

LES MÉGATENDANCES EN GRAPHIQUES

COMPRENDRE LES MÉGATENDANCES



Bastien Drut
Responsable des Études et de la
Stratégie – CPRAM



Les mégatendances, que l'on qualifie aussi parfois de « tendances de long terme », « tendances séculaires » ou encore « tendances structurelles », sont des tendances qui se matérialisent à grande échelle, touchent une grande partie de l'humanité, voire l'humanité tout entière, et se déroulent sur des périodes longues (plusieurs décennies). Elles sont globalement indépendantes des cycles conjoncturels et provoquent des modifications profondes de l'économie en étant à l'origine de réallocations de consommation et d'investissement significatives. Elles font partie intégrante de notre présent et façonneront notre futur.

La bonne compréhension des mégatendances est absolument centrale pour les investisseurs, les grandes puissances et les institutions internationales. Par exemple, les agences de renseignement américaines (*National Intelligence Council*) publient tous les quatre ans depuis 1997 un rapport sur les « tendances globales » (*Global Trends report*), qui évalue les principales tendances et incertitudes qui façonneront l'environnement stratégique des Etats-Unis dans les deux décennies suivantes. Au début des années 2000, ce rapport évoquait par exemple les évolutions démographiques, l'accélération de la mondialisation, les enjeux liés à la révolution des technologies de l'information, le déclin de la Russie et l'émergence de la Chine.

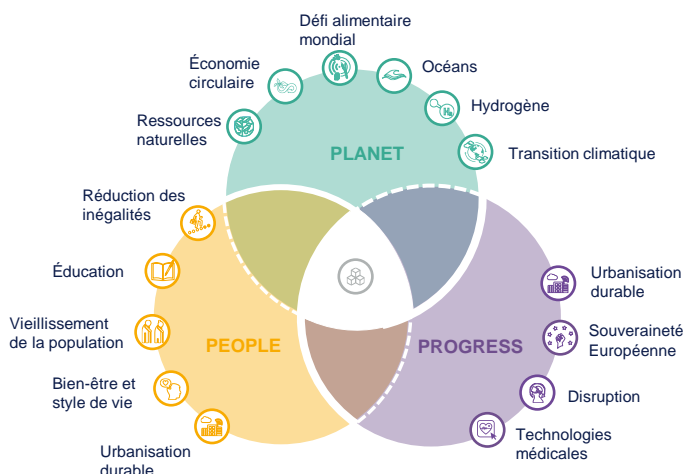
En 2020, les économistes des Nations Unies expliquaient que dans le cadre de son Programme 2030 et de ses 17 objectifs de développement durable (ODD), il était nécessaire de bien comprendre cinq « mégatendances » : le changement climatique, la digitalisation, les phénomènes démographiques, l'urbanisation et l'augmentation des inégalités.

La compréhension des mégatendances est évidemment nécessaire pour les investisseurs en général mais elle constitue en particulier le point de départ de l'investissement thématique.

En effet, ce dernier a pour objectif fondamental de bénéficier de la puissance intrinsèque des mégatendances. Dans ce cadre, CPRAM se doit de proposer une grille de lecture des mégatendances aussi claire et approfondie que possible.

Dans ce document, nous décrivons les mégatendances par une série de graphiques, classés selon trois piliers fondamentaux de l'économie : les 3 P, *People, Planet, Progress*. Le pilier **People** porte sur l'évolution des structures démographiques, des sociétés et des organisations humaines. Le pilier **Planet** porte sur les évolutions de la planète, du climat, de la biodiversité et des ressources naturelles. Le pilier **Progress** porte sur les innovations technologiques, moteurs du développement humain et économique.

Bonne lecture !

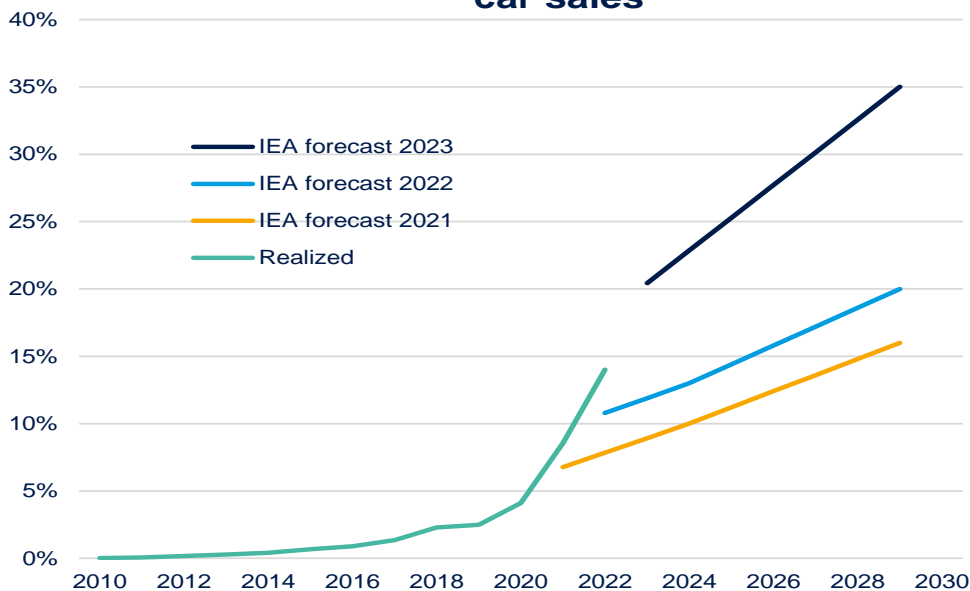


COMPRENDRE LES MÉGATENDANCES

PROGRESS

4. [La part des véhicules électriques augmente rapidement](#)
5. [Vers un monde de lithium ?](#)
6. [Télétravail : un choc permanent](#)
7. [Le commerce, toujours plus en ligne](#)
8. [La robotisation accélère encore et encore](#)
9. [L'intelligence artificielle nécessite toujours plus de calculs](#)
10. [L'économie digitale croît bien plus vite que le reste de l'économie](#)
11. [L'intelligence artificielle permet d'effectuer de plus en plus de tâches aussi bien que les humains](#)
12. [Une part toujours plus grande de la population mondiale utilise internet](#)
13. [Le « cloud » connaît une croissance fulgurante](#)
14. [Les semi-conducteurs, de plus en plus essentiels pour l'économie mondiale](#)
15. [Le nombre de cyberattaques augmente rapidement](#)
16. [Le nombre de satellites explose](#)
17. [Quand l'IA rencontre la médecine](#)
18. [Les investissements privés dans l'intelligence artificielle générative ont explosé en 2023](#)
19. [L'IA Generative se diffuse très rapidement](#)
20. [Les constructions de datacenters s'accélèrent](#)

Share of Electric Vehicles (EV) in global car sales



Source: CPR AM, Datastream.

LA PART DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES AUGMENTE RAPIDEMENT

Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), 14% des voitures vendues dans le monde étaient des véhicules électriques en 2022 (soit plus de 10 millions de véhicules). Cette part n'était que de 8,6% en 2021 et 4,1% en 2020. La progression est donc extrêmement rapide et elle a été bien plus rapide que les prévisions qu'avaient faites l'AIE lors des années précédentes : dans ses prévisions de 2022, l'AIE anticipait que la part de véhicules électriques atteindrait 14% non pas en 2022 mais vers 2026 !

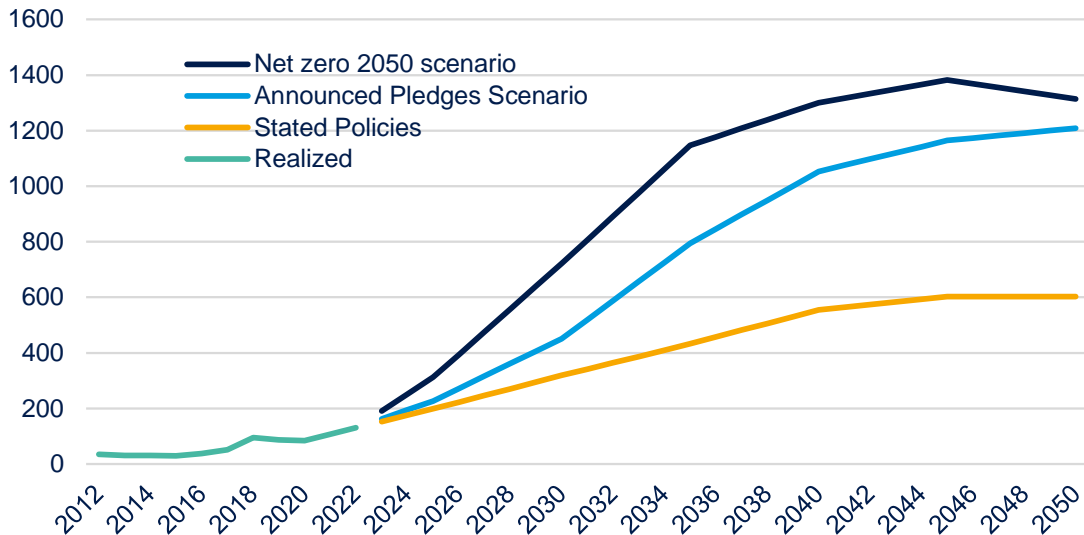
Dans ses prévisions dévoilées en avril dernier, l'AIE anticipait que les ventes de véhicules électriques progresseraient de 35% en 2023 par rapport à 2022 (pour atteindre une part de marché de 18%) et que 35% des voitures neuves vendues en 2030 seraient électriques.

Si ces prévisions se matérialisaient, la baisse de consommation de pétrole liée aux voitures électriques atteindrait 5 millions de barils/jour en 2030 et c'est 700 millions de tonnes d'émissions d'équivalent CO₂ qui seraient évitées.

Si les véhicules électriques ne représentaient qu'à peine 2% du stock de voitures au niveau mondial, cette part devrait être rapidement bien plus importante (15% en 2030) étant donné l'accélération des ventes.

La progression des voitures électriques est bien plus rapide que prévu et la place qu'elle est en train de prendre dans nos sociétés va entraîner un certain nombre de bouleversements.

Global demand of lithium (thousands of tonnes)



Source: CPR AM, Datastream.

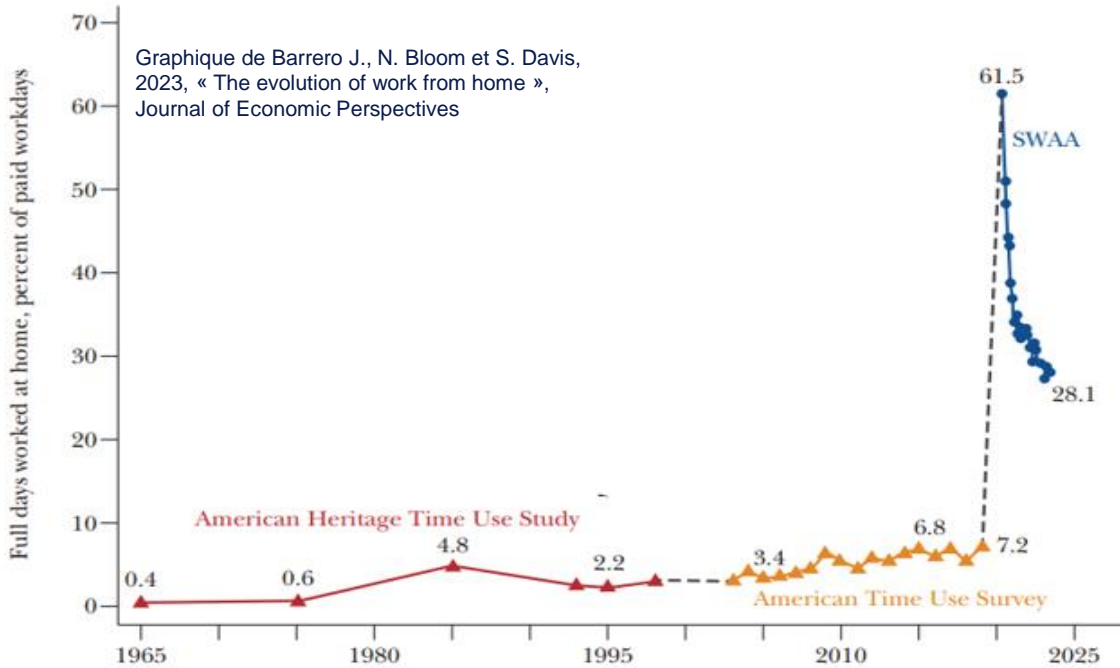
VERS UN MONDE DE LITHIUM ?

Alors que la demande de lithium a déjà très fortement augmenté récemment (en augmentation de 276% sur 10 ans), pour atteindre 130 mille tonnes en 2022, elle devrait encore augmenter très fortement sur les décennies qui arrivent. Dans un scénario où tout serait fait pour parvenir à une économie Net Zero en 2050, la demande de lithium serait multipliée par 10 environ d'ici 2050 par rapport à 2022 (estimation de l'Agence Internationale de l'Énergie publiée en juillet 2023).

- La première cause de l'augmentation de la demande de lithium est l'essor des véhicules électriques car elle représentait en 2022 environ 53% de la demande mondiale. Et c'est vraiment la généralisation des véhicules électriques qui va occasionner le premier moteur de la demande sur les décennies à venir. Le stockage d'énergie dans des batteries connectées au réseau électrique jouera également un rôle important.
- Comme le monte l'AIE, l'évolution de la demande de lithium va bien évidemment dépendre des politiques de dé-carbonation qui seront entreprises partout dans le monde. Plus les efforts seront déployés pour parvenir à une économie Net Zero, plus la demande sera forte.
- Le lithium n'est pas le seul métal dont la demande va fortement augmenter avec l'accélération de la transition énergétique puisque ce sera le cas pour la demande de cobalt, de cuivre ou encore de nickel dans les années à venir.

Le lithium et d'autres « métaux de transition » vont probablement devenir un nouvel or noir. A chaque ère énergétique ses matières premières de prédilection.

Work from Home over Time in the United States

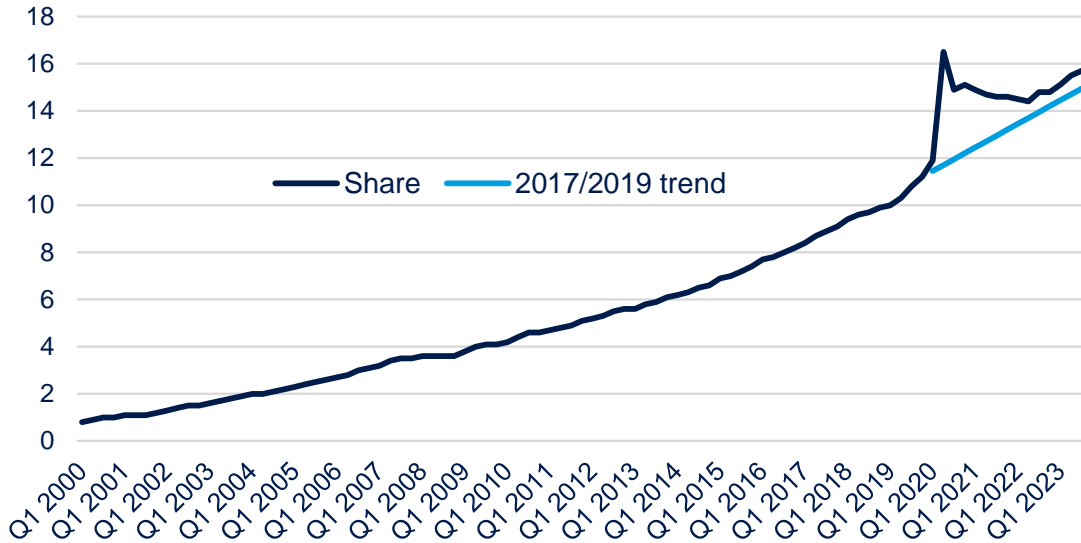


TÉLÉTRAVAIL : UN CHOC PERMANENT

En 1965, le nombre de jours travaillés intégralement à domicile comptait pour moins de 0,5% de tous les jours travaillés aux Etats-Unis. Cette part a progressé lentement mais sûrement au fil des décennies et tournait autour de 7% en 2019. Puis, la pandémie de covid est arrivée. Les autorités fédérales et locales ont pris différentes mesures de restriction sanitaire et les entreprises, dont l'activité le permettait, ont eu massivement recours au télétravail. Au pire de la crise sanitaire, en 2020, c'est plus de 61% des jours travaillés qui ont été effectués intégralement à domicile. L'une des grandes questions qui se posait à l'époque était de savoir si ce choc serait temporaire ou permanent.

Au fur et à mesure que les craintes au sujet du covid se sont estompées, un grand nombre d'employés sont retournés au bureau. L'évolution des règles au sein de certaines multinationales a été abondamment commenté dans les médias. Mais si la part du télétravail a baissé continuellement de 2020 à 2023, elle est actuellement sans commune mesure avec ce qui se pratiquait avant 2020 (plus de 28% des jours travaillés en 2023). Le télétravail s'est donc imposé en masse. Cela a initialement précipité les investissements en matériel informatique et en divers softwares, ce qui a bénéficié à un certain nombre d'entreprises du secteur technologique. Le nombre de brevets déposés dans les technologies numériques facilitant d'une façon ou d'une autre le télétravail a décollé, ce qui suggère que de nouvelles innovations verront le jour dans les années à venir et permettront de consolider cette évolution de la façon de travailler.

US: share of E-commerce in total retail sales



Source: CPR AM, Census Bureau

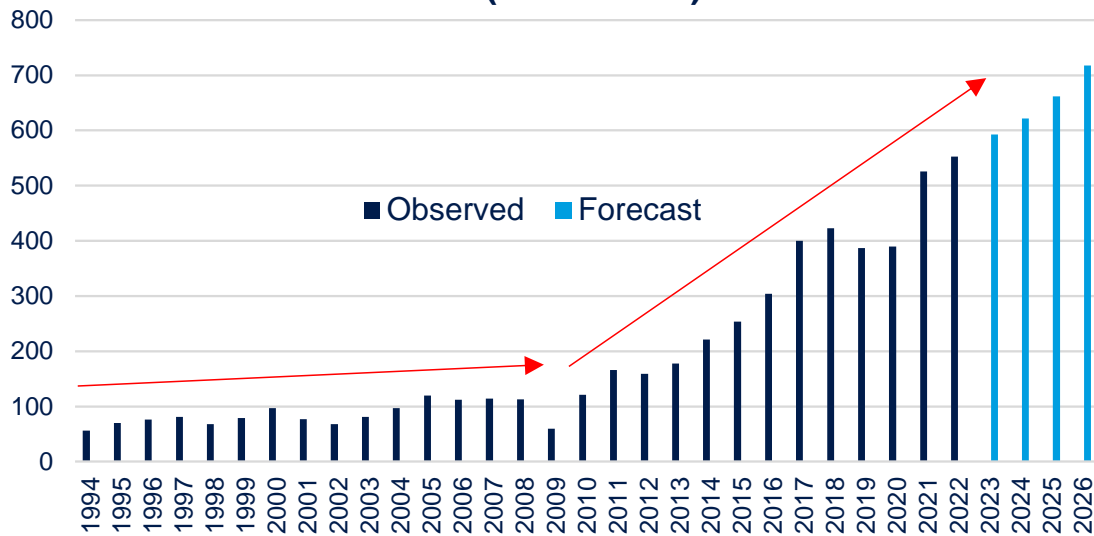
LE COMMERCE, TOUJOURS PLUS EN LIGNE

Le commerce en ligne était déjà en nette accélération avant la pandémie. En 2019, l'ensemble des ventes en ligne au niveau mondial était de l'ordre de 2000 Mds \$, le plus gros marché étant la Chine suivie des Etats-Unis et du Japon. Si l'on prend l'exemple des Etats-Unis, les ventes au détail en ligne étaient en hausse de 15,7% sur un an au 4ème trimestre 2019 alors que l'ensemble des ventes au détail n'était en hausse que de 3,6%. On avait donc déjà une dynamique relativement bien plus forte des ventes en ligne. Fin 2019, 11,2% des ventes au détail étaient réalisées en ligne aux Etats-Unis. Le même type d'évolution pouvait être remarqué en zone euro, au Royaume-Uni ou encore en Chine.

Le commerce à distance a très fortement accéléré pendant la pandémie, du fait des différentes restrictions sanitaires et de la limitation des interactions sociales, qu'elles soient volontaires ou non. Et il s'est alors posé la question de savoir si ce choc allait être permanent. L'exemple des Etats-Unis est intéressant : après un pic de ventes en ligne au T2 2020 (le pire de la crise covid) à 16,5% des ventes au détail, cette part s'est stabilisée autour de 15% en 2021 et 2022 puis s'est remise à croître rapidement en 2023.

Il semble donc très vraisemblable que le commerce en ligne va continuer à croître très rapidement. La tendance à la digitalisation de l'économie va marquer les années et décennies à venir.

World: annual installations of industrial robots (thousands)



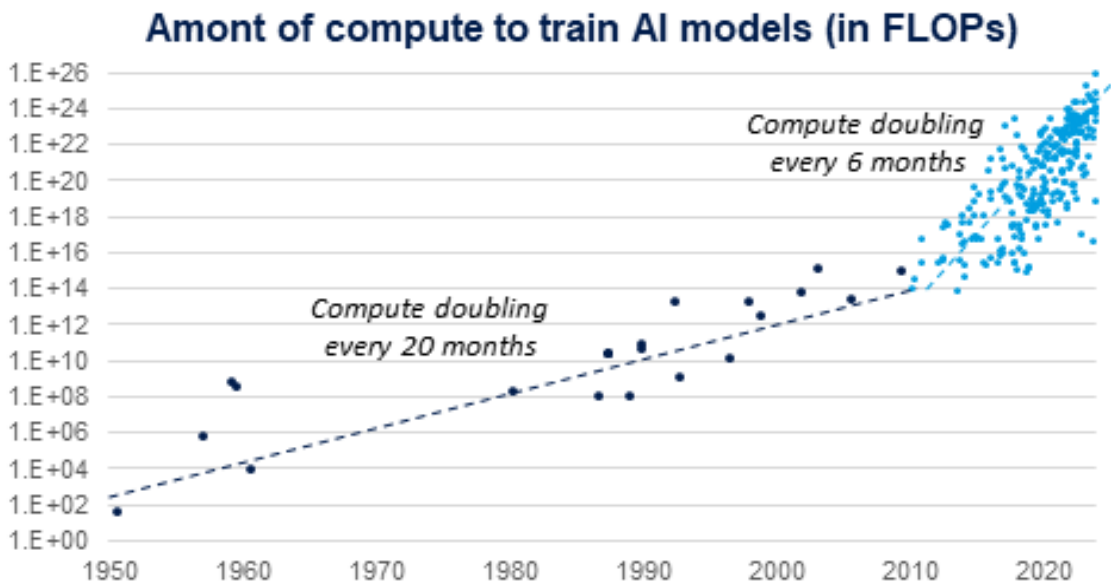
Source: CPR AM, IFR

LA ROBOTISATION ACCÉLÈRE ENCORE ET ENCORE

Selon le dernier rapport de la Fédération Internationale de Robotique, plus d'un demi-million de robots industriels ont été installés dans le monde en 2022. Ce chiffre a plus que doublé par rapport à 2015, ce qui montre une très forte accélération de la robotisation dans l'industrie sur la dernière décennie. Le nombre d'installations de robots devrait croître sur un rythme soutenu sur les prochaines années. Plusieurs points importants sur le sujet :

- C'est dans les secteurs de l'électronique et de l'automobile que le plus grand nombre de robots ont été installés (respectivement 28% et 25% du total en 2022). On en dénombre aussi beaucoup dans la métallurgie ou encore l'industrie du plastique.
- La Fédération Internationale de Robotique évoque plusieurs causes à cette accélération : pénuries de main d'œuvre dans de nombreux secteurs causées par le vieillissement de la population, relocalisation de certaines activités, sécurisation des chaînes d'approvisionnement et augmentation de la résilience, objectifs climatiques poussant l'industrie automobile à investir dans les véhicules électriques, « démocratisation » des robots avec la baisse des coûts, production davantage digitalisée, de la prise de commande à la livraison.

Le mouvement de fond de la robotisation, qui a fortement accéléré dans les années 2010, a de beaux jours devant lui.



Source: CPR AM, epochai.org

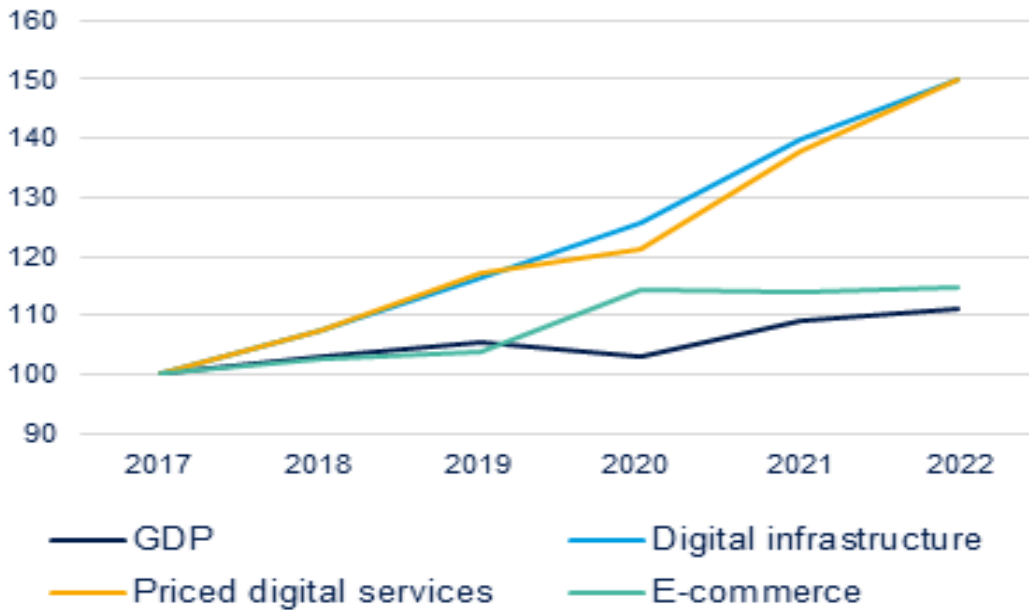
L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE NÉCESSITE TOUJOURS PLUS DE CALCULS

Les différentes annonces en lien avec l'amélioration des modèles de l'Intelligence Artificielle (IA) ont été au cœur de l'actualité sur les derniers mois et ont eu des impacts de marché très importants. En effet, les nouveaux modèles sont capables d'effectuer des tâches de plus en plus complexes, ce qui pourrait radicalement changer un grand nombre de secteurs. L'amélioration des modèles d'IA au fil des décennies est allée de pair avec le recours à un nombre toujours plus grand de calculs informatiques. Le premier réseau neuronal capable d'apprendre par expérience, le Perceptron, a été développé par le psychologue Frank Rosenblatt en 1957 : à l'époque, il avait fallu près de 700 000 opérations (ce que l'on appelle des « FLOPs ») pour l'entraîner (c'est-à-dire identifier et analyser les données pour apprendre). 66 ans plus tard, il a fallu environ 21 milliards de milliards d'opérations (soit 21 fois 10 puissance 25) pour entraîner le modèle d'intelligence artificielle génératif ChatGPT-4. Pour cela, il a fallu utiliser des ordinateurs à la puissance de calcul extrêmement élevée pendant des périodes de temps prolongées.

Le nombre de calculs nécessaires pour entraîner les modèles d'IA a subitement accéléré dans les années 2010, lorsqu'il est devenu clair que l'utilisation de plus gros modèles n'était pas associée à des rendements décroissants. Pour cela, les supercalculateurs utilisés pour entraîner les modèles d'IA ont bénéficié de l'amélioration tendancielle des performances des processeurs informatiques les plus à la pointe. C'est notamment pour cette raison que le cours boursier des producteurs de ces derniers a fortement progressé en 2023 lors des annonces des grandes avancées de l'IA.

Dans le cadre de la mégatendance de la digitalisation, l'utilisation de l'IA devrait fortement augmenter dans les années qui arrivent. Il est donc très vraisemblable que de quantités de plus en plus importantes de calculs seront nécessaires et que les entreprises qui rendent cela possible, par exemple via l'innovation relative aux processeurs informatiques, en bénéficieront.

Digital economy real added value (100 = 2017)



Source: CPR AM, BEA

L'ÉCONOMIE DIGITALE CROÎT BIEN PLUS VITE QUE LE RESTE DE L'ÉCONOMIE

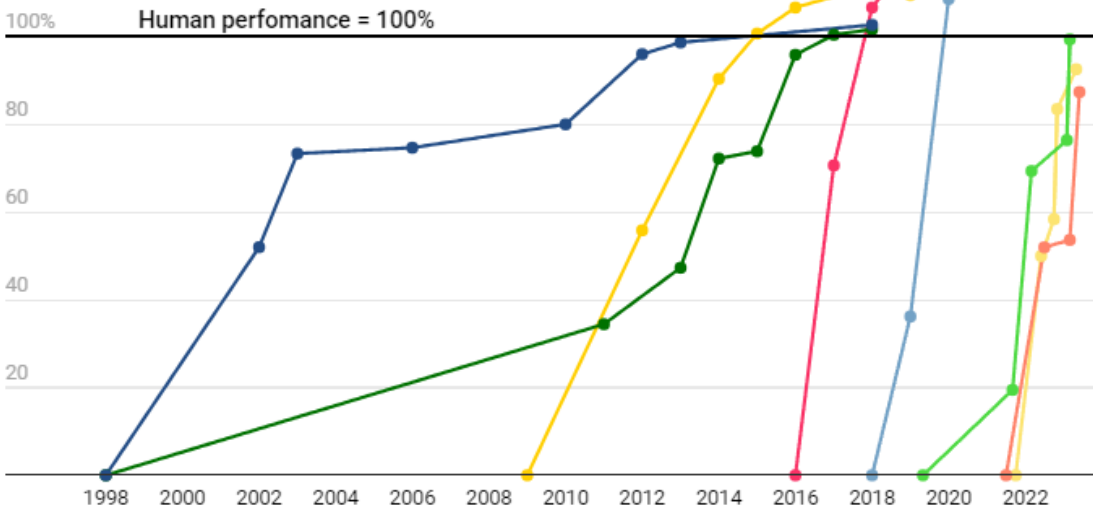
On dit souvent que la digitalisation, c'est-à-dire la diffusion des technologies numériques, est partout, qu'elle transforme les façons de consommer et de produire, et donc le business model des entreprises. C'est vrai mais il est pourtant assez rare que le phénomène soit quantifié finement, notamment car il n'est pas toujours évident de définir précisément le périmètre de l'économie digitale. Une exception notable est le BEA (*Bureau Economic Analysis*), qui calcule depuis quelques années le poids de l'économie digitale pour les Etats-Unis en mesurant la valeur ajoutée de trois grands types de biens et services numériques : 1) ce qui est relié au matériel physique tels que les ordinateurs et leurs composants, les logiciels informatiques mais aussi les data centers, les usines de fabrication de semi-conducteurs ou de fibres optiques, 2) le e-commerce, qu'il relève du BtoB ou du BtoC, et 3) les services numériques, c'est-à-dire les services payants en lien avec l'informatique et les communications (on peut penser aux services de cloud, aux abonnements en tout genre comme le streaming, aux plateformes de mise en relation des consommateurs).

Selon le BEA, l'économie digitale représentait ainsi 10% du PIB en 2022. L'élément remarquable est l'économie digitale a crû de 7,1% par an en moyenne sur la période 2017-2022 alors que l'économie américaine au sens large n'a crû que de 2,2%. Le segment le plus dynamique est celui des services de cloud pour lesquels la valeur ajoutée réelle a crû de 33,3% en moyenne par an sur la période.

Bref, l'économie digitale croît beaucoup plus vite que le reste de l'économie.

State-of-the-art AI performance on benchmarks, relative to human performance

- Handwriting recognition ● Speech recognition ● Image recognition ● Reading comprehension
- Language understanding ● Common sense completion ● Grade school math ● Code generation



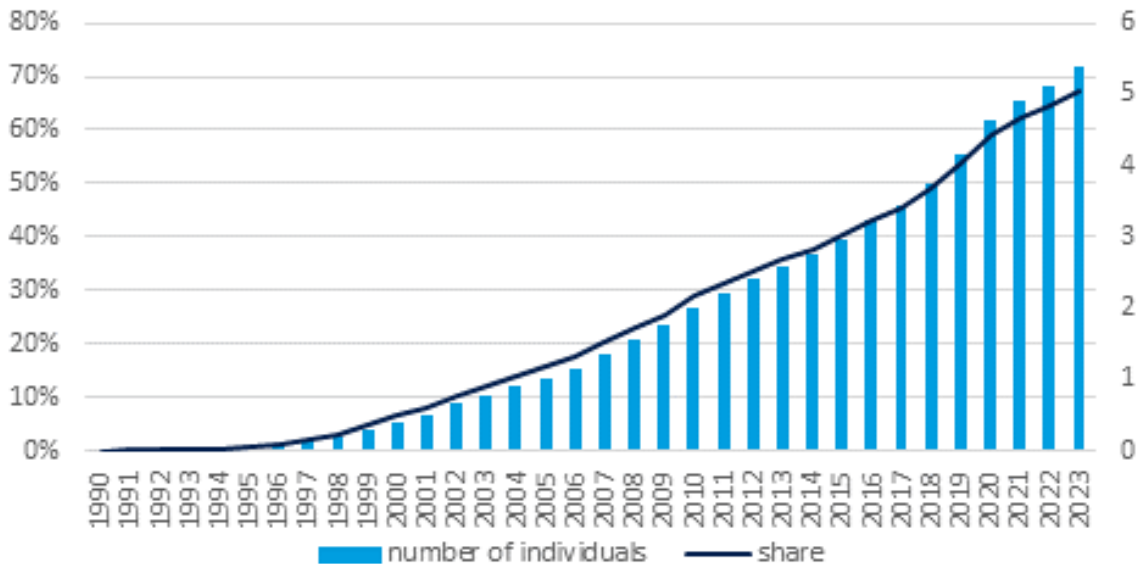
For each benchmark, the maximally performing baseline reported in the benchmark paper is taken as the "starting point", which is set at 0%. Human performance number is set at 100%. Handwriting recognition = MNIST, Language understanding = GLUE, Image recognition = ImageNet, Reading comprehension = SQuAD 1.1, Reading comprehension = SQuAD 2.0, Speech recognition = Switchboard, Grade school math = GSK8k, Common sense completion = HellaSwag, Code generation = HumanEval.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE PERMET D'EFFECTUER DE PLUS EN PLUS DE TÂCHES AUSSI BIEN QUE LES HUMAINS

Les modèles d'Intelligence Artificielle (IA) ne datent pas d'hier mais une accélération de leurs capacités s'est produite sur les dernières années. Ce graphique provenant d'un article de Time, s'inspirant lui-même d'un article de la revue scientifique Science, l'illustre bien. Ainsi, les modèles de reconnaissance d'écriture manuscrite ont de mieux en mieux fonctionné au fil des années 2000, avant de devenir aussi performants qu'un être humain à partir du début des années 2010. Les modèles suivants ont porté sur la reconnaissance vocale et sur la reconnaissance d'images. Sur la deuxième moitié des années 2010, les modèles de compréhension de textes et du langage ont connu des progrès rapides, au point de d'obtenir de meilleures performances que les êtres humains lors de certains tests à la fin des années 2010. Plus récemment, les progrès des modèles ont porté sur les raisonnements de bon sens, de capacités mathématiques et d'écritures de code informatique.

Deux conclusions peuvent être tirées : l'intelligence artificielle permet d'effectuer de plus en plus de tâches aussi bien que les humains et le développement de ses capacités est de plus en plus rapide. Cela est rendu possible grâce à des capacités de calcul et des bases de données toujours plus grandes, ainsi que grâce à l'amélioration des algorithmes. Il est très vraisemblable que l'intelligence artificielle couvre bientôt bien d'autres compétences et ait un impact de plus en plus profond sur le fonctionnement de l'économie.

Share of global population using internet



Source: CPR AM, World bank

UNE PART TOUJOURS PLUS GRANDE DE LA POPULATION MONDIALE UTILISE INTERNET

Dans les pays riches, la population utilise tellement internet qu'il peut lui arriver d'avoir l'impression qu'internet a toujours fait partie de son quotidien ou encore de se demander comment il serait possible de vivre sans lui. Pourtant, la diffusion d'internet est relativement récente. Il y a 20 ans, en 2003, à peine plus de 10% de la population mondiale utilisait internet. Cette proportion est passée à 36% en 2013 et se situait à 67% en 2023 selon la Banque mondiale (soit 5,4 milliards d'individus). Sur les dernières années, entre 200 et 300 millions de personnes de plus se sont mises à utiliser internet chaque année (soit aux alentours d'un demi-milliard d'individus de plus tous les 2 ans), essentiellement dans les pays revenus faibles et moyens.

L'utilisation croissante d'internet dans le monde est un marqueur de la mégatendance de la digitalisation. Cela a toutes sortes de bénéfices pour la société et pour l'économie, ainsi que certains désavantages.

Ce développement constitue un fort soutien aux entreprises de la tech au sens large (hardware, software, cybersécurité, réseaux sociaux, puces électroniques, etc) et cela devrait continuer à être le cas sur les années qui arrivent.

European Union: share of companies buying *cloud services*



Source: CPR AM, Eurostat

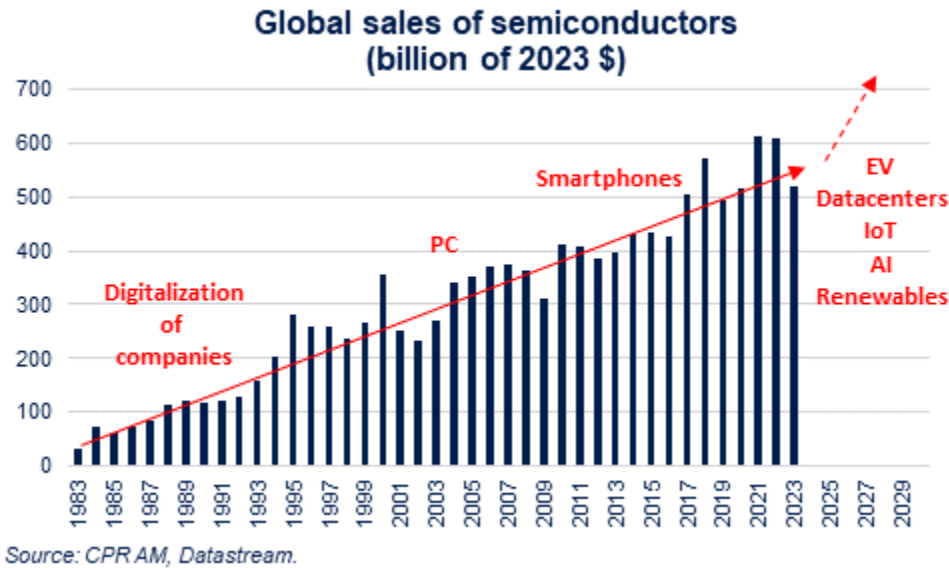
LE « CLOUD » CONNAIT UNE CROISSANCE FULGURANTE

Le *cloud computing* fait référence à l'utilisation de la mémoire et de capacités de calcul d'ordinateurs et de serveurs répartis dans le monde entier et reliés par un réseau. Les applications et les données ne se trouvent plus sur un ordinateur déterminé mais dans un nuage (cloud) composé de nombreux serveurs distants interconnectés.

Les activités de cloud connaissent une croissance fulgurante. Les instituts de statistiques ne fournissent pas encore de statistiques très détaillées sur ce segment relativement récent. Aux Etats-Unis, le BEA a calculé que la croissance de la valeur ajoutée réelle des « services cloud » avait été de 33% par an en moyenne sur la période 2017-2022, soit plus que n'importe quel autre segment de l'économie digitale.

En Europe, Eurostat met à disposition quelques données intéressantes sur le sujet grâce à une enquête qu'elle réalise auprès des entreprises depuis quelques années déjà. En 2023, 45,2% des entreprises de l'Union européenne a acheté des services « cloud », soit environ le double de ce qui avait été constaté en 2018, soit 5 ans plus tôt. Le recours aux services « cloud » est nettement plus développé pour les plus grandes entreprises (77,6% pour les entreprises de 250 employés et plus) mais progresse rapidement aussi pour les petites entreprises (41,7% pour les entreprises entre 10 et 49 employés en 2023 contre 21,2% en 2018). Les services les plus utilisés étaient liés aux e-mail, au stockage de fichiers, aux logiciels de bureautique et aux logiciels de sécurité informatique mais d'autres types de services progressent rapidement.

Ces statistiques démontrent la croissance extrêmement rapide des services « cloud » mais aussi que leur potentiel de croissance est très important.

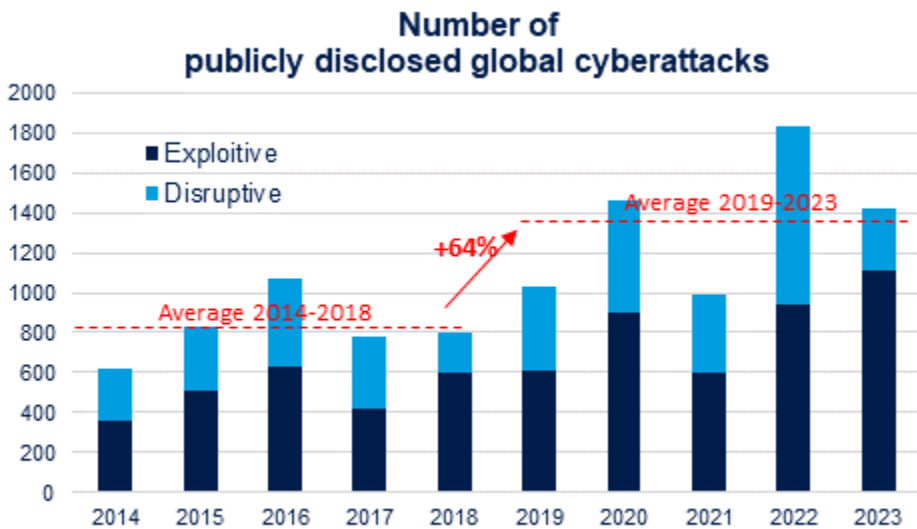


LES SEMI-CONDUCTEURS, DE PLUS EN PLUS ESSENTIELS POUR L'ÉCONOMIE MONDIALE

Les semi-conducteurs ont accompagné les grandes évolutions technologiques depuis un demi-siècle : digitalisation des entreprises et des usines, généralisation des ordinateurs puis des smartphones. En 2023, les ventes mondiales de semi-conducteurs ont atteint 520 Mds \$ mais leur progression a été quasi-continue sur les dernières décennies (+10% par an en moyenne sur les 40 dernières années). Au fil des décennies, les progrès en termes de miniaturisation ont permis leur utilisation dans de plus en plus de secteurs. De nos jours, ils sont utilisés dans la fabrication d'un grand nombre d'objets de notre vie quotidienne comme les ordinateurs, téléphones, écrans, appareils électro-ménagers, voitures, etc. En réalité, l'économie mondiale ne peut tout simplement plus se passer de semi-conducteurs. Les pénuries constatées lors de la crise covid l'ont bien montré : l'industrie automobile, par exemple, a dû fortement restreindre sa production pendant plusieurs trimestres faute de puces électroniques.

Il y a des raisons de penser que les ventes de semi-conducteurs vont continuer de fortement augmenter sur les années à venir et que leur caractère essentiel pour l'économie mondiale va encore se renforcer. Les voitures électriques nécessitent beaucoup plus (au moins le double) de semi-conducteurs que les véhicules thermiques. Ils sont également nécessaires pour les énergies renouvelables (panneaux solaires et éoliennes), vouées à croître encore davantage. On peut aussi penser à l'utilisation grandissante de l'intelligence artificielle, qui va nécessiter des nombres de plus en plus importants de calculs et occasionner des besoins de stockage de données de plus en plus importants.

Clairement, l'économie de demain dépendra encore plus de la capacité à s'approvisionner en semi-conducteurs les plus à la pointe. C'est pour cela que de plus en plus de gouvernements cherchent à investir sur ce segment, notamment à des fins de souveraineté.



Source: CPRAM, CISSM.

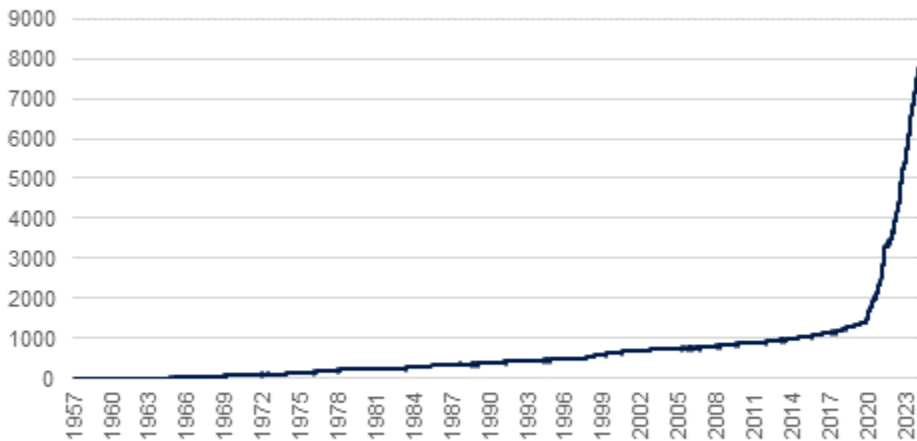
LE NOMBRE DE CYBERATTAQUES AUGMENTE RAPIDEMENT

Selon différentes mesures, le nombre de cyber-incidents a fortement augmenté par rapport à la période qui a précédé la pandémie de covid. Différentes catégorisations des cyber-incidents existent. Le *Financial Stability Board* définit la « cyber-sécurité » comme la préservation de la confidentialité, de l'intégrité et de la disponibilité de l'information dans l'espace numérique. Dans ce cadre, les « cyber-incidents » désignent des événements qui compromettent la cyber-sécurité d'un système informatique. Ils peuvent être malveillants et on parle alors de « cyberattaques » : cyber-extorsion, utilisation malveillante de données, perturbation des réseaux et des sites Web, hameçonnage, usurpation d'identité, ingénierie sociale, etc. Enfin, parmi les cyberattaques, on peut distinguer celles qui entravent les activités opérationnelles de l'entreprise (« *disruptive* ») de celles qui exploitent des informations perçues de façon illégale (« *exploitive* »). Le Center for International & Security Studies at Maryland (CISSM) indique que les deux types de cyberattaques ont fortement augmenté depuis 2020.

Les cyber-incidents peuvent coûter très cher aux entreprises. Dans son dernier rapport sur la stabilité financière (avril 2024), le FMI parle d'un coût direct cumulé de 28 Mds \$ depuis 2020 pour les cyberattaques et évoque même un coût total, c'est-à-dire prenant aussi en compte les coûts indirects, de plusieurs % de PIB mondial chaque année. Les dirigeants d'entreprises mentionnent souvent les cyber-incidents comme l'un des principaux risques auxquels ils font face et ils sont de plus en plus nombreux à souscrire des assurances pour s'en couvrir.

Etant donnée la montée de ces risques, il est donc très vraisemblable que la demande pour des solutions de cyberprotection continue de croître de façon significative sur les années à venir.

Global active satellites



Source: CPRAM, GCAT (J. McDowell)

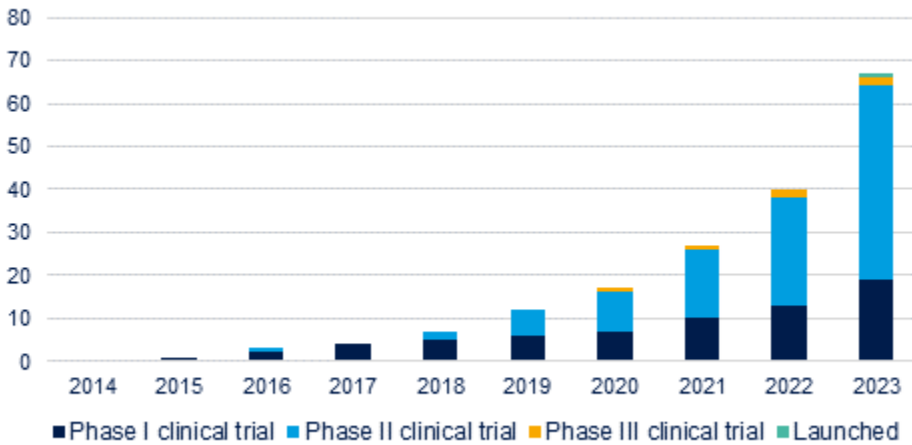
LE NOMBRE DE SATELLITES EXPLOSE

Sans que l'on s'en rende nécessairement compte, les technologies spatiales, et en particulier l'utilisation de satellites, font partie intégrante de notre quotidien. Elles rendent possible les systèmes de localisation (GPS) utilisés par les smartphones ou différents moyens de transport. Elles permettent un grand nombre de communications (téléphone, internet, télévision), même dans des contrées ne bénéficiant pas d'infrastructures terrestres. Elles sont aussi extrêmement importantes pour de nombreux autres domaines : transactions financières internationales, utilisations militaires, suivi environnemental, prévisions météorologiques, etc.

Le nombre de satellites en orbite a augmenté continuellement depuis les années 1950 et a brutalement augmenté sur les dernières années (on évoque souvent désormais les « constellations de satellites »). Des avancées scientifiques et technologiques ont permis un abaissement considérable du coût des lancements de satellites, ce qui a rendu viables un certain nombre de projets commerciaux. Ainsi, comme l'indique l'Académie des sciences, « alors que l'espace était auparavant réservé à un petit nombre d'États et de grands groupes industriels, on observe actuellement l'émergence de nouveaux États spatiaux, de nouveaux groupes industriels comme SpaceX ou Amazon, ainsi que d'un grand nombre de jeunes pousses. »

In fine, dans notre économie interconnectée, il est vraisemblable que le recours aux technologies spatiales s'intensifie dans les années à venir. De nombreuses nouvelles utilisations et applications pourraient ainsi voir le jour.

Number of AI-discovered molecules in clinical trials



Source: CPR AM, Jayatunga et al. (2024)

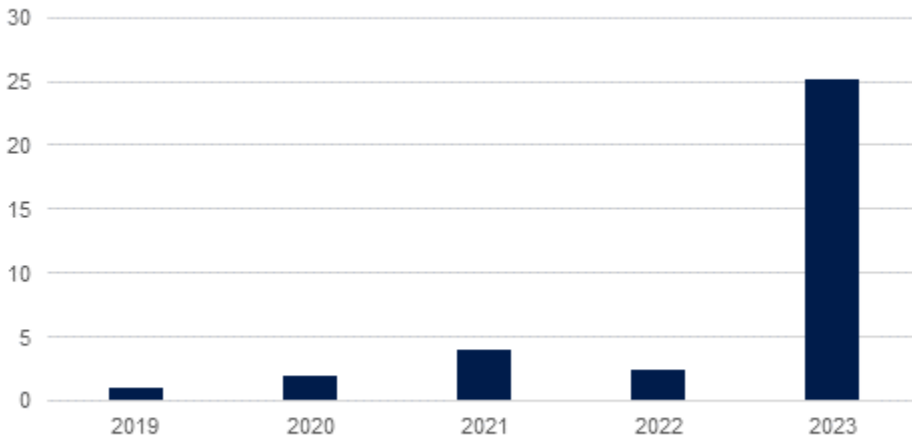
QUAND L'IA RENCONTRE LA MEDECINE...

Depuis toujours, le travail de recherche de nouveaux médicaments est long et coûteux. Dans ce processus, l'incertitude est grande et il est souvent arrivé que des programmes de recherche n'aboutissent pas, ce qui rend la démarche risquée sur le plan financier. Dans ce cadre, l'Intelligence Artificielle (IA) est porteuse d'espoirs depuis quelques années, notamment car elle permet d'accélérer certaines étapes exploratoires et de réduire les coûts. L'IA générative peut permettre d'optimiser la conception de nouvelles molécules et d'anticorps. Désormais, la plupart des grands groupes pharmaceutiques a annoncé utiliser l'IA.

Sur les dernières années, le nombre de médicaments et de vaccins découverts via l'Intelligence Artificielle (IA) a très fortement augmenté. Une étude récemment publiée montre que les molécules développées grâce à l'IA passent les tests cliniques de phase I avec un taux de succès de 80 à 90%, soit beaucoup plus que la moyenne historique de l'industrie. **Cela permet d'illustrer comment les avancées technologiques de l'IA peuvent se diffuser dans d'autres secteurs et y accroître la productivité.**

Jayatunga M., M. Ayers, L. Bruens, D. Jayanth et C. Meier (2024), « How successful are AI-discovered drugs in clinical trials? A first analysis and emerging lessons », *Drug Discovery Today*, vol. 29(6).

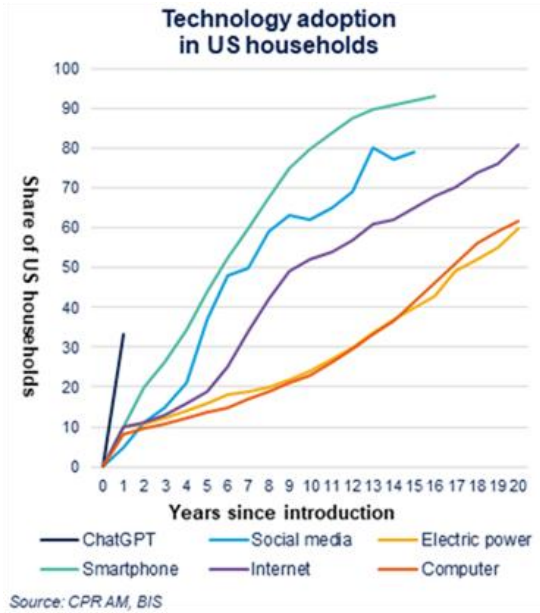
Global private investment in generative AI (\$bn)



Source: CPR AM, Stanford AI report 2024

LES INVESTISSEMENTS PRIVES DANS L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE GENERATIVE ONT EXPLOSE EN 2023

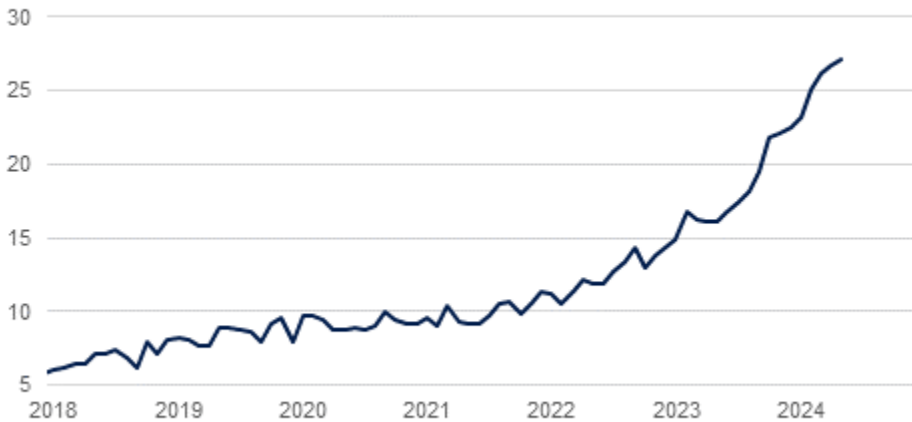
Le rapport 2024 sur l'Intelligence artificielle de l'Université de Stanford indique que les investissements mondiaux liés à l'intelligence artificielle générative ont atteint 25,2 milliards de dollars en 2023, soit environ 9 fois les montants investis en 2022 et environ 30 fois les montants investis en 2019. Cela représentait environ un quart de l'ensemble des investissements privés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Le rapport note aussi une forte augmentation en 2023 du nombre de nouvelles entreprises créées sur le segment de l'intelligence artificielle générative (99 contre 56 en 2022 et 31 en 2019). La dynamique est donc très impressionnante. L'augmentation des investissements devrait théoriquement déboucher sur le développement de nouvelles possibilités techniques et de nouvelles applications, qui sont susceptibles de bénéficier à de multiples secteurs, mais **elle devrait aussi bénéficier pendant une période prolongée à un écosystème varié au sein du secteur technologique (hardware, software, services, etc.).**



L'IA GENERATIVE SE DIFFUSE TRES RAPIDEMENT

La vitesse à laquelle les innovations se propagent dans la société dépend non seulement de leurs caractéristiques intrinsèques, mais également de l'environnement sociétal et économique au sens large. La diffusion d'une innovation ne dépend pas nécessairement que de sa qualité et de sa valeur. En effet, l'adoption des nouvelles technologies par les entreprises dépend de facteurs humains, administratifs, économiques, financiers mais aussi techniques. Le même type de phénomène s'observe dans l'adoption des nouvelles technologies par les ménages. La diffusion de nouvelles technologies dépend notamment de l'existence d'actifs complémentaires (par exemple, les lignes électriques dans le cas de la diffusion de l'électricité il y a un siècle). Dans le cas de l'IA, certains observateurs (notamment la membre du Board de la Fed Adriana Kugler) se montrent optimistes sur ce point car les actifs complémentaires (ordinateurs, réseaux, etc) existent déjà. Ce graphique montre que **l'adoption de l'IA générative est beaucoup plus rapide que d'autres grandes innovations des XXème et XXIème siècles.**

US: construction of data centers, (\$bn, annualized)



Source: CPRAM, Census Bureau

LES CONSTRUCTIONS DE DATACENTERS S'ACCELERENT

Avec la digitalisation de l'économie, le nombre de données créées et échangées augmente à une vitesse fulgurante. Il est également nécessaire de stocker ces immenses quantités de données et c'est la fonction des *datacenters* (« centre de données »). Ces infrastructures physiques comprennent de l'équipement informatique connecté en réseau, des systèmes de stockage et des mécanismes de refroidissement. Les entreprises les utilisent pour organiser, traiter, stocker et entreposer de grandes quantités de données. La demande pour les *datacenters* a très fortement augmenté ces dernières années sous l'effet conjugué de la demande retail (stockage cloud, réseaux sociaux, services de streaming) et des besoins de calcul grandissants des entreprises. L'essor de l'Intelligence Artificielle (IA), sous l'impulsion des géants de la tech a également occasionné une demande de *datacenters* encore plus sophistiqués.

Les constructions de *datacenters* sont si dynamiques et importantes qu'aux Etats-Unis, le Census Bureau a décidé de les faire figurer dans son rapport mensuel sur les dépenses de construction. Sur les 12 mois allant à mai 2024, les dépenses de construction liées aux data centers étaient ainsi 54% plus importantes que sur les 12 mois précédents. **Le stockage de données constitue désormais un élément de poids et en forte croissance des économies développées.**