



IA GÉNÉRATIVE

VISA POUR UN FUTUR NUMÉRIQUE
PLUS INTERACTIF



Business

 Business & Decision

Préface

Difficile de passer à côté du phénomène **ChatGPT** tant l'outil occupe la Une des médias depuis fin 2022. Au-delà des nombreux cas d'usage associés, c'est par son accessibilité et la qualité de son langage naturel que la solution d'**OpenAI** interpelle. En effet, si le concept d'**IA générative** n'est pas récent – encore moins **l'intelligence artificielle** – il n'était jusqu'à maintenant que l'apanage de certains experts et laboratoires de recherche. La véritable révolution ChatGPT n'est donc pas tant dans la technologie elle-même que dans sa capacité à cibler une audience très large.

À l'image des réseaux sociaux et autres applications numériques, l'IA générative n'a pas tardé à franchir les murs de l'entreprise. 63 % des entreprises françaises étudieraient ainsi l'introduction de l'IA générative dans les méthodes de travail¹. La raison : si seulement 13 % des employés utilisent l'IA générative au quotidien, près de la moitié (45 %) y ont recours plusieurs fois par semaine.

Pour autant, ils sont peu nombreux à savoir ce qu'est exactement l'IA générative et comment elle fonctionne. Si 71 % des Français en ont déjà entendu parler, ils ne sont que 36 % à comprendre ce dont il s'agit. Par conséquent, la plupart des utilisateurs n'ont pas nécessairement conscience des risques de l'IA générative en général, et de ChatGPT en particulier. Une méconnaissance qui peut avoir des conséquences dramatiques pour l'entreprise, 68 % des employés utilisant ChatGPT au travail sans le dire à leur employeur².

Et la tendance n'est pas près de s'inverser. OpenAI, Microsoft, Google et Meta aujourd'hui seront rejointes demain par Amazon et même Apple qui a annoncé le 20 juillet 2023 travailler sur Apple GPT, son propre service de **chatbot**. L'IA générative est sur le point de redéfinir le dialogue homme-machine, de disrupter la place et le rôle de la technologie dans le monde numérique, et plus globalement de réinventer en profondeur la production du langage et les processus créatifs. Les entreprises n'ont plus le choix ! Elles doivent dès aujourd'hui s'emparer de ces nouveaux outils et encadrer leurs usages pour limiter les dérives tout en facilitant leur adoption.

Nous sommes à l'aube d'une nouvelle étape de la transformation numérique. L'IA générative est le précurseur d'une vague d'innovations sans précédent, qui va remettre en question de nombreux business models et obliger les entreprises à repenser leur stratégie.

C'est pourquoi il est indispensable d'accompagner son déploiement et de faciliter son adoption au sein du tissu économique français. En ce sens, Orange Business investit massivement dans cette technologie, notamment en termes de formation, de développement, de partenariats et de prototypage. En tant que leader du numérique en France, le groupe entend faire partie des pionniers du marché et être moteur dans l'acculturation des entreprises à l'IA générative. Tel est l'objet de ce livre blanc.

Aliette Mousnier-Lompré,
Directrice Générale Orange Business

Sommaire

DÉVELOPPEMENT DE L'IA GÉNÉRATIVE : QUEL IMPACT SUR LES ENTREPRISES ?	P. 4
LES TECHNOLOGIES FONDAMENTALES DE L'IA GÉNÉRATIVE	P. 8
LES PRINCIPAUX ACTEURS DU MARCHÉ DE L'IA GÉNÉRATIVE	P. 13
DES IMPACTS AUX ENJEUX DE L'IA GÉNÉRATIVE SUR LES ENTREPRISES	P. 17
ZOOM SUR LES CAS D'USAGE EN ENTREPRISE	P. 21
ADOPTION DE L'IA GÉNÉRATIVE : QUELLE MÉTHODOLOGIE METTRE EN ŒUVRE ?	P. 25
DÉPLOYER DES IA DIGNES DE CONFIANCE	P. 29
<i>Conclusion</i>	P. 34
<i>Sources & Glossaire</i>	P. 36
<i>Contributions & remerciements</i>	P. 39

DÉVELOPPEMENT DE L'IA GÉNÉRATIVE : QUEL IMPACT SUR LES ENTREPRISES ?

En janvier 2023, soit deux mois après son lancement, le site web de ChatGPT recevait en moyenne 13 millions de visiteurs uniques par jour, avec une croissance quotidienne du trafic de 3,4 %³. En avril, le site accueillait un milliard de visiteurs chaque mois, dont près de 100 millions d'utilisateurs actifs. Pourquoi l'IA générative et les LLMs (Large Language Models) suscitent-ils un tel engouement ? Quel impact pour les entreprises ? L'IA générative est-elle une simple évolution ou une véritable révolution ? Décryptage.

Pour mieux appréhender la manière dont l'IA générative va transformer les usages en entreprise, il importe de bien comprendre de quoi il s'agit. En effet, le terme « IA générative » suggère que cette IA va générer des contenus. Or ce n'est que partiellement exact car son fonctionnement s'effectue dans les deux sens : certes les LLMs sont capables de générer du contenu mais aussi de « digérer » du contenu. Et ce 2e aspect est capital car il éclaire sur leur fonctionnement et sur les risques qu'ils induisent pour l'entreprise.

En parallèle, il est également nécessaire de distinguer différents types d'IA générative. La plus connue, grâce à ChatGPT, reste l'IA générative textuelle qui va analyser et produire du texte. Sur le même modèle, d'autres IA génératives vont exercer dans le domaine visuel, musical ou audio. Nous allons nous concentrer dans cet article à la plus mature de ces IA génératives, à savoir l'IA textuelle, ou LLMs, dont l'impact sur le monde professionnel est actuellement le plus important et le plus impressionnant.

IA générative : évolution ou révolution ?

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'IA générative n'est pas si récente. Elle a commencé à émerger avec l'avènement des réseaux de neurones profonds. Dès 2014, les réseaux antagonistes génératifs (GANs) étaient capables de générer des images ressemblant à des photographies réelles. L'IA générative est une évolution directe de dizaines d'années de recherche en intelligence artificielle. Comme le rappelle, Yann LeCun, la tête pensante de l'IA chez Meta, « ChatGPT et d'autres grands modèles de langage ne sont pas sortis de nulle part. Ils sont le résultat de décennies de contributions de diverses personnes. »

Mais l'élément déclencheur a été la mise à disposition de ChatGPT auprès du grand public par OpenAI en novembre 2022. Pourquoi ? Parce qu'elle a favorisé la prise de conscience des impacts engendrés par l'utilisation d'un tel outil.

L'IA générative repousse les limites de ce que les machines peuvent apprendre & créer.

D'une simple innovation technologique...

Résultat, d'un point de vue technologique, les LLMs sont plus une évolution qu'une révolution, si ce n'est qu'ils combinent jusqu'à quatre modes d'apprentissage⁴ dans la même intelligence artificielle :

- **Le mode non supervisé**, ou *embedding*, qui consiste à affecter à chaque mot un vecteur (une suite de nombres) qui va au mieux définir ce mot dans un espace mathématique qu'on appelle un **espace vectoriel**.
- **Le mode auto-supervisé** qui permet, à partir d'une partie de phrase, de compléter cette phrase avec ce qui lui semble le plus logique d'un point de vue **statistique**.
- **Le mode supervisé** (équivalent à la couche **InstructGPT** chez OpenAI) qui apprend au modèle à répondre aux questions.
- **Le mode renforcé** pour classer les réponses par ordre de préférence et évaluer la plus appropriée. Cette étape implique une intervention humaine.
- On peut mentionner également une **couche de sécurité** supplémentaire qui sert à identifier notamment les réponses et les questions interdites.

Deux autres évolutions techniques ont elles aussi leur importance. La première repose sur l'utilisation de la technologie des **transformers**, qui, comble de l'ironie, a été inventée en 2017 par... Google. Dans son article intitulé "Attention is all you need"⁵, Google Research expliquait comment fabriquer un transformer pour entraîner des modèles de **deep learning** avec de **l'apprentissage auto-supervisé**. L'innovation suivante est étroitement liée à la 2e : c'est la capacité à faire fonctionner des transformers sur une infrastructure de calcul avec un gigantesque corpus d'**entraînement**, le cœur de cette infrastructure reposant sur des **GPU** (Graphical Processing Unit) notamment de type **H100** fabriqués par Nvidia.

... à une révolution des usages

Si les principales innovations de l'IA générative reposent sur le cumul de ces quatre modes d'apprentissage et sur les transformers, la vraie révolution se situe au niveau des usages. Les LLMs marquent le début d'une nouvelle ère de l'intelligence artificielle et du dialogue homme-machine, laissant présager une révolution aussi importante que l'internet. Désormais, chacun pourra interagir avec un ordinateur par le biais du langage naturel. En réponse, la machine sera à même d'interpréter et d'exécuter les demandes de l'utilisateur.

L'IA générative est donc capable de créer de nouvelles données à partir d'un corpus de données d'entraînement, d'un prompt (requête de l'utilisateur) et d'un contexte. Par exemple, dans le domaine du texte, **GPT-4** peut prodiguer des conseils, élaborer un plan, écrire des articles, des fiches produits et même du code.

Une puissance de calcul inégalée

Alors si l'IA générative n'est techniquement pas si innovante, pourquoi un tel engouement ? Parce que sa puissance de traitement du langage inégalée offre des perspectives infinies aux utilisateurs et, par conséquent, aux entreprises. L'IA générative repousse les limites de ce que les machines peuvent apprendre et créer : nouveaux designs de produits, contenu marketing personnalisé, argumentaires de vente intégrant une multitude d'informations, aide au diagnostic médical ou à l'analyse judiciaire...

Comment l'IA générative va changer la donne

Difficile de prédire l'intégralité des nouveaux usages professionnels favorisés ou améliorés par l'IA générative tant le champ des possibles est ouvert. En revanche, l'IA conversationnelle ne doit rester qu'un outil car la machine est dépourvue d'intention et de réelle compréhension, elle n'est par exemple pas capable de réellement faire la différence entre ce qui est éthique et ce qui ne l'est pas.

Il faut aussi considérer que les meilleurs LLMs, dans un usage général, ont des taux d'erreurs qui peut dépasser les 30%, ce taux pouvant être significativement réduit en spécialisant le scope d'entraînement ou le contexte d'utilisation des LLMs. Par conséquent, l'intelligence artificielle ne remplace pas l'humain, elle prend simplement en charge certaines tâches et permet un gain d'efficacité.

Il est toutefois au moins deux domaines que l'IA générative risque de fortement disrupter. Tout d'abord, le marketing, en permettant une personnalisation à grande échelle. Ensuite, les moteurs de recherche, en étant capable de fournir une réponse exacte et documentée, poussant ainsi certains acteurs comme Google à devoir repenser leur business model.

Certaines limites apparaissent déjà avec un premier frein d'ordre méthodologique.

L'impact de l'IA générative sur les entreprises

Les entreprises qui adoptent l'IA générative pourraient alors bénéficier d'une meilleure productivité et d'une réduction des coûts, soit deux facteurs de compétitivité majeurs. À la clé : la capacité à générer rapidement de nouveaux contenus en réponse à la concurrence. Une chose est certaine : l'IA générative va transformer la façon dont nous créons et consommons du contenu. En ce sens, elle peut représenter un facteur différenciant stratégique pour les entreprises.

En revanche, l'IA générative soulève également un certain nombre de questions et de défis. Quid par exemple des droits d'auteur des œuvres utilisées pour son entraînement ? Difficile en effet de savoir précisément sur quelles données certains LLMs ont été entraînés, soulevant des questions de propriété intellectuelle aux entreprises qui les utilisent.

L'AVIS D'EXPERT

Didier Gaultier, DataScience & Ethics AI Director,
Digital Services France, Orange Business

La loi de Vapnik

Vladimir Vapnik est un mathématicien et informaticien russe, connu pour avoir développé les **machines à support vectoriel (SVM)**, et être à l'origine de la théorie de Vapnik-Chervonenkis de l'apprentissage statistique. Que dit cette loi ? Qu'il faut un bon équilibre entre la complexité du modèle et la complexité des données d'entraînement.

En somme, si l'on vient à manquer de données, alors il ne sera pas possible d'augmenter la complexité du modèle et, *in fine*, de l'améliorer ou d'étendre ces capacités. Or la quantité de texte disponible sur internet étant limitée, impossible alors d'augmenter l'intelligence des modèles indéfiniment. En ce sens, l'IA générative (sur ses architectures actuelles) atteindra d'ici peu ses limites.

L'AVIS D'EXPERT

Michael Deheneffe, Strategy, Marketing & Innovation Director,
Digital Services France, Orange Business

« L'IA générative représente une rupture technologique majeure. Pour faire simple, on peut considérer que les sciences de l'informatique savent faire des calculs depuis 50 ans. Aujourd'hui, elles savent écrire, c'est-à-dire apprendre et synthétiser. Certes cela ne veut pas dire penser ou comprendre, mais la frontière devient de plus en plus ténue. C'est même la première fois qu'il y a une rupture si rapide. Un autre constat repose sur l'adoption massive de la technologie par une grande diversité de profils, même en entreprise. À titre de comparaison, si l'ordinateur quantique représente lui aussi une vraie rupture technologique, son adoption n'a rien à voir. Idem pour le métavers.

Enfin, l'accessibilité. L'IA générative nécessite d'énormes quantités de calculs mais qui sont déportées dans le cloud. Donc si on prend les trois termes de l'équation, c'est-à-dire la rupture technologique majeure, l'adoption hyper rapide et une grande accessibilité, l'émergence de l'IA générative peut s'apparenter à la révolution connue avec internet. Et comme dans toute rupture technologique majeure, on surestime ses effets à court terme et on sous-estime toujours ses effets à long terme. La vague sera sûrement plus longue qu'annoncée. Par conséquent, les entreprises sont coincées entre deux grandes tendances. D'un côté, elles veulent tester la technologie, mais de l'autre elles veulent le faire de manière sécurisée et guidée par crainte des enjeux de confidentialité, de propriété intellectuelle, d'éthique, etc. »

Les limites de développement de l'IA générative

Dès lors, certaines limites apparaissent déjà avec un premier frein d'ordre méthodologique. La raison : les modèles comme **GPT-4** ou ultérieurs ont besoin d'une très grande partie du contenu déjà publié sur internet pour leur entraînement. Augmenter leur puissance et leur complexité nécessiterait de leur donner accès à encore bien plus de contenu (voir encadré sur la loi de Vapnik), ce qui limite donc leur potentiel de développement. En complément, de nombreuses ressources qui seraient précieuses pour leur entraînement ne sont pas publiées sur le web et restent donc inaccessibles à l'IA générative. Par conséquent, les LLMs généraux ne peuvent suffire à eux seuls pour apporter des réponses exhaustives et pertinentes dans la plupart des domaines pointus. C'est un processus qui doit se comprendre sur le long terme qui impliquera de spécialiser l'entraînement de certains LLMs sur des corpus spécialisés et de digitaliser toujours plus de données.

Autre frein : comment créer un contenu toujours actuel avec l'IA générative ? On sait par exemple qu'actuellement ChatGPT n'inclut pas de données postérieures à septembre 2021. Les plugins permettent certes d'aller chercher du contenu sur internet, mais ils intègrent les données collectées soit dans le prompt, soit dans le contexte, mais pas dans le corpus d'entraînement. Par conséquent, la capacité d'analyse de l'outil sur les données les plus récentes s'en trouve elle aussi restreinte. En ce sens, l'actualisation des données d'entraînement représente une limite réelle. Et c'est sans compter les biais et autres *fake news* incluses dans les données d'entraînement qui pénalisent potentiellement la pertinence des réponses fournies.

Comme pour toute technologie, une utilisation responsable et éthique de l'IA générative est donc essentielle pour optimiser ses avantages tout en minimisant les risques. C'est pourquoi les entreprises doivent privilégier des environnements sécurisés qui leur sont dédiés comme Azure OpenAI (Microsoft) ou encore ChatGPT Enterprise (**Open AI**), et éviter un produit grand public comme ChatGPT qui n'offre pas le niveau de confidentialité nécessaire.

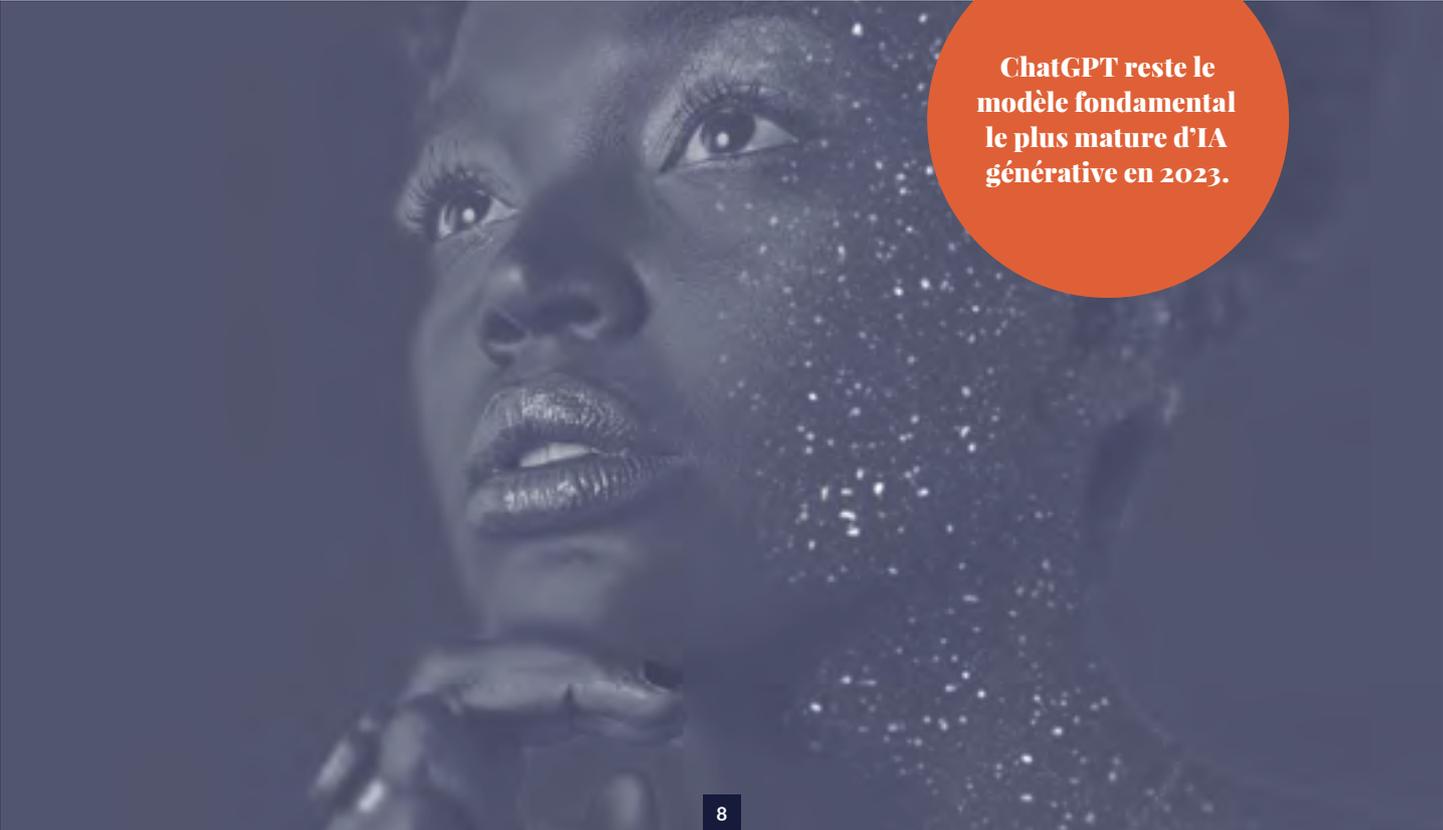
LES TECHNOLOGIES FONDAMENTALES DE L'IA GÉNÉRATIVE

L'IA générative n'est pas un concept récent. Les réseaux de neurones sur lesquels elle repose sont connus depuis des décennies. Alors pourquoi a-t-il fallu attendre 2022 pour entendre parler de cette technologie ? Voici quelques explications.

Avant d'entrer dans le détail des technologies, il est important de noter que nous allons nous focaliser sur les technologies fondamentales de ChatGPT qui, en 2023, reste le modèle fondamental le plus mature d'IA générative que ce soit en termes de capacité de traitement, de capacité de génération et de créativité.

Première vague : AlexNet & le deep learning

Tout commence en 2012 lorsqu'Alex Krizhevsky implémente des réseaux de neurones sur des cartes graphiques. En quoi est-ce révolutionnaire ? Les réseaux de neurones sont extrêmement gourmands en ressources de calcul et en volume de données. Ils sont très prompts à ce que l'on appelle "l'overfitting", c'est-à-dire la surinterprétation⁶. La seule option jusqu'alors pour l'éviter était de réduire le nombre de paramètres soit, *in fine*, la performance du modèle. Les cartes graphiques ont alors permis de diviser par 100 les temps de calcul. En parallèle, des jeux de données (datasets) très volumineux ont été rendus disponibles, comme ImageNet, participant à améliorer les performances des modèles. Ces performances ont d'ailleurs été rendues publiques pour la première fois lors du concours ImageNet de 2012. Souvent citée comme une référence en matière de computer vision, cette architecture, appelée AlexNet, est considérée comme la première approche probante en deep learning, concrétisant des décennies de recherches parfois effectuées contre vents et marées pendant « l'hiver de l'IA ». Cette étape a permis de démocratiser de nombreuses recherches en mathématiques appliquées, informatique, neurosciences, etc. qui ont favorisé le développement de l'IA générative.



**ChatGPT reste le
modèle fondamental
le plus mature d'IA
générative en 2023.**



Deuxième vague : les GAN

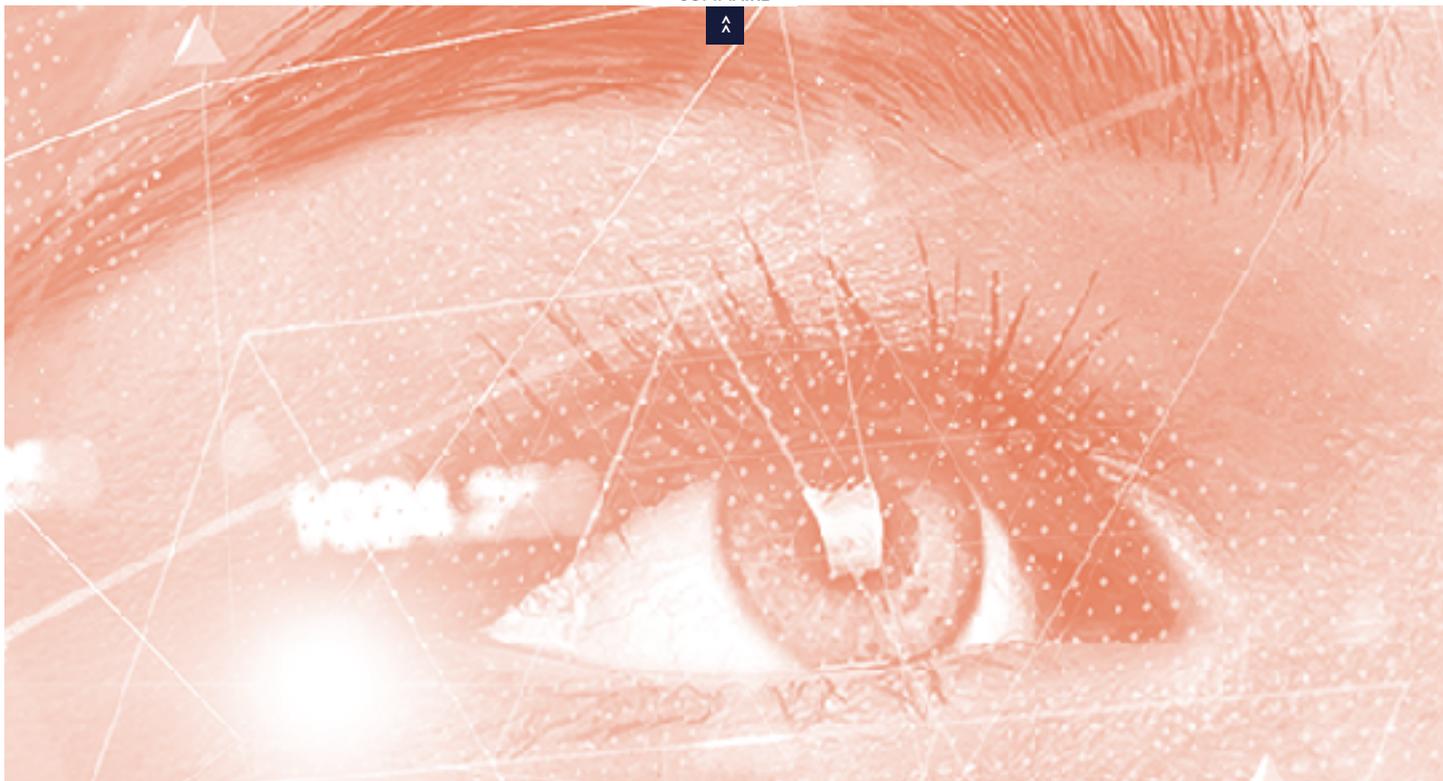
En 2015, l'arrivée des **GAN (Generative Adversarial Network)** grâce à Ian Goodfellow a permis de mettre en place un ensemble d'architectures et de méthodes. Le principe consistait à faire s'affronter deux réseaux de neurones : un qui faisait de la génération d'images non supervisée, et un autre qui cherchait à déterminer si l'image était valide ou pas. Cette étape peut être considérée comme la première génération performante d'IA générative. Toutefois, les GAN donnaient lieu à des architectures particulièrement instables.

Troisième vague : les transformers

Lancés en 2017, les modèles de transformers développés par Google Brain ont la particularité de se baser sur un concept dit d'**attention**. Le modèle consiste à mettre en place une sélection de l'information séquentielle au fur et à mesure du traitement. Ces transformers ont alors commencé à être utilisés dans le domaine du **traitement du langage naturel (NLP)** avec de bons résultats, notamment dans le cas des modèles de type **BERT** qui sont encore utilisés dans nombre d'applications aujourd'hui.

Quatrième vague : GPT 3 et 4

Dès lors, les grands groupes comme Microsoft (OpenAI), Meta (Facebook) ou Google ont décidé de continuer le développement de ces modèles pour travailler sur l'IA générative. C'est en ajoutant de plus en plus de neurones, de paramètres et surtout en associant divers modes d'apprentissage qu'OpenAI est ainsi parvenu à créer sa solution ChatGPT. Ses performances reposent, entre autres, sur le cumul des quatre modes d'apprentissage tels que décrits ci-dessous et l'utilisation des cartes graphiques **Nvidia H100**.



Le mode auto-supervisé

En 2018, le modèle GPT est développé, utilisant l'**apprentissage auto-supervisé** sur du texte avec les transformers. Cette approche nécessite beaucoup moins de supervision sur les données, mais implique une **vectorisation** des textes (embedding) et un grand nombre de données non-étiquetées. Elle inclut également l'apprentissage des langues à partir d'un certain corpus de texte, basé sur l'utilisation massive de ce qui a été publié sur internet. Cette étape explique notamment pourquoi ChatGPT peut intervenir en plusieurs langues. À noter qu'elle est aussi la plus consommatrice en calculs, son seul but étant de compléter le prochain mot d'une phrase ou de compléter un mot manquant dans une phrase.

La couche supervisée

Plus récemment, en 2022, InstructGPT a été introduit. Il s'agit d'un modèle GPT entraîné sur des conversations en mode supervisé. Cette approche permet d'apprendre à GPT à répondre à des questions. Elle consiste en effet à fournir un certain nombre de questions au modèle ainsi que les réponses attendues. La complexité réside alors dans le contexte dont l'IA a besoin pour répondre correctement à la question posée. Le contexte contient en réalité les instructions que l'on va donner au modèle pour lui permettre de répondre. Il est masqué dans ChatGPT et inclus dans la couche InstructGPT ayant donné lieu à un **apprentissage supervisé**. Le résultat aboutit à une intelligence artificielle de type chatbot, entraînée sur un très grand corpus de texte et capable de répondre de façon brute à toute question, à condition que des éléments de réponses figurent dans le corpus d'entraînement.

L'apprentissage renforcé

Si les trois premiers modes d'apprentissage permettent de créer « le fond » de la réponse, ce mode va quant à lui favoriser « la forme » et permettre à l'IA de répondre de manière plus pertinente. La couche supervisée aboutit en effet à un chatbot assez rustique, dénué de nuances. Ici, une équipe de personnes va donc poser un grand nombre de questions à ChatGPT, lui demander de générer plusieurs réponses différentes par question, puis les classer par ordre de préférence et même éliminer les réponses inappropriées sous forme d'un **apprentissage renforcé** avec **RLHF (Reinforcement Learning from Human Feedback)**. Si cette étape n'intègre pas de complexité technique, elle nécessite en revanche des ressources humaines importantes.





Les modèles fondamentaux dans les mains des GAFAM

En augmentant la taille des datasets et en évitant d'avoir recours à de la labellisation massive de données, il a été possible de créer les premiers modèles de fondation qui ont permis ensuite, par affinage successif, de créer de l'interactivité proche des interactions humaines grâce à la couche InstructGPT. Aujourd'hui, les grands groupes que sont OpenAI avec Microsoft, Google ou Meta sont les seuls à avoir la puissance du calcul nécessaire pour entraîner des modèles fondamentaux multilingues à base de transformers de plus en plus gigantesques. Voilà pourquoi les futures évolutions des modèles fondamentaux de l'IA générative dépendent en partie des GAFAM.

Il faut néanmoins se rappeler qu'un modèle incluant une pléthore de paramètres toutefois dépourvu de la couche supervisée paraîtra relativement inutilisable par rapport à un modèle plus simple mais bénéficiant de l'**apprentissage supervisé**.

L'IA générative atteindra bientôt ses limites

En septembre 2022, DeepMind (un article publié par Chinchilla) a mis en avant de nouvelles lois sur l'échelle des données (également appelées lois sur la mise à l'échelle de Chinchilla ou Hoffman) pour des données LLM (Large Language Models) optimales⁷ :

- Il faudrait ainsi utiliser un corpus de 1,4 T de tokens⁸ pour entraîner de façon optimale un LLM intégrant 70 milliards de paramètres, soit environ 20 jetons de texte par paramètre.

Ainsi, selon Chinchilla, les futurs modèles d'Open AI pourraient à chaque fois nécessiter plus de 10 fois plus de données d'entraînement que leurs prédécesseurs et autres modèles similaires. Pour information, on estime que GPT 3 comportait déjà 175 milliards de paramètres⁹. Par conséquent, nous risquons fort à un moment de manquer de données textuelles d'entraînement pour le nombre de paramètres que l'on souhaitera ajouter dans un modèle.

Il est donc vain de chercher à augmenter exponentiellement la complexité pour améliorer significativement les performances des modèles. Les évolutions de cette intelligence artificielle seront donc à chercher ailleurs, du côté de l'architecture notamment. Pourquoi en effet ne pas envisager découvrir demain une architecture plus efficace que les transformers ? Par exemple des percées dans le domaine des mathématiques fondamentales (notamment sur les espaces vectoriels de grandes dimensions) pourraient peut-être permettre de progresser sur les architectures actuellement utilisées en IA. Enfin, si les travaux en **apprentissage machine** n'ont pas vocation à reproduire fidèlement le fonctionnement du cerveau humain, certains mécanismes étudiés par les neurosciences peuvent donner des idées nouvelles pour les futures recherches en IA, à l'instar des premiers modèles de neurone, des modèles hiérarchiques de la vision et des **mécanismes d'attention**.

Dans le futur on risque de manquer de données textuelles d'entraînement pour les modèles.



NVIDIA

Moteur de l'IA générative

L'IA générative n'aurait pas pu être aussi performante sans Nvidia, ou plus exactement ses cartes graphiques de type H100 (précédemment A100), capables d'entraîner des transformers, c'est-à-dire des réseaux de neurones profonds. En effet, la performance d'une intelligence artificielle repose sur la bonne adéquation entre la quantité des données d'apprentissage et la complexité du modèle d'intelligence artificielle. En apportant une puissance de calcul jamais atteinte jusque-là, Nvidia a rendu possible l'émergence des LLMs entraînés sur des corpus gigantesques. Pour information, l'entraînement de GPT-4 a nécessité 10 000 cartes H100. Un **GPU Nvidia H100**, c'est notamment :

- 80 milliards de transistors gravés en 4 nanomètres ;
- 80 Go de **mémoire graphique** ;
- Une **bande passante** de plusieurs téraoctets par seconde.

L'AVIS DE L'EXPERT

Michael Deheneffe, Strategy, Marketing & Innovation Director,
Digital Services France, Orange Business

« Aujourd'hui, on peut d'ores et déjà affirmer que l'IA générative sera performante pour synthétiser des gros volumes de données non structurées. En ce sens, la technologie peut être considérée comme un assistant personnel junior, capable d'effectuer certaines tâches mais sans le niveau de séniorité nécessaire pour valider le niveau de détail et le niveau de précision de ce qu'il avance. Ainsi, chaque employé équipé d'un outil d'IA générative pourra bénéficier au quotidien d'une aide précieuse dans la préparation de la collecte de données par exemple, tâche particulièrement chronophage. Au-delà de l'aspect technologique, c'est dans la manière d'appréhender les projets et la relation entre l'entreprise et ses employés que l'IA générative se montre révolutionnaire en transformant la confiance entre un employé et son employeur ou entre un prestataire et son client. Par conséquent, la confiance et l'authenticité devront être davantage prises en compte pour "certifier" les documents. »

LES PRINCIPAUX ACTEURS DU MARCHÉ DE L'IA GÉNÉRATIVE

Le marché de l'IA générative est encore très récent. Par conséquent, le nombre d'acteurs reste encore assez limité en 2023. Néanmoins, deux principales catégories se distinguent. Les GAFAMs d'un côté, et les start-ups de l'autre. Pourquoi aussi peu d'acteurs matures dans ce domaine ? Parce que le nerf de la guerre en intelligence artificielle repose sur l'accès à la donnée.

C'est un point clé de l'IA générative : pour développer et entraîner des modèles de type LLMs, le plus important reste le volume et la qualité des données que l'on a à disposition. Or même des géants comme Apple et Amazon sont confrontés à un relatif manque de données, ne pilotant pas directement un écosystème ouvert en ligne d'envergure mondiale comme Microsoft, Meta ou encore Google. C'est pourquoi un petit nombre d'entreprises se partagent le potentiel du marché à l'heure actuelle. Il est impossible de pouvoir s'intéresser à tous les acteurs de manière exhaustive. Nous avons donc sélectionné les solutions suivantes qui figurent parmi les plus avancées sur les LLMs et en IA générative.

Les startups et l'IA générative

Certes, les startups ne sont pas les mieux pourvues en données. Toujours en phase d'investigation, leur forte capacité d'innovation et leur agilité native leur permettent d'avancer rapidement sur le sujet. Nous avons donc choisi, dans cet article, de nous focaliser sur quatre startups « prometteuses » :

Mistral AI , LightOn, Aleph Alpha & Hugging Face

- ***Mistral AI***

Cofondée notamment par Arthur Mensch (PDG) et Guillaume Lample (Chief Scientist et ex-Research Scientist chez Facebook sous la direction de Yann Le Cun), Mistral AI est une entreprise française. Son ambition : créer et partager des modèles d'IA de pointe capables de générer un langage naturel de haute qualité à partir de n'importe quelle entrée (texte, images, audio, etc.). En juillet 2023, Mistral AI vient de réussir une levée de fond conséquente.

- ***LightOn***

Cette autre société française a été cofondée par Florent Krzakala, Igor Carron, Laurent Daudet et Sylvain Gigan. LightOn fournit des modèles de base pour le travail et la créativité augmentée en exploitant le matériel à l'échelle de l'exa et les insights de l'**apprentissage profond**. Leur produit phare, Paradigm, est une solution robuste et fiable pour les organisations qui utilisent des modèles de langage hébergés pour les tâches de

traitement du langage naturel (NLP). Ils offrent les avantages des modèles privés, tels que le contrôle des données et la possibilité d'adapter le modèle à des besoins spécifiques. Un des nombreux intérêts de leur solution est d'ouvrir la porte à du **transfert learning** vers des corpus de données privés et souverains. LightOn vient d'établir un partenariat avec Aleia, autre startup française, autour d'une offre industrielle, sécurisée et européenne de grands modèles de langages. Disponible à la rentrée 2023, cette offre entend révolutionner l'intelligence artificielle industrielle souveraine, en intégrant un espace de travail sécurisé et facilement déployable, et des grands modèles de langages performants.

- ***Aleph Alpha***

En Europe, l'Allemagne travaille elle aussi sur l'IA générative, à travers notamment la startup allemande Aleph Alpha codirigée par Jonas Andrulis et Samuel Weinbach. Avec leur solution Luminous, Aleph Alpha a atteint le premier jalon sur la voie d'une IA générative performante en termes de contenu, explicable, souveraine et digne de confiance. Aleph Alpha continue à travailler dans la direction d'obtenir une meilleure transparence sur le fonctionnement des grands modèles de langage. À noter, qu'en 2023, Aleph Alpha est principalement axée sur le marché allemand et travaille en France en partenariat avec HPE (Hewlett Packard Entreprise).



- **Hugging Face**

Hugging Face a la particularité d'être une entreprise américaine (son siège est aux États-Unis) mais créée par des Français : Clément Delangue, Julien Chaumond et Thomas Wolf. Hugging Face est avant tout une communauté et propose une plateforme de science des données qui fournit des outils permettant aux utilisateurs de construire, d'entraîner et de déployer des modèles basés sur du code et des technologies open source. Ils sont les créateurs de Transformers, une **bibliothèque open source** permettant la construction de modèles d'IA générative. Il est à noter que certains modèles provenant d'Hugging Face ont d'ores et déjà été intégrés à l'écosystème **Microsoft Azure**.

Les GAFAMs à la pointe de l'IA générative

Impossible de parler d'IA générative sans mentionner les **hyperscalers**, à commencer par OpenAI et Microsoft (GPT-4), Meta (LLaMA 2) ou Google (PaLM 2).

OpenAI et Microsoft

En investissant dix milliards de dollars dans la startup américaine, Microsoft a largement contribué à faire d'OpenAI le leader actuel de l'IA générative. Si ChatGPT est désormais intégré au moteur de recherche Bing mais également dans Azure, Microsoft a néanmoins ajouté ses propres couches de sécurité supplémentaires par rapport à la solution grand public.

En effet, l'utilisation de ChatGPT suppose implicitement d'accepter que l'information partagée dans les prompts puisse être réutilisée ultérieurement pour l'entraînement des modèles et donc exposée pour d'autres clients. En ce sens, l'offre grand public peut même réutiliser des données potentiellement personnelles ou sensibles qui lui ont été partagées pour déduire de futures réponses. A cet effet, Open AI a lancé l'offre « ChatGPT Enterprise » qui garantit désormais la confidentialité des données pour les professionnels.

Le plus sécurisé reste néanmoins Azure OpenAI intégrant non seulement la confidentialité des prompts et des contextes, mais en apportant une garantie qui s'étend à tous les documents sources. Microsoft garantit ainsi à ses clients une confidentialité complète et contractuelle dans le cadre de leur utilisation d'Azure.



En investissant dix milliards de dollars dans la startup américaine, Microsoft a largement contribué à faire d'OpenAI le leader actuel de l'IA générative.



Bing Chat

Bing, le moteur de recherche de Microsoft, a enregistré une augmentation de 15 % de son trafic après l'intégration de GPT, tandis que l'app mobile Bing a été téléchargée 750 000 fois, avec un pic de 150 000 installations quotidiennes durant la première semaine d'intégration en mai 2023¹⁰.

Google PaLM2 / Bard

Considéré comme le principal concurrent de Microsoft sur l'IA générative, Google a longtemps occupé la première place des géants du web grâce à la puissance de son moteur de recherche. Mais aujourd'hui, son business model pourrait bien être complètement disrupté par Microsoft.

En réponse, Google a donc lancé début 2023, **PaLM2 / Bard**, un générateur de texte par intelligence artificielle. Le chatbot est désormais disponible en Europe et en Français, avec des fonctionnalités encore limitées par rapport à d'autres versions internationales. Il est donc encore trop tôt pour se lancer dans des comparaisons pertinentes avec d'autres solutions parlant Français sur le sol européen. Il est possible que la situation ait déjà évolué quand vous lirez ces lignes.

Meta

En février 2023, Meta s'est à son tour lancé dans la course à l'IA générative en rendant accessible à la communauté des chercheurs, LLaMA (Large Language Model Meta AI), son propre modèle de langage. Plus récemment, **LLaMA2** a été diffusé en mode open source et utilisable à des fins commerciales.

Basé sur des modèles plus petits mais performants, LLaMA2 pourrait bien rebattre les cartes des LLMs car

nombre d'entreprises pourraient être ainsi tentées d'entraîner le modèle avec leurs propres corpus de textes de référence. L'avantage étant de mieux maîtriser les sources et d'apporter ainsi plus de transparence et de contrôle, notamment pour les applications de chatbots. On risque ainsi de voir fleurir bon nombre de variantes (ou forks) de LLaMA2 dans le mois à venir.

Entre les solutions open source de Meta et Hugging Face, les startups qui travaillent sur des solutions très prometteuses, les avancées des GAFAMs et leur capacité à se challenger les uns avec les autres le marché des LLMs semble promis à une belle dynamique.

De son côté, en avril 2023, **AWS** a répliqué et présenté Amazon Bedrock en réponse à Azure OpenAI. Avec un service annoncé comme très accessible financièrement, AWS assure également la sécurité et la confidentialité des données des utilisateurs professionnels. En parallèle, Amazon a lancé un programme d'accélération de dix start-ups travaillant sur l'IA générative.

Même Apple, à son rythme, semble être entrée récemment dans la course à l'IA générative avec AppleGPT. Comme à l'accoutumée quand il s'agit de R&D, Apple reste plus que discrète, car on comprend bien que face à un SIRI qui a pris un méchant coup de vieux, l'enjeu concurrentiel dans les années à venir sur le sujet de l'IA générative est de taille pour la marque à la pomme !



DES IMPACTS AUX ENJEUX DE L'IA GÉNÉRATIVE SUR LES ENTREPRISES

ChatGPT, Dall-E, Midjourney... Pour 52 % des Français, les IA génératives constituent une nouvelle révolution industrielle¹². Ils sont 49 % à estimer qu'elles vont transformer en profondeur les métiers. Mais quels sont précisément les enjeux et les impacts de cette technologie sur le monde de l'entreprise ?

Gains de temps et de productivité générés grâce à l'automatisation, aide à la décision, assistantat... Si les cas d'usage sont multiples, l'IA générative est principalement utilisée pour accélérer un certain nombre de tâches récurrentes ou assister les salariés dans leur fonction en prenant notamment en charge des tâches répétitives ou chronophages. Pour illustrer notre propos dans cet article, nous développerons plus particulièrement un cas d'usage dans le domaine des ressources humaines.

Quels sont les principaux enjeux de l'IA générative en entreprise ?

Un premier enjeu de l'IA générative dans les entreprises consiste à favoriser des gains de temps sur des tâches à faible valeur ajoutée. Objectif : permettre aux équipes de se concentrer sur leur expertise et leur cœur de métier.

Réduire le nombre de tâches récurrentes, mécaniques et administratives

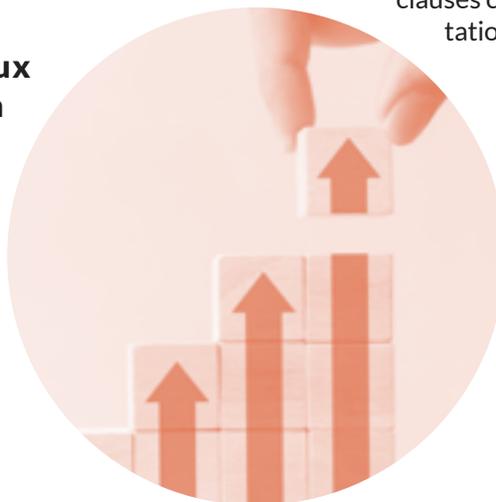
C'est par exemple le cas des équipes de développement informatique qui vont pouvoir s'appuyer sur les outils d'IA générative pour générer du code simple, compiler du code automatiquement ou préremplir un certain nombre d'informations.

Même bénéfique pour les équipes RH : l'IA générative est capable, à partir d'un certain nombre de documents, de proposer un chatbot afin de répondre à des questions administratives portant par exemple sur la convention collective, sur les congés ou encore sur les contrats de travail. Résultat, les équipes RH pourront se concentrer sur les relations humaines de l'entreprise (vie de l'entreprise, transformation, etc.) et les développeurs sur l'algorithmie et la programmation complexe.

Générer rapidement du contenu

La génération de contenus est une problématique majeure pour les départements Marketing, Communication ou Ventes. Les cas concrets d'application ne manquent pas : post sur les réseaux sociaux, aide au descriptif de vente d'un produit, réalisation de présentations à partir d'informations issues de divers documents, extraction d'informations clés, génération de clauses contractuelles générales, documentation technique de code...

L'IA générative peut également adresser certains besoins de branding (slogan, logo, visuel ou encore vidéo d'illustration) ou proposer une même présentation sous diverses formes pour se différencier de la concurrence. À la clé : des gains de productivité pour les équipes et de compétitivité pour toute l'entreprise.



Améliorer la relation client

Autre enjeu de l'IA en entreprise : améliorer les échanges avec le client dans le cadre d'une stratégie omnicanal (téléphone, réseaux sociaux, web, papier, agence physique...) grâce aux capacités de reproduction du langage humain des LLMs. En s'appuyant sur toutes les données des échanges avec le client, l'IA générative peut alors créer un échange plus fluide et efficace que des chatbots traditionnels sur des parcours précis. Le bot va ainsi pouvoir assister les forces commerciales dans la gestion de la relation client, synonyme d'amélioration de la satisfaction client. Par exemple, en relançant un certain nombre d'actions à effectuer, en effectuant une synthèse des points clés des précédents points de contact client ou en apportant des conseils et des recommandations.

Améliorer la prise de décision

Les outils d'analyse de données ont pour objectif d'aider à la prise de décision. Par exemple, si on poursuit notre exemple dans le domaine RH, il est possible d'analyser les données relatives aux effectifs, à la masse salariale, au bilan carbone, aux besoins en compétences... et de prendre des décisions en termes de politique, de recrutement, de formation ou de mobilité géographique pour s'adapter aux besoins locaux. Avec les IA génératives, il sera possible d'enrichir les décisions en intégrant des informations tierces issues du web. Une capacité qui amène de la diversité et qui permet surtout de replacer les décisions dans un contexte global.

Une nouvelle source d'innovation

Nouveaux business models, nouvelles idées, nouveaux produits, nouveaux services, molécules inconnues jusqu'ici en biologie ou en pharmacologie, : l'IA générative va

pouvoir s'appuyer sur la conjoncture, les données des concurrents, les documents techniques, les tendances du marché, et permettre à l'entreprise de se diversifier et de sortir du lot. En ce sens, l'IA générative apporte un regard plus large que le seul périmètre de l'entreprise, et bien utilisée, une véritable source de compétitivité.

Les bénéfices de l'IA générative

Si les avantages directs liés à l'innovation sont plus difficiles à calculer, les bénéfices de l'automatisation sont quant à eux plus évidents. En effet, le gain de productivité amené par l'IA générative permet aux entreprises d'optimiser leurs coûts et d'améliorer leur présence auprès des clients sur internet.

En réalité, gain de productivité et gain financier convergent : le temps ainsi économisé grâce à l'automatisation va engendrer des gains financiers certains, en remplaçant les tâches manuelles et en rendant possible la réalisation de nouvelles tâches jusque-là impossibles à effectuer. C'est ce qui va aussi permettre d'aller plus vite et plus loin dans l'innovation.

Une étude menée par l'Université de Stanford révèle que l'utilisation de l'IA générative permettrait d'augmenter la productivité des entreprises de 14 %. Selon des chercheurs du MIT, cette hausse pourrait même atteindre 40 % alors que la qualité serait améliorée de 20 %¹³.

Un autre atout est la rétention des talents. En effet, en permettant aux équipes de se consacrer à des tâches à plus forte valeur ajoutée et donc plus gratifiantes, l'IA générative participe au bien-être au travail et à renforcer l'engagement des collaborateurs. Un gage de valorisation qui donne du sens au travail et permet à chacun de mieux s'accomplir au quotidien.

Les freins actuels au développement de l'IA générative

Comme tout sujet nouveau, il est encore difficile à maîtriser limitant ainsi son utilisation et ses bénéfices.

1^{er} frein : Les hallucinations de l'IA

Le principe de l'IA générative consiste à prédire le prochain mot en fonction du contexte et de l'historique de mots qu'elle a en sa possession. Ainsi, soumise aux biais et aux données erronées, l'IA n'est pas fiable à 100 % et peut proposer des réponses fausses. C'est pourquoi le gain d'efficacité ne peut être garanti, une relecture humaine des contenus générés étant toujours nécessaire. Dans notre exemple RH, il faudra notamment vérifier que l'IA n'a pas ajouté une clause inutile ou injustifiée, voire à risque pour l'entreprise, dans le contrat de travail.

2^e frein : Le risque de sortie de données confidentielles

Certaines entreprises, comme Samsung, ont interdit l'utilisation des outils d'IA générative grand public type ChatGPT ou Google Bard à leurs collaborateurs. Et pour cause : trois employés de la division semi-conducteurs ont renseigné des informations sensibles de l'entreprise dans ChatGPT pour les assister dans leur travail notamment de recherche de failles dans une base de données, d'optimisation de lignes de code ou de synthèse d'une réunion de travail. Résultat, ces informations se sont retrouvées dans la base de données qui sert à entraîner l'IA.

Cet exemple illustre l'un des points faibles de l'IA générative, à savoir la sécurité et la propriété des données.

3^e frein : La perte de savoir

Autre conséquence indirecte : la dépendance aux IA génératives. En effet, des enseignants redoutent l'utilisation intensive d'un outil comme ChatGPT par les étudiants et évoquent la crainte d'une possible perte du savoir. Pourquoi en effet apprendre quand on a à disposition une solution qui a réponse

à tout (ou presque) ? Attention à la facilité qu'offre l'IA générative car, de la même manière que l'intelligence artificielle n'a pas vocation à remplacer l'humain, il reste nécessaire de prendre du recul et de challenger les réponses apportées. L'IA générative apporte une assistance réelle grâce à l'automatisation. Elle ne remplace pas la réflexion. Au final, la décision reste humaine !

4^e frein : L'acceptation de l'intelligence artificielle

Un parallèle intéressant peut être dressé entre la calculatrice et l'IA générative. En effet, en 1966, certains professeurs de mathématiques aux États-Unis ont protesté contre l'usage de la calculatrice en cours, de peur que les élèves n'apprennent plus à calculer. Or on sait toujours faire des mathématiques et résoudre des équations complexes (à la différence que l'on a plus besoin de les apprendre par cœur). Il faut donc se demander quelles limites poser pour apporter une aide concrète et utiliser au mieux les capacités humaines.

Quelles solutions pour remédier aux limites de l'IA générative ?

Comme pour tout projet IT, l'introduction de l'IA générative en entreprise doit être encadrée et accompagnée. Il faut définir un cadre d'utilisation et de maintien dans le temps de ces IA pour les superviser, les fiabiliser et donc, les maîtriser. Ce contrôle permet à la fois de savoir comment les données sont utilisées, d'éviter les biais et de s'assurer que la solution apporte toujours le bon niveau de réponse ou d'information aux utilisateurs. Il s'agit de garantir que les solutions déployées restent performantes dans le temps et de mesurer leur apport.

Enfin, le plus important repose sur l'acculturation des équipes et l'accompagnement à l'utilisation pour pouvoir tirer le meilleur parti de l'IA générative. Cet accompagnement présente l'avantage de rassurer les utilisateurs quant à la pérennité de leur métier et de favoriser la prise de conscience quant aux limites de ces outils. Comme dans toute transformation, le premier facteur de réussite et d'adoption d'un outil est avant tout humain.

L'AVIS DE L'EXPERTE

Samia Bouchareb, AI Ethics Officer, Orange Business

« Chez Orange Business, nous sommes très attentifs à l'aspect " contrôle humain " qui fait également partie des sept principes clés de la future réglementation européenne. Cette étape de vérification des résultats de l'IA générative est indispensable avant de l'utiliser dans un service ou de générer un document. Nous prenons soins de toujours faire vérifier le résultat par une intervention humaine. L'idée est de s'assurer que l'humain garde toujours le contrôle sur le système d'IA. C'est pourquoi nous utilisons les modèles principalement en interne. Nous sommes encore en phase d'expérimentation avec une approche plutôt restrictive que l'on ouvrira au fur et à mesure que nous gagnerons en maturité et que nous aurons plus de recul sur les risques réels rencontrés. La pratique nous fera en effet certainement découvrir de nouveaux risques que nous n'aurions pas anticipé. »



ZOOM SUR LES CAS D'USAGE EN ENTREPRISE

Comment utiliser l'IA générative en entreprise ? Quelles nouvelles opportunités business la technologie ouvre-t-elle ? À l'inverse, quelles en sont les limites ? Comme toute nouvelle solution, l'IA générative interroge, voire inquiète tant elle engendre de nouvelles manières de procéder. En témoignent les quelques exemples ci-dessous autour de la génération de contenus.

L'IA générative, synonyme de valeur ajoutée pour les entreprises.

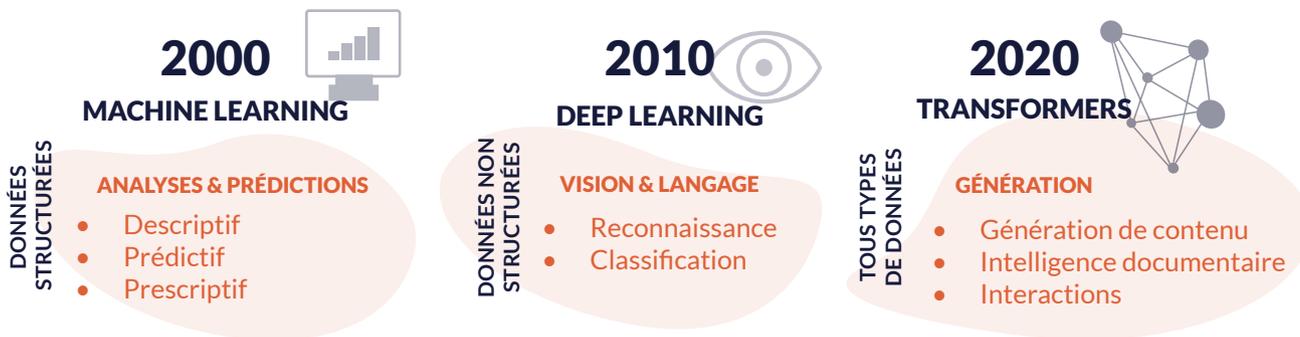
Si de nombreuses applications restent encore à développer autour des algorithmes d'IA générative, il est d'ores et déjà possible d'exploiter l'IA générative pour des cas d'usage concrets, synonymes de valeur ajoutée pour les entreprises. En effet, les outils de création automatique de contenu existent depuis plusieurs années. En ce sens, l'IA générative a simplement permis leur évolution et, par conséquent, leur amélioration.

Cas d'usage n°1

L'évolution des chatbots et des voicebots dans des contextes de service client automatisé

Les chatbots sont un exemple probant des évolutions apportées par l'IA générative. Désormais intégrés à notre quotidien, les **robots conversationnels** n'ont pas attendu l'IA générative pour être employés dans une multitude de cas d'usage. Les plus connus d'entre eux étant les assistants virtuels capables d'orienter le client sur le web vers le bon produit, la bonne page, la bonne information ou le bon interlocuteur. En revanche, l'IA générative va apporter un niveau supplémentaire de fluidité et de pertinence dans la réponse.

En effet, jusqu'à maintenant, les réponses apportées par les bots étaient assez formatées et on finissait souvent par basculer vers un interlocuteur humain. Par sa méthode d'entraînement établie sur une multitude de sources d'information, l'IA générative va intégrer des modèles beaucoup plus complexes et performants, favorisant un traitement plus fin des questions et, par extension, une meilleure qualité des réponses apportées. Les entreprises seront donc à même de franchir un cap dans la qualité de leurs chatbots et voicebots. À la clé, une meilleure expérience et une plus grande satisfaction client.



Cas d'usage n°2

La création d'un centre d'aide ou d'une base de connaissances

Autre application proche de l'exemple du chatbot, celle de l'intranet, de l'agent spécialisé ou du moteur de recherche. Souvent, ces moteurs fonctionnent sous forme d'indexation des documents ou des informations mais avec des résultats plus ou moins performants. L'IA générative pourrait ici transformer toutes les recherches en langage naturel *user-friendly*, en consolidant les informations de façon à répondre plus précisément à la requête.

Concrètement, prenons le cas des ressources humaines. En intégrant toutes les informations RH dans l'intranet, le collaborateur pourrait poser ses questions et, automatiquement, accéder soit au bon document, soit à l'information souhaitée avec une réponse « naturelle » proche de celle d'un correspondant RH. Même constat du côté des agents spécialisés à qui l'on aurait donné une base de connaissances à apprendre. Dans le cadre d'une thèse scientifique par exemple, le moteur intégré permettrait, à travers des mots clés, d'accéder directement à la partie concernée ou proposer un résumé précis d'un thème ou d'une rubrique donnée.

L'évolution de l'IA générative permet ici d'utiliser le moteur de recherche comme on utilise Google : au lieu d'indiquer des mots clés et de parcourir plusieurs pages de réponses, l'IA générative pourrait synthétiser les quelques pages les plus intéressantes et pertinentes, et proposer une réponse résumée facile à lire. Nous sommes donc dans le cas d'usage d'un moteur de recherche de façon nominale, c'est-à-dire amélioré à travers un agent doté de bases de connaissances importantes.

Cas d'usage n°3

La génération de code automatique

Si les cas d'usage métiers sont multiples, l'IA générative apporte également une aide précieuse aux développeurs en automatisant la génération de code, avec un gain de temps très appréciable. Le principe est le même : il suffit de renseigner une problématique sous forme de texte, en langage naturel donc, et l'outil peut produire plusieurs centaines de lignes de codes extrêmement bien construites.

Contrairement à une génération de code « classique », l'IA générative apporte une dimension interactive et une rapidité inégalée. Bien qu'il soit aujourd'hui possible de trouver sur le web des outils capables de réaliser toutes ces tâches, la grande différence de l'IA générative est qu'elle va transformer le « à peu près ce que je cherche » en « exactement ce que je souhaite ».

Cas d'usage n°4

La génération de données

L'IA générative peut donc s'appliquer à un grand nombre de cas d'usage dans l'entreprise. Mais attention toutefois : il est important de bien comprendre que ce qui rend l'IA générative performante, c'est la quantité « extraordinaire » de données utilisées pour l'entraîner. Les chatbots par exemple ont besoin d'informations pour répondre correctement et de façon pertinente. Donc la donnée est la condition *sine qua non* pour développer des cas d'usage en entreprise autour de l'IA générative. Sans données, pas de projet data et donc pas d'IA !

Néanmoins, sans tomber dans un cas extrême pour lequel aucune donnée ne serait disponible, les entreprises ont souvent à disposition des échantillons





plus ou moins importants, de données. Non seulement, l'IA générative serait capable d'apprendre de ces données mais également de générer un certain nombre d'informations supplémentaires. L'idée ici est donc de synthétiser des données supplémentaires et variées, à partir d'un échantillon, pour améliorer les modèles de **machine learning**. Il devient alors possible de créer des modèles avec très peu de paramétrages. Par exemple, lorsque l'on développe un logiciel, il est nécessaire d'utiliser des données test avant de passer en production. Les données créées par l'IA générative seraient tout à fait à même de servir pour ces tests.

Cas d'usage n°5

La création de contenus créatifs

Enfin, un autre cas d'usage repose sur les capacités de création de l'IA générative. Bien que les principaux cas d'usage reposent sur une IA textuelle à vocation informative, l'IA est aussi capable d'une forme de créativité. Les domaines du marketing et de la communication s'y prêtent particulièrement bien à travers, par exemple, la génération d'images pour

illustrer un article. L'IA générative apporte alors une source visuelle supplémentaire capable de répondre à un enjeu de rapidité. Certains projets impliquent parfois une création en urgence. Les équipes marketing pourraient ainsi demander à leur solution de génération de contenus de créer un visuel qu'elles pourraient, si nécessaire, retravailler par la suite, gagnant ainsi un temps précieux. Des outils comme DALL-E (proposé également par OpenAI), Midjourney ou encore **Stable Diffusion** permettent d'ores et déjà de créer des images pertinentes à partir de descriptions textuelles détaillées.

Dans un tout autre domaine, l'IA générative permet de franchir une étape supplémentaire dans la simulation du comportement humain. À l'image des jeux vidéo, il est possible de développer un cas d'usage professionnel dans la formation ou le pilotage à distance de certaines activités industrielles. Pourquoi ne pas envisager un casque de **réalité augmentée** ou virtuelle capable de reproduire exactement les gestes humains à effectuer selon différents scénarios.

	 IT	 MARKETING / VENTE	 RH / JURIDIQUE	 AUTRES
INTELLIGENCE DOCUMENTAIRE	Assistance au développement Relecture documentaire	Automatisation des tâches de vente courante Analyse & résumé de commentaires clients	Assistant au suivi RH Contrôle de conformité legal , analyse des contrats	Résumé de réunions & d'échanges internes Recherche d'avis sur un produit, un sujet interne à l'entreprise
GÉNÉRATION DE CONTENU	Génération de code & de documentation Génération de données pour les tests	Création de contenus de communication Création de contenus pour les réseaux sociaux	Contenu pour les newsletters Génération d'offres de recrutement	Génération d'interface web personnalisées Création de produits , de molécules, de matériaux
INTERACTIONS	Génération de scénarios de test Création d'environnements de simulation	Génération de campagnes marketing ChatBot, FAQ, produit	Formateur virtuel & assistant on-boarding Rédaction de clauses contractuelles simples	Proposition de réponse aux tickets support client Génération de visites virtuelles immobilières



Ces outils étant nouveaux, de nombreux cas d'usage sont encore en devenir. Par conséquent, nous disposons de peu d'historique sur les résultats obtenus. Un manque de retour d'expérience qui pousse nombre d'entreprises à afficher des réticences à se lancer dans l'aventure de la génération de contenus. Jusqu'où est-il possible d'aller ? Quelles limites la production d'information va-t-elle générer ? Il est à noter que ces technologies, très puissantes, sont extrêmement présentes dans le cloud. Dès lors se pose la question de l'ingestion et de la confidentialité des données déposées.

Quoi qu'il en soit, nous sommes dans une évolution continue (et non continue qui voudrait dire linéaire) car l'IA change déjà notre manière de travailler. Dans certains cas, l'IA générative apportera une simple évolution. Dans d'autres, elle permettra de créer de nouveaux usages ou des performances plus abouties. C'est là que les experts en Data et en IA comme Business & Decision et Orange Business auront un vrai rôle d'évangélisation et de sensibilisation à jouer car pour obtenir une qualité de réponse comparable à celle générée par des solutions grand public comme ChatGPT, une grande quantité et une grande qualité de données sont nécessaires.



L'AVIS DE L'EXPERT

Éric Blanche, Digital Offer Lead, Digital Services France, Orange Business

« À l'ère actuelle, les centres de relation client font face à une croissance exponentielle des interactions, cherchant l'équilibre parfait entre industrialisation et personnalisation, sans négliger l'impact économique et client. **Verint**, leader des plateformes d'engagement client avec plus de 10 000 clients, transforme l'environnements des calls centers en intégrant l'IA Générative dans ses solutions, facilitant par exemple la synthèse d'entretiens, l'optimisation de la base de connaissances et l'analyse des données.

Loin de se limiter au strict respect d'un script, l'IA Générative permet aujourd'hui d'analyser le style et l'intention de l'agent, redonnant ainsi une touche d'humanité aux interactions. Cette innovation offre plus de liberté aux opérateurs, améliorant la fluidité et l'efficacité du dialogue, tout en économisant du temps pour l'agent, pendant et après la conversation » .



ADOPTION DE L'IA GÉNÉRATIVE : QUELLE MÉTHODOLOGIE METTRE EN ŒUVRE ?

74 % des dirigeants estiment que les bénéfices de l'IA générative l'emporteront sur les inquiétudes suscitées¹⁴. Pour autant, seules 19 % des entreprises ont lancé des initiatives concrètes sur le sujet¹⁵. Par où commencer ? Nous résumons les étapes clés dans cet article.

Quels prérequis à l'IA générative ? Quelles questions clés se poser en amont ? Difficile, même parfois pour des **Data Scientists** professionnels, de se lancer dans une démarche d'intelligence artificielle tant la technologie amène les entreprises à repenser leur façon de travailler. En ce sens, l'IA générative ne fait pas exception. Trois piliers s'avèrent alors essentiels pour lancer le développement d'un cas d'usage.

ÉTAPE #1

Ne partez pas de zéro !

Aujourd'hui, il existe déjà de nombreux modèles de langages pré-entraînés (LLMs) qui permettent de traiter, dès le lancement du projet, un certain nombre d'objectifs grâce à un **assistant conversationnel**. Même constat pour la reconnaissance d'images. De fait, il est tout à fait possible, et même recommandé, d'utiliser les ressources mises à disposition par la communauté, que ce soit par le biais d'algorithmes open source ou d'éditeurs comme Microsoft avec Azure. Les équipes ont alors déjà à disposition des modèles capables de reconnaître une image ou un objet, ou dans une phrase, un verbe, un adjectif, un complément, un COD... Soit un gain de temps très appréciable ! Dans le cas où les ressources disponibles viendraient à manquer, les équipes ont alors tout intérêt à se faire accompagner en amont pour identifier et tester les solutions existantes qu'elles pourraient utiliser sans avoir besoin de réinventer la roue !

ÉTAPE #2

Élargissez le périmètre progressivement

Un projet d'IA générative n'est pas si différent d'un projet d'intelligence artificielle classique ou de Data Science. Par conséquent, si on intègre dès le début trop de fonctionnalités ou une complexité trop importante, l'objectif sera trop lointain et donc difficile à atteindre. Non seulement le temps de développement sera excessivement long, mais le risque surtout est de faire face à une multitude de problèmes simultanés menant à l'échec du projet. La solution est alors par exemple de développer un assistant conversationnel progressivement : on commence par un assistant qui,

dans un premier temps, ne pourra traiter que 20 % des problématiques ou des cas d'usage, et on l'améliore progressivement ! L'agilité et la capacité à élargir son périmètre au fur et à mesure sont des facteurs de succès essentiels dans une démarche d'IA générative¹⁶.

Il est essentiel, en début de projet, de préciser avec les métiers les différentes fonctions que l'on souhaite intégrer à l'assistant conversationnel et de les classer par bloc de fonctionnalités ou par bloc de cas d'usages défini selon deux axes :

- Un axe métier établi par les futurs utilisateurs ;
- Et un axe technique sur lequel les experts essaient de chiffrer la complexité algorithmique

L'objectif ici est donc de commencer par intégrer des « quick wins », c'est-à-dire ceux qui ont une forte valeur métier et une faible complexité technique. Puis, sur la base des retours utilisateurs, on enrichit l'assistant à chaque **sprint** avec de nouvelles fonctionnalités, de nouveaux cas d'usage, de nouvelles bases de données... Dans cette approche itérative, on estime à chaque fois la charge de chacune des sources en termes d'intégration technique et d'intérêt métier.

ÉTAPE #3

Testez et exposez votre algorithme

Il faut non seulement confronter son algorithme aux métiers, mais il faut surtout le faire le plus rapidement possible. N'attendez pas qu'un produit soit parfait pour le leur présenter ! Ce partage nécessite d'être en mesure de pouvoir le faire évoluer facilement, impliquant une certaine souplesse pour automatiser la livraison et l'apprentissage des différents modèles et, *in fine*, enrichir les fonctionnalités.



Le côté scalable de l'infrastructure peut être aussi important dans la méthodologie car toutes ces données peuvent représenter des volumétries d'apprentissage importantes voire hors normes. Tout dépend si l'IA générative n'intègre que les données internes ou également des « open data » ou d'autres données externes. C'est pourquoi disposer d'une infrastructure scalable, ou en tout cas facilement évolutive, est aussi un facteur clé de succès.

Comment faciliter l'adoption de l'IA générative ?

Pour répondre à cette question, nous sommes partis de cas d'usage rencontrés chez certains de nos clients. Voici alors comment l'IA générative a pu les aider à résoudre leur problème et accélérer leurs projets. Dans tous les cas, des ateliers métier seront nécessaires pour identifier et retenir les bons cas d'usage à développer. Ces ateliers seront d'autant plus productifs qu'ils seront précédés d'une acculturation des différents intervenants métier.

1^{er} cas | Vous souhaitez développer votre propre algorithme

Utiliser l'IA générative vous permet ici d'accélérer votre phase de labélisation (image, texte...). Un atout de taille car la labélisation de données représente une part non-négligeable des projets de computer vision et de NLP. Les outils actuels permettent de récupérer une grande quantité de données labélisées. À la clé : la capacité à faire apprendre vos modèles sur ces données en maîtrisant votre algorithme de bout en bout.

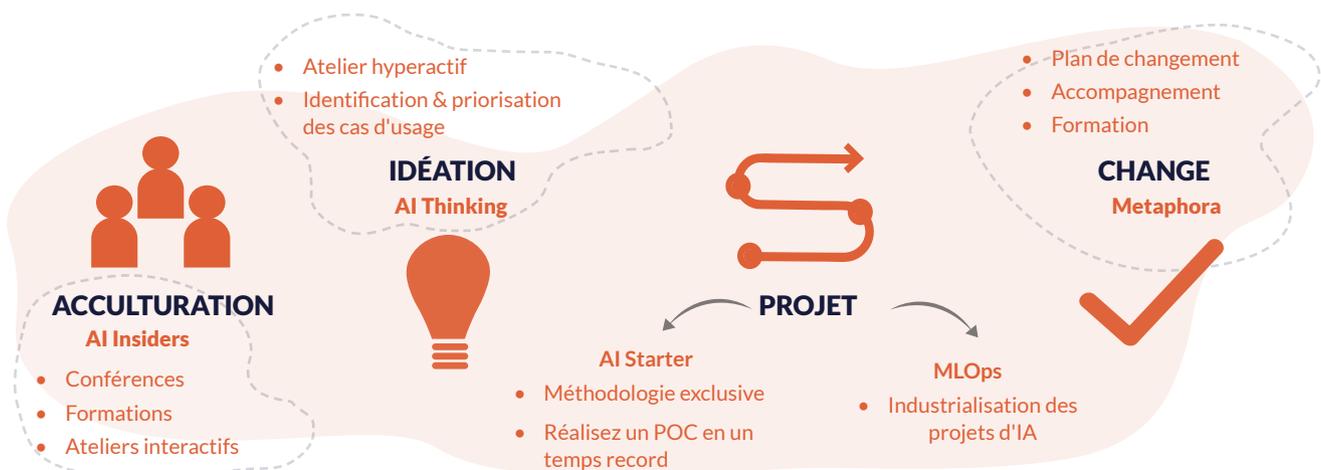
2^e cas | Vous n'avez pas assez de données pour faire apprendre votre LLM

Utilisez l'IA générative pour construire une base d'apprentissage conséquente. En effet, pourquoi ne pas demander à GPT (ou autre) de générer mille façons différentes de formuler une question par exemple, avec des langages et des styles différents. Le caractère accélérateur de l'IA générative permet de faire apprendre son propre modèle beaucoup plus rapidement et efficacement.

3^e cas | Est-il possible de faire un outil mi-privé / mi-ouvert ?

La question se pose dans les cas d'usages faisant appel à des fonctionnalités très spécifiques. Dans ce cas, il sera parfois nécessaire de développer son assistant conversationnel « maison ». En revanche, pour toutes les questions plus génériques, il sera tout à fait possible d'utiliser une solution plus générale par exemple sur Azure OpenAI.

La démarche à suivre est toujours de commencer par une acculturation des métiers sur ce que peut réellement faire (et ne pas faire) l'IA générative dans le contexte de l'entreprise, suivi d'ateliers d'idéation avant de se lancer dans un développement. Comme pour tout projet d'IA, la méthodologie à adopter est fondamentale pour que le projet soit un succès.



Comment mettre en œuvre une démarche progressive d'IA générative ?

Pour rappel, l'idée de l'IA générative est d'enrichir le modèle petit à petit avec des fonctionnalités et des cas d'usage de plus en plus pertinents. Une démarche qui, contrairement à ce que l'on pourrait croire, n'est pas si simple. Pourquoi ? Parce qu'il n'est pas recommandé d'utiliser un outil comme ChatGPT en entreprise, du fait des problèmes de confidentialité et de sécurité des données.

1. Le mode « zéro-shot »

La première étape du projet consiste à déployer un équivalent de ChatGPT à l'échelle de l'entreprise, avec un outil qui respecte la confidentialité. Ce sera généralement un Large Language Model (LLM) déjà préconfiguré pour l'entreprise (par exemple : Azure Open AI). Il suffit de reprendre ce LLM et de le mettre à disposition des collaborateurs. C'est ce qu'on appelle un mode « zéro-shot ». Il s'agit de prendre un modèle générique de LLM, quel qu'il soit, et de le mettre dans des environnements sécurisés pour l'entreprise, voire dans le cloud mais de façon sécurisée.

2. Le « few-shots »

Ici, le bot conversationnel s'appuie sur un contexte et dispose d'un historique de prompts. Il s'agit donc ici d'usages professionnels bien précis. Le « few-shots » consiste à affiner les réponses de l'assistant. À chaque

fois que l'on interroge le modèle, on lui donne autant d'éléments contextuels que possible, ce qu'on appelle du prompt engineering, concernant la réponse attendue. Les réponses apportées seront donc plus adaptées au vocabulaire et à la problématique de l'entreprise.

3. Les agents

Dans l'évolution suivante, ces modèles sont à interfacier dans le fonctionnement de l'entreprise, pour qu'ils puissent être utilisés facilement, sans rupture dans les processus. En plus du contexte, sont ajoutés des documents source (indexation) et des actions (outils externes). L'assistant va donc parcourir ces données indexées en entrée ainsi que la connexion avec les outils externes pour pouvoir exposer les réponses par exemple via une API.

4. L'entraînement / réentraînement

Dernière étape : entraîner ou réentraîner, voire surentraîner, ces IA générales avec tout le langage (l'ontologie) de l'entreprise. Cela nécessite généralement de personnaliser les dernières couches supervisées du modèle. L'assistant est alors de plus en plus performant, adapté à l'utilisateur, et interfacé avec les outils internes.

Voilà comment l'IA générative va pouvoir créer progressivement de la valeur dans l'entreprise.

L'IA générative reste donc avant tout un projet d'intelligence artificielle, notamment à travers les phases de développement projet. Comme nombre de projets d'IA, il peut intégrer une grande complexité. Pour se lancer, il est donc recommandé de faire appel à des experts du domaine, se faire accompagner, et de prendre le temps de bien peser le pour et le contre de chaque solution.



ZERO-SHOT

Déploiement d'un modèle générique LLM.
Peut aider à identifier des cas d'usage plus précis.



FEW-SHOTS

Bot conversationnel qui indique son contexte & disposant de son historique.



CONTEXTE



HISTORIQUE DU CHAT



AGENTS

En plus du contexte on ajoute de la mémoire (indexation) & des actions (outils externes).



DONNÉES INDEXÉES



OUTILS EXTERNES



TRAINING / RE-TRAINING

Entraînement & enrichissement du modèle pour le spécialiser (Fine-tuning ou Lora).



FINE-TUNING

PERFORMANCE / RICHESSE CONTEXTE

L'AVIS DE L'EXPERT

Michael Deheneffe, Strategy, Marketing & Innovation Director,
Digital Services France, Orange Business

« Pour limiter les effets négatifs ou les dérives potentielles de l'IA générative, une méthode pourrait être de mettre en place une boucle de rétroaction. En d'autres termes, un superviseur aura pour rôle, dans le cas d'un contenu généré par une IA, de vérifier si la production est correcte ou pas, si le texte est de bonne facture ou pas, etc. Une 2e option repose sur la capacité de l'IA générative à indiquer les sources qu'elle aura utilisées, ce qui permettra, comme dans tout travail documentaire, de croiser les sources et de vérifier la fiabilité de chacune d'elles. Cette traçabilité de l'IA générative devrait permettre de corriger quelques-unes des dérives liées à la qualité des données. Enfin, l'IA générative implique une formation ! Tout outil, quel qu'il soit, intègre des points positifs et des limites. C'est pourquoi il importe d'avoir la culture nécessaire pour pouvoir en mesurer les impacts, les dangers, les limites, les comportements inadéquats, etc. Donc, que ce soit au sein de la société au global, au niveau de l'entreprise ou de chaque individu, il est essentiel de former un maximum de personnes pour comprendre ce qu'est l'IA générative, quels en sont les dangers et ses limites, et déployer une hauteur de vue suffisante pour détecter les éventuels biais. L'IA générative ne fonctionnera que si l'humain est encore plus humain. »



DÉPLOYER DES IA DIGNES DE CONFIANCE

68 % des employés utilisent ChatGPT au travail dans le dos de leur employeur¹⁷. Ce sont donc plus de deux entreprises sur trois qui partagent des données personnelles ou confidentielles avec une application publique non protégée. Un constat alarmant qui offre l'occasion de poser la question des considérations éthiques et légales de l'IA générative, et plus largement de l'IA de confiance. Quels risques un usage non maîtrisé de l'IA générative peut-il entraîner pour l'entreprise ? Voici quelques éléments de réponse.

La question de l'éthique de l'IA dépasse amplement les murs de l'entreprise et recouvre de nombreux enjeux sociétaux tels que les risques désinformation, d'uniformisation de la pensée, les dégâts sociaux des travailleurs du clic ou encore ceux de l'écologie. Si ces questions sont au cœur du débat de l'émergence de ces IA génératives, il est impossible de toutes les traiter ici. Aussi, ce chapitre propose de se concentrer sur les questions éthiques à prendre en compte par les entreprises lorsqu'elles déploient des applications d'IA générative.

C'est quoi l'éthique de l'IA ?

Le terme éthique provient directement de la philosophie. Si on s'en tient à la définition donnée par le dictionnaire de l'Académie française, il s'agit de :

1. Réflexion relative aux conduites humaines et aux valeurs qui les fondent, menée en vue d'établir une doctrine, une science de la morale.

2. Ensemble des principes moraux qui s'imposent aux personnes qui exercent une même profession, qui pratiquent une même activité.

Toutefois, l'éthique étant intrinsèquement liée aux valeurs et à la culture de chaque groupe humain, il est impossible de déterminer de façon absolue si une IA est « bonne » ou « mauvaise ». En effet, cette perception est forcément liée à la culture du pays dans laquelle elle est appliquée, ainsi qu'à l'expérience de chaque individu ou à de nombreux autres facteurs personnels.

C'est le cœur de la complexité de ce sujet qui devient en réalité hautement philosophique !

Pour les applications de l'IA dans l'entreprise, il faudra aborder la question éthique sous l'angle de l'acceptabilité. Est-ce que l'application d'une IA pour un cas d'usage donné est acceptable pour un groupe d'utilisateurs ? Quelles sont les conditions de déploiement pour qu'elle

68 %
des Français s'inquiètent
de l'émergence des
IA génératives²¹

soit acceptable ? Quelles sont les limites et garde-fous à déployer pour la rendre acceptable ? Toutes ces questions sont à se poser en les appliquant au groupe d'utilisateurs ou de personnes exposés aux usages de l'IA.

Pourquoi se poser cette question de l'IA de confiance ?

Les Français figurent parmi les plus sceptiques concernant l'intelligence artificielle :

- Seuls 31 % lui font confiance, loin derrière les 75 % d'Indiens par exemple¹⁸;
- 53 % estiment par ailleurs que les IA constituent un risque important pour la sécurité des données¹⁹ ;
- Et la moitié, un enjeu de taille pour les droits d'auteur et la propriété intellectuelle²⁰.

La confiance en l'IA, et par extension en l'IA générative, se trouve ainsi diluée dans des questions cruciales d'éthique et de responsabilité juridique associées à des craintes irrationnelles drainées par les œuvres de science-fiction et par les médias qui font leurs choux gras d'annonces sensationnalistes mais en réalité peu sérieuses.



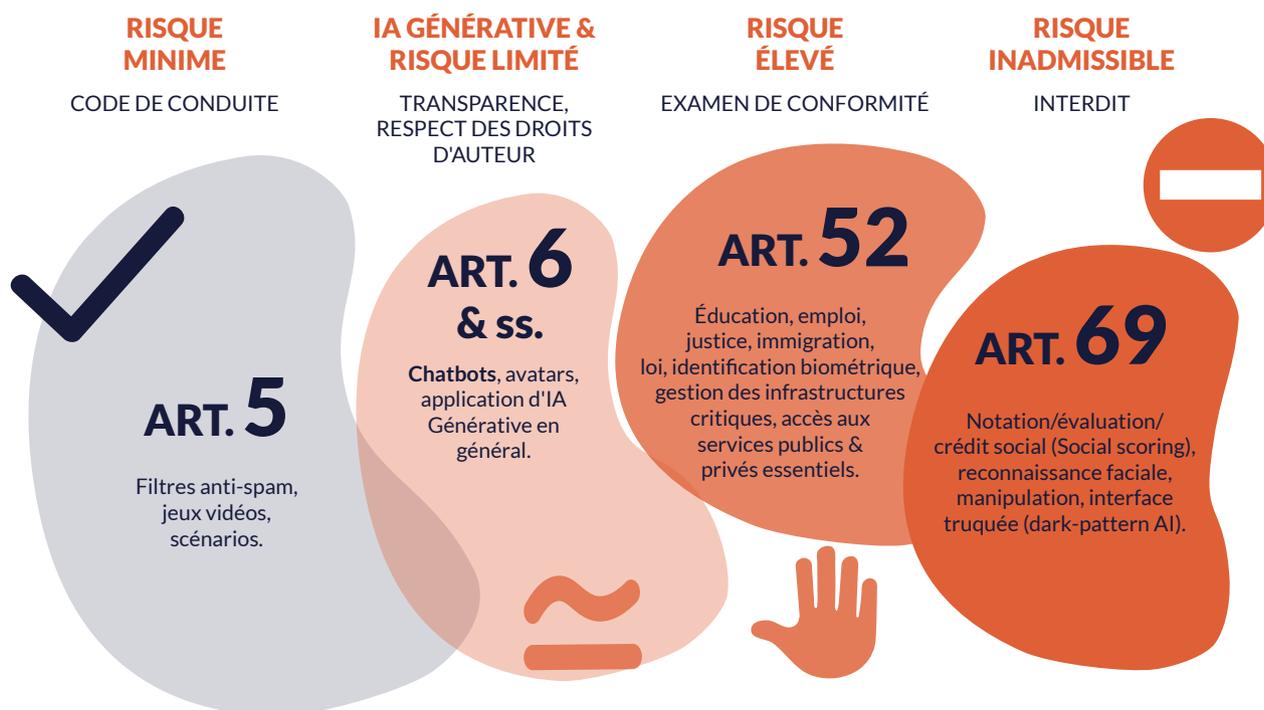
S'il faut donc savoir repérer les sujets véritablement importants, on constate que le nombre d'incidents liés à des dérives non éthiques de l'IA explosent. Selon la base de données **AIAAIC**, qui les répertorie au niveau mondial, le nombre d'incidents et de controverses liés à l'IA a été multiplié par 26 entre 2012 et 2021²², passant d'une dizaine à 260 incidents recensés. Parmi eux, de nombreux *deepfakes* mais aussi des problèmes liés aux biais inclus dans les données d'entraînement.

Avec des risques qui deviennent donc de plus en plus nombreux et concrets pour les individus exposés, les entreprises doivent prendre le sujet au sérieux et l'intégrer au cœur des projets d'IA générative.

L'AI Act, socle européen de l'IA de confiance

À l'image du Règlement Général sur la Protection des Données personnelles (**RGPD**), l'Europe aspire à être pionnière concernant la réglementation des usages de l'IA. Elle travaille ainsi depuis plusieurs années sur un ambitieux projet de règlement qui a été validé par le Parlement européen le 14 juin 2023, ouvrant la voie à la mise en œuvre d'un cadre juridique pour les usages de l'IA.

Les entreprises auront ainsi à classer tous leurs usages de l'IA selon leur niveau de risque éthique : Minime, limité, élevé et inacceptable.



Avec ce règlement, l'Europe fixe une ligne claire vis-à-vis d'usages à très fort impact social et sociétal et se démarque de certaines autres régions du monde telles que la Chine qui fait grand usage de la **reconnaissance faciale** ou de la notation sociale par exemple.

En regard du niveau évalué pour chaque application d'IA, l'entreprise devra associer des mesures de réduction de risque appropriées. La mise en conformité à l'**AI Act** peut donc démarrer dès maintenant par un recensement et une **classification** de tous les usages à l'échelle de l'entreprise. Les principes de l'*ethics-by-design* (ou éthique par construction) sont ainsi à instaurer pour tenir compte de ces problématiques à chaque étape des projets. Ils sont d'ailleurs placés au cœur de la méthodologie de construction et de déploiement de l'IA dans nos livres blancs.



Les 3 plaies de l'IA

L'IA de par son mode de fonctionnement, lié à l'apprentissage machine, présente des problématiques intrinsèques. Celles-ci ne trouvent pas toujours de solution évidente mais elles doivent être connues et évaluées pour promouvoir des algorithmes de confiance.

L'enjeu d'équité

Qui dit données d'entraînement, dit inévitablement risque de biais, notamment vu le volume phénoménal de données nécessaires pour entraîner les modèles d'IA générative. En témoigne la liste des sites sur lesquels ChatGPT a été entraîné²³ qui illustre clairement le manque de diversité culturelle et de représentativité des populations ou de courants de pensée. À titre d'exemple, la start-up américaine Textio a mis en évidence de multiples biais sociaux²⁴ (liés à l'âge, au genre ou à l'origine ethnique) lors d'un test de rédaction de 167 annonces d'emploi par ChatGPT.

Les biais algorithmiques sont ainsi étroitement liés au manque de diversité et d'inclusion dans les bases de données utilisées. Pour développer une IA de confiance, il est nécessaire (mais pas forcément suffisant) d'une part, de réaliser des tests statistiques poussés sur les données d'entraînement, et d'autre part, d'accroître la diversité et l'inclusion dans la tech pour élargir les profils des développeurs IA : mixité, diversité culturelle, formations différentes, ouverture sociale, etc.

L'enjeu de transparence

En matière de transparence, il est nécessaire de respecter un premier principe basique. Celui de ne jamais créer de confusion sur l'interlocuteur dans un dialogue entre un humain et une IA. L'utilisateur doit ainsi systématiquement savoir qu'il est face à une IA. Ce devoir d'information est essentiel et constitue la base du principe de transparence d'usage.

Une autre problématique est celle du manque d'explicabilité des décisions et contenus générés par les IA. Ces IA reposant sur des modèles de type transformer avec des réseaux de neurones étendus et complexes, cela les rend opaques et complique la détection de leurs « hallucinations » (des réponses fausses présentées de façon si vraisemblable qu'elles peuvent être considérées comme avérées).

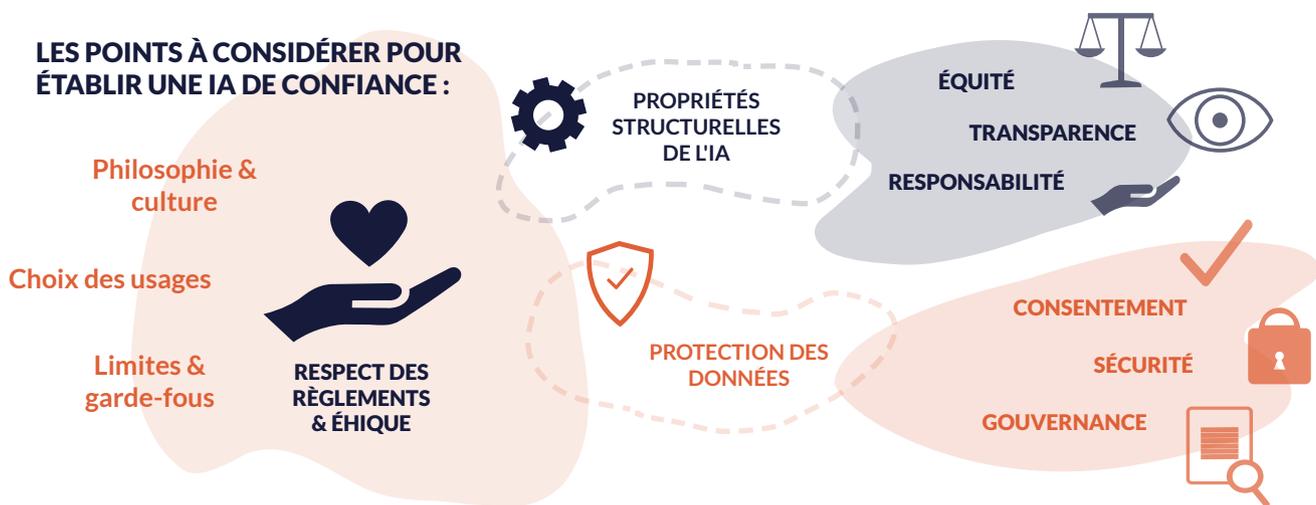


C'est pourquoi les entreprises doivent être en mesure d'expliquer pourquoi et comment l'IA prend ses décisions. De quelle façon ? En précisant par exemple quelles sources d'informations ont été utilisées pour composer la réponse. Cette notion d'explicabilité des décisions de l'IA est essentielle pour satisfaire les principes éthiques et fait partie intégrante des sujets de transparence de l'IA.

L'enjeu de responsabilité

L'entreprise reste pleinement responsable des IA qu'elle déploie, y compris d'un point de vue juridique, et par conséquent, des décisions de ses solutions d'IA. Elle accepte donc d'endosser le risque d'amplification d'un problème éthique lié à la capacité d'automatisation extrême de l'IA. C'est pourquoi plus tôt elle intégrera la dimension éthique dans le développement de ses IA, plus elle limitera les risques.

On le voit, le sujet de l'éthique en IA couvre plusieurs domaines. La protection des données et donc, *a minima*, la conformité au RGPD sont essentielles. Sans protection des données personnelles, on ne peut pas prétendre établir une IA de confiance. Ensuite, il faut s'intéresser aux propriétés structurelles de l'intelligence artificielle, notamment celles de l'équité et la transparence, qui doivent être considérées par les data scientists qui établissent les algorithmes. Enfin, l'éthique est finalement avant tout une question philosophique. Chaque entreprise va alors devoir choisir les champs d'application et usages, ainsi que définir les limites et garde-fous à mettre en œuvre.



L'impact environnemental de l'IA

Un autre sujet à considérer dès lors que l'on veut développer une IA respectueuse est celui de son empreinte environnementale. En effet, l'entraînement et l'exploitation des IA génératives impliquent nécessairement d'importants moyens pour le stockage des données et les calculs algorithmiques qui ont inévitablement un fort impact environnemental.

D'où l'intérêt d'utiliser systématiquement les algorithmes pré-entraînés (GPT signifie d'ailleurs *Generative Pre-trained transformers*) et de les adapter pour les cas d'usage spécifiques de l'entreprise (par exemple en utilisant la *transfer learning*), évitant ainsi de réentraîner des milliards de données pour chaque solution d'entreprise. Le gigantesque coût environnemental de l'entraînement des IA génériques (telles que GPT, Bard et consorts) est alors dilué pour servir des millions d'usages à l'échelle mondiale. Par ailleurs, certaines approches algorithmiques en cours de développement permettent d'envisager des algorithmes aussi efficaces mais avec moins d'impact sur l'environnement.

IA frugale et écoconception des algorithmes d'IA

Le concept de frugalité a été lancé en 2019 à travers le plaidoyer de chercheurs de l'Allen Institute for AI en faveur d'une IA frugale ou green AI, c'est-à-dire une IA plus efficace, plus inclusive, et moins gourmande en données et en énergie (liée à la puissance de calcul). Or, la quantité astronomique de données utilisées pour entraîner les IA génératives de type ChatGPT participe à augmenter l'empreinte carbone du numérique. Les

entreprises doivent intégrer le concept de frugalité à leurs processus pour déployer une IA vertueuse, moins consommatrice.

C'est pourquoi, chez Business & Decision, les principes d'écoconception sont appliqués dans les méthodologies²⁵ déployées.

Quelles actions concrètes ?

Toute démarche d'IA générative doit donc prendre en compte de multiples sujets liés à la confiance, la sécurité, l'éthique. Que ce soit pour la mise en conformité à la réglementation AI Act ou pour garantir la meilleure utilisation, toutes ces questions sont à placer au cœur de toute démarche de déploiement de l'IA.

12 actions concrètes sont à retenir en priorité pour le déploiement d'IA de confiance dans l'entreprise.

6 actions que peuvent mettre en œuvre les Data Scientists & les professionnels de la Data & de l'IA :

- Instaurer les principes d'Ethics-by-design ;
- Profiler les données d'apprentissage pour confirmer leur représentativité ;
- Tester et valider les algorithmes sur des critères éthiques ;
- Auditer les IA en production sur des critères éthiques ;
- Adopter la sobriété algorithmique et les principes de l'IA frugale ;
- Signer le Serment d'Hippocrate du Data Scientist²⁶ (ou équivalent).



- 6 actions qui doivent être portées par l'entreprise :**
- Respecter le RGPD et l'AI Act ;
 - Nommer un Chief Ethics Officer ;
 - Établir une Charte de Confiance et d'Éthique ;
 - Acculturer aux enjeux et risques de l'IA ;
 - Être transparent sur l'usage de l'IA vis-à-vis des utilisateurs ;
 - Garder la capacité de reprendre la main sur l'IA.

L'AVIS DE L'EXPERTE

Samia Bouchareb, AI Ethics Officer, Orange Business

« Face aux risques liés de l'IA générative, Orange s'est notamment doté d'une charte éthique de la data et de l'intelligence artificielle²⁷. Objectif : préciser les valeurs éthiques de l'entreprise en matière de données et d'intelligence artificielle. Cette charte a été élaborée par le Conseil d'éthique de la Data et de l'IA d'Orange²⁸, composé de 11 personnalités externes choisies pour leur indépendance, leur neutralité, leur expertise et la diversité de leurs profils. À terme, les entreprises devront elles aussi se doter d'un guide pratique d'utilisation. Il n'est pas question d'interdire mais d'encourager un usage responsable. Les technologies sont des vecteurs d'efficacité opérationnelle, de facilitation et de valeur client. D'où l'idée d'une charte, mais surtout d'un guide d'usage pratique.

Chez Orange, nous mettons également à disposition de nos employés une formation de 45 minutes accessible en ligne à tous, qui permet de s'acculturer sur le sujet et de prendre pleinement conscience des risques liés à l'usage de l'IA. Cette phase d'acculturation est véritablement clé et elle doit être la plus large possible. L'avantage aujourd'hui est que les entreprises peuvent s'appuyer sur leur expérience du RGPD pour faciliter la mise en place d'une IA responsable « by design », et le déploiement de référents AI Ethics Officer dans chaque entité pour être au plus près du terrain et des usages de l'IA. Au sein du groupe Orange, nous avons ainsi mis en œuvre un réseau de référents éthiques. Chaque *business unit* majeure possède ainsi son référent en charge d'anticiper la régulation, d'acculturer les équipes, de mettre en place la gouvernance et de piloter la mise en place des processus. Mais n'attendez pas que l'IA Act soit appliqué pour lancer cette étape. En parallèle, nous avons mis en place un comité IA responsable multidisciplinaire au sein d'Orange Business composé de Data Scientists, d'experts en data privacy, d'un représentant juridique, d'un spécialiste de la data gouvernance... Cette complémentarité des expertises est essentielle. La transformation engendrée par l'IA générative est un sujet collectif et pluridisciplinaire. »

7 principes pour une IA éthique

Selon la Commission européenne, sept éléments sont essentiels pour parvenir à une IA digne de confiance²⁹ :

1. Facteur humain et contrôle humain
2. Robustesse & sécurité
3. Respect de la vie privée & gouvernance des données
4. Transparence
5. Diversité, non-discrimination & équité
6. Bien-être sociétal & environnemental
7. Responsabilisation

Conclusion

Cap vers un monde numérique plus humain

L'IA générative ouvre de nombreuses perspectives aux entreprises et créera de nouveaux besoins. Demain, pourraient ainsi se développer des data marketplaces pour pallier le manque de données et alimenter les modèles. Les médias pourraient également commencer à monétiser leurs bases de connaissances et à fournir des informations sur « l'état du monde » mises à jour en temps réel. En parallèle du renforcement des données, nous assisterons à un référencement, une valorisation et à une monétisation des data de confiance.

L'IA générative, nouveau *must-have* du numérique

Plus concrètement pour les entreprises, il est très probable que l'IA générative, à terme, soit intégrée dans tous les outils numériques du quotidien ouvrant ainsi le champ des possibles. Par exemple, une IA incluse dans les outils de communication et de collaboration sera à même de réaliser les compte-rendu de réunions, de proposer un résumé des points clés, et pourquoi pas de définir une liste des tâches à effectuer, de les caler dans l'agenda des personnes concernées et même de relancer en cas d'oubli. En ce sens, l'IA générative viendra « compléter » et assister le collaborateur en prenant en charge les tâches les moins valorisantes et les plus chronophages.

« *L'IA va permettre de tendre vers ce qu'on appelle l'employé augmenté* », affirme Samia Bouchareb, AI Ethics Officer chez Orange Business. Les RH auront un rôle clé à jouer dans cette transformation des entreprises, pour anticiper et accompagner cette évolution des métiers. L'IA générative va également amener à se poser la question de comment l'intégrer dans les produits pour générer plus de satisfaction client ou une meilleure expérience utilisateur. S'il est trop tôt encore pour savoir quel type d'IA mettre en place et/ou commercialiser, le sujet est néanmoins d'ores et déjà stratégique pour les entreprises. Celles qui ne se positionneront pas rapidement sur le sujet vont cumuler beaucoup de retard en termes de compétitivité.

Accompagner plutôt que de s'opposer

Inutile de s'opposer à l'IA générative car elle est déjà là, au sein même des entreprises, parfois partenaires et parfois concurrentes. C'est pourquoi, loin de l'interdire, il faut au contraire l'accompagner. La question n'est donc pas de se demander s'il faut la déployer en interne mais bien de savoir comment y aller et, surtout, pour quelles finalités. Ce dernier point est clé. Les entreprises, notamment européennes, vont en effet devoir s'assurer que l'IA générative est bel et bien utilisée à des fins louables, compatibles avec leurs valeurs et avec la réglementation à venir. Un enjeu stratégique majeur vis-à-vis de l'écosystème externe de l'organisation mais aussi de ses acteurs internes.

« *Demain, l'utilisation des outils technologiques comme l'IA générative sera prise en compte par les clients et les employés dans le choix des partenaires avec lesquels ils souhaitent travailler, comme peut l'être la responsabilité sociale et environnementale. Par conséquent, les entreprises doivent s'intéresser*



dès maintenant à ce qu'est l'IA générative et commencer à la tester. Elles doivent donc s'interroger sur comment maîtriser l'intelligence artificielle, et plus particulièrement l'IA générative, avant que l'intelligence artificielle ne maîtrise leur propre business en disruptant leur marché alors qu'elles ne seront pas prêtes », complète Michael Deheneffe, Strategy, Marketing & Innovation Director, Digital Services France chez Orange Business.

Dans transformation, il y a « formation »

D'où l'importance d'anticiper dès aujourd'hui, au risque, demain, d'être dépassé. Une nécessité qui implique alors de former massivement à l'utilisation de cette IA générative, sur les bancs des universités et des grandes écoles, mais aussi en entreprise. Comment ? En faisant monter en compétences ou en reconvertissant les employés les plus appétents à l'IA et à la data – des statisticiens, des ingénieurs, des informaticiens, des **data engineers**, voire des data scientists. C'est pourquoi, dans un contexte de pénurie des profils IT, il est urgent de former des personnes qui maîtrisent déjà les process, les outils, les métiers, le legacy... de l'entreprise pour faire en sorte de ne pas devoir attendre que la nouvelle génération soit diplômée pour pouvoir tirer le meilleur parti de l'IA générative. Une acculturation synonyme d'attractivité et de fidélisation des talents ! Pour Michael Deheneffe, les entreprises d'expertise comme Orange Business et Business & Decision ont, « *d'un point de vue sociétal, pour enjeu majeur d'aider toutes les générations à maîtriser ces technologies qui vont débarquer très vite* ».

En revanche, il est un point essentiel à intégrer dans cette formation : c'est la prise en compte des aspects éthiques, économiques et sociaux de l'IA générative, autrement dit la philosophie appliquée aux entreprises, ou tout du moins appliquée à l'économie et à la société. « *Il faut essayer de voir comment l'IA peut être appliquée, à quoi ça va servir, quels vont être les impacts pour l'entreprise, pour l'individu, les employés, les clients, et pour la société en général. En complément des cours de code, de gestion des données ou d'ingénierie informatique, les cours de sociologie, de démographie, de philosophie, d'éthique... vont être capitaux* », conclut Michael Deheneffe. Demain, nous aurons des éthiciens spécialistes de l'IA qui vont mesurer, piloter, aiguiller, former les algorithmes à réaliser certaines tâches qui correspondent aux valeurs de l'entreprise. Mais demain se prépare dès aujourd'hui ! Le train de l'IA générative arrive à grande vitesse, gare aux entreprises qui le laisseront passer !



Sources & notes

1. Selon une [enquête réalisée par GetApp](#), filiale de Gartner, juillet 2023
2. [Enquête Fishbowl](#), février 2023
3. [ChatGPT Statistics 2023](#), ToolTester, Juillet 2023
4. Pour plus de détails sur ces modes d'apprentissage, consultez notre livre blanc [« Intelligence Artificielle – Restez maître de votre futur »](#), mars 2021
5. [“Attention is all you need”](#), Google, 2017
6. Pour mieux comprendre le principe de surinterprétation, consultez notre livre blanc [« Intelligence Artificielle – Restez maître de votre futur »](#), mars 2021
7. [Chinchilla data-optimal scaling laws](#), février 2023
8. mot \approx 1 à 1,5 tokens
9. [Wikipédia](#), 2023
10. [Be Geek](#), juin 2023
11. Au moment de la rédaction de ce livre blanc
12. [Enquête Les Français et les IA génératives](#), Ifop pour Talan, mai 2023
13. [Generative AI at Work](#), Erik Brynjolfsson, Danielle Li & Lindsey R. Raymond, avril 2023
[Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence](#), Shakked Noy et Whitney Zhang, mars 2023
14. D'après le rapport du Capgemini Research Institute : [Harnessing the value of generative AI : Top use cases across industries](#), 2023
15. [Enquête Gartner](#), mai 2023
16. Pour tout savoir sur la méthodologie à adopter en matière d'intelligence artificielle, consultez notre livre blanc [« MLOps : un regard vers le futur de l'IA »](#), novembre 2022
17. [Enquête Fishbowl](#), février 2023
18. [Statista](#), avril 2023
19. [Enquête Les Français et les IA génératives](#), Ifop pour Talan, mai 2023
20. [Enquête Les Français et les IA génératives](#), Ifop pour Talan, mai 2023
21. [Enquête Les Français et les IA génératives](#), Ifop pour Talan, mai 2023
22. [AI Index report](#), université de Stanford, 2023
23. [Inside the secret list of websites that make AI like ChatGPT sound smart](#), The Washington Post, avril 2023
24. [Selon une analyse de Textio](#), janvier 2023
25. Pour en savoir plus, consultez notre livre blanc [MLOps : un regard vers le futur de l'IA](#), novembre 2022
26. [Le Serment d'Hippocrate du Data Scientist](#), Data for Good
27. [Charte Éthique de la Data et de l'Intelligence Artificielle](#), Orange, novembre 2022
28. En savoir plus sur le [Conseil d'éthique de la Data et de l'IA d'Orange](#)
29. Pour en savoir plus, téléchargez notre livre blanc [« Data éthique / IA éthique : les 2 visages d'un futur responsable »](#), décembre 2019

Glossaire

Agent : en intelligence artificielle, un agent intelligent (AI) est une entité, matérielle et/ou logicielle, avec un certain degré d'autonomie, capable d'interagir avec l'environnement afin de réaliser des objectifs.

Agent conversationnel - Chatbot : programme informatique capable de converser avec un utilisateur en langage naturel, généralement utilisé pour fournir des informations ou effectuer des tâches.

Agent conversationnel vocal - Voicebot : variante du chatbot qui interagit avec les utilisateurs par le biais de commandes vocales.

AI Act : cadre réglementaire proposé par l'Union européenne pour réguler les applications d'intelligence artificielle.

AIAAIC : association indépendante d'intérêt public qui plaide pour une transparence et une ouverture dans le domaine de l'IA, de l'algorithmique et de l'automatisation.

Algorithme : ensemble de règles et d'étapes clairement définies pour résoudre un problème ou effectuer une tâche.

Application Program Interface - API : ensemble de règles et de protocoles qui permettent à différents logiciels de communiquer entre eux.

Apprentissage auto-supervisé : méthode d'apprentissage machine où le modèle est entraîné à compléter une partie manquante ou cachée dans une entrée (comme un mot dans une phrase) à partir d'un corpus d'autres entrées.

Apprentissage automatique - Machine Learning : branche de l'IA qui permet aux machines d'apprendre et de s'améliorer à partir de l'expérience sans être explicitement programmées.

Apprentissage non supervisé : type d'apprentissage machine où le modèle découvre des liens et des schémas dans les données sans qu'on lui fournisse au préalable un cadre de réponse et d'annotations comme dans l'apprentissage supervisé.

Apprentissage profond (Deep Learning) : mode d'apprentissage particulier du machine learning qui utilise des réseaux de neurones multicouches inspirés du cortex visuel animal pour analyser divers niveaux de représentation des données, notamment non structurées telles que les images.

Apprentissage renforcé ou par renforcement : c'est une méthode d'apprentissage automatique où un agent s'efforce de maximiser une fonction de récompense en interagissant avec son environnement. L'agent peut également s'ajuster et s'améliorer grâce au RLHF (Reinforcement Learning by Human Feedback), où les feedbacks sont alors fournis par des humains pour atteindre des objectifs spécifiques de manière plus précise.

Apprentissage supervisé : méthode d'apprentissage automatique où un modèle apprend à prédire des sorties spécifiques à partir des entrées qu'on lui fournit, en utilisant un cadre de sortie et un ensemble d'exemples annotés préalablement.

Attention (mécanisme d') : il s'agit d'une technique avancée dans le domaine du traitement du langage naturel (NLP) qui permet au modèle d'évaluer l'importance relative de chaque mot dans une phrase, en fonction de sa position et de son contexte, lors de la réalisation de tâches telles que la traduction automatique ou la génération de texte.

AWS : Amazon Web Services, une plateforme de services de cloud computing proposée par Amazon, comportant des services de calcul, de stockage et de machine learning.

Bande passante : mesure de la capacité de transmission de données d'un réseau ou d'une connexion internet, généralement exprimée en bits par seconde.

BERT : modèle de langage bidirectionnel basé sur des transformers, développé par Google, qui est pré-entraîné sur une grande quantité de texte.

Bibliothèque open source : ensemble de fonctions qui étendent les capacités d'un langage de programmation existant, comme Python, et qui sont

librement redistribuables et modifiables.

ChatGPT : chatbot développé par OpenAI, basé sur l'architecture GPT, capable d'analyser et de générer du texte en langage naturel.

Classification non supervisée - typologie : processus de catégorisation des objets ou des informations dans des groupes ou des classes basés sur leurs caractéristiques communes.

Dall-E : modèle IA développé par OpenAI, capable de générer des images à partir de descriptions textuelles.

Data Engineer : expert en charge de la conception, de la construction et de la maintenance des systèmes et infrastructures pour collecter, stocker et analyser des données, y compris la création et l'industrialisation de pipelines de données pour alimenter et déployer les modèles d'IA.

Data Science : domaine interdisciplinaire qui emploie des méthodes scientifiques et des processus pour construire des modèles et extraire des connaissances à partir de données structurées et non structurées, englobant des disciplines telles que la statistique, le machine learning et l'intelligence artificielle.

Data Scientist : expert dont le rôle consiste à comprendre les besoins métier et à trouver les solutions adaptées grâce à la conception et la réalisation de modèles basés sur le Data Engineering, les statistiques, les mathématiques, le machine learning et l'intelligence artificielle.

Entraînement (d'un modèle) : processus par lequel un modèle d'IA apprend à partir de données d'entraînement pour faire des prédictions ou prendre des décisions.

Espace vectoriel : ensemble et espace mathématique auxquels sont associés des opérateurs, permettant des analyses de données complexes et multidimensionnelles souvent utilisés en IA.

Exa (octet) : unité de mesure de la quantité de données, équivalente à un trillion (10¹⁸) d'octets ou mille Téra.

Google Cloud Platform (GCP) : suite de services de cloud computing proposés par Google, comportant des services de calcul, de stockage et de machine learning.

GPT : generative Pre-trained Transformer, une série de modèles avancés de traitement du langage développés par OpenAI.

GPT-4 : version actuellement la plus aboutie du modèle GPT (au moment de cette publication), qui comporte 175 milliards de paramètres.

GPU : processeur spécialisé, souvent intégré dans une carte graphique, conçu pour accélérer le traitement des images et des vidéos, ainsi que pour gérer des calculs matriciels ou neuronaux complexes, notamment dans le contexte de l'entraînement des réseaux de neurones artificiels.

GPU Nvidia H100 : modèle spécifique de GPU développé par Nvidia, connu pour sa très haute efficacité dans le traitement des tâches d'IA.

Hiver de l'IA : période prolongée de réduction du financement et de l'intérêt pour la recherche en IA, généralement due à des attentes non satisfaites.

Hyperscaler : entreprise qui fournit des infrastructures à grande échelle pour les services de cloud computing, tels que Amazon, Google et Microsoft.

ImageNet : base de données d'images annotées largement utilisée pour l'entraînement de modèles d'IA dans la reconnaissance d'images.

InstructGPT : couche supervisée du modèle ChatGPT d'OpenAI, entraînée pour suivre des instructions textuelles et répondre à des questions.

Intelligence artificielle - IA : domaine de la science informatique focalisé sur la création d'agents capables d'analyser des données, d'apprendre de celles-ci et d'interagir avec l'environnement pour réaliser des tâches spécifiques dans un environnement donné, avec un certain degré d'autonomie. Elle est une branche de la Data Science et vise à augmenter les capacités humaines en facilitant la prise de décision et l'exécution de fonctions complexes.



Intelligence artificielle générative – IA générative : branche de l'IA spécialisée dans la création de nouvelles données (telles que du texte, des images, des vidéos, etc.) à partir d'instructions fournies en langage naturel, communément appelées "prompts". Ces modèles avancés sont capables de générer des contenus qui correspondent étroitement aux critères spécifiés dans le prompt, facilitant ainsi des interactions fluides et naturelles.

Large Language models – grands modèles de langage - LLMs : modèles d'IA qui sont entraînés sur de grandes quantités de texte et sont capables de générer du texte en langage naturel.

LLaMA2 : modèle de langage développé par Meta, une entreprise de technologie connue pour ses développements dans le domaine des médias sociaux et de la réalité virtuelle.

Mémoire graphique : espace de stockage dans une unité de traitement graphique (GPU) utilisé pour stocker des données temporaires et des images graphiques.

Microsoft Azure : plateforme de services de cloud computing proposée par Microsoft, comportant des services de calcul, de stockage et de machine learning.

Midjourney : IA qui génère des images à partir de descriptions textuelles.

Mode Few shots : technique d'apprentissage machine où un modèle est capable d'apprendre et d'exécuter une tâche avec un nombre limité d'exemples d'entraînement, et peu de contexte.

Mode Zéro shot : technique d'apprentissage machine où un modèle est capable de réaliser des tâches pour lesquelles il n'a reçu ni exemple d'entraînement spécifique, ni contexte particulier.

Open AI : OpenAI est une société de recherche et de déploiement de l'IA qui s'est donnée pour mission de veiller à ce que l'intelligence artificielle générale profite à l'ensemble de l'humanité.

Overfitting – surajustement : phénomène où un modèle d'apprentissage machine complexe apprend en utilisant trop peu de données d'entraînement, au point de ne pas bien généraliser sur des données nouvelles.

PaLM2 : modèle avancé de langage développé par Google, conçu pour traiter et analyser le langage naturel.

Paramètre : variable dans un modèle d'IA qui est ajustée pendant l'entraînement pour optimiser la performance du modèle.

Réalité augmentée : technologie qui superpose des informations numériques (comme des images, des vidéos) sur le monde réel, généralement à travers un dispositif comme un smartphone ou des lunettes de réalité augmentée.

Reconnaissance faciale : technologie qui utilise des algorithmes d'IA pour identifier ou reconnaître une personne à partir de son visage capturé en image ou en vidéo.

Réseaux Antagonistes génératifs - Generative Adversarial Network - GAN : classe de modèles d'IA utilisée pour générer de nouvelles données qui ressemblent à un ensemble de données d'entraînement donné, généralement composée de deux réseaux neuronaux en compétition.

Réseaux de neurones – Neural Networks : modèles d'IA initialement inspirés du fonctionnement du cerveau humain, composés de nœuds interconnectés qui effectuent un calcul statistique sur les données d'entrée.

Réseaux neuronaux profonds : voir Deep Learning, réseaux de neurones avec un grand nombre de couches, permettant l'analyse de niveaux de représentation des données de plus en plus complexes.

RGPD : règlement Général sur la Protection des Données, un règlement de l'UE qui régit la protection des données personnelles.

Sprint : méthode de gestion de projet qui divise le travail en petites unités appelées "sprints", généralement utilisée dans les méthodologies Agile.

Stable Diffusion : IA qui génère des images à partir de descriptions textuelles.

Statistique : branche de la Data Science et des mathématiques qui se concentre sur la collecte, l'analyse et l'interprétation de données. Elle vise à extraire des informations significatives à partir de données pour éclairer la prise de décision, prévoir des tendances et expliquer des phénomènes variés.

Support Vector Machine - SVM : modèle d'apprentissage supervisé inventé par Vladimir Vapnik et utilisés en machine learning pour résoudre des problèmes complexes de classification, de régression ou de détection d'anomalies.

Traitement du Langage Naturel – Natural Language Processing NLP : domaine de l'IA qui se concentre sur l'interaction entre les ordinateurs et le langage humain.

Transfert d'apprentissage - Transfert Learning : technique en apprentissage automatique où un modèle, initialement formé sur une tâche spécifique, est réutilisé comme point de départ pour une tâche secondaire. Cette méthode permet de capitaliser sur l'entraînement déjà réalisé avec un complément d'apprentissage en vue d'effectuer des tâches connexes avec moins de données et de temps de calcul.

Transformer : architecture de modèle d'intelligence artificielle, principalement utilisée dans le traitement du langage naturel. Cette structure, introduite par la publication "Attention is All You Need" de Vaswani et al., repose sur le mécanisme d'attention qui permet au modèle d'évaluer l'importance relative de chaque mot dans une phrase, en fonction de sa position et de son contexte.

Vectorisation : processus de transformation de données non structurées, telles que du texte, en une forme numérique, spécifiquement en une série de nombres formant un vecteur. Cette conversion est souvent réalisée grâce à des techniques d'embedding, qui sont des algorithmes d'apprentissage non supervisés permettant de représenter chaque élément (comme un mot dans un texte) par un point dans un espace vectoriel multidimensionnel. Cette représentation permet notamment de quantifier les relations sémantiques entre les éléments et est facilement exploitable par une IA.

Contributions & remerciements

**Ce livre blanc est réalisé sous la direction de Didier Gaultier,
DataScience & Ethics AI Director, Digital Services France, Orange Business**

Auteurs des chapitres, articles et encadrés (par ordre) :

Aliette Mousnier-Lompré, Directrice Générale Orange Business
Didier Gaultier, DataScience & Ethics AI Director, Digital Services France, Orange Business
Paul Ferré, Lead Data Scientist & Consultant DataScience Senior, Digital Services France, Orange Business
Romain Bernard, Lead Data Scientist & Senior Manager Data Science, Digital Services France, Orange Business
Nathanael Guiberteau, Senior Manager, Digital Services France, Orange Business
Pierre-Henri Mas, Lead Data Scientist & Consultant DataScience Senior, Digital Services France, Orange Business
Erwan Josse, Lead Data Scientist & Consultant DataScience Senior, Digital Services France, Orange Business
Mick Levy, Directeur Innovation Business, Digital Services France, Orange Business
Michael Deheneffe, Strategy, Marketing & Innovation Director, Digital Services France, Orange Business
Éric Blanche, Digital Offer Lead, Digital Services France, Orange Business
Samia Bouchareb, AI Ethics Officer, Orange Business

Nos remerciements particuliers pour leur participation, leurs encouragements et précieux commentaires :

François Fleutiaux, Directeur Orange Business France
Laurent Sicart, Directeur Digital Services France, Orange Business
Sandrine Le Seac'h Godard, Directrice Marketing, Digital Services France, Orange Business
Safa Baghai, Communication Manager, Digital Services France, Orange Business
Dominique Roda, Responsable Communication, Orange Business
Nassima Auvray, Chief Trust Officer, Orange Business
Vincent Garnier, Head of Data & AI, Orange Business
Audrey Lompré, Chargée de Marketing, Digital Services France, Orange Business
Aurélié Goncalves, Manager Innovation & Stratégie, Digital Services France, Orange Business
Françoise Soulié-Fogelman, Scientific Advisor – Hub FranceIA
Yann Le Cun, VP and Chief AI Scientist, Meta

En collaboration avec :
L'agence Bespoke et Violaine Cherrier

Les différents articles peuvent être retrouvés en ligne sur le : [Blog Business & Decision](#)

Business & Decision

Cœur Défense A , 110 Esplanade Général de Gaulle, 92931 Paris La Défense Cedex
www.businessdecision.com
blog.businessdecision.com

 **Business**

 **Business & Decision**