

Taking AI to the next level in manufacturing (Faire passer l'IA au niveau supérieur dans la production industrielle)



Préface

« Taking AI to the next level in manufacturing » (Faire passer l'IA au niveau supérieur dans la production industrielle) est un rapport de MIT Technology Review Insights parrainé par Microsoft. Pour établir ce rapport, MIT Technology Review Insights a mené une enquête mondiale auprès de cadres supérieurs d'entreprises de production industrielle. Le rapport s'appuie également sur des entretiens approfondis avec des experts en matière d'utilisation de l'IA dans la production industrielle. Les travaux de recherche se sont déroulés en décembre 2023 et janvier 2024. Denis McCauley est l'auteur du rapport, Michelle Brosnahan en est la rédactrice et Nicola Crepaldi en est la productrice. Ces recherches ont été menées en toute indépendance éditoriale et les points de vue exprimés sont ceux de MIT Technology Review Insights.

Nous tenons à remercier les cadres suivants pour le temps qu'ils nous ont consacré et pour les connaissances qu'ils ont partagées :

Ben Armstrong, Directeur exécutif, Industrial Performance Center et Co-directeur, Work of the Future Initiative, MIT

Gunaranjan Chaudhry, Directeur, Science des données, SymphonyAI Industrial

Pavandeep Kalra, Directeur de la technologie de l'IA, Microsoft Cloud for Industry

Philippe Rambach, Directeur de l'IA, Schneider Electric

Indranil Sircar, Responsable de la technologie des solutions de production industrielle, Microsoft

À propos de l'enquête

L'enquête sur laquelle repose ce rapport a été menée par MIT Technology Review Insights en décembre 2023 et janvier 2024. L'échantillon de l'enquête se compose de 300 cadres supérieurs issus des secteurs des opérations, de la technologie, de la production, de la conception, de l'ingénierie et de la recherche et développement. Les personnes interrogées travaillent dans des entreprises dont le siège se trouve en Amérique du Nord, dans la région EMEA (Europe, Moyen-Orient et Afrique), dans la région Asie-Pacifique et en Amérique latine. Cinq sous-secteurs de la production industrielle sont représentés dans l'échantillon : l'aérospatiale, l'automobile, les produits chimiques, l'électronique et la haute technologie, ainsi que les machines industrielles et l'équipement lourd. Toutes les personnes interrogées travaillent dans des entreprises dont le chiffre d'affaires annuel est supérieur ou égal à 100 millions de dollars.

CONTENU

01 Synthèse	4
02 Introduction :	
Appuyer sur la pédale d'accélérateur de l'IA	6
Cas d'utilisation à ce jour	9
03 La pression exercée pour tirer profit de l'IA	11
Comprendre les contraintes de la croissance.....	12
Quelle est la qualité de mes données ?	13
04 Créer les bases des données	15
Parvenir à la bonne gouvernance	16
05 Relever les défis organisationnels	17
06 Conclusion : Définir le cadre.....	19



01

Synthèse

Peu d'avancées technologiques ont suscité autant d'enthousiasme que l'IA. Plus particulièrement, l'IA générative semble avoir enflammé le discours des entreprises. De nombreux grands fabricants se montrent optimistes : Une étude menée par MIT Technology Review Insights a révélé que les ambitions en matière de développement de l'IA étaient plus fortes dans le secteur de la production industrielle que dans la plupart des autres secteurs.

Les fabricants considèrent à juste titre que l'IA fait partie intégrante de la création de l'usine intelligente hyper-automatisée. Ils perçoivent l'utilité de l'IA en termes d'amélioration de l'innovation en matière de produits et de processus, de réduction des temps de cycle, d'amélioration de l'efficacité des opérations et des actifs, d'amélioration de la maintenance et de renforcement de la sécurité, parallèlement à la réduction des émissions de carbone. Certains fabricants qui ont investi dans le développement de capacités d'IA poursuivent leurs efforts en vue d'atteindre leurs objectifs.

Cette étude de MIT Technology Review Insights cherche à comprendre comment les fabricants tirent profit des cas d'utilisation de l'IA, en particulier dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, ainsi que dans les opérations industrielles. L'enquête a porté sur 300 fabricants qui ont commencé à travailler avec l'IA. La plupart d'entre eux (64 %) mènent actuellement des recherches ou testent l'IA. Quelque 35 % ont commencé à mettre en production des cas d'utilisation de l'IA. De nombreux cadres ayant répondu à l'enquête ont déclaré avoir l'intention d'augmenter considérablement leurs dépenses en matière d'IA au cours des deux prochaines années. Ceux qui n'ont pas encore mis l'IA en production le font progressivement. Pour faciliter le développement et la mise à l'échelle des cas d'utilisation, ces fabricants doivent relever le défis liés aux talents, aux compétences et aux données.



Voici les résultats les plus importants de cette étude :

• **Les talents, les compétences et les données sont les principaux obstacles à la mise à l'échelle de l'IA.** Dans les secteurs de l'ingénierie, de la conception et des opérations industrielles, les fabricants citent le manque de talents et de compétences comme le défi le plus difficile à relever en matière d'expansion des cas d'utilisation de l'IA. Plus les cas d'utilisation se rapprochent de la production, plus ce déficit se fait sentir. De nombreuses personnes interrogées affirment que la qualité et la gouvernance inadéquates des données entravent également le développement des cas d'utilisation. L'accès insuffisant à la puissance de calcul basée sur le Cloud est une autre contrainte souvent citée en matière d'ingénierie et de conception.

• **Les plus grands acteurs sont ceux qui dépensent le plus et qui ont les attentes les plus élevées.** Dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, 58 % des cadres s'attendent à ce que leur entreprise augmente ses dépenses en matière d'IA de plus de 10 % au cours des deux prochaines années. Et 43 % sont du même avis en ce qui concerne les opérations d'usine. Les grands fabricants sont beaucoup plus susceptibles d'augmenter fortement leurs investissements que ceux qui appartiennent à des catégories plus petites, mais néanmoins de grande taille.

• **Les améliorations souhaitées en matière d'IA sont spécifiques aux fonctions de fabrication.** Les cas d'utilisation les plus courants déployés par les fabricants concernent la conception de produits, l'IA conversationnelle et la création de contenu. La gestion des connaissances et le contrôle de la qualité sont les cas les plus fréquemment cités au stade pilote. Dans le domaine de l'ingénierie et de la conception, les

fabricants recherchent principalement dans l'IA des améliorations en termes de rapidité, d'efficacité, de réduction des défaillances et de sécurité. Dans les usines, ils souhaitent avant tout une meilleure innovation, ainsi qu'une amélioration de la sécurité et une réduction de l'empreinte carbone.

• **La mise à l'échelle risque de s'enliser si l'on ne dispose pas des bonnes bases de données.** Les personnes interrogées ont clairement déclaré que le développement de cas d'utilisation de l'IA est entravé par une qualité de données inadéquate (57 %), une intégration de données insuffisante (54 %) et une gouvernance déficiente (47 %). Seul un fabricant sur cinq dispose d'équipements de production avec des données prêtes à être utilisées dans les modèles d'IA existants. Ce chiffre diminue au fur et à mesure que les fabricants mettent en production des cas d'utilisation. Plus le fabricant est grand, plus le problème des données inadéquates est important.

• **Il faut remédier à la fragmentation pour permettre à l'IA de prendre de l'ampleur.** La plupart des fabricants estiment qu'une certaine modernisation de l'architecture des données, de l'infrastructure et des processus est nécessaire pour prendre en charge l'IA, ainsi que d'autres priorités technologiques et commerciales. Une stratégie de modernisation qui améliore l'interopérabilité des systèmes de données entre l'ingénierie et la conception, et l'usine, et entre la technologie opérationnelle (OT) et la technologie de l'information (IT), est une priorité judicieuse.



02

Introduction : Appuyer sur la pédale d'accélérateur de l'IA



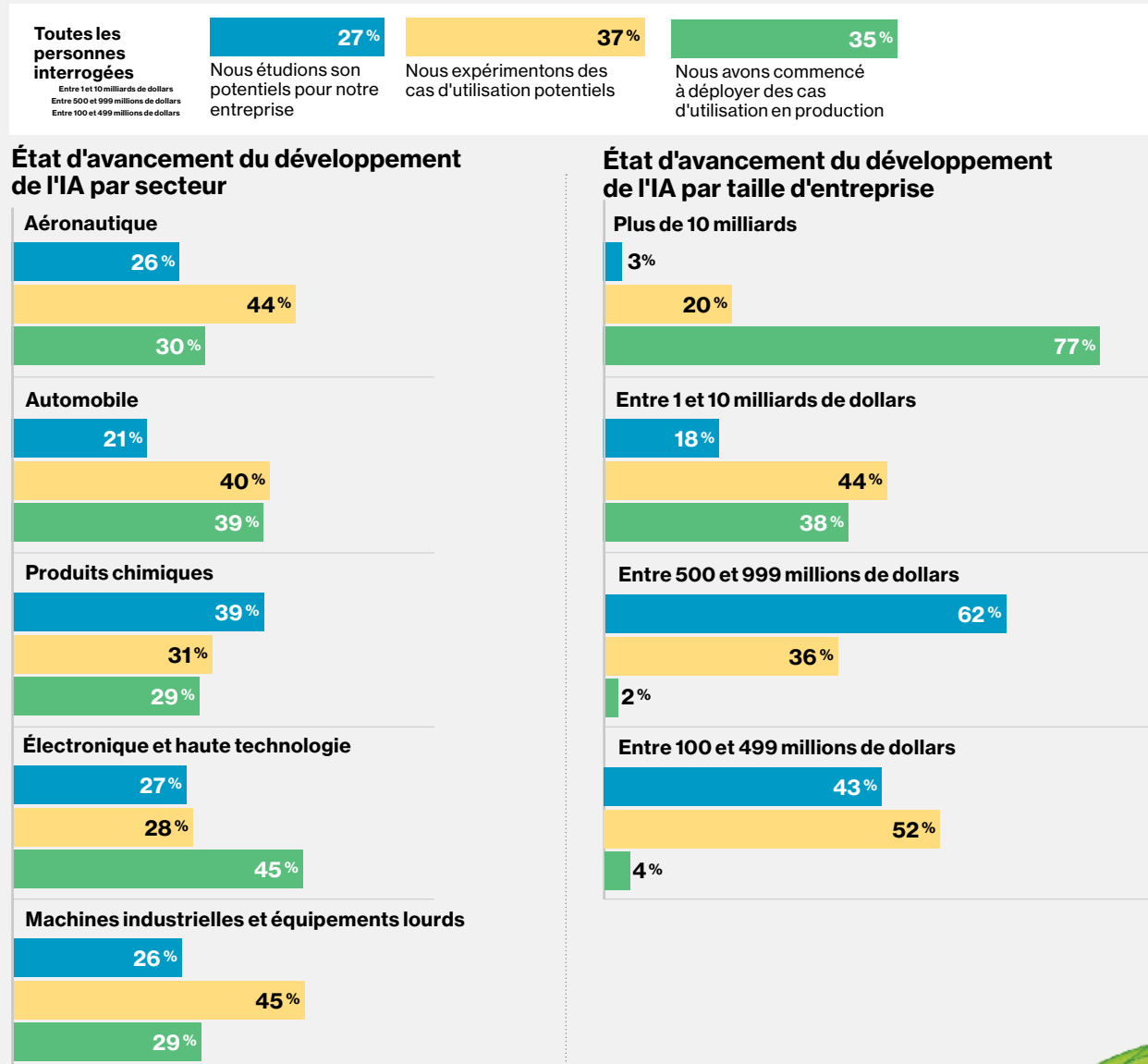
L'avènement de l'IA dans le secteur de la production industrielle suscite l'enthousiasme et la mise en œuvre de plans ambitieux dans tous les secteurs.¹ « Tout le monde dans le secteur de la production industrielle est enthousiasmé par l'IA », déclare Philippe

Rambach, Responsable IA chez Schneider Electric. « Mais relativement peu d'entre eux utilisent l'IA à grande échelle pour transformer leur façon de travailler. »

Cette étude, qui a interrogé des cadres de grands fabricants désireux d'utiliser l'IA d'une manière ou d'une autre (recherche, expérimentation ou déploiement dans l'ingénierie et la conception ou en usine) montre que la plupart des entreprises (64 %) en sont au stade de la recherche ou de l'expérimentation en matière d'IA. Elles sont nettement moins nombreuses (35 %) à avoir commencé à mettre en production des cas d'utilisation et à déployer la technologie. Les producteurs d'électronique/de haute technologie et d'automobiles sont plus susceptibles que les autres d'avoir commencé à déployer la technologie.

Figure 1 : État d'avancement du développement de l'IA

Les personnes interrogées dans différents secteurs ont indiqué si elles effectuaient des recherches, testaient ou déployaient l'IA dans leurs entreprises.



Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

« Les obstacles au développement de cas d'utilisation de l'IA sont en train de sauter. »

Pavandeep Kalra, Directeur de la technologie de l'IA, Microsoft Cloud for Industry

Selon Ben Armstrong, directeur exécutif de l'Industrial Performance Center du MIT, l'impact de l'IA sur le monde beaucoup plus vaste des grands, moyens et petits fabricants a été jusqu'à présent plus léger. « Bien que certains fabricants utilisent l'IA dans une mesure limitée, il n'y a guère de preuves d'une transformation induite par l'IA », déclare-t-il. « Peu de fabricants ont étendu l'utilisation des techniques d'IA aux opérations de production au-delà du front-office. »

Parmi le groupe restreint de ceux qui adoptent l'IA, le rythme de développement de l'IA est progressif. Les faits montrent que les premiers adoptants peuvent avoir du mal à atteindre leurs objectifs en matière d'IA.² C'est le cas de ceux qui en sont actuellement à la phase de recherche ou d'expérimentation. Environ 5 % de ces fabricants prévoient de commencer à mettre en production des cas d'utilisation de l'IA dans les six prochains mois, et 20 % d'entre eux affirment que cela se fera d'ici six à douze mois. La plupart d'entre eux sont tournés vers l'avenir, dans la mesure où 75 % des cadres ayant participé à l'enquête estiment que les premiers déploiements de l'IA auront lieu d'ici un à deux ans ou plus.

Ces chiffres concordent avec ceux des cadres interrogés qui prévoient d'augmenter les investissements dans le développement des capacités d'IA. Nombre d'entre eux prévoient d'augmenter considérablement leurs dépenses en matière d'IA au cours des deux prochaines années. C'est particulièrement le cas dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, où 58 % des personnes interrogées prévoient une augmentation des dépenses de plus de 10 % au cours de cette période. Bien qu'ils soient moins nombreux à augmenter les dépenses à ce point dans les opérations d'usine, la part (43 %) reste considérable.

Pavandeep Kalra, directeur de la technologie de l'IA, Microsoft Cloud for Industry, prévoit une accélération du développement des cas d'utilisation dans un avenir proche. « Les utilisations dans des domaines tels que la maintenance prédictive ou la détection des défaillances ont généralement nécessité de nombreux réglages et une personnalisation pour différents cas de figure. Il était donc extrêmement difficile de mettre en production de tels cas », explique-t-il. Cette situation commence à changer, dit-il, et pourrait rapidement s'améliorer. « Les modèles de base fournis par l'IA générative réduisent le besoin de personnalisation. Les obstacles au développement de cas d'utilisation de l'IA sont en train de sauter », ajoute-t-il.

Près des deux tiers (65 %) des fabricants interrogés (et les trois quarts de ceux des secteurs de la chimie, de l'électronique et de la haute technologie) testent actuellement l'IA générative.

« L'ingénierie de conception évolue vers une approche beaucoup plus centrée sur les données, et l'IA le favorise grâce à la simulation. »

Indranil Sircar, Responsable de la technologie des solutions de production industrielle, Microsoft

Figure 2 : Intentions d'investissements dans l'IA

Les personnes interrogées ont indiqué dans quelle mesure elles s'attendent à ce que les investissements de leur entreprise en matière d'IA évoluent au cours des deux prochaines années.

	Ingénierie/ conception/R&D	Usine/ production
Ils diminueront	0 %	2 %
Ils ne changeront pas	10 %	25 %
Ils augmenteront de 1 % à 10 %	32 %	30 %
Ils augmenteront de 11 % à 25 %	29 %	18 %
Ils augmenteront de 26 % à 50 %	19 %	13 %
Ils augmenteront de 51 % à 75 %	7 %	8 %
Ils augmenteront de 76 % à 100 %	2 %	3 %
Ils augmenteront de plus de 100 %	1 %	1 %

Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

Cas d'utilisation à ce jour

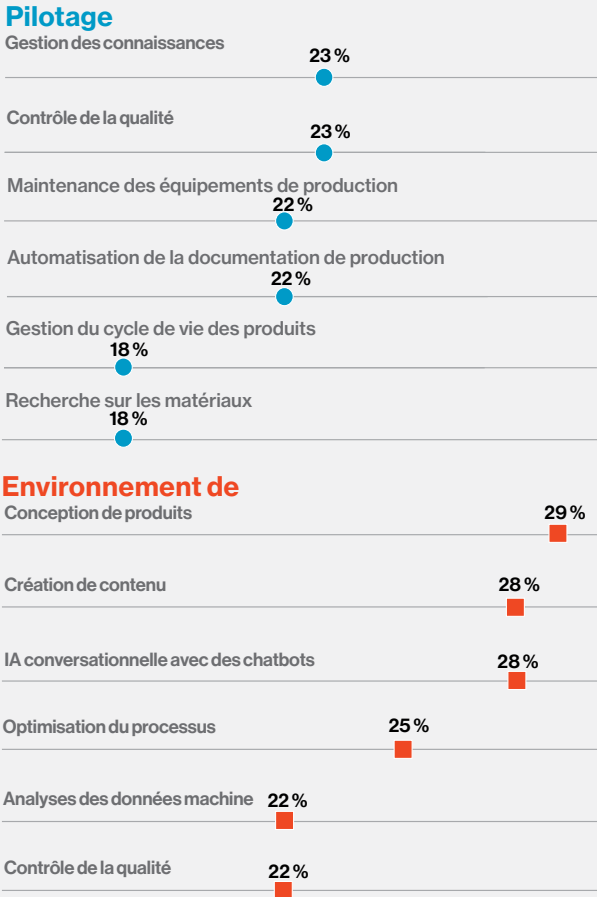
Parmi l'échantillon interrogé, les cas d'utilisation de l'IA les plus susceptibles d'avoir franchi le cap de la production concernent la conception de produits, l'IA conversationnelle (chatbots) et la création de contenu. « La conception se fait de plus en plus dans des environnements simulés, ce qui peut permettre de réduire considérablement la durée des cycles », explique Indranil Sircar, directeur de la technologie de Microsoft pour les solutions de production industrielle. « L'ingénierie de conception évolue vers une approche beaucoup plus centrée sur les données, et l'IA le favorise grâce à la simulation », ajoute-t-il. Les deux autres cas d'utilisation fréquemment déployés, l'IA conversationnelle et la création de contenu, trouvent des applications non seulement dans la conception, mais aussi dans la production (par exemple, l'aide à la maintenance), la chaîne d'approvisionnement (gestion des stocks) et l'interaction avec les clients. Les projets pilotes les plus fréquemment cités sont le contrôle de la qualité, la gestion des connaissances, la maintenance des équipements et l'automatisation de la documentation de production (voir Figure 3).

En ce qui concerne l'usine, la fiabilité des équipements est un cas d'utilisation courant de l'IA, selon Gunaranjan Chaudhry, directeur de la science des données chez SymphonyAI Industrial. « Les producteurs veulent savoir si leurs équipements courent le risque de subir une anomalie ou une défaillance, et quand cela risque de se produire, afin qu'ils puissent planifier en conséquence », explique-t-il. Selon M. Chaudhry, de nombreux fabricants de produits discrets (fabricants de produits physiques, souvent assemblés) utilisent l'IA pour améliorer l'inspection, chose qui a été facilitée par l'amélioration des modèles de vision par ordinateur au cours de la dernière décennie.

Les fabricants ont également consacré du temps et des ressources au développement de l'optimisation des processus basée sur l'IA, en utilisant des techniques basées sur l'IA pour améliorer la productivité et l'efficacité. Ces cas d'utilisation se sont toutefois révélés plus difficiles à transposer d'un scénario à l'autre, et les avantages sont moins concrets que dans d'autres cas d'utilisation », explique M. Chaudhry. Les producteurs d'électronique et de haute technologie sont les plus susceptibles d'avoir déployé l'IA pour l'optimisation des processus, les producteurs de produits chimiques étant les moins susceptibles de l'avoir fait.

Figure 3 : Principaux cas d'utilisation de l'IA en phase pilote et en production

Les personnes interrogées ont évalué les principaux cas d'utilisation actuellement en phase pilote et en phase de production.



Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

Figure 4 : Prévisions de croissance des dépenses en matière d'IA

Répondants qui prévoient que les dépenses en matière d'IA augmenteront de plus de 10 % au cours des deux prochaines années, par taille d'entreprise.

	Ingénierie/ conception/R&D	Usine/ production
Toutes les personnes interrogées	58 %	43 %
Plus de 10 milliards	77 %	77 %
Entre 1 et 10 milliards de dollars	67 %	44 %
Entre 500 et 999 millions de dollars	45 %	21 %
Entre 100 et 499 millions de dollars	26 %	10 %

Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024



En matière d'IA, la taille et les ressources de l'entreprise comptent

Il n'est pas surprenant que les grandes entreprises soient plus susceptibles que les petites d'investir dans l'IA et de développer des cas d'utilisation. Il est frappant de constater l'ampleur de l'écart.

La fracture est profonde en matière de développement de cas d'utilisation : alors que 77 % des entreprises dont le chiffre d'affaires annuel est supérieur à 10 milliards de dollars déploient des cas d'utilisation de l'IA, seules 4 % des entreprises dont le chiffre d'affaires est compris entre 100 et 499 millions de dollars l'ont fait (voir Figure 1). Les plus grandes entreprises sont également beaucoup plus disposées à investir : 77 % des entreprises réalisant plus de 10 milliards de dollars de revenus annuels prévoient d'augmenter de plus de 10 % leurs investissements en matière d'IA dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, ainsi que dans les usines, au cours des deux prochaines années. Parmi les entreprises comptant entre 100 millions et 499 millions d'USD de revenus, 26 % s'attendent à ce que les dépenses

en matière d'IA dans l'ingénierie et la conception augmentent de 10 %, contre seulement 10 % qui anticipent la même évolution dans les usines. « Les grandes entreprises disposent évidemment de ressources financières suffisantes », explique M. Sircar. « Mais les plus grandes entreprises sont également plus aptes à mettre en œuvre les autres changements nécessaires pour soutenir la transformation. »

Les petites entreprises affirment que la pénurie de talents et de compétences est l'obstacle le plus important à l'expansion de l'IA, et que les problèmes de qualité des données constituent également un obstacle. Plus le fabricant est petit, plus les personnes interrogées affirment que le coût de la maintenance et de l'amélioration des modèles d'IA est un obstacle à l'expansion.

03

La pression exercée pour tirer profit de l'IA

Compte tenu des augmentations considérables des dépenses en matière d'IA prévues par les fabricants, les cadres seront soumis à une forte pression pour démontrer le retour sur investissement. « Les fabricants industriels ont tendance à être intolérants au risque en ce qui concerne les investissements », explique M. Armstrong. « Ils n'investissent dans les nouvelles technologies que lorsqu'il y a de fortes chances que les bénéfices soient au rendez-vous. »

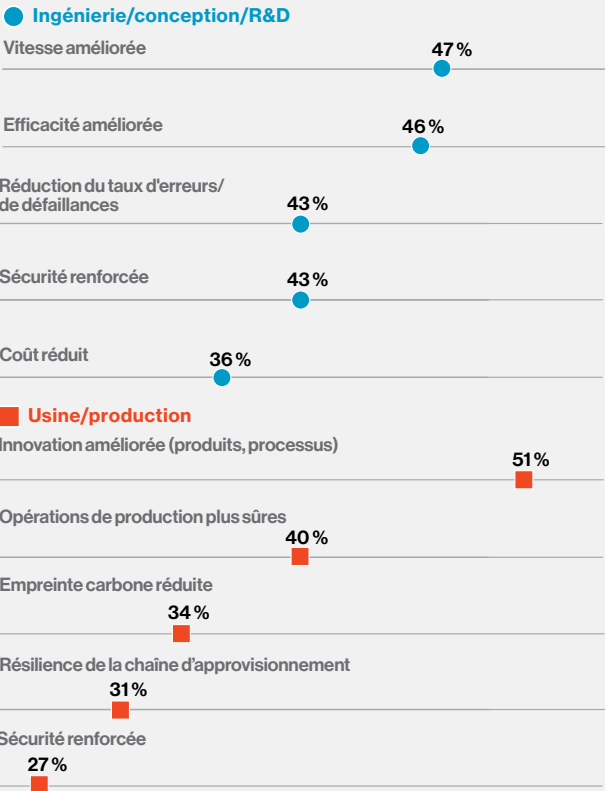
Quels gains les industriels souhaitent-ils tirer de leurs investissements dans l'IA ? Dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, les avantages attendus sont principalement une plus grande rapidité (réduction de la durée du cycle de conception), une meilleure efficacité des processus, une réduction des erreurs et des défaillances (grâce à la détection des défaillances des machines ou à la prévision des pannes, par exemple) et une sécurité renforcée (identification des cyberrisques pesant sur la propriété intellectuelle ou les systèmes d'ingénierie). En ce qui concerne les opérations industrielles, les avantages les plus précieux devraient résulter d'une meilleure innovation (par exemple, dans les processus de production et d'assemblage), d'opérations plus sûres (en particulier pour les entreprises des secteurs de l'aéronautique et de la chimie) et d'une réduction de l'empreinte carbone (voir Figure 5).

Selon M. Chaudhry, les fabricants estiment qu'il est plus facile de quantifier les avantages au niveau de l'ingénierie et de la conception qu'au niveau de l'usine. « Un avantage très concret de l'ingénierie et de la conception est la réduction de la durée du cycle pour les itérations de conception », explique-t-il. « L'IA accélère le processus en ciblant les paramètres spécifiques sur lesquels vous devez vous concentrer. Certains cycles de conception sont passés de 12 mois à moins de six mois. Voilà un avantage facilement quantifiable. »

Les avantages sont moins quantifiables s'agissant des opérations en usine. « Les améliorations de la fiabilité des équipements sont difficiles à démontrer en cas de pannes peu fréquentes, de sorte qu'il peut s'écouler un certain temps avant que les avantages ne deviennent apparents », explique M. Chaudhry.

Figure 5 : Principaux avantages escomptés de la mise en œuvre de l'IA

Quels sont les avantages les plus précieux que votre entreprise espère obtenir au cours des deux prochaines années grâce à la mise en œuvre de l'IA dans la production industrielle ?



Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

Comprendre les contraintes de la croissance

Pour en tirer profit, il faut étendre l'IA au-delà d'un petit nombre de sites ou de domaines d'activité. Même les adeptes convaincus de l'IA qui ont participé à l'enquête ont jusqu'à présent éprouvé des difficultés à cet égard, comme l'indiquent les taux de déploiement relativement faibles.

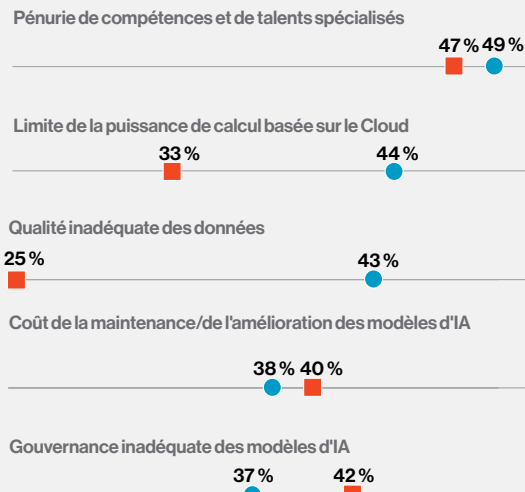
Les principales contraintes sont les pénuries de compétences spécialisées, citées par 49 % des cadres dans l'ingénierie et la conception et 47 % dans les opérations d'usine. Dans ces deux domaines, les entreprises qui déploient des cas d'utilisation sont plus durement touchées que les autres (voir Figure 6).

M. Chaudhry reconnaît que la pénurie de talents est souvent un obstacle à l'expansion de l'IA, mais il précise que sa gravité dépend du cas d'utilisation. « Par exemple, dans les cas d'optimisation, les fabricants ont souvent besoin de beaucoup de talents en interne pour mettre à jour les modèles et en créer de nouveaux », explique-t-il. « En revanche, les cas de maintenance prédictive ne nécessitent pas une grande implication humaine une fois développés. Lorsque les fabricants sont en mesure d'accéder à des capacités comme le recyclage automatisé des modèles, il leur est moins nécessaire d'impliquer leur équipe de science des données pour assurer le bon fonctionnement de leur pipeline de modèles. »

Figure 6 : Les défis les plus difficiles à relever en matière d'expansion de l'IA

Quels sont les plus grands défis auxquels votre entreprise est actuellement confrontée dans l'expansion des cas d'utilisation de l'IA ?

● Ingénierie/conception/R&D ■ Usine et production



Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

Le défi des compétences en matière d'IA dans les usines

De nombreux économistes et futurologues, qui s'inquiètent de l'impact de l'IA sur l'emploi, soulignent l'importance de la requalification des ouvriers d'usine à mesure que l'IA fait évoluer leurs fonctions. Cet argument est souvent axé sur la formation des travailleurs qui manquent de compétences technologiques avancées pour utiliser les modèles d'IA. Ben Armstrong, du MIT, estime que ces arguments ne sont pas pertinents.

Selon lui, à l'avenir, les travailleurs des usines utilisant l'IA auront besoin de compétences plus spécifiques à certains domaines. « Le type d'outils flexibles basés sur le LLM qui émergent

actuellement ne nécessitent pas beaucoup de compétences pour être utilisés », explique-t-il. « Vous saisissez une requête et l'outil vous donne une réponse. Il faudra surtout être capable de déterminer si la réponse est pertinente dans le cadre de la tâche à accomplir. Et pour cela, il faut une grande expertise dans le domaine. »

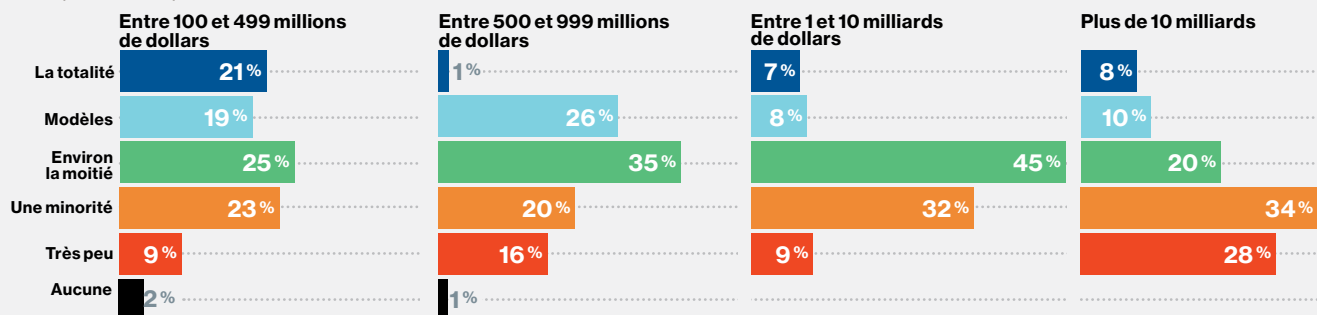
Un travailleur utilisant une machine spécifique devra savoir très précisément ce que signifie un code d'erreur et s'il est pertinent, explique M. Armstrong. « Si le modèle émet une instruction, le travailleur devra comprendre intuitivement s'il s'agit d'une mesure raisonnable à prendre. »

Selon M. Armstrong, il s'agit là de scénarios dont les enjeux sont considérables pour les personnes qui travaillent dans la production industrielle. « Ces scénarios requièrent des compétences et des connaissances que le travailleur possède, mais pas le LLM dans toutes les situations. » Dans ce contexte, explique M. Armstrong, le défi ne réside pas tant dans la requalification des travailleurs que dans le maintien de leurs compétences de base et de leur expertise dans le domaine, au fur et à mesure du renforcement de la présence de l'IA dans les usines.



Figure 7 : Les entreprises réalisant un chiffre d'affaires élevé sont moins susceptibles de trouver des données adaptées à l'IA

Quelle proportion des données générées par les équipements de production et les actifs connexes de votre entreprise est adaptée aux modèles d'IA existants ?



Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

M. Kalra pense que l'IA générative contribuera à atténuer la pénurie de talents et de compétences à laquelle les fabricants sont confrontés. « Nous assistons à une percée à travers les interfaces en langage naturel des LLM », affirme M. Kalra. « Une certaine compréhension des modèles est nécessaire, mais les compétences requises pour les utiliser ne sont pas du niveau de celles des data scientists ou des ingénieurs de données. »

Selon M. Armstrong, l'une des implications les plus intéressantes de l'IA est sa capacité à aider les individus à découvrir ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas, afin qu'ils puissent procéder à des expérimentations rapides. « Je pense que cela profitera particulièrement aux personnes qui résolvent les problèmes et aux personnes créatives qui travaillent dans les usines et qui essaient de réorganiser les processus pour améliorer l'efficacité, la qualité et la rapidité de la production. »

Dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, 44 % des personnes interrogées déclarent que les limitations de la puissance informatique basée sur le Cloud constituent un obstacle à l'évolution. Ces contraintes peuvent se faire sentir, par exemple, dans l'exécution des LLM qui prennent en charge la simulation d'usine. Les équipes de conception recourent de plus en plus à des jumeaux numériques pour faciliter la simulation, et ceux-ci peuvent consommer d'énormes quantités de puissance de calcul. Les fournisseurs Cloud peuvent généralement mobiliser la puissance nécessaire, mais tous les fabricants ne sont pas forcément en mesure d'y accéder. Par ailleurs, 38 % (40 % en termes d'opérations industrielles) affirment que les coûts liés à la maintenance et à l'amélioration des modèles d'IA peuvent limiter leur capacité à évoluer.

La dette technique est un autre obstacle à l'utilisation de l'IA par les fabricants, selon 45 % des répondants à l'enquête. La dette technique peut être causée par une pile technologique cloisonnée ou non maintenue, ou qui a accumulé de nombreux correctifs et solutions de contournement. (Selon McKinsey, la dette technique représente jusqu'à 40 % de l'ensemble du patrimoine technologique des entreprises.³) Faite pour accélérer la livraison ou pour résoudre des problèmes, la dette technique nuit à l'efficacité et à l'intégration à long terme. Dans les modèles d'IA, la dette technique peut se manifester de plusieurs manières. Par exemple, les algorithmes non documentés, qui non seulement empêchent les équipes de remonter les erreurs de codage, mais réduisent également la transparence des décisions prises par les modèles.

Quelle est la qualité de mes données ?

Certains des défis les plus épineux auxquels les fabricants sont confrontés dans l'expansion de l'IA concernent les données. Dans les secteurs de l'ingénierie et de la conception, 43 % des personnes interrogées soulignent des problèmes de qualité des données. Dans les opérations d'usine, 42 % soulignent des faiblesses dans la gouvernance des données.

Le secteur de la production industrielle génère d'énormes quantités de données, et des études ont montré que les fabricants constatent une croissance des volumes de données provenant de leurs opérations supérieure à celle d'autres secteurs.⁴

« Une certaine compréhension des [grandes] modèles [de langage] est nécessaire, mais les compétences requises pour les utiliser ne sont pas du niveau de celles des data scientists ou des ingénieurs de données. »

Pavandeep Kalra, Directeur de la technologie de l'IA, Microsoft Cloud for Industry

Mais ces données, en particulier celles générées par les équipements d'usine, sont loin d'être toutes dans un état utile aux modèles d'IA. Moins d'un quart (23 %) des personnes interrogées dans le cadre de l'enquête déclarent que la totalité ou la plupart des données générées par leurs équipements de production conviennent aux modèles d'IA existants. Plus le fabricant est grand, plus le problème des données inadaptées est important (voir Figure 7).

M. Chaudhry reconnaît que des données de production médiocres entravent les efforts des fabricants pour développer l'IA. « C'est particulièrement le cas dans les installations plus anciennes et dans celles où de nombreux capteurs de machines sont défectueux », précise-t-il. M. Chaudhry ajoute que certains fabricants recueillent une grande quantité de données à partir de leur équipement, mais les perdent ensuite en raison de processus de stockage inefficaces.

Les fabricants plus avancés dans le déploiement des cas d'utilisation de l'IA dans la production ressentent ce problème de manière particulièrement aiguë. Seuls 17 % d'entre eux estiment que la totalité ou la plupart des données de production sont adaptées à l'IA ; 57 % affirment même que moins de la moitié de ces données sont adaptées.

L'interopérabilité limitée entre les systèmes OT et IT des fabricants constitue un défi connexe. Les systèmes OT, comme les automates programmables (PLC) et les systèmes de contrôle de surveillance et d'acquisition de données (SCADA), renferment d'importants volumes de données de machines dont les modèles d'IA tireraient profit.

Afin d'améliorer le volume de données exploitables par l'IA que génèrent leurs équipements de production, de nombreux fabricants (57 %) cherchent à accroître la connectivité de leurs machines. Environ deux tiers (65 %) des personnes interrogées déclarent que leurs entreprises utilisent également l'IA en association avec des capteurs IoT. Ces derniers sont susceptibles d'inclure des capteurs intégrés à l'équipement de production, ainsi que des capteurs IoT destinés aux opérations de la chaîne d'approvisionnement.

Étant donné que de nombreux fabricants augmenteront leurs dépenses en matière d'IA au cours des deux prochaines années, ce problème, ainsi que d'autres problèmes de données, s'ils ne sont pas rectifiés, limiteront probablement les retours sur ces investissements. Les fabricants doivent disposer des bases de données adéquates pour étayer leurs ambitions en matière d'IA.



04

Créer les bases des données

W En matière de développement des capacités d'IA, les cadres de la production industrielle interrogés ne laissent planer aucun doute sur les principaux défis à relever en matière de données. Plus de la moitié (57 %) de l'ensemble des personnes interrogées citent la qualité des données comme l'un des principaux défis, mais ce chiffre est plus élevé dans le secteur de la chimie (75 %). Ils sont presque aussi nombreux (54 %) à citer la nécessité d'améliorer l'intégration des données. Un troisième impératif majeur (cité par 47 % des personnes interrogées) est l'amélioration de la gouvernance des données (voir Figure 8). Ces défis sont étroitement liés. La capacité à relever l'un d'entre eux dépend de la réussite à les relever tous.

Une mauvaise qualité des données est le résultat de toute une variété de facteurs. Les erreurs de saisie des données, les points de données manquants, les capteurs hors service dans l'équipement de l'usine et les données cloisonnées enfermées dans les systèmes hérités ne sont que quelques-uns des problèmes les plus courants. Le cloisonnement, en retour, est une manifestation de l'intégration inadéquate des données et constitue un obstacle important à l'expansion des cas d'utilisation de l'IA. Selon l'enquête, les fabricants d'automobiles et d'équipements industriels semblent éprouver plus de difficultés que les autres à résoudre leurs problèmes d'intégration.

« Les différentes parties des usines sont associées à différents systèmes de données, notamment si elles ont été installées il y a plusieurs dizaines d'années », explique M. Chaudhry.

Figure 8 : Les défis les plus difficiles à relever en matière de données dans le domaine de l'IA
Quels sont les plus grands défis que votre entreprise doit relever en matière de données dans le domaine de l'IA ?

	Tout	Aéronautique	Automobile	Produits chimiques	Électronique et haute technologie	Machines industrielles et équipements lourds
Qualité des données	57%	60%	48%	75%	50%	57%
Intégration des données	54%	56%	58%	45%	53%	59%
Gouvernance des données/conformité	47%	50%	54%	24%	51%	50%
Croissance des données	41%	34%	46%	45%	41%	38%
Gestion des données	40%	40%	34%	47%	42%	36%
Sécurisation des données	38%	40%	43%	33%	36%	38%

Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

« Les données sont éparpillées dans des endroits très différents et il est difficile de les rassembler pour créer de bons modèles d'IA. » Il ajoute que dans les installations plus récentes, la situation est meilleure, « mais même celles-ci ont été conçues avant que les gens ne se rendent compte que le regroupement de toutes ces données en un seul endroit leur permettrait de faire beaucoup de choses avec. »

La modernisation de l'architecture des données est souvent nécessaire pour obtenir des améliorations majeures en matière d'intégration. Les fabricants, comme les entreprises de tous les secteurs, peinent à intégrer des données provenant d'une multitude de systèmes de données et d'IA disparates. Entre autres avantages, les architectures modernes promettent d'unifier les référentiels de données dans toute l'entreprise, y compris ceux des systèmes de technologie opérationnelle et informatiques. Il s'agit là d'un défi de taille dans un environnement de production industrielle souvent fragmenté, mais une certaine réduction de la diversité des systèmes de données disparates est envisageable et contribuera à simplifier le traitement et la gestion des données.

La modernisation et la simplification sont essentielles pour permettre aux fabricants d'étendre les cas d'utilisation de l'IA à la conception, à l'ingénierie, à la production, à la chaîne d'approvisionnement et à d'autres fonctions d'entreprise. Lorsqu'il a pris ses fonctions de responsable de l'IA chez Schneider Electric, Philippe Rambach a bénéficié du fait que l'entreprise s'était lancée dans une modernisation majeure des données cinq ans plus tôt. « Nous disposions déjà d'un lac de données et de nombreux aspects de nos opérations de données prenaient la bonne direction », explique M. Rambach. La fragmentation des systèmes de données n'était donc plus un obstacle au développement de l'IA, explique-t-il.

Parvenir à la bonne gouvernance

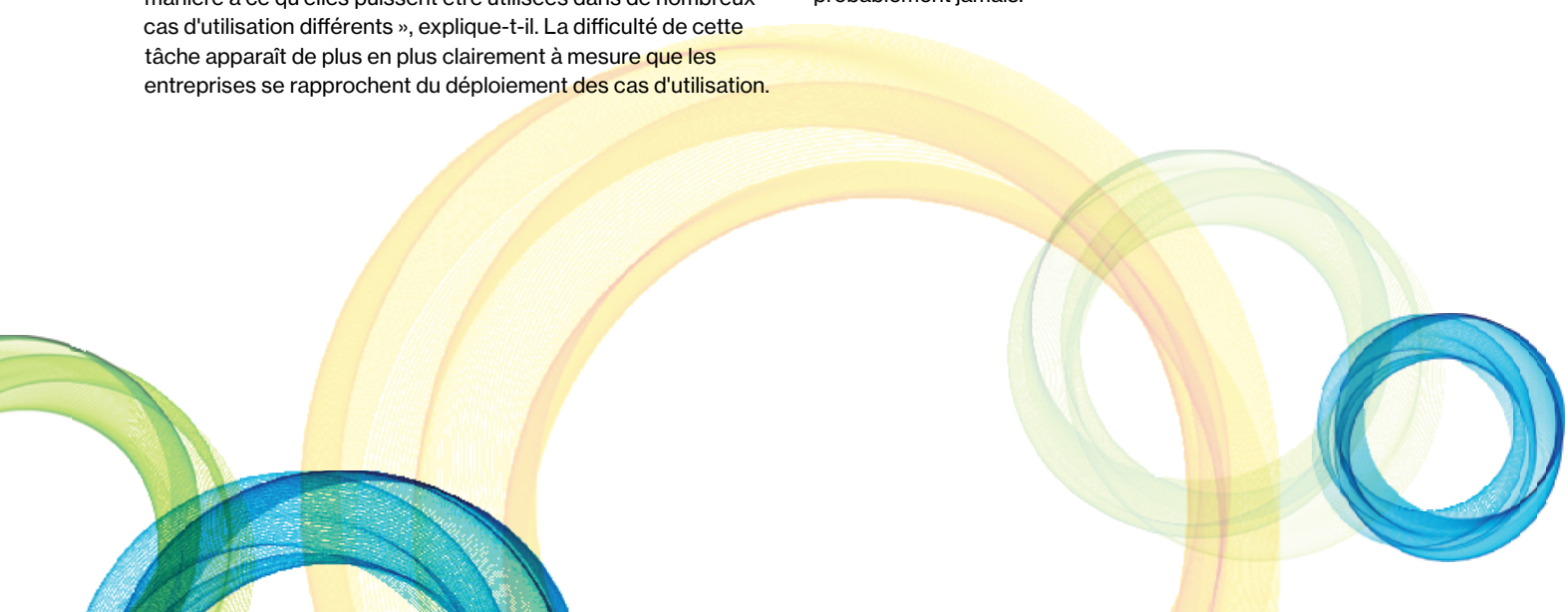
L'autre volet du défi de la modernisation des données consiste à mettre à niveau les modèles de gouvernance. Selon M. Kalra, de nombreux fabricants commencent seulement à comprendre l'importance d'une bonne gouvernance des données pour leur permettre de développer l'IA. « Ils se sont rendu compte que, pour développer l'IA, ils devaient organiser leurs données de manière à ce qu'elles puissent être utilisées dans de nombreux cas d'utilisation différents », explique-t-il. La difficulté de cette tâche apparaît de plus en plus clairement à mesure que les entreprises se rapprochent du déploiement des cas d'utilisation.

L'enquête révèle que 61 % des fabricants qui ont commencé à déployer des cas d'utilisation déclarent que la gouvernance est un défi majeur en matière de données, contre 40 % de ceux qui expérimentent encore les cas d'utilisation et 37 % de ceux qui en sont au stade de la recherche.

Les fabricants doivent élargir leur vision de ce que sont les données utilisables pour l'IA, explique M. Chaudhry. « Ce n'est qu'au cours des deux dernières années que l'on a commencé à comprendre que les données ne se limitent pas aux capteurs », explique-t-il. Par exemple, les registres d'inspection, les ordres de travail et les rapports de maintenance sont également des données, mais ils ne sont généralement conservés qu'à des fins de conformité et d'audit. « Si vous voulez vraiment créer une sorte de modèle de fiabilité avancé, l'historique de maintenance d'un équipement prend toute son importance », explique M. Chaudhry.

Aussi vitale que soit la modernisation de l'ensemble des données, les fabricants ne sont pas obligés d'attendre de disposer de données d'une qualité parfaite ou d'une adéquation totale pour mettre en place des modèles d'IA. « Il faut disposer de suffisamment de données de bonne qualité pour commencer », affirme M. Kalra. « La question est de savoir comment atteindre rapidement ces 70 % ou 80 %. » M. Kalra souligne que les approches architecturales modernes telles que la récupération de la génération augmentée (RAG) peuvent contribuer à accélérer la population de modèles d'IA avec des données. La RAG est une technique qui permet d'améliorer la précision et la fiabilité des LLM à l'aide de données spécifiques à un domaine, extraites de sources externes et internes.

L'amélioration des processus de base, comme le nettoyage des données, peut être tout aussi efficace que les nouveaux outils pour améliorer la précision et la pertinence des modèles d'IA. La hiérarchisation des cas d'utilisation a aidé Schneider Electric dans ce domaine, explique M. Rambach. « Notre approche consiste à accélérer le travail de nettoyage des données lorsque nous avons identifié un argument commercial important en faveur de l'IA », explique-t-il. « D'autres travaux de nettoyage des données seront ainsi ralentis jusqu'à ce que nous soyons sûrs de l'usage que nous en ferons. Si vous attendez d'avoir des données parfaites, vous ne commencerez probablement jamais. »



05

Relever les défis organisationnels



Pour 43 % des fabricants interrogés, les difficultés à modifier les structures et les processus organisationnels constituent un obstacle majeur à l'utilisation efficace de l'IA (voir Figure 9). Dans l'enquête, les cadres des plus grands fabricants, dont le chiffre d'affaires annuel est supérieur à 10 milliards de dollars, insistent particulièrement sur ce point. Il est cité par 53 % des cadres interrogés travaillant pour les plus grands fabricants, contre 32 % pour les plus petits fabricants, ceux dont le chiffre d'affaires se situe entre 100 et 499 millions de dollars).

L'une des principales faiblesses organisationnelles de nombreux fabricants est la fragmentation, non seulement des données et des systèmes cloisonnés, mais aussi du développement des cas d'utilisation en général, ainsi que de l'expertise fonctionnelle qui permet de développer les cas et de les mettre en production. Dans de nombreuses entreprises, dont les fabricants, les proofs of concept (PoC) et les projets pilotes sont souvent menés par de petites équipes d'ingénieurs. Celles-ci ont tendance à se concentrer sur la science des données, par exemple en mettant en œuvre des algorithmes. « Mais ce n'est qu'une petite partie du défi », déclare M. Chaudhry. « La mise en production du cas d'utilisation nécessite une plateforme, des intégrateurs de données, un stockage de données et une interface utilisateur, entre autres éléments. Au stade du projet pilote et de la production, l'équipe informatique a beaucoup de travail à fournir pour mettre en place ces éléments technologiques », ajoute-t-il.

Figure 9 : Les 5 principaux défis organisationnels liés à l'IA

Les personnes interrogées ont sélectionné leurs trois principaux défis organisationnels parmi 10 catégories.

Pénurie de talents ou complexité du renforcement des compétences	48 %
Dette technologique/intégration problématique	45 %
Difficulté à choisir une solution	44 %
Changements organisationnels et de processus	43 %
Trouver des fournisseurs ou des partenaires	41 %

Source : enquête Technology Review Insights du MIT, 2024

Pour que les cas d'utilisation progressent sur la voie du développement, il est important de créer des équipes réunissant des spécialistes de l'IA, des chefs d'entreprise et des informaticiens. Selon M. Rambach, de nombreuses entreprises du secteur divisent ces responsabilités. « Le développement des cas d'utilisation a tendance à être trop axé sur l'innovation, les algorithmes et la modélisation, et pas assez sur les aspects pratiques de l'intégration », explique-t-il. « Cette situation conduit à des échecs, en particulier lorsque les spécialistes de l'IA ou d'autres domaines ne font pas partie de l'entreprise. »

Un autre décalage organisationnel susceptible de limiter l'évolutivité de l'IA se situe entre l'ingénierie et la conception, d'une part, et l'usine, d'autre part. Dans une certaine mesure, cela est lié à l'interopérabilité limitée entre les systèmes OT et IT. Les ingénieurs et les concepteurs de la plupart des grands fabricants ont tendance à travailler principalement avec l'IT, alors que l'OT prédomine dans l'environnement de l'usine. « Ce n'est pas un fossé facile à combler », explique M. Chaudhry.

La capacité à combler ce fossé, selon M. Chaudhry, profitera particulièrement aux équipes de l'usine. « Les installations de traitement, par exemple, fonctionnent la plupart du temps dans des conditions relativement stables, ce qui explique qu'il y ait relativement peu de variations dans les données historiques dont les modèles IA peuvent tirer des enseignements », explique-t-il. « Si les responsables de la production rencontrent des problèmes qui ne se sont jamais produits auparavant, l'IA ne les résoudra pas à moins qu'il n'y ait des modèles d'ingénierie et de physique sur lesquels s'appuyer. »

Les modèles hybrides qui combinent l'IA avec l'ingénierie et la physique sont un moyen potentiel de rapprocher l'ingénierie et les opérations, explique M. Chaudhry, mais ils n'ont pas encore reçu beaucoup d'attention dans le secteur de la production industrielle.

Des données unifiées sont essentielles pour permettre à l'IA de rapprocher ces deux domaines fonctionnels de la fabrication, ajoute M. Kalra. « Les données doivent pouvoir couvrir plusieurs domaines de manière interconnectée. I ne sert à rien de dire « J'ai des données sur la production, j'ai des données sur la conception », sans pouvoir réellement interconnecter ces sources de données. Selon M. Kalra, ces nœuds de données doivent être connectés selon différentes modalités de données. « I ne s'agit pas seulement d'avoir accès aux données, mais aussi d'être en mesure de les relier entre elles par le biais de différentes modalités. Si vous disposez de cela, et si vous avez l'IA générative en plus, c'est une combinaison très puissante. »

Schneider Electric | Adopter une approche de l'IA axée sur les activités

Philippe Rambach a eu la surprise de recevoir, il y a deux ans, un appel du PDG de Schneider Electric lui demandant de reprendre le rôle de responsable de l'IA. M. Rambach était alors un chef d'entreprise qui n'avait que peu d'expertise en matière d'IA. Le PDG lui a répondu que c'était précisément pour cette raison qu'il l'avait choisi pour ce poste. « Il voulait éviter le risque d'une lenteur dans l'expansion de l'IA et dans les avantages qu'en tireraient les petites entreprises. Pour nous remettre sur la voie rapide de l'expansion de l'IA, il avait besoin de quelqu'un qui comprenne l'entreprise et son fonctionnement, et non d'une personne fascinée par la technologie pour elle-même », explique M. Rambach.

Confier le développement de l'IA à une personne expérimentée

a été la première étape de la mise en œuvre de la stratégie d'expansion de l'IA chez Schneider Electric. L'étape suivante a consisté à mettre en place une équipe de spécialistes pour mener à bien le développement. L'entreprise a lancé une campagne de recrutement massive, et M. Rambach indique que son équipe emploie aujourd'hui environ 300 spécialistes de l'IA et des données.

Ces experts forment le noyau central d'un modèle en étoile qui développe des cas d'utilisation de l'IA en tandem avec des unités commerciales individuelles. Ces dernières, les « rayons », sont les propriétaires des cas d'utilisation de l'IA chez Schneider Electric, explique-t-il. « Tout développement de cas d'utilisation commence par l'argument commercial », explique M. Rambach. « Dès le premier jour, nos équipes de

développement de cas d'utilisation réunissent les responsables commerciaux, les spécialistes de l'IA et les informaticiens pour intégrer nos solutions à nos logiciels existants et former les utilisateurs. Une équipe doit être capable de fournir elle-même une solution sans aide extérieure. » M. Rambach insiste sur le fait que le service informatique doit être impliqué dès le départ. « Si l'intégration informatique est repoussée à la fin du processus, elle ne sera souvent jamais réalisée », ajoute-t-il.

Chaque équipe de développement doit également être lucide sur la viabilité du projet. « Elle doit mettre fin à un projet si les points d'échec potentiels sont trop nombreux », explique M. Rambach.

Pour Schneider Electric, cette approche facilite l'expansion des cas d'utilisation de l'IA du PoC au produit minimum viable (MVP) pour finir par la production, explique M. Rambach. L'entreprise met désormais en production cinq à six cas d'utilisation à grande échelle chaque trimestre, précise-t-il.

06

Conclusion : Définir le cadre

W Bien que cette étude se concentre sur les expériences et les projets des fabricants qui se sont engagés à développer des capacités d'IA, de nombreux autres fabricants n'ont pas encore commencé. Certains ont probablement déterminé qu'il n'était pas nécessaire de maîtriser l'IA pour atteindre leurs objectifs stratégiques. D'autres pensent qu'ils peuvent bénéficier de son utilisation, mais ne savent pas par où commencer.

Cette étude du MIT Technology Review Insights suggère quelques enseignements que ces fabricants devraient prendre en compte lorsqu'ils commencent à explorer le potentiel de l'IA. Ces enseignements s'appliquent aux entreprises de tous les secteurs, et certains peuvent sembler évidents. Mais les experts que nous avons interrogés nous assurent que même les utilisateurs chevronnés de l'IA les perdent parfois de vue à mesure qu'ils développent de plus en plus de cas d'utilisation.

Partir du besoin de l'entreprise : Dès le départ, déterminez le problème ou le défi commercial que la technologie pourrait aider à résoudre. Ce n'est qu'ensuite que les solutions technologiques, y compris l'IA, doivent être explorées. « La question « Que pouvons-nous faire avec l'IA ? » peut donner lieu à de nombreuses idées géniales », explique Rambach, « mais la plupart d'entre elles n'auront qu'un impact limité si elles ne partent pas du besoin réel de l'entreprise. »

Adopter la flexibilité structurelle : Le développement des cas d'utilisation ne doit pas rester le monopole des experts en IA. Au fur et à mesure du développement de l'expertise en interne, celle-ci doit être alliée ou intégrée aux équipes de science des données et d'ingénierie. En associant ces experts aux responsables produits d'entreprise et aux services informatiques, on augmente les chances d'obtenir les résultats souhaités en matière de développement et de déploiement de cas d'utilisation de l'IA.

Ordonner les données : L'IA exige un certain niveau de maturité des données. Déterminez la qualité de la collecte, du stockage et du traitement des données par l'entreprise et prenez des mesures concrètes pour pallier les faiblesses avant de mettre en production des cas d'utilisation de l'IA. Ces mesures comprendront probablement l'unification des référentiels de données dans la mesure du possible. Les modèles d'IA nécessitent des données de bonne qualité, mais il n'est pas nécessaire que les données soient parfaites pour que les cas d'utilisation soient mis en production.

Utiliser l'IA pour renforcer les compétences : Les fabricants s'inquiètent à juste titre de la pénurie de compétences et de talents nécessaires pour travailler avec l'IA, mais ils doivent comprendre que l'IA peut contribuer à développer ces compétences au sein de leur personnel. L'IA générative, par exemple, permet aux ingénieurs et à d'autres personnes ne travaillant pas dans le domaine de l'informatique de manipuler assez facilement des modèles. L'IA peut également aider le personnel de production à perfectionner ses compétences en matière de résolution de problèmes.





À propos de MIT Technology Review Insights

MIT Technology Review Insights est la division d'édition personnalisée de *MIT Technology Review*, le magazine technologique le plus ancien au monde, soutenu par l'institution technologique la plus importante au monde, qui produit des événements en direct et des recherches sur les principaux défis technologiques et commerciaux actuels. Insights réalise des recherches et des analyses qualitatives et quantitatives aux États-Unis et à l'étranger et publie une grande variété de contenus, notamment des articles, des rapports, des infographies, des vidéos et des podcasts. Grâce à la croissance du groupe MIT Technology Review **Global Global**, Insights dispose d'un accès inégalé à des cadres supérieurs, des innovateurs et des leaders d'opinion du monde entier pour des enquêtes et des entretiens approfondis.

À propos de Microsoft

Microsoft (code NASDAQ : MSFT @microsoft) facilite votre transformation numérique pour entrer dans l'ère du Cloud intelligent et de la périphérie intelligente. Notre mission consiste à donner à chaque individu et chaque organisation les moyens de réaliser ses ambitions.



Notes de fin

1. « 6 ways to unleash the power of AI in manufacturing » (6 façons de libérer la puissance de l'IA dans le secteur de la production industrielle), Forum économique mondial, 4 janvier 2024.
<https://www.weforum.org/agenda/2024/01/how-we-can-unleash-the-power-of-ai-in-manufacturing/>
2. « Harnessing the AI Revolution in Industrial Operations : A Guidebook » (Exploiter la révolution de l'IA dans les opérations industrielles : Un guide), BCG et Forum économique mondial, octobre 2023.
<https://www.weforum.org/publications/harnessing-the-ai-revolution-in-industrial-operations-a-guidebook/>
3. Les études de McKinsey s'appliquent aux entreprises de tous les secteurs d'activité. « Breaking technical debt's vicious cycle to modernize your business » (Briser le cercle vicieux de la dette technique pour moderniser votre entreprise), McKinsey Digital, 25 avril 2023.
<https://www.mckinsey.com/capabilities/%20mckinsey-digital/our-insights/breaking-technical-debts-vicious-cycle-to-modernize-your-business>
4. « New Industry Research Shows the Volume and Value of Data Increasing Exponentially in the Data Age » (Une nouvelle étude industrielle montre que le volume et la valeur des données augmentent de façon exponentielle à l'ère des données), Business Wire, 1er septembre 2020.
<https://www.businesswire.com/news/home/20200901005035/en/New-Industry-Research-Shows-the-Volume-and-Value-of-Data-Increasing-Exponentially-in-the-Data-Age>

Illustrations

Les illustrations de la couverture et des vignettes ont été assemblées par Chandra Tallman Design à partir d'Adobe Stock et de The Noun Project.

Même si tout a été mis en œuvre pour vérifier l'exactitude des présentes informations, MIT Technology Review Insights décline toute responsabilité quant à l'exploitation par quiconque de ce rapport ou des renseignements, des opinions ou des conclusions qu'il contient.

© Copyright MIT Technology Review Insights, 2024. Tous droits réservés.



MIT Technology Review Insights

www.technologyreview.com

insights@technologyreview.com