



L'ère de l'IA

Opportunités et défis

Emilie Allaert, Prof. Dr. Pascal Bouvry,
Prof. Dr. Michèle Finck, Dr. Emmanuel Kieffer,
Thierry Kremser, Hoai Thu Nguyen Doan,
Laurent Probst, Jean-Jacques Rommes

En tant que laboratoire d'idées, la Fondation IDEA asbl s'est donné une mission qu'elle tâche de remplir depuis près de dix ans désormais, celle de susciter et d'alimenter un débat public de qualité par des propositions constructives pour répondre aux défis socioéconomiques d'envergure.

Auteurs :

Emilie Allaert, Prof. Dr. Pascal Bouvry,
Prof. Dr. Michèle Finck, Dr. Emmanuel Kieffer,
Thierry Kremser, Hoai Thu Nguyen Doan,
Laurent Probst et Jean-Jacques Rommes.

Édition : Vincent Hein, Ioana Pop.

Illustration de couverture : Julien Mpia Massa



© Novembre 2023, Fondation IDEA a.s.b.l.

www.fondation-idea.lu | info@fondation-idea.lu

Sommaire

Introduction.....	5
Démystifier l'intelligence artificielle	9
Utilisation de l'IA dans le domaine du « private equity »	15
AI in Luxembourg: increased maturity but still a lot to invest in.....	23
L'IA, la Blockchain et les Fintechs : l'ère de la finance intelligente.....	29
L'éthique face à l'intelligence artificielle.....	35
IA et la législation européenne : quo vadis ?.....	41
Références	47
Les auteurs.....	51

Introduction

Le recueil « L'ère de l'IA : opportunités et défis » est le fruit des discussions tenues lors d'un atelier organisé par la Fondation IDEA asbl en juillet 2023, où les enjeux du déploiement de l'intelligence artificielle (IA) dans le secteur financier et au-delà ont été débattus. L'objectif de ce recueil est d'apporter des éléments de réflexion sur les opportunités, défis et menaces de l'utilisation de l'IA dans nos sociétés.

L'intelligence artificielle est un domaine de l'informatique qui vise à développer des systèmes capables de simuler des processus cognitifs humains, comme la prise de décision. Avec ses progrès récents, de nombreux secteurs d'activité de l'économie sont en pleine transformation. Dans la finance comme dans les sciences, l'Homme devra apprendre à travailler avec l'IA à travers ses nombreuses applications. L'IA joue un rôle clé dans l'exploitation des masses de données en les transformant en informations précieuses. Différentes techniques d'IA sont utilisées, allant du « Moteur de règles » au « Deep Learning », permettant de créer des machines de plus en plus sophistiquées (voir le texte de Hoai Thu Nguyen Doan). Pour ce qui concerne le secteur financier, et plus spécifiquement l'investissement en « private equity » et en actifs réels une approche proposée consiste à utiliser l'IA pour ajuster de manière optimale les politiques d'investissement. Plusieurs méthodes ont été développées pour concevoir ces règles, dont certaines utilisent des

stratégies d'apprentissage automatique. Une étude réalisée par l'Université du Luxembourg qui propose d'utiliser un algorithme évolutif pour apprendre automatiquement des stratégies de réengagement dans le « private equity » est résumée dans ce recueil (voir le texte du Prof. Dr. Pascal Bouvry et du Dr. Emmanuel Kieffer).

Si l'IA offrait de nombreuses opportunités de transformation et d'optimisation des activités financières, il convient de regarder comment se positionne le Luxembourg en termes d'utilisation des outils et de la disponibilité de main-d'œuvre qualifiée dans le secteur. Il semblerait en effet, que le Luxembourg, qui a connu une utilisation croissante des outils d'IA externes, nécessite encore d'importants investissements et gagnerait à développer une stratégie nationale pour tirer le meilleur profit de l'IA (voir le texte de Laurent Probst et Thierry Kremsler). En outre, le déploiement des Fintechs est une tendance à suivre de près. Ces organisations exploitent différentes technologies telles que l'analyse des Big data, le cloud computing et l'IA, et recèlent un fort potentiel de diffusion de l'innovation pour améliorer les services financiers, notamment en permettant la démocratisation des investissements. En outre, l'éducation reste essentielle pour tirer parti des bienfaits de l'IA (voir le texte d'Emilie Allaert).

Ces évolutions peuvent néanmoins soulever des questions sur le remplacement de l'humain par la

technologie. D'un point de vue éthique et social, le déploiement de l'IA remet en cause le monopole de l'intelligence, ce qui pourrait entraîner des approches non éthiques en matière d'efficacité, de prise de décision et de responsabilité (voir le texte de Jean-Jacques Rommes). Cette incertitude pose également la question de la législation encadrant le développement de l'IA. En effet l'IA entraîne des changements sociaux majeurs et il est difficile de la réglementer dans un environnement concurrentiel. À ce sujet, l'Union européenne a décidé d'adopter un nouveau cadre réglementaire afin d'encourager l'innovation tout en tenant compte des risques associés. Ce cadre législatif vise à prendre en compte les caractéristiques uniques de l'IA et à harmoniser les normes réglementaires (voir le texte de la Prof. Dr. Michèle Finck).

Démystifier l'intelligence artificielle

Hoai Thu Nguyen Doan, Senior Economist à la
Chambre de Commerce du Grand-Duché

L'intégration des technologies digitales, concomitante à la baisse du coût de la collecte, du stockage et du traitement des données, a fait émerger un environnement où mondes numérique et physique s'entrelacent.

Une nouvelle révolution industrielle

Selon l'International Data Corporation (IDC), entre 2021 et 2026, la quantité de données contenues dans la datasphère devrait évoluer à un taux de croissance annuel composé (TCAC¹) de +21,2% et atteindrait plus de 221.000 exaotets à l'horizon 2026. Si l'on considère que la plupart des smartphones actuels détiennent une capacité de 64Go, alors un exaotet représente plus de 16 millions de smartphones. Par conséquent, la datasphère en 2026 devrait faire l'équivalent de plus de 3.710 milliards de smartphones. Cette quantité colossale de données érige le 21^{ème} siècle comme le théâtre d'une nouvelle révolution industrielle, celle du « Big Data ».

L'IA transforme les données en or

Le Big Data désigne l'existence d'un ensemble de données complexes, volumineuses et valorisables qui dépassent les capacités d'analyse du cerveau humain et des outils informatiques classiques. De telles mines d'informations sont aujourd'hui

¹ Le TCAC estime la croissance moyenne annuelle entre 2 dates.

devenues accessibles grâce à l'Intelligence artificielle (ci-après « IA »). Cet « ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence² » 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 guidées par des objectifs définis par la main humaine, tout en jouissant d'un certain degré d'autonomie.

Diverses techniques pour imiter l'intelligence humaine

Parmi les techniques d'IA les plus couramment utilisées, on compte le « Moteur de règles » (où la machine est programmée pour faire une action définie lorsqu'un évènement en particulier se produit), le « Machine Learning » (entraînement des machines, sans programmation explicite, via l'apprentissage de modèles et la génération de prédictions basées sur des données) et le « Deep Learning » (imitation du fonctionnement des réseaux de neurones humains).

Des machines de plus en plus évoluées

Ces techniques ont permis de développer des IA diverses, parmi lesquelles, les « machines réactives » qui obéissent à un ensemble de règles prédéfinies (par exemple les logiciels de jeu d'échec et de Go :

² Définition de l'Encyclopédie Larousse.

Deep Blue et Alpha Go), ou encore les « machines à mémoire limitée », plus évoluées, qui disposent d'une représentation préprogrammée du monde et prennent des décisions grâce aux expériences passées et aux données présentes (ex : voitures autonomes, chatbots).

La création de machines jouissant de la capacité de compréhension contextuelle, c'est-à-dire l'aptitude à comprendre que les êtres vivants sont doués de pensées et d'émotions, à former une représentation du monde et à agir de façon autonome en fonction de ces critères, est un objectif visé par la recherche. Ce type d'IA, nommé « Theory of mind machines », n'existe pour l'instant que dans la science-fiction (ex : le robot R2-D2 de l'univers Star Wars). Les intelligences artificielles douées de conscience ne sont à l'heure actuelle que des produits de l'imagination.

L'IA : un vecteur de progrès social...

L'IA constitue le sésame d'une révolution industrielle réussie, ainsi qu'un vecteur de transformations économiques et sociales. Elle 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 fait apparaître 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 étude³ réalisée par McKinsey en 2018, montre que l'utilisation des outils d'IA a le potentiel de contribuer à la croissance à hauteur de 3,5 à 5,8 trillions de dollars annuellement, dans 19 secteurs.

...et de progrès économique

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 étude⁴ réalisée par PricewaterhouseCoopers estime que le déploiement de l'IA pourrait contribuer à l'horizon 2030 à 14% de la croissance mondiale.

Une opportunité à saisir 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

³ McKinsey (2018), *Crossing the frontier collection*.

⁴ PriceWaterhouseCoopers (2018), *The macroeconomic impact of AI*.

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 (« first mover advantage »). Ainsi, selon l'étude « The State of AI in 2021 » réalisée au niveau mondial par le cabinet McKinsey, 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.

Pour aider les entreprises à saisir les tenants et aboutissants de la révolution du Big Data ainsi que ses bénéfices, la Chambre de Commerce a publié un « Actualité & tendances » qui démystifie l'IA. Le document de travail est disponible gratuitement en ligne⁵.

⁵ Actualités et tendances n°27, Bulletin économique de la Chambre de commerce (2022), *Intelligence artificielle & Big data: guide pour naviguer dans la future «data-driven economy» luxembourgeoise*, <https://www.cc.lu/toute-linformation/publications/detail/actualite-tendances-n27-intelligence-artificielle-big-data-guide-pour-naviguer-dans-la-future-data-driven-economy-luxembourgeoise>.

Utilisation de l'IA dans le domaine du « private equity »

Prof. Dr. Pascal Bouvry & Dr. Emmanuel Kieffer,
Département d'Informatique de la Faculté des
Sciences, de la Technologie et de Médecine,
Université du Luxembourg

Au cours des dernières décennies, l'investissement en « private equity » et actifs réels a gagné considérablement en importance. Réaliser une exposition élevée au « private equity » est un défi auquel sont confrontés les investisseurs institutionnels tels que les assureurs, les fonds de pension, les banques, les fondations et les fonds souverains qui, ces dernières années, ont constitué des allocations substantielles à ce véhicule d'investissement alternatif. Acquérir, gérer et céder avec succès ces investissements demande une expertise solide et des incitations que la plupart des investisseurs institutionnels ne possèdent pas. C'est la raison pour laquelle ces investisseurs préfèrent généralement investir indirectement en tant que partenaires limités (LP) dans le « private equity » par le biais de fonds de partenariat limité (désignés ci-après sous le nom de « fonds »), dans lesquels ils s'engagent à investir une somme importante pour une période donnée.

Les engagements envers les fonds sont en pratique immuables et le capital investi est appelé progressivement par la direction du fonds à sa seule discrétion. En réalité, les appels de fonds ne peuvent pas être déterminés à l'avance, ce qui conduit à un capital engagé mais non investi en attente d'être appelé. De plus, le capital engagé ne sera généralement pas intégralement utilisé. Par conséquent, seuls entre 60 % et 70 % des engagements du fonds seront réellement investis dans le « private equity »

et généreront un rendement conforme à ces actifs. Au fur et à mesure de l'avancement du fonds, il y aura également des distributions provenant de cessions anticipées. Ces flux de trésorerie entrants doivent être réinvestis dans de nouveaux fonds.

Le travail fondateur de de Zwart, Brian Frieser et van Dijk (2012) constitue une première tentative réussie de concevoir des stratégies de réengagement dynamiques. Au lieu de se baser sur des prévisions de flux de trésorerie pour résoudre, à chaque période, un problème d'optimisation de portefeuille à période unique, ils ont choisi de construire des fonctions de réengagement ne reposant que sur l'évolution actuelle et passée du portefeuille. Dans le même esprit, Oberli (2015) étend le travail de de Zwart à un portefeuille multi-classes d'actifs comprenant des actions et des obligations. Ces deux dernières tentatives sont des contributions solides et en amélioration pour faire face à l'imprévisibilité des flux de trésorerie en générant des règles pour ajuster dynamiquement le degré d'investissement. Cette similarité avec la théorie du contrôle, c'est-à-dire un domaine traitant du contrôle des systèmes dynamiques dans les processus et machines, semble évidente. Nous visons à construire un système de contrôle en boucle fermée ou un régulateur pour amener la sortie du système à un état désiré et garantir un certain niveau de stabilité. Comme un système physique dans lequel l'environnement ne peut être perçu mais pas prédit, le système de

contrôle en « private equity » doit réagir pour compenser toute déviation par rapport à la sortie cible. Néanmoins, un tel système de contrôle en « private equity » aurait de longs délais et ne serait pas autorisé à dépasser la cible, avec le risque de créer des situations de pénurie de trésorerie.

Les règles de réengagement proposées par de Zwart, Brian Frieser et van Dijk (2012) sont simples et très efficaces. Et si nous pouvions générer de telles expressions de réengagement automatiquement et considérer que notre système de contrôle serait composé d'un ensemble de stratégies à appliquer dans des conditions de marché spécifiques ? Apprendre des fonctions mathématiques, c'est-à-dire des expressions symboliques, n'est pas un phénomène récent et a été largement étudié par les physiciens computationnels pour développer des modèles compréhensibles en utilisant la régression symbolique. Les avancées récentes en matière d'apprentissage évolutif et d'optimisation basée sur la simulation ont ouvert la voie à de nouveaux paradigmes d'apprentissage. Nous proposons donc ici une démonstration de faisabilité consistant à apprendre des expressions mathématiques symboliques dans le même format que celui proposé par de Zwart, Brian Frieser et van Dijk (2012) et Oberli (2015) à l'aide d'un algorithme évolutif (voir Freitas (2003)). Ces expressions symboliques seront ensuite évaluées par le biais de simulations intensives

afin de mesurer leurs performances en termes de maintien d'un système de contrôle stable et efficace pour maintenir l'allocation en « private equity » au niveau cible.

Dans ce travail, nous avons proposé d'apprendre automatiquement ces stratégies de réengagement à l'aide d'un algorithme bio-inspiré. Appelé « apprentissage évolutif », un algorithme de programmation génétique assemble des stratégies de réengagement basées sur une représentation en arbre de syntaxe abstraite. Cet algorithme s'appuie sur la théorie de l'évolution de Darwin pour imiter la sélection naturelle en générant de génération en génération des stratégies nouvelles et prometteuses garantissant un réengagement efficace à chaque période. En utilisant une approche bi-objectif, un ensemble de stratégies de réengagement de Pareto a été généré et comparé à l'œuvre fondatrice de de Zwart publiée en 2012. Les résultats empiriques obtenus à l'aide de simulations intensives ont montré que le degré d'investissement moyen maximal peut être considérablement maximisé tout en offrant différentes alternatives en termes de sur-engagement lié au capital initial.

Contrairement au sur-engagement statique observé jusqu'à présent, les stratégies obtenues par l'évolution et validées par des simulations offrent un véritable aperçu en termes de capital supplémentaire

injecté dans les portefeuilles au cours de leur durée de vie. Les sur-engagements statiques appliqués à chaque période sont assez difficiles à mesurer en termes de capital initial et ne reflètent pas réellement le capital réinjecté.

Des investigations supplémentaires seront réalisées avec des portefeuilles multi-actifs pour tirer parti des différents niveaux de liquidité apportés par les actifs du marché public.

Remerciements

Le Prof. Dr. Pascal Bouvry et le Dr. Emmanuel Kieffer remercient le soutien de la Banque européenne d'investissement à travers son programme STAREBEI et de la société LuxProvide à travers son programme d'accès anticipé au supercalculateur national Meluxina.

Références

de Zwart, Gerben, Brian Frieser, and van Dijk (2012), *Private Equity Recommitment Strategies for Institutional Investors*, Financial Analysts Journal 68:3, 81-99, doi: [10.2469/faj.v68.n3.1](https://doi.org/10.2469/faj.v68.n3.1).

Prof. Dr. Pascal Bouvry & Dr. Emmanuel Kieffer

Kieffer, Emmanuel, Thomas Meyer, Georges Gloukoviezoff, Hakan Lucius and Pascal Bouvry (2023), *Learning private equity recommitment strategies for institutional investors*, Front. Artif. Intell., Sec. Artificial Intelligence in Finance, Volume 6, <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1014317>

Oberli, Adrian (2015), *Private Equity Asset Allocation: How to Recommit?*, The Journal of Private Equity 18: 9–22.

**AI in Luxembourg: increased
maturity but still a lot
to invest in**

Laurent Probst & Thierry Kremser,
Partners at PricewaterhouseCoopers

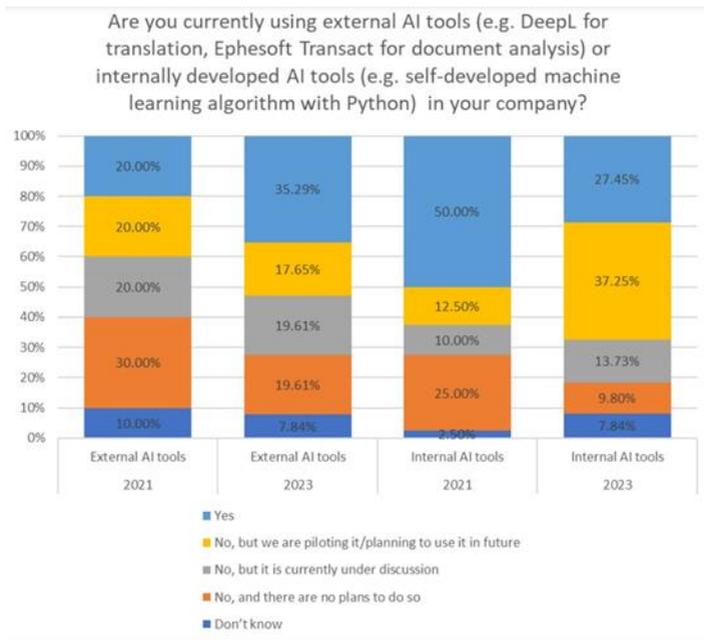
2023 has been a formidable year for AI. Elaborated reports with a single click, studio quality photographs with a simple text query - we are truly living in the age of generative AI. Luxembourg's companies are already investigating the use of this technology as part of their broader strategy around data & AI.

PwC Luxembourg has conducted the third edition of this study to generate insights on the use of Data & AI technologies in Luxembourg. The last study was conducted in 2021 and highlighted how Luxembourg is increasingly data-driven, while facing a challenging talent and investment landscape. Things are progressing at astonishing speed. With new EU Regulations expected by the end of 2023 and the explosion of generative AI solutions on the market, the time is right to look at this topic again.

Increased maturity of the AI market in Luxembourg

The market for AI is constantly evolving, with new tools and technologies being continuously developed. Our survey also assessed the maturity of the AI market and identified trends and changes over time. One of the key findings of the survey is that external AI tools are more commonly used. In 2021, only 20% of organizations surveyed reported using external AI tools, while in 2023 this figure increased

to 35%. In contrast, the use of internal AI tools decreased from 50% in 2021 to 27% in 2023. This suggests that organizations are increasingly relying on external AI tools to meet their needs, rather than developing their own in-house solutions, as the market for those solutions has become more mature.



The survey also found that there has been an increased drive towards investment in data and AI solutions. Specifically, 16% of organizations surveyed indicated that they would allocate more than 5% of their turnover to these solutions. Luxembourg's

organizations acknowledge the importance of investing in data and AI as a way to drive innovation and reduce costs.

The age of generative AI

The survey found that the current hype around generative AI is only partially translating into interest among Luxembourg's companies. Specifically, 27% of respondents indicated that they would be interested in using generative AI for text generation, while only 4% expressed interest in using image generation or other forms of generative AI. Interest in natural language processing (NLP) was higher still.

Uncertainty regarding AI legislation is still high

Given the significance of the financial services sector in Luxembourg, it may be considered a surprise that there is a high level of uncertainty regarding the upcoming AI legislation in Europe. While there is general acknowledgement on the potential impact and additional needs towards compliance in this domain, organizations in Luxembourg still need to gain a level of maturity in this regard.

Strong differences between sectors

Our increased rate of responses has allowed us to look at more detail into the use of data & AI of different sectors in Luxembourg. It is notable that not all financial services are the same, our respondents from the Funds Industry (in graphics referred as Asset and Wealth Management) are reporting less maturity in topics around data governance and use of machine learning, compared to banking and insurance. The public sector is much more inclined to use internally developed POCs, while less frequently using data visualization and storytelling as techniques. The detailed responses are found in the full survey results.

It's still early days in the age of generative AI

The age of generative AI has just begun, with our surveyed companies being interested in the topic, but not yet ready to incorporate the technology deeply into their daily operations. This is not surprising, as there are numerous open topics around the trustworthiness and compliance of the applications, as well as discussions of lawmakers on their regulation in Europe. Despite the current hype, Luxembourg's organizations will need to investigate and experiment further. We are keenly interested in following up on this topic in a future edition of the survey.

For further details and data, we recommend you to read the Use of Data Analytics and Artificial Intelligence in Luxembourg - 2023 edition - The age of generative AI⁶.

PricewaterhouseCoopers, Société coopérative, 2 rue Gerhard Mercator, B.P. 1443, L-1014 Luxembourg
T : +352 494848 1, F : +352 494848 2900,
www.pwc.lu

Cabinet de révision agréé. Expert-comptable (autorisation gouvernementale n°10028256)

R.C.S. Luxembourg B 65 477 - TVA LU25482518

⁶PricewaterhouseCoopers (2023), *Use of Data Analytics and Artificial Intelligence in Luxembourg, The age of generative AI*, www.pwc.lu/en/advisory/digital-tech-impact/analytics/data-analytics-and-ai-survey-luxembourg-2023.html.

L'IA, la Blockchain et les Fintechs : l'ère de la finance intelligente

Emilie Allaert, Fondatrice et CEO,
Digital Minds SARL

Depuis la percée de ChatGPT, l'intelligence artificielle occupe une place centrale dans toutes les conversations et est devenue un élément clé des stratégies d'innovation au sein du milieu financier, en pleine mutation depuis quelques années. En effet, le secteur financier semble jouer un rôle de catalyseur dans l'adoption de nouvelles technologies. Se pose alors la question de savoir si ChatGPT représente une révolution technologique ou simplement une avancée dans une technologie déjà établie.

Pour commencer, il est nécessaire de définir ce qu'est une « fintech » ou « Financial Technology ». Ces entreprises spécialisées dans le secteur financier répondent aux défis imposés par un monde de plus en plus réglementé, une clientèle en constante évolution et des prises de conscience qui influencent les comportements d'investissement. Les fintechs exploitent différentes technologies, utilisées individuellement ou combinées, afin de répondre à diverses problématiques. Plus qu'un mot, c'est une variété d'acteurs ciblés par cette évolution et tirant parti de ces avancées. Les secteurs de la gestion d'actifs, de l'assurance et de la conformité, entre autres, peuvent bénéficier de ces innovations pour améliorer leurs processus et faire évoluer leur offre de services. Ainsi, on constate qu'un accès aux services financiers est désormais possible pour les non-bancarisés, par exemple, et les services

répondent de façon plus adéquate aux besoins des équipes et des clients.

Les technologies utilisées sont variées, parmi elles se trouvent l'analyse des big data, le cloud computing, les robots-conseillers, l'intelligence artificielle et la technologie des registres distribués (DLT ou blockchain), ou encore l'automatisation des processus (RPA). Ces technologies aboutissent à des résultats très diversifiés. En ce qui concerne la gestion d'actifs, on note une démocratisation des investissements, l'émergence de nouvelles sources de financement et surtout de nouveaux instruments financiers, comportant parfois des risques associés parfois non maîtrisés. Les technologies permettent d'améliorer les conseils à l'investissement, favorisent une concurrence plus développée et permet la prise en compte de facteurs jusque-là non intégrables dans les stratégies d'investissement (impact ESG notamment).

En ce qui concerne l'assurance, l'utilisation des données et l'intelligence artificielle permettent, en étudiant le comportement des consommateurs, de développer des produits adaptés et d'encourager des habitudes de vie bénéfiques aux assurés (sports, hygiène alimentaire, sécurité, image satellitaire dans le cas de catastrophes climatiques).

Dans le domaine réglementaire, qui ne cesse de croître, une veille approfondie est nécessaire et

exige des ressources toujours plus nombreuses et formées. L'utilisation des innovations technologiques favorise une analyse d'impact plus approfondie et objective, réduisant les risques d'erreurs et automatisant des processus qui peuvent se révéler fastidieux. Dès lors, les professionnels actifs dans le domaine de la conformité peuvent se concentrer davantage sur la relation humaine et l'expérience client. L'humain intervient pour expliquer les résultats et fournir des indications sur la résolution des problèmes identifiés.

L'intelligence artificielle, lorsqu'elle est utilisée seule, possède une certaine puissance, mais elle atteint son plein potentiel lorsqu'elle est associée à des données massives (big data) ou à la technologie des registres distribués, qui donne accès à des millions de données pouvant être utilisées pour établir des modèles puissants tout en assurant leur traçabilité et leur véracité.

Chaque nouvelle technologie suscite des questionnements, et l'intelligence artificielle n'échappe pas à cette règle, notamment en ce qui concerne le risque de remplacer l'humain par la technologie. L'intelligence artificielle comporte de nombreuses facettes et applications qui sont appelées à remplacer l'humain dans les tâches hautement automatisables et à faible valeur ajoutée, car l'humain est attendu pour son aspect relationnel. Il doit être en mesure d'expliquer les résultats obtenus et de guider le

client pour optimiser ses processus et ses politiques d'investissement, par exemple.

Bien que l'intelligence artificielle, incarnée par ChatGPT, est en plein essor depuis le début de l'année 2023, il ne s'agit là que de la partie émergée de l'iceberg. En effet, la technologie a connu un développement quasi-constant depuis les années 1950, avec de nombreuses avancées connues de tous. Les craintes actuelles n'avaient alors pas leurs places car les innovations telles que Sophia le robot humanoïde, Siri l'assistant intelligent d'Apple ou les ordinateurs battant des joueurs de Go semblaient anecdotiques et étaient perçues comme des compléments dans notre vie plutôt que des assistants capables de nous remplacer. Cela reste toujours vrai, car, comme pour toute technologie, des dérives peuvent exister, mais l'éducation est essentielle pour en tirer parti de manière bénéfique pour tous. Les applications dans le domaine financier le démontrent, où la technologie est utilisée depuis une dizaine d'années pour créer des solutions innovantes, qui se révèlent être des alliées pour les employés et les clients, apportant des gains financiers, des processus efficaces et une revalorisation des tâches.

Notre société doit permettre à tous, experts, grand public, professionnels, jeunes et moins jeunes, de se former sur les technologies concernées afin de les appréhender et de les utiliser en toute sécurité. L'humain possède une capacité d'évolution,

d'émotions et d'interactions qui lui est propre. Une force qui doit rester préservée. La peur ne doit pas devenir son pire ennemi, car l'innovation est dans notre essence et doit le rester. L'innovation peut résoudre des problématiques plus grandes, et peut contribuer à réduire les inégalités, notamment en ouvrant l'accès au plus grand nombre à des services jusque-là réservés à une partie de la population.

L'éthique face à l'intelligence artificielle

Jean-Jacques Rommes, Président du Conseil
Scientifique de la Fondation IDEA a.s.b.l.

Il est généralement admis que l'intelligence artificielle lance ou lancera un défi éthique inédit. Mais où ce défi est-il précisément ? En fait, il est multiple:

1. Pendant longtemps, l'humain a considéré qu'il avait le monopole de l'intelligence et le statut particulier de l'humain, l'humanisme, reste à la base de presque toutes nos convictions morales et juridiques, mais cette vision est déjà contestée et elle le sera encore une fois par l'IA.

2. La faculté unique des humains de percevoir le monde est prédéterminée par des filtres incontournables : les cinq sens, la façon du cerveau de traduire l'information des sens en un modèle du monde et les expériences précédentes du sujet. Ces trois filtres sont radicalement différents de la façon dont une IA recueille ses informations : l'accès à Internet, les applications sur nos portables, la récolte de données médicales par bracelet, tout est imaginable pour permettre à une IA de « connaître » le monde. La différence à l'entrée entraîne inévitablement des différences à la sortie.

3. À partir du moment où l'Humanité déléguera de plus en plus de tâches à l'intelligence artificielle, celle-ci risque de les accomplir au mieux en ignorant nos aspirations vers le progrès humain. La recherche d'efficacité tend cependant vite à ce que la fin justifie les moyens ce qui est l'exact opposé d'une

approche éthique.

4. L'impossibilité systémique à inventer une IA avec une compétence morale a trois raisons :

- Le sens moral humain n'obéit pas à une science axiomatique : il n'existe pas de système formel de pensée morale.
- L'IA souffre d'un biais systémique dû à un souci d'efficacité par rapport aux problèmes qu'on lui pose. La question consiste à savoir s'il est justifiable d'appliquer d'incontestables vérités statistiques à une personne individuelle sans tenir compte des spécificités – sociales, familiales, économiques ou autres – du cas d'espèce.
- Il manque à l'intelligence artificielle l'intelligence émotionnelle. Surtout, elle est privée de l'empathie, sans laquelle la morale n'existe plus.

5. Exiger que l'intelligence artificielle reste explicable risque de freiner la recherche scientifique à son égard et n'est sans doute pas réaliste au vu du monde concurrentiel dans lequel évoluent ces recherches. Par ailleurs, retraçables ex post ou non, les décisions de l'IA resteront par principe imprévisibles. Il est à craindre qu'avec les progrès technologiques les machines deviennent de moins en moins compréhensibles.

6. L'IA tend typiquement vers des résultats discriminatoires ou offensants. Elle est dépendante de l'information à laquelle elle a accès et celle-ci n'est jamais neutre. En prenant l'exemple sur la société humaine et ses idéologies, l'IA risque d'en reproduire et amplifier les insuffisances alors que le sens moral humain consiste justement à les corriger.

7. En cas d'erreurs, de mauvaises décisions ou de préjudices causés par l'IA, la difficulté de savoir si la faute incombe au modèle, aux concepteurs, aux opérateurs ou aux utilisateurs est un problème purement juridique. Par contre, l'impossibilité d'une machine ou d'un programme informatique à assumer des décisions implique qu'un humain doit en rester moralement responsable.

8. Les facultés proprement humaines sont inséparablement liées au contenu subjectif de l'expérience humaine, les « qualia » dont la machine est dépourvue. À supposer que le pas vers une IA vraiment consciente soit franchi un jour, deux questions éthiques entièrement nouvelles se posent : celle de la justification de l'humanisme si la conscience phénoménale se sera révélée comme obéissant à des énoncés de physique réduisant l'humain au niveau d'un ordinateur neurologique et celle de notre responsabilité morale potentielle vis-à-vis de l'IA qui sera devenue demanderesse d'altruisme.

9. L'homme osera-t-il s'opposer à l'intelligence supérieure de la machine alors que l'erreur offre deux options inégales : le décideur infortuné pourra dire qu'il a été induit en erreur par la machine ou son erreur sera sans excuse autre que sa faute personnelle.

10. Les textes générés par l'IA créeront une boucle des connaissances et de l'histoire. À terme, notre modèle du monde, ses vérités de toutes sortes et les solutions à tous problèmes seront décrits pas des IAs et risquent d'échapper à notre contrôle.

11. Le sujet de la Cyber Security changera de nature, car l'IA sera utilisée par des criminels et des États ennemis. Les dangers potentiels à cet égard sont immenses. Cela impose aux concepteurs et aux utilisateurs d'IA des responsabilités morales d'un nouvel ordre.

12. À l'image de toutes les mutations technologiques des derniers siècles, l'IA aussi entraînera inévitablement des transformations sociétales majeures.

13. La question de savoir si on peut gérer tous ces défis par un plus de réglementation dans un monde qui reste fondamentalement concurrentiel n'est pas nouvelle. En cette matière comme dans d'autres, l'Europe prend le risque de devenir le moralisateur

de la planète à propos d'innovations faites par d'autres.

IA et la législation européenne : quo vadis ?

Prof. Dr. Michèle Finck, Professeure en Droit et
Intelligence artificielle, Université de Tübingen

L'intelligence artificielle (IA) étant de plus en plus répandue dans divers secteurs, son impact pratique est appelé à s'accroître dans les années à venir. Par conséquent, une multitude de débats surgiront au fur et à mesure que les économies et les sociétés seront confrontées aux changements apportés par l'IA. Ces débats engloberont inévitablement des considérations d'ordre réglementaire. L'Union européenne (UE) a décidé de devancer certains de ces développements en adoptant dès à présent un nouveau cadre législatif pour l'IA. Le règlement à venir vise à encourager l'innovation dans le domaine de l'IA et à établir un cadre réglementaire qui offre une sécurité juridique pour le déploiement de l'IA tout en tenant compte des risques individuels et sociétaux associés à l'IA.

Il convient de noter que l'IA ne fonctionne pas de manière isolée, mais qu'elle relève déjà des cadres juridiques existants. Par conséquent, différentes normes sont appliquées en fonction du type d'IA utilisé et de son contexte spécifique. Néanmoins, l'opinion la plus répandue est que des réglementations supplémentaires sont nécessaires pour prendre en compte les caractéristiques uniques de l'IA, en particulier sa nature de système d'apprentissage.

L'UE est actuellement en train de créer le premier cadre législatif complet pour l'IA. En 2021, la Commission européenne a présenté le projet de loi sur

l'intelligence artificielle (AIA⁷), qui est une proposition de règlement supranational. Par la suite, des débats approfondis et des efforts de lobbying ont eu lieu à Bruxelles, et les étapes finales du processus législatif, connues sous le nom de trilogues, sont actuellement en cours. L'AIA devrait être adopté fin 2023 et devenir juridiquement contraignant en 2025. Son impact s'étendra au-delà de l'UE en raison de sa large portée territoriale.

Alors que les dispositions spécifiques de la législation sont encore en cours de délibération par les trois colégislateurs de l'UE, la structure générale de la loi sur l'intelligence artificielle devrait rester inchangée.

Tout d'abord, l'AIA préempte les mesures supplémentaires prises par les États membres concernant l'IA, avec une exception probable dans le domaine de la protection des travailleurs. Cela signifie qu'une fois l'AIA adopté, les États membres ne pourront pas adopter de règles juridiques supplémentaires sur l'IA. Cela souligne l'objectif de l'AIA qui est de soutenir l'innovation et le marché intérieur en évitant les obstacles réglementaires et la fragmentation du marché.

Deuxièmement, l'AIA interdira certains systèmes d'IA. La liste exacte des pratiques interdites reste à définir, mais il est probable qu'elle inclue les

⁷ Artificial Intelligence Act

systèmes de manipulation, de notation sociale, de reconnaissance faciale et de reconnaissance des émotions.

Troisièmement, la majeure partie de l'accord réglemente les systèmes d'IA considérés comme présentant un risque élevé, conformément au cadre juridique européen existant en matière de responsabilité du fait des produits. Cette approche exige que les systèmes d'IA respectent diverses exigences. Dans la pratique, de nombreux fournisseurs se mettront en conformité en suivant des normes harmonisées, bien que la détermination de ces normes par ceux qui y sont soumis par la suite ait été un point de discordance. Les fournisseurs d'IA à haut risque doivent mettre en place un système de gestion des risques, adhérer aux règles de gouvernance des données, mettre en œuvre des mécanismes de surveillance humaine et garantir l'exactitude, la robustesse et la sécurité de leurs systèmes.

Quatrièmement, le projet de la Commission prévoit que certains systèmes d'IA, en particulier ceux conçus pour interagir avec les humains, tels que les deep fakes ou les systèmes de catégorisation biométrique, doivent informer les individus qu'ils interagissent avec l'IA et non avec un être humain.

Cinquièmement, la loi sur l'intelligence artificielle introduira des mesures supplémentaires, notamment celles destinées à promouvoir l'innovation

dans l'UE et la mise en place d'organismes publics chargés d'administrer la réglementation à venir.

En résumé, la loi sur l'intelligence artificielle sera une réglementation essentielle pour les systèmes d'intelligence artificielle. Son impact pratique sera également déterminé par son interaction avec d'autres normes, telles que la loi européenne sur la protection des données. Les personnes soumises à la nouvelle législation devront commencer à se préparer et à adapter leurs processus pour se conformer au cadre juridique à venir.

Références

Actualités et tendances n°27, Bulletin économique de la Chambre de commerce (2022), *Intelligence artificielle & Big data: guide pour naviguer dans la future «data-driven economy» luxembourgeoise*, <https://www.cc.lu/toute-linformation/publications/detail/actualite-tendances-n27-intelligence-artificielle-big-data-guide-pour-naviguer-dans-la-future-data-driven-economy-luxembourgeoise>.

de Zwart, Gerben, Brian Frieser, and van Dijk (2012), *Private Equity Recommitment Strategies for Institutional Investors*, Financial Analysts Journal 68:3, 81-99, doi: [10.2469/faj.v68.n3.1](https://doi.org/10.2469/faj.v68.n3.1).

Kieffer, Emmanuel, Thomas Meyer, Georges Gloukoviezoff, Hakan Lucius and Pascal Bouvry (2023), *Learning private equity recommitment strategies for institutional investors*, Front. Artif. Intell., Sec. Artificial Intelligence in Finance, Volume 6, <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1014317>.

McKinsey (2018), *Crossing the frontier collection*.
Oberli, Adrian (2015), *Private Equity Asset Allocation: How to Recommit?*, The Journal of Private Equity 18: 9–22.

PricewaterhouseCoopers (2018), *The macroeconomic impact of AI*.

PricewaterhouseCoopers (2023), *Use of Data Analytics and Artificial Intelligence in Luxembourg, The age of generative AI*, www.pwc.lu/en/advisory/digital-tech-impact/analytics/data-analytics-and-ai-survey-luxembourg-2023.html.

Les auteurs

Emilie Allaert, Fondatrice et CEO, Digital Minds SARL

Prof. Dr. Pascal Bouvry, Professeur en informatique, responsable de l'infrastructure de high-performance-computing et doyen de la Faculté des Sciences, des Technologies et de Médecine de l'Université du Luxembourg

Prof. Dr. Michèle Finck, Professeure en Droit et Intelligence artificielle, Université de Tübingen

Dr. Emmanuel Kieffer, Chercheur au Département d'Informatique de la Faculté des Sciences, de la Technologie et de Médecine, Université du Luxembourg

Thierry Kremser, Partner at PwC

Hoai Thu Nguyen Doan, Senior Economist à la Chambre de Commerce du Grand-Duché

Laurent Probst, Partner at PwC

Jean-Jacques Rommes, Président du Conseil Scientifique de la Fondation IDEA a.s.b.l.

Ce recueil est le fruit des discussions tenues lors d'un atelier organisé par la Fondation IDEA asbl en juillet 2023, où les enjeux du déploiement de l'intelligence artificielle (IA) dans le secteur financier et au-delà ont été débattus. L'objectif de ce recueil est d'apporter des éléments de réflexion sur les opportunités, défis et menaces de l'utilisation de l'IA dans nos sociétés.