology Platform for High-Performance Computing* (ETH4PH) dans son agenda stratégique de recherche.

### **e. Les mesures de soutien aux entreprises de la Chambre de Commerce**

Le Luxembourg dispose d'un système développé de fédérations et de clusters qui suivent de près les évolutions sectorielles, et auxquelles les entreprises peuvent s'adresser pour trouver un accompagnement dans leurs transitions digitales en particulier, ou économiques en général.

La Chambre de Commerce fait par exemple une veille économique (via son groupe de travail dédié à la digitalisation) et légale permanente, avise les projets de lois, publie des documents informatifs (ex: guides pratiques sur la cybersécurité, sur la facturation électronique) et organise des services (ex: *Go Digital* de la *House of Entrepreneurship*) et événements (ex: cycle de conférences *Ready4AI*), pour soutenir les entreprises dans leur adoption technologique. En juillet 2022, elle a notamment émis une proposition de super-déduction fiscale pour les dépenses des entreprises relatives à la transition digitale et écologique. Cela comprend par exemple les coûts engendrés par la recherche et développement pour l'automatisation et la dématérialisation des processus administratifs, par la modernisation des processus de production ou encore par le renforcement de la cybersécurité.

# Conclusion

**A**vec la progression de la digitalisation, les différentes économies au niveau mondial se retrouvent dans l'obligation de maîtriser le « *Big Data* » pour devenir « *data-driven* » et rester compétitives.

Le Luxembourg a déjà commencé à bâtir de solides fondations en ce sens et cumule les avantages pour adopter les nouvelles technologies relatives aux données et à l'IA. Il bénéficie d'un environnement social avantageux, caractérisé par une volonté politique ainsi qu'une acceptation sociale croissante. Au niveau économique, sa position de place financière prépondérante et sa législation en faveur de l'entrepreneuriat

## L'état a un rôle clé dans l'évolution du Luxembourg vers un modèle de « *data-driven economy* »

le favorisent. Son écosystème de recherche et d'éducation, quant à lui, est en développement afin de préparer le pays à absorber les futures évolutions de la technologie et du marché du travail. Enfin, le Grand-Duché participe d'ores-et-déjà à de nombreuses initiatives à la fois novatrices et ambitieuses dans le domaine du « *Big Data* ». Parmi celles-ci, citons par exemple *GaiaX*, qui vise à construire une infrastructure européenne de données sécurisées ou encore le projet de conception d'un *cloud* souverain luxembourgeois.

Malgré tous ces éléments, les chiffres, ainsi que les entretiens avec les acteurs de la place luxembourgeoise présentés lors de cette publication, montrent qu'il reste encore du chemin à faire pour que le Grand-Duché devienne une véritable « *data-driven economy* ».

En effet, selon l'étude PwC « *Use of Data Analytics and AI in 2021* », si les entreprises luxembourgeoises ont commencé à prendre conscience de la valeur des données, elles ne s'appuient néanmoins pas encore systématiquement sur leur analyse dans le cadre des processus décisionnels. Force est de constater - bien que cette tendance commence à changer lentement - que 90% des entreprises répondantes déclarent surtout utiliser l'IA dans le domaine de la confidentialité des données.

Les entretiens avec les différents experts sectoriels luxembourgeois, quant à eux, ont révélé de nombreux défis à relever. La difficulté à recruter une main-d'œuvre qualifiée - dans le domaine des nouvelles technologies comme dans les autres industries - reste structurellement une des préoccupations principales des entreprises luxembourgeoises. A cela, s'ajoutent les problèmes de financement (pour les startups comme pour les sociétés en général) qui découlent d'une conjoncture mouvementée, marquée par les retombées de la pandémie de Covid-19 et l'inflation relative aux matières premières et à l'énergie. Il existe également un frein réglementaire : les technologies relatives aux données étant émergentes, les lois y relatives sont en cours de développement, d'où la nécessité d'une veille juridique régulière et souvent trop onéreuse pour les PME qui représentent 99% des entreprises luxembourgeoises. Enfin, la taille réduite du Luxembourg, si elle permet au pays de servir de laboratoire pour tester les nouvelles innovations avant de procéder à un scale-up, peut également constituer un défi dans le domaine des technologies d'IA qui nécessitent une masse critique pour fonctionner. Le développement d'une coopération régionale, nationale et internationale, apparaissent ainsi comme des prérequis pour que le Grand-Duché puisse naviguer sur la vague du « *Big Data* ».

L'État a un rôle clé dans l'évolution du Luxembourg vers un modèle de « *data-driven economy* ». Il peut favoriser l'adoption technologique en développant de nouveaux outils de financement, en « montrant l'exemple » (comme il le fait déjà via la digitalisation progressive des services administratifs et les projets d'introduction d'outils d'IA dans le domaine de la santé), ou encore en menant des campagnes de sensibilisation pour accélérer l'acceptation sociale et la compréhension de la technologie.

De son côté et à son échelle, la Chambre de Commerce en tant que partenaire privilégié de l'économie luxembourgeoise, travaille également sur ces deux derniers points auprès des entreprises. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'elle a entamé sa transformation digitale et publié le présent *Actualité & tendances*.



**RÉDACTION :**

Hoai Thu NGUYEN DOAN,  
Chambre de Commerce

**CONCEPT ET LAYOUT :**

Fargo

PRINTED IN  
LUXEMBOURG

Décembre 2022

**CHAMBER**  
**OF COMMERCE**  
**LUXEMBOURG**  
**POWERING BUSINESS**

**LU**  **EMBOURG**  
LET'S MAKE IT HAPPEN