

2 Pourquoi l'IA représente-t-elle un enjeu commercial ?

a) Qu'est-ce que l'intelligence artificielle (IA) et qu'est-ce qui la rend unique ?

L'IA englobe un large éventail de technologies et a de nombreuses applications. Il existe plusieurs définitions des systèmes d'IA données par des organismes internationaux. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), par exemple, définit un « système d'IA » comme « un système automatisé qui, pour des objectifs explicites ou implicites, déduit, à partir d'entrées reçues, comment générer des résultats en sortie tels que des prévisions, des contenus, des recommandations ou des décisions qui peuvent influer sur des environnements physiques ou virtuels. Différents systèmes d'IA présentent des degrés variables d'autonomie et d'adaptabilité après déploiement » (OCDE, 2024a). L'Organisation internationale de normalisation (ISO), quant à elle, définit un système d'IA comme un « système technique qui génère des sorties telles que du contenu, des prévisions, des recommandations ou des décisions pour un ensemble donné d'objectifs définis par l'homme ».[1]

Alors que l'histoire de l'intelligence artificielle en tant que domaine de recherche a commencé dans les années 1950, les dernières décennies ont été marquées par une croissance sans précédent des applications de l'IA. Comme le montre la figure 2.1, ce domaine a d'abord suscité de l'enthousiasme, ce qui a conduit à la création de

Figure 2.1 : Bref historique de l'IA

1950 :

L'informaticien visionnaire Alan Turing propose un critère fondé sur le langage pour évaluer la capacité d'une machine à faire preuve d'un comportement intelligent équivalent ou indiscernable du comportement humain : c'est l'invention du test de Turing.

Années 1950 à 1960 :

Les travaux sont axés sur l'utilisation de la logique par l'IA symbolique – qui traite des symboles ou des concepts plutôt que des données numériques – pour imiter l'intelligence humaine.

1997 :

« Deep Blue », le système informatique spécialisé dans le jeu d'échecs, bat le champion de la discipline Garry Kasparov, démontrant ainsi le potentiel de l'IA à prendre des décisions complexes.

2017 :

Le programme informatique AlphaGo développé par Google bat Ke Jie, le champion du monde du jeu de Go, démontrant ainsi le potentiel de l'apprentissage profond.

2022 :

Le lancement public de Chat GPT3 porte l'IA générative à l'attention du grand public.

1956 :

L'expression « intelligence artificielle » est née lors d'un atelier décisif organisé au Dartmouth College (États-Unis).

Années 1970 à 1980 :

Les systèmes experts, qui imitent les capacités de prise de décisions des experts humains, connaissent une période de popularité, suivie de l'« hiver de l'IA » provoqué par les limitations liées à la puissance de calcul et à la complexité des problèmes.

2012 :

Des percées dans le domaine de l'apprentissage profond permettent des avancées concernant la vision artificielle, le traitement du langage naturel et la reconnaissance de la parole.

Années 2010 à aujourd'hui :

L'IA devient largement disponible grâce à des outils à source ouverte et à l'informatique en nuage.

2024 :

Depuis 2024 : Élaboration de cadres d'éthique et de réglementation en matière d'IA pour assurer l'application et l'utilisation responsables de cette technologie.

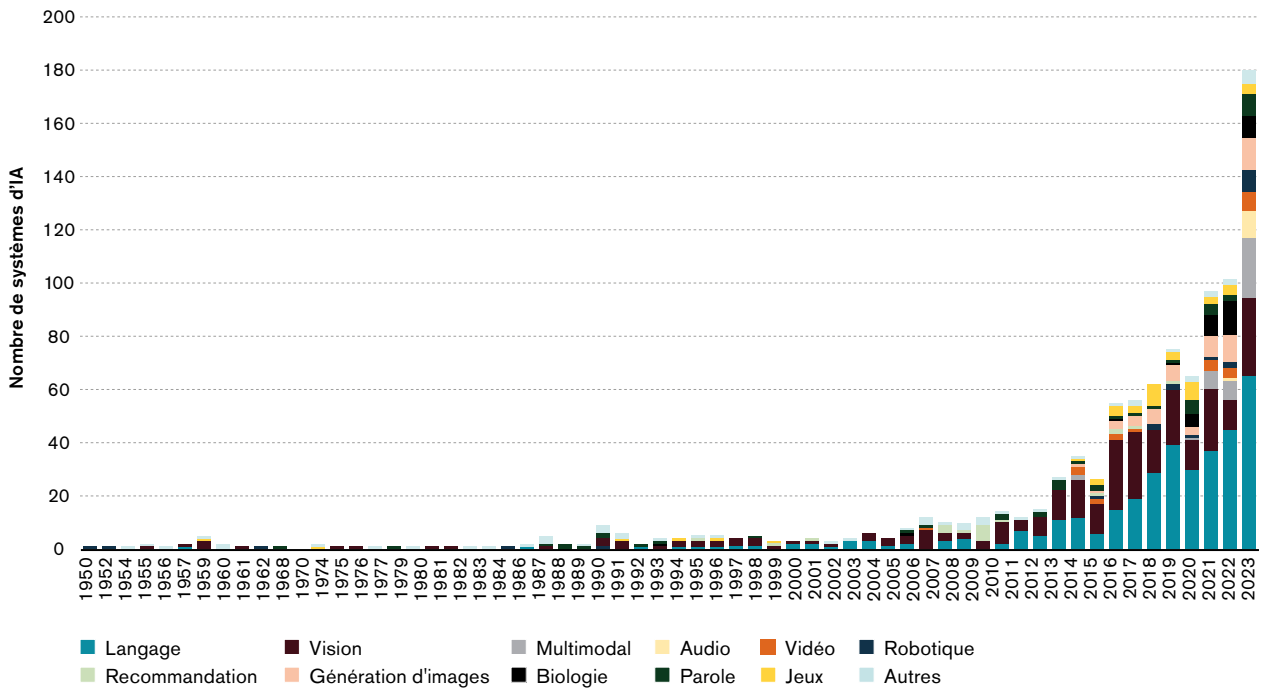
programmes capables de jouer aux échecs et de résoudre des problèmes d'algèbre. Toutefois, les progrès ont ralenti au cours d'une période d'« hiver de l'IA » marquée par une baisse des financements et de l'intérêt. De nouvelles avancées dans les années 1980, suivies, dans les années 2000, de percées dans le domaine de l'apprentissage machine (c'est-à-dire la capacité des machines à apprendre sans programmation explicite) et des réseaux neuronaux (c'est-à-dire un type d'apprentissage machine par lequel un ordinateur apprend à effectuer une tâche en analysant des exemples) ont conduit à ce que l'IA occupe une place prépondérante aujourd'hui et à ce qu'elle soit de plus en plus utilisée dans diverses industries et dans la vie quotidienne de nombreuses personnes (voir l'annexe 1 pour une explication plus détaillée des principaux concepts de l'IA).

Les progrès actuels dans le domaine de l'IA générative font que l'IA se distingue des autres technologies de plusieurs manières importantes. Premièrement, l'IA est une technologie polyvalente, capable de s'adapter à un large éventail de domaines et de tâches avec une souplesse et une efficacité sans précédent. Deuxièmement, elle s'appuie sur de vastes ensembles de données pour améliorer ses performances et sa précision. Troisièmement, ses fonctions et son efficacité peuvent évoluer rapidement et entraîner ainsi des changements dynamiques dans ses capacités et ses applications. Enfin, la complexité et l'opacité inhérentes à l'IA soulèvent des préoccupations importantes concernant l'éthique et les implications sociétales plus larges.

i) L'IA est une technologie à usage général qui présente un large éventail d'applications existantes et potentielles

L'IA fait preuve de polyvalence dans ses capacités, car elle peut s'appliquer à un large éventail de tâches et de domaines. Elle joue un rôle de plus en plus important dans tous les secteurs de l'économie et dans tous les aspects de notre vie quotidienne. De la conduite de nos voitures au contrôle de notre infrastructure essentielle, en passant par le diagnostic de nos maladies et la recommandation de contenus pour notre divertissement, l'IA est omniprésente (Shadbolt, 2022), ce qui a conduit certains à l'appeler une technologie « omniusage » (Suleyman et Bhaskar, 2023). Les technologies de l'IA sont répandues dans divers domaines, tels que le traitement du langage, la vision (par exemple, la reconnaissance d'images) et les systèmes multimodaux qui intègrent et interprètent plus d'un type de donnée d'entrée. Le nombre de systèmes d'IA appliqués dans ces domaines a considérablement augmenté au cours des dernières décennies (voir la figure 2.2). Comme cela est expliqué en détail dans l'encadré 2.1, l'IA peut contribuer à relever les défis environnementaux et à promouvoir la durabilité.

Figure 2.2 : Domaines visés par les systèmes d'IA notables



Source : *Our World in Data*, Epoch (2024), dernière mise à jour en octobre 2024.

Encadré 2.1 : L'impact environnemental de l'IA

En tant que technologie à usage général, l'IA peut contribuer à la réalisation d'un large éventail d'objectifs mondiaux en matière de durabilité. Toutefois, elle suscite aussi des préoccupations concernant ses effets négatifs potentiels sur l'environnement.

Les avantages potentiels de l'IA pour l'environnement sont multiples. Par exemple, elle peut réduire l'empreinte carbone liée à l'énergie en améliorant l'efficacité des réseaux électriques intelligents, des chaînes d'approvisionnement complexes et des opérations de transport. En particulier, lorsqu'elle est associée à d'autres technologies émergentes, comme la biologie synthétique (c'est-à-dire la conception, l'ingénierie et la modification des systèmes biologiques), et des matériaux avancés tels que ceux utilisés dans la nanotechnologie,[2] l'IA peut favoriser une nouvelle vague d'innovations révolutionnaires (Université de Stanford, 2023).[3]

L'IA pourrait également améliorer l'absorption des gaz à effet de serre et le stockage du carbone grâce à une surveillance et à une précision des émissions des écosystèmes (OCDE, 2022). Elle peut faciliter le commerce durable et protéger la biodiversité à l'aide d'outils tels que la détection à partir d'images du commerce illégal d'espèces sauvages, le suivi des animaux à haut risque, l'optimisation des chaînes de valeur alimentaires et la surveillance et le suivi des sources (Forum économique mondial, 2018). En outre, elle peut aider à mesurer, simuler et réduire l'empreinte environnementale des chaînes d'approvisionnement (voir l'encadré 2.4 et Barteková et Börkey (2022)).

Certains modèles d'IA peuvent jouer un rôle important dans l'adaptation aux changements climatiques et la résilience climatique. Ils permettent d'établir des prévisions météorologiques toujours plus précises et d'améliorer la prévision des événements graves, y compris le suivi des cyclones tropicaux, des rivières atmosphériques (c'est-à-dire des rubans porteurs d'humidité dans l'atmosphère terrestre) et des températures extrêmes (Lam *et al.*, 2023 ; Université de Stanford, 2023). En outre, l'IA peut améliorer l'efficacité et la fiabilité des systèmes d'énergie renouvelable en permettant une meilleure compréhension de la dynamique de l'offre et de la demande, en maximisant la valeur financière des énergies renouvelables et en facilitant l'intégration de celles-ci dans le réseau (AIE, 2023).

Toutefois, l'IA peut aussi avoir des effets négatifs directs et indirects sur l'environnement. Les effets directs découlent de l'utilisation de ressources tout au long du cycle de vie du système d'IA. La consommation de ressources, telles que l'eau, l'énergie et d'autres matières premières, et les émissions de gaz à effet de serre qui y sont associées, ont une incidence particulièrement marquée (OCDE, 2022).

Par exemple, selon les estimations, l'entraînement de ChatGPT2, une version antérieure du modèle de langage développé par OpenAI, sortie en février 2019, a produit 300 tonnes métriques d'émissions de CO2, soit l'équivalent de 125 vols aller-retour entre New York et Beijing (Strubell *et al.*, 2019). Les coûts de calcul et les coûts environnementaux liés à l'entraînement des systèmes peuvent augmenter proportionnellement à la taille du modèle (Commission européenne *et al.*, 2021). En outre, au cours de leur cycle d'utilisation, les systèmes d'IA peuvent consommer des volumes d'eau considérables, soit directement, pour le refroidissement des tours, soit indirectement, pour la production d'électricité. Certains prédisent que, d'ici à 2027, la consommation totale d'eau de tous les systèmes d'IA pourrait dépasser 0,38 à 0,60 milliard de mètres cubes, soit l'équivalent d'environ 200 000 piscines olympiques (Ren, 2023). Une étude indique que les centres de données, les cryptomonnaies et l'IA ont consommé près de 2% de la demande mondiale totale d'électricité en 2022 et que ces chiffres pourraient doubler d'ici à 2026 (AIE, 2024).

Les impacts environnementaux de l'IA sont traités dans le cadre de plusieurs initiatives gouvernementales et intergouvernementales.

Le fait que l'IA puisse être appliquée de manière générale signifie qu'elle peut être mise en œuvre à la fois à des fins bénéfiques et à des fins nocives. En tant que technologie à usage général, l'IA est particulièrement susceptible d'être utilisée à mauvais escient et pour des usages doubles (c'est-à-dire pour des applications civiles et militaires). Par exemple, les algorithmes d'IA initialement conçus pour accroître la productivité et optimiser l'affectation des ressources peuvent aussi être détournés à des fins malveillantes, telles que la surveillance illicite ou des campagnes de mésinformation. Les systèmes ou modèles d'IA initialement destinés à un usage civil peuvent être utilisés à des fins militaires, comme pour le développement de systèmes d'armes autonomes.[4] Pour beaucoup, cela souligne l'importance cruciale d'une innovation responsable, d'une gouvernance éthique de l'IA et de l'établissement de cadres réglementaires solides, pour faire en sorte que les technologies de l'IA soient élaborées et déployées d'une manière qui donne la priorité au bien commun.

ii) L'IA s'appuie sur de gros ensembles de données et les réglementations relatives aux données jouent un rôle central à cet égard

Les algorithmes d'IA exigent une grande quantité de données pour apprendre des comportements, faire des prédictions et accomplir des tâches avec précision. La qualité et la quantité des données ont une incidence directe sur la performance et la fiabilité des systèmes d'IA : des ensembles de données diversifiés et de haute qualité permettent aux modèles d'IA d'avoir une application générale et de s'adapter à de nouveaux scénarios, ce qui favorise les itérations et améliorations continues. L'accès à des ensembles de données actualisés et représentatifs est donc essentiel pour que les systèmes d'IA restent pertinents et efficaces au fil du temps. En résumé, les données constituent la matière première et le carburant permettant aux systèmes d'IA de s'entraîner, d'apprendre et de s'améliorer.

Il peut y avoir des différences importantes concernant la source et l'accessibilité des données utilisées dans les applications d'IA. Certains ensembles de données sont ouverts et peuvent être alimentés par des organisations, des chercheurs ou des particuliers dans le but de favoriser l'innovation et la collaboration au sein de la communauté de l'IA. En revanche, les données exclusives sont détenues et contrôlées par des entités spécifiques, et l'accès à ces données peut être soumis à restrictions et nécessiter des accords ou des licences d'utilisation. Les sources de données exclusives peuvent être des données internes d'entreprises, des ensembles de données pour la recherche ou des données qui ont été achetées. Avec l'augmentation exponentielle du volume et de la diversité des données disponibles pour les systèmes d'IA, les préoccupations relatives à la protection de la vie privée et à la propriété intellectuelle (PI) sont plus importantes que jamais (voir le chapitre 3 a)).

Les réglementations relatives aux données jouent un rôle essentiel pour déterminer l'utilisation des données et façonner le processus d'utilisation de l'IA et d'innovation dans ce domaine. De nombreuses réglementations établissent des lignes directrices pour l'obtention du consentement, l'assurance de la transparence et la protection des renseignements sensibles (voir le chapitre 3 b)). Les réglementations relatives aux données visent à maintenir l'équilibre entre l'innovation dans le domaine de l'IA et le déploiement de cette technologie, d'une part, et la nécessité d'assurer la protection de la vie privée et la prise en compte de considérations éthiques, des droits de PI et de la sécurité des données, d'autre part. Dans un monde de plus en plus interconnecté, les réglementations relatives aux données régissent aussi le transfert et le partage de données transfrontières entre juridictions.

iii) Les fonctions de l'IA peuvent évoluer rapidement et entraîner ainsi des changements dynamiques dans les capacités et l'autonomie de cette technologie

Un aspect fondamental des systèmes d'IA réside dans leur capacité à améliorer sans cesse, et de manière importante, leurs performances. Cette capacité relève et dépend de trois facteurs essentiels : l'innovation algorithmique, la disponibilité des données et les ressources informatiques. Les progrès algorithmiques ont ouvert la voie à des modèles d'IA plus sophistiqués et plus efficaces. L'abondance de données de grande qualité permet de fournir aux systèmes d'IA des renseignements riches et variés à partir desquels ils peuvent apprendre, tandis que l'augmentation exponentielle de la puissance de calcul permet aux chercheurs et aux praticiens d'entraîner des modèles plus vastes et plus complexes à grande échelle.

Alors que les modèles d'IA deviennent de plus en plus sophistiqués et que les ensembles de données se développent, la quantité de ressources informatiques utilisées pour entraîner l'IA augmente de façon exponentielle. Selon les estimations, les ressources informatiques nécessaires pour entraîner l'IA ont doublé tous les 3,4 mois depuis 2012 (Amodei et Hernandez, 2024). Cette évolution est due à la volonté des industries d'utiliser davantage de capacités de centres de données pour l'entraînement de l'IA destinée à un usage général à grande échelle. On pourrait comparer cela à l'évolution de la puissance de calcul des puces informatiques qui a eu tendance, depuis les années 1960, à doubler environ tous les 18 à 24 mois, un phénomène connu sous le nom de « Loi de Moore » d'après Gordon Moore, l'un des cofondateurs d'Intel Corporation.[5]

L'IA peut présenter différents niveaux d'autonomie, en fonction de sa conception et de son but. Les systèmes d'IA peuvent aller de systèmes supervisés, soumis à une surveillance humaine, à des systèmes entièrement autonomes capables de prendre des décisions en toute indépendance. Certains systèmes d'IA apprennent à partir de données et adaptent leur comportement en fonction de l'expérience, tandis que d'autres fonctionnement de manière indépendante, en temps réel et sans intervention humaine, en particulier dans des domaines tels que les véhicules autonomes et l'automatisation des robots. À mesure que les capacités autonomes des systèmes d'IA évoluent et augmentent, les préoccupations concernant la nécessité d'assurer une intervention et une surveillance humaines s'intensifient.

La nécessité de suivre l'évolution rapide de l'IA pose des défis aux organismes de réglementation. Les progrès rapides de l'IA donnent à penser que ses capacités pourraient se développer de façon exponentielle à l'avenir.

Les tendances du passé, bien qu'elles offrent des indications précieuses, sont souvent insuffisantes pour prédire la durée ou la trajectoire des progrès futurs. Par conséquent, les décideurs qui cherchent à se tenir au courant des progrès liés aux technologies de l'IA ne peuvent pas se fonder uniquement sur l'évolution passée ; ils doivent s'adapter et anticiper les changements à mesure qu'ils se présentent.

iv) La complexité et l'opacité inhérentes de l'IA et les défaillances et biais potentiels de cette technologie créent des difficultés pour les organismes de réglementation

Les modèles d'IA présentent souvent un degré élevé d'opacité dans leurs processus de prise de décisions. Les modèles d'apprentissage profond (voir l'annexe 1 pour une explication des notions clés de l'IA), en particulier, utilisent plusieurs couches d'algorithmes et de vastes ensembles de données, ce qui se traduit par un phénomène de « boîte noire » où la logique qui sous-tend des résultats spécifiques reste floue pour les utilisateurs, et même pour les concepteurs de ces modèles (Castelvecchi, 2016). Les récentes avancées des outils d'IA ont permis aux machines d'entreprendre des tâches qui dépassent le cadre fixé par des ensembles de règles et procédures explicites et entièrement définies, ce qui aggrave encore les préoccupations liées à leur manque de transparence.

En raison de l'opacité des modèles d'IA, il peut être difficile de comprendre comment ils forment leurs décisions ou leurs prédictions. Bien que les chercheurs et les praticiens étudient activement diverses techniques pour mettre en lumière les processus décisionnels des systèmes d'IA, notamment par le biais d'initiatives telles que l'« intelligence artificielle explicable (XAI) »,[6] ce manque de transparence soulève des problèmes d'éthique et de responsabilité. Il y a un manque de normalisation concernant la manière dont les modèles d'IA sont élaborés, documentés et évalués. Cette variabilité des modèles et des applications complique encore les efforts visant à rendre les systèmes d'IA transparents et compréhensibles (Ananny et Crawford, 2018).

Les risques de dysfonctionnement, de mésinformation et de biais de l'IA pourraient avoir d'importantes répercussions éthiques et sociétales. Les algorithmes d'IA utilisés dans les processus de prise de décisions peuvent perpétuer des biais présents dans les données historiques et produire ainsi des résultats injustes et renforcer les inégalités systémiques. Dans le commerce, des systèmes d'IA biaisés peuvent désavantager injustement certains groupes ou certaines économies ; par exemple, le fait de classer à tort des entreprises de certaines régions dans la catégorie des entreprises à risque élevé peut limiter l'accès aux marchés pour ces entreprises. En outre, si l'IA peut optimiser les chaînes d'approvisionnement mondiales, elle peut privilégier la réduction des coûts plutôt que des pratiques éthiques et entraîner ainsi des risques pour la réputation et des sanctions potentielles.

Pour relever ces défis, des efforts concertés sont nécessaires. Il s'agit de mettre au point des mécanismes solides permettant de détecter et d'empêcher la diffusion de fausses informations, d'assurer la transparence et la responsabilité des algorithmes d'IA, et de promouvoir la diversité et l'inclusion dans la collecte des ensembles de données et le développement des modèles. En outre, il est essentiel d'assurer une évaluation continue de la qualité des données d'entraînement pour les systèmes d'IA, y compris en ce qui concerne l'adéquation des processus de collecte et de sélection des données, les mesures appropriées de sécurité et de protection des données, et des mécanismes de retour d'information permettant à tous les acteurs du secteur de l'IA d'apprendre des erreurs et partager les meilleures pratiques (UNESCO, 2021). La promotion de l'habileté numérique et de compétences en matière d'esprit critique parmi les utilisateurs peut contribuer à atténuer l'impact de la mésinformation et des biais dans les technologies fondées sur l'IA.

b) Quelle va être l'incidence de l'IA sur le commerce international ?

La présente section traite de la manière dont l'IA peut façonner l'avenir du commerce. Elle traite des questions relatives à la manière dont l'IA peut être utilisée pour surmonter les coûts du commerce, à la manière dont elle peut modifier la structure du commerce des services, à la manière dont elle peut affecter le commerce de certaines marchandises et à la manière dont elle peut affecter les avantages comparatifs des économies.

i) L'IA peut considérablement réduire les coûts du commerce

L'IA peut réduire les coûts du commerce en améliorant la logistique commerciale, en surmontant les barrières linguistiques et en réduisant au minimum les coûts de recherche

Les technologies d'IA révolutionnent la gestion de la chaîne d'approvisionnement en optimisant la gestion des stocks, la prévision de la demande et la logistique.

Comme l'illustre la figure 2.3, en collectant et en analysant des données provenant de diverses sources, y compris des dispositifs d'Internet des objets (IdO), les systèmes d'IA peuvent générer des renseignements à partir de données historiques, de tendances du marché et de facteurs externes afin de prévoir la demande, d'optimiser les niveaux de stocks et d'améliorer l'exécution des commandes. En utilisant l'IA pour faciliter le suivi et la surveillance en temps réel des expéditions, il est possible d'offrir une meilleure visibilité, ce qui se traduit par une réduction des retards et une augmentation de l'efficacité. Par exemple, l'IA permet aux compagnies maritimes commerciales de prédire avec une grande précision l'arrivée des navires cinq jours à l'avance, ce qui permet d'affecter du personnel en temps réel et d'ajuster le programme des opérations.[7]

Les systèmes d'IA peuvent éliminer les barrières linguistiques en fournissant des traductions en temps réel. Divers systèmes de traduction fondés sur l'IA et reposant sur des techniques d'apprentissage profond peuvent fournir des services de traduction en temps réel, ce qui facilite la communication sans heurts entre locuteurs de différentes langues, quelle que soit leur langue maternelle. Ce niveau de connectivité facilite la fluidité des négociations et des collaborations et le partage de renseignements essentiels, ce qui favorise le renforcement des liens mondiaux. Selon une étude, l'introduction d'un nouveau système de traduction automatique dans une plate-forme numérique a entraîné une augmentation remarquable de 10,9 % du commerce international entre les paires d'économies dans lesquelles les personnes utilisaient ce nouveau système (Brynjolfsson *et al.*, 2019).

Les systèmes d'IA ont la capacité de renforcer la communication internationale. Grâce à des outils de collaboration virtuels fondés sur l'IA, y compris des solutions avancées de vidéoconférence dotées de fonctionnalités telles que l'annulation du bruit et la transcription et la traduction automatiques, ainsi que la réalité virtuelle et augmentée, la communication et la collaboration entre équipes et partenaires mondiaux sont facilitées. L'IA peut considérablement améliorer les fonctionnalités des services des technologies de l'information et de la communication (TIC), ce qui peut permettre aux entreprises de surmonter les obstacles géographiques et de s'engager dans des échanges, des négociations et des processus de prise de décision en temps réel ; cela facilite le commerce international et réduit la nécessité de voyages physiques.

L'IA peut considérablement réduire les coûts de recherche et d'appariement dans le commerce en rationalisant le processus d'identification des partenaires commerciaux potentiels. Les algorithmes de recherche fondés sur l'IA permettent de passer au crible efficacement de grandes quantités de données provenant de différentes sources afin d'identifier des partenaires commerciaux, fournisseurs, acheteurs et circuits de distribution potentiels. Les systèmes de recommandation basés sur l'IA peuvent analyser les données sur les transactions antérieures, les préférences des utilisateurs et les tendances du marché pour formuler des recommandations personnalisées concernant d'éventuels débouchés commerciaux. Les plates-formes de marché en ligne utilisant l'IA peuvent faciliter la mise en relation, automatiser les négociations de contrats et optimiser les stratégies de fixation des prix fondées sur la dynamique de l'offre et de la demande.

L'IA a de multiples usages dans les contrôles douaniers et les contrôles aux frontières

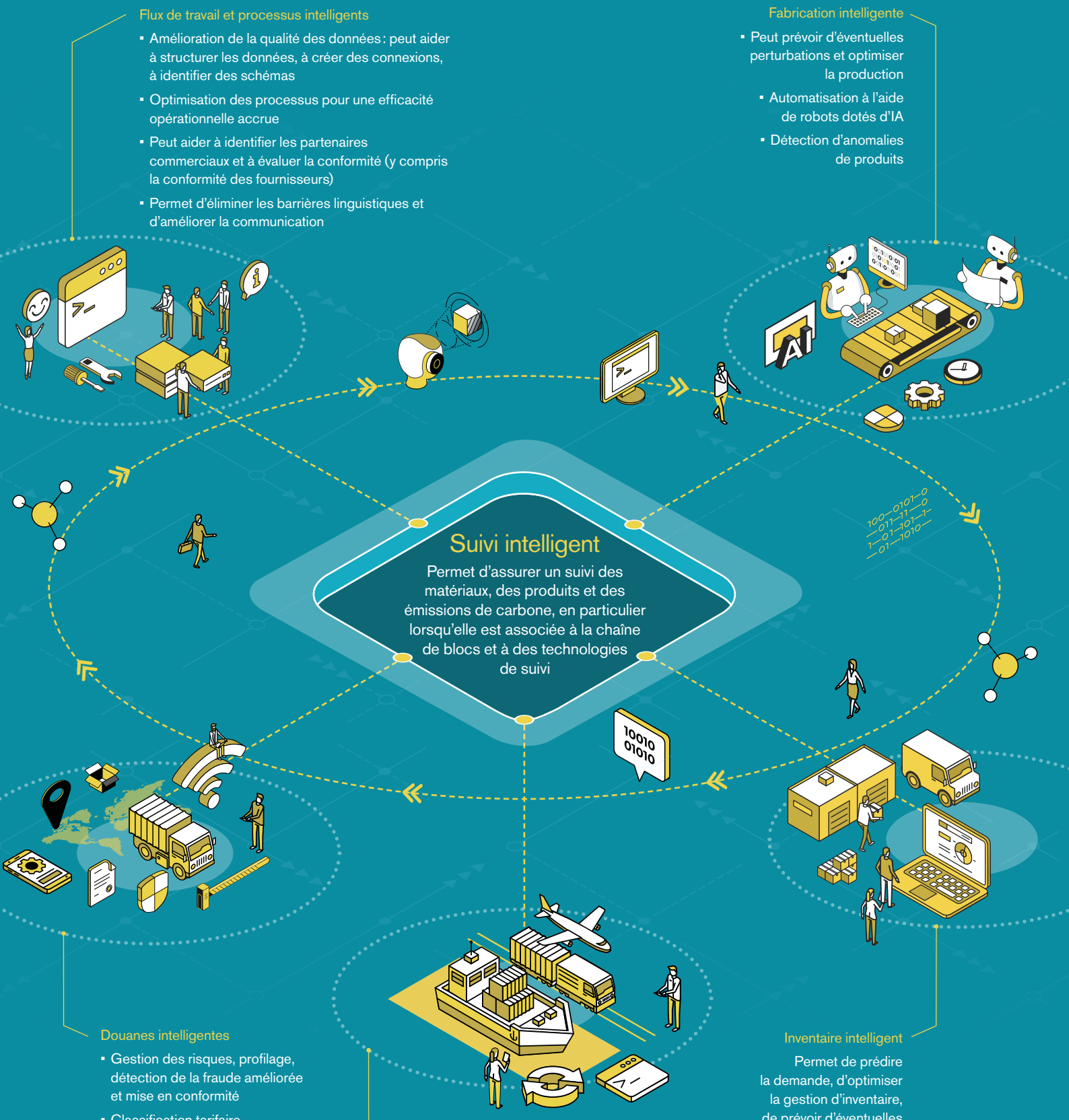
Compte tenu de l'énorme volume de données que génèrent les personnes et les marchandises qui franchissent les frontières, l'IA peut être utilisée à différentes fins dans le cadre des contrôles douaniers et des contrôles aux frontières. Elle peut notamment permettre d'optimiser les modèles de perception des recettes pour garantir un recouvrement précis des taxes et des droits, de simplifier la classification des produits dans le cadre du Système harmonisé (SH)[8] aux fins d'une conformité accrue, de faciliter l'identification plus rapide des anomalies lors des contrôles douaniers et de permettre le ciblage des expéditions commerciales en fonction des risques, grâce, par exemple, à l'utilisation de lunettes de réalité augmentée/mixte pour la détection de biens de contrebande (OMD-OMC 2022).

De nombreuses administrations des douanes utilisent ou prévoient d'utiliser l'IA. D'après une enquête de l'Organisation mondiale des douanes (OMD) et de l'OMC, 25 % des parties interrogées utilisent actuellement l'IA et l'apprentissage machine dans l'administration des douanes, et 25 % supplémentaires ont l'intention de le faire. Parmi les principaux avantages signalés figurent l'amélioration de la gestion des risques et de l'établissement du profil de risque, l'amélioration de la détection des fraudes et du respect des règles et le renforcement de l'efficacité des contrôles douaniers aux fins de l'identification des anomalies (OMD-OMC, 2022). Comme cela est expliqué en détail dans l'encadré 2.2, l'IA peut remplir de multiples fonctions pour rationaliser et améliorer la précision des procédures douanières.

Les outils de détection automatisés reposant sur l'IA peuvent grandement faciliter le travail des agents des douanes. L'utilisation de l'IA pour l'évaluation des risques douaniers renforce la sécurité et l'efficacité des passages aux frontières en permettant d'identifier les risques et anomalies potentiels dans les expéditions et en améliorant la sécurité et l'efficacité aux frontières. Au Brésil, par exemple, un système d'IA baptisé SISAM (« *Sistema de Seleção Aduaneira por Aprendizado de Máquina* », ou « Système de sélection douanière par apprentissage machine ») exploite la vaste base de données douanières pour analyser chaque nouvelle déclaration d'importation enregistrée dans le pays. Ce système permet aux agents des douanes d'identifier les déclarations en douane potentiellement frauduleuses, ce qui permet de réduire le risque d'erreurs et d'assurer une meilleure conformité (OMD-OMC 2022).

L'IA offre aussi la possibilité de simplifier les processus de dédouanement en cours de route. Pour les conteneurs maritimes, la détection automatique transforme l'inspection

Figure 2.3 : Comment l'IA peut améliorer la gestion de la chaîne d'approvisionnement



Source: OMC.

douanière en un processus simplifié, en augmentant considérablement les taux d'inspection sans perturber le transport ou les échanges. En Chine, par exemple, le port de Qingdao a mis en place un système modulaire d'inspection à haute énergie qui scanne chaque conteneur le long d'un système de convoyage par rail aérien. Cela permet non seulement de gagner beaucoup de temps et de procéder à des examens de la sécurité complets, mais aussi de réduire le coût d'acheminement des conteneurs (Chen, 2022).

L'IA peut aider à mieux comprendre les réglementations commerciales et à améliorer la visibilité des chaînes d'approvisionnement

L'IA peut aider à mieux comprendre des réglementations commerciales complexes et des prescriptions en matière de conformité et améliorer ainsi l'efficience et l'efficacité des procédures gouvernementales. En facilitant la collecte de renseignements au sujet de modifications de réglementations et en automatisant les procédures de mise en conformité, la technologie de l'IA peut aider les agents des douanes à se tenir au courant de l'évolution du paysage réglementaire avec plus de facilité et d'efficacité. Elle peut renforcer les solutions numériques actuellement déployées et permettre une automatisation plus poussée, ce qui peut améliorer l'efficience et l'efficacité des mesures de contrôle des pouvoirs publics. Pour les législateurs, l'IA a le potentiel de simplifier les processus de formulation d'observations par le public au sujet de la réglementation et d'améliorer la qualité et la richesse de ces observations.[9]

Les organismes de réglementation utilisent de plus en plus l'IA pour prédire les risques et améliorer le contrôle des importations. Par exemple, l'Agence des médicaments et des produits alimentaires (FDA) des États-

Encadré 2.2 : Exploiter l'IA pour améliorer la facilitation des échanges et le contrôle des frontières aux douanes de Dubaï

Les douanes de Dubaï ont lancé plusieurs projets visant à exploiter l'IA pour améliorer la facilitation des échanges et le contrôle des frontières. Par exemple, l'application iDeclare permet aux voyageurs de présenter leurs déclarations en douane par voie électronique et de manière sécurisée. Les passagers qui souhaitent présenter une déclaration préalable des marchandises peuvent télécharger une photographie des articles dans l'application. L'application sélectionne ensuite le code du SH correspondant et détermine le montant des droits de douane à payer, le cas échéant. En complément d'iDeclare, il y a l'application Al Munasiq, un outil qui aide les utilisateurs à trouver les codes du SH qui correspondent à leurs articles. Une fois que l'utilisateur a fourni une description ou une photo de l'article, l'application propose une liste de codes du SH possibles, classés par ordre de probabilité, ainsi que des renseignements pertinents, tels que la désignation de l'article, le taux de droit de douane applicable et les éventuelles prohibitions et restrictions connexes.

Grâce à l'automatisation des processus de robotique, les douanes de Dubaï ont également lancé le Système de remboursement intelligent pour automatiser les processus de demande et de remboursement. Le système utilise l'IA pour exécuter des tâches administratives répétitives, comme l'extraction de données, le remplissage de formulaires et le déplacement de dossiers, et pour associer et valider les détails des transactions avec une intervention humaine minimale, ce qui améliore la transparence et réduit les coûts.

Les contrôles après dédouanement sont un autre domaine dans lequel les douanes de Dubaï exploitent l'IA pour améliorer les procédures douanières grâce à l'automatisation des procédures de contrôle des déclarations d'importations à valeur élevée. Plusieurs « bots » ont été entraînés pour automatiser les processus répétitifs, comme l'appariement des données, et pour interpréter les données et dégager des tendances, ce qui a entraîné d'importantes économies de coûts.

Dernier point et non des moindres, les douanes de Dubaï ont lancé une initiative en matière d'inspection à distance qui permet aux entreprises ayant le statut d'opérateur économique agréé (un statut accordé par les autorités douanières aux entreprises qui satisfont aux normes de sécurité et de conformité et qui leur permet de bénéficier de procédures douanières accélérées) de demander aux douanes de Dubaï d'effectuer des inspections de leurs locaux à l'aide de robots utilisant l'IA et équipés de caméras thermiques et infrarouges.

Pour l'avenir, les douanes de Dubaï étudient un large éventail de nouvelles applications d'IA, y compris des algorithmes de détection automatisée de menaces, des analyses prédictives et des drones utilisant l'IA pour des systèmes de surveillance et de vision par ordinateur destinés à l'inspection des conteneurs.

Source : Musabih (2023).

Unis utilise le système d'évaluation prédictive fondée sur les risques pour le contrôle dynamique ciblé de la conformité des importations (PREDICT) pour améliorer le contrôle et le ciblage des importations. Ce système vise à empêcher l'entrée aux États-Unis de produits frelatés, mal étiquetés ou autrement non conformes, tout en accélérant l'entrée des produits conformes. De même, dans l'Union européenne, les progrès de l'IA sont essentiels pour suivre les activités illégales au sein de la chaîne agroalimentaire, notamment grâce à l'application du traitement du langage naturel. En tirant parti de l'IA pour extraire du texte de bases de données et documents non structurés, ces technologies peuvent effectivement convertir de grandes quantités de données disparates en intelligence structurée et pouvant donner lieu à une action.[10]

L'IA peut aussi réduire considérablement le coût de l'activité commerciale en assurant la conformité à la réglementation commerciale. Grâce à des algorithmes avancés et à des capacités d'apprentissage machine, les systèmes d'IA peuvent passer au crible de grands volumes de documents réglementaires, interpréter un langage juridique complexe, fournir des services de traduction et mettre en évidence des faits nouveaux ou changements pertinents en lien avec les activités commerciales. Comme le montre l'encadré 2.3, les transporteurs express utilisent l'IA pour améliorer le respect de la réglementation. En tirant parti des technologies de l'IA, ces transporteurs peuvent gérer et s'adapter plus efficacement à l'évolution des conditions et à l'environnement réglementaire dynamique.

Les outils fondés sur l'IA peuvent aussi être utilisés dans le financement du commerce, et ils sont particulièrement utiles pour l'analyse de crédit, l'évaluation des risques et la détection de la fraude. Une multitude de sources de données sont analysées dans les modèles d'IA pour identifier la solvabilité d'une entreprise et établir un profil de risque plus précis en analysant la comptabilité financière, l'information sur les marchés et l'historique des transactions. Les algorithmes d'IA peuvent aussi identifier des anomalies et des schémas qui indiquent des activités frauduleuses, aidant ainsi les institutions financières à atténuer efficacement les risques associés à ces activités.

L'IA peut améliorer considérablement la visibilité de la chaîne d'approvisionnement en fournissant des analyses de données en temps réel, des indications prédictives et des processus de prise de décision automatisés. Grâce à des algorithmes avancés et à l'apprentissage machine, l'IA peut identifier des schémas et des anomalies en s'appuyant sur de grandes quantités de données provenant de différents points tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Cela permet aux entreprises de surveiller les niveaux des stocks, de suivre les expéditions et d'anticiper les perturbations potentielles avec plus de précision et de rapidité. En outre, comme les outils fondés sur l'IA peuvent intégrer des données provenant de diverses sources, ils peuvent offrir une vision unifiée de la chaîne d'approvisionnement, ce qui peut contribuer à optimiser la logistique, à réduire les coûts et à améliorer l'efficacité globale. Comme le montre l'encadré 2.4, l'amélioration de la visibilité grâce à l'IA non seulement facilite une meilleure planification stratégique mais favorise aussi une gestion plus réactive et plus agile de la chaîne d'approvisionnement. Cela pourrait faciliter la capacité de mise en conformité des micro, petites et moyennes entreprises (MPME) et les aider ainsi à respecter les règles du commerce international.

Les économies en développement et les petites entreprises bénéficient davantage des réductions des coûts du commerce obtenues grâce à l'IA

La baisse des coûts du commerce permet aux économies en développement d'accéder aux marchés mondiaux et de participer au commerce international. Historiquement, les coûts élevés du commerce, y compris les droits de douane, les frais de transport et les charges administratives, ont créé des obstacles importants pour les pays en développement cherchant à exporter des marchandises et des services. Toutefois, l'IA et d'autres technologies numériques peuvent contribuer à rationaliser les processus commerciaux et à réduire ces obstacles.

La réduction des coûts du commerce crée une égalité de chances pour les petites entreprises, ce qui les aide à surmonter les obstacles au commerce et à pénétrer les marchés internationaux. Les petites entreprises sont souvent confrontées à des difficultés telles que le manque de renseignements sur les marchés, des coûts de transaction élevés et des réglementations commerciales complexes. Les marchés en ligne fondés sur l'IA, les stratégies de commercialisation numérique et les systèmes de paiement électronique permettent aux petites entreprises d'établir une présence mondiale, de former des partenariats avec des fournisseurs et distributeurs étrangers et d'élargir leur clientèle. Les applications d'IA sont capables d'analyser, de traiter et de vérifier automatiquement des données et de fournir des services intégrés aux MPME, y compris le traitement automatisé à l'aide d'algorithmes de classement, la détection d'erreurs et de fraudes par la détection d'anomalies, et la planification des capacités au moyen de régressions et de prévisions (CEE-ONU, 2021).

ii) L'impact le plus important de l'IA sur le commerce sera sur le commerce des services

L'IA peut accroître la productivité dans certains secteurs de services

L'IA peut accroître la productivité, en particulier dans les secteurs de services qui s'appuient sur des processus manuels. Dans ces secteurs, l'IA peut compléter de manière significative le travail des personnes afin d'améliorer

Encadré 2.3 : Étude de cas : Avantages et défis liés à l'utilisation de l'IA pour les transporteurs express

Les transporteurs express ont testé l'IA pour améliorer la conformité, avec deux objectifs principaux. Le premier objectif est de mieux détecter et contester la sous-évaluation des marchandises déclarées (dont le but est de payer moins de droits ou de taxes ou d'échapper au paiement de ceux-ci), la déclaration de fausses informations, par laquelle l'expéditeur ou le destinataire cherche à échapper au contrôle des autorités, les désignations incomplètes ou inexactes des marchandises, ainsi que les expéditions de marchandises contrefaites ou piratées. Le deuxième objectif est de permettre la validation des demandes d'ouverture de compte des clients et de vérifier que ces clients sont des personnes physiques ou morales dignes de confiance.

Les transporteurs express utilisent aussi l'IA pour améliorer les processus. Par exemple, en combinant des informations de suivi améliorées avec des données externes relatives au trajet d'un colis, telles que des données sur les conditions météorologiques, ils peuvent mieux prédire la livraison de l'envoi ou fournir aux commerçants de meilleures informations en temps réel sur la livraison ou les retours.

Une autre application consiste à tester des robots dotés d'une IA capables de voir, de toucher, d'analyser et de se déplacer rapidement pour charger de manière stable et compacte des cartons de différentes tailles dans des camions et des remorques.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de l'IA dans ces contextes on peut citer l'obtention de meilleurs niveaux de conformité, qui contribuent à réduire le temps aux frontières et à renforcer la confiance des douanes et d'autres autorités, ainsi que l'obtention, pour toute l'entreprise, de meilleurs éclairages fondés sur les données, qui contribue à assurer des chaînes d'approvisionnement plus résilientes, plus rapides, plus précises et plus fiables.

À l'inverse, parmi les principaux défis auxquels sont confrontés les transporteurs express dans le déploiement de l'IA on peut citer la nécessité de trouver un équilibre entre les technologies les plus viables et celles qui demandent le moins de changements d'infrastructure afin de faire en sorte que les solutions soient adaptées à leur modèle d'entreprise. Par exemple, les solutions robotiques pour les entrepôts utilisant des boîtes uniformes ne fonctionnent pas dans l'environnement de transporteurs express qui traitent des colis ayant des tailles, poids, formes et matériaux d'emballage différents. La mise en place du bon écosystème exige une infrastructure qualité et un environnement réglementaire et de gestion des talents.

Source : D'après les renseignements fournis par la Global Express Association.

l'efficacité, la précision et le niveau de personnalisation (c'est-à-dire la capacité d'adapter des produits, des services ou des expériences pour répondre à des préférences individuelles). Une première analyse donne à penser que des gains de productivité importants peuvent facilement être obtenus dans les secteurs liés à la finance et à l'assurance, à la gestion, à l'information et aux services professionnels (figure 2.4).

Des recherches récentes indiquent que l'IA peut accroître considérablement la productivité, en particulier pour les travailleurs peu qualifiés, en tirant parti des meilleures pratiques des autres travailleurs. Avec l'accès à un grand modèle de langage (GML), on estime qu'environ 15 % de l'ensemble des tâches des travailleurs aux États-Unis pourraient être effectuées de manière considérablement plus rapide, au même niveau de qualité. Lorsque l'on adopte des logiciels et outils reposant sur des GML, cette part augmente pour représenter entre 47 % et 56 % de l'ensemble des tâches (Eloundou *et al.*, 2023). Dans le cadre de son champ d'application opérationnel, l'IA générative peut apporter aux consultants en entreprise un gain de performance jusqu'à 40 % par rapport à ceux qui ne l'utilisent pas (Dell'Acqua *et al.*, 2023). Une étude portant sur 5 000 travailleurs effectuant des tâches complexes d'assistance à la clientèle dans un centre d'appel a révélé que, parmi les employés bénéficiant d'un assistant d'IA, ceux qui étaient les moins qualifiés ou qui avaient été embauchés en dernier affichaient les gains de productivité les plus importants (Brynjolfsson *et al.*, 2023), tandis que les professionnels qui avaient une formation universitaire et utilisaient ChatGPT étaient plus productifs, plus efficaces et plus satisfaits de leur travail. Fait notable, les personnes qui avaient des compétences plus faibles tiraient le plus d'avantages de l'utilisation de ChatGPT (Noy et Zhang, 2023).

L'IA peut favoriser le développement de services innovants et en accroître la demande

La capacité de l'IA à tirer des enseignements utiles de vastes ensembles de données est déterminante pour favoriser le développement de services innovants. Dans le domaine de la santé, par exemple, les applications d'IA

Encadré 2.4 : Étude de cas : Utiliser l'IA pour améliorer la visibilité de la chaîne d'approvisionnement et la traçabilité dans celle-ci

Les entreprises multinationales sont souvent confrontées à d'importantes zones d'ombre dans la chaîne de valeur de leurs produits, car elles n'ont parfois pas de visibilité au-delà de leurs fournisseurs directs. Ce manque de visibilité peut compromettre la livraison et la fiabilité de leurs produits les plus lucratifs.

Un système de gestion de la chaîne de valeur fondé sur l'IA peut résoudre ce problème en fournissant des indications détaillées sur toutes les étapes de la production, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la distribution des produits finis. L'IA regroupe des milliards de points de données et apprend à partir de ceux-ci ; elle fournit ainsi des renseignements détaillés sur la géolocalisation des installations, les profils des fournisseurs, les réseaux d'administrateurs, les transformations de produits et l'analyse des risques liés aux tiers, y compris en ce qui concerne les dates d'expédition, les quantités, la géolocalisation et la valeur.

Les cartes interactives établies par l'IA reflètent la complexité des chaînes d'approvisionnement mondiales, permettant une gestion proactive et réactive des risques. Par exemple, dans la fabrication de vaccins, l'IA est utilisée pour identifier en temps réel les risques pour la chaîne d'approvisionnement, tels que l'incidence des événements actuels et des goulets d'étranglement qui pourraient entraîner des vulnérabilités à l'avenir. Cette capacité permet d'assurer une coordination rapide des personnes concernées et une utilisation efficace des résultats produits par le système.

Dans un cas précis, une entreprise pharmaceutique a pu déterminer, grâce au système de gestion de la chaîne de valeur fondé sur l'IA, qu'un fournisseur livrant des composants de base à des fournisseurs situés en amont dans la chaîne d'approvisionnement avait déposé une déclaration d'insolvabilité et cessé sa production suite à l'échec de la restructuration de sa société. L'entreprise a pu atténuer le risque rapidement en alertant les fournisseurs en amont et en s'approvisionnant en matériaux de remplacement, évitant ainsi une pénurie de produits. Dans un autre cas, une entreprise était confrontée à une pénurie d'approvisionnement en matières plastiques essentielles pour la fabrication de tubes pour vaccins. Le système de gestion de la chaîne de valeur reposant sur l'IA a permis de constater que le fournisseur direct de l'entreprise était un distributeur, et non un fabricant, et que la perturbation était liée à une pénurie de matières plastiques à l'échelle du secteur. Cette information a aidé l'entreprise à remédier à la cause profonde et à rechercher d'autres solutions.

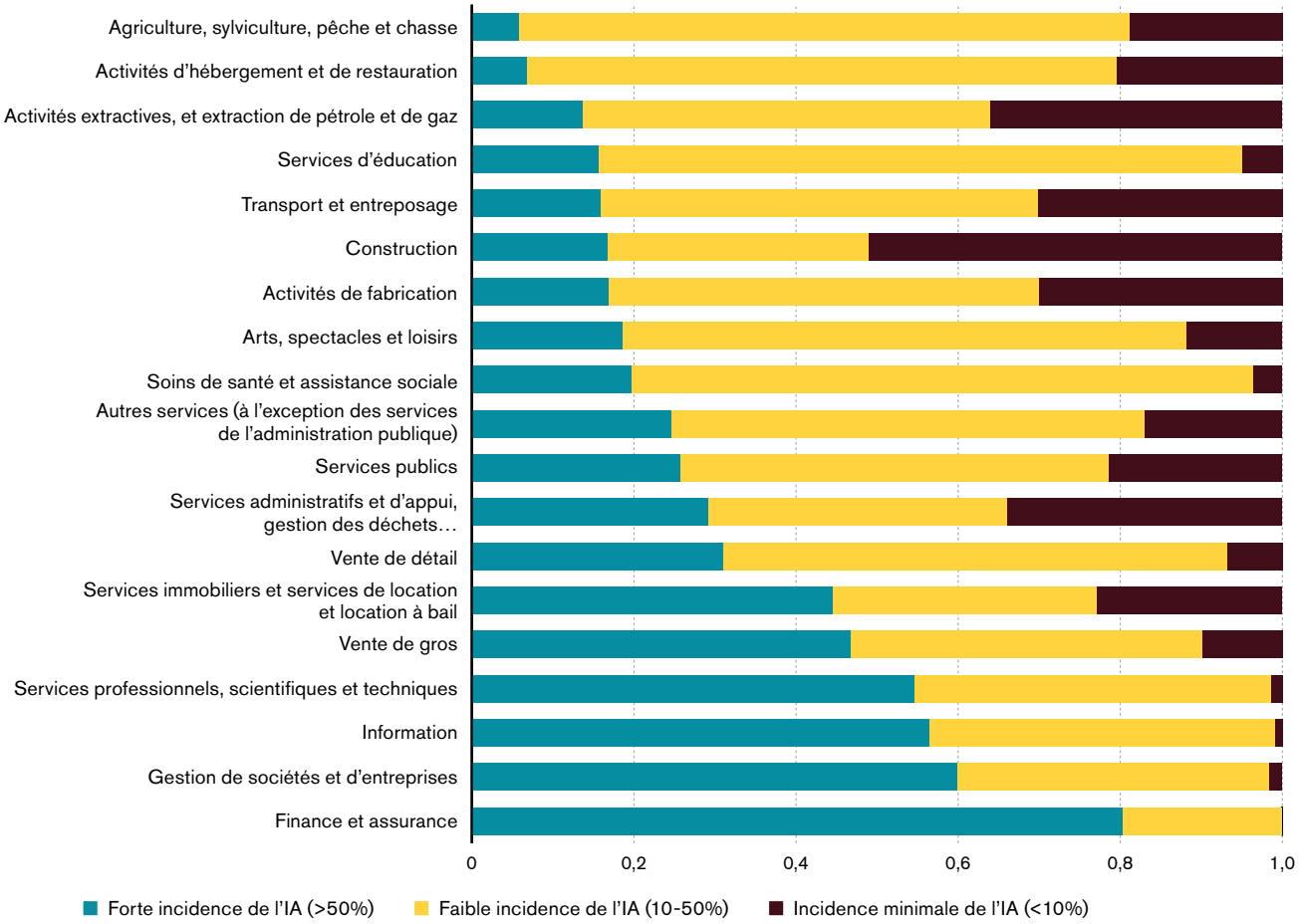
L'IA peut aussi renforcer la capacité d'une entreprise à évaluer son empreinte carbone, ce qui favorise le respect des exigences environnementales, sociales et de gouvernance (ESG) et promeut une transformation durable. D'après une étude du Boston Consulting Group (BCG), l'application de l'IA à la durabilité d'entreprise pourrait générer jusqu'à 2 600 milliards d'USD en valeur d'ici à 2030 grâce à des recettes additionnelles et à des économies de coûts.

Les entreprises peuvent utiliser l'ingénierie de données fondée sur l'IA pour suivre automatiquement les émissions liées à leur empreinte carbone et recueillir des données relatives aux opérations, aux activités telles que les voyages d'affaires et les équipements informatiques, ainsi qu'à chaque partie de la chaîne de valeur, y compris les fournisseurs de matériaux et de composants, les transporteurs et même les utilisateurs en aval de leurs produits. L'IA peut exploiter les données provenant de nouvelles sources telles que des satellites, générer des approximations pour compenser des données manquantes et donner une estimation du niveau de certitude qui accompagne les résultats. L'IA prédictive peut prévoir les émissions futures liées à l'empreinte carbone d'une entreprise. L'IA et l'optimisation peuvent offrir des gains d'efficacité dans la production et le transport, ainsi que dans d'autres domaines, et réduire ainsi les émissions de carbone et les coûts.

En résumé, les systèmes reposant sur l'IA peuvent transformer la visibilité de la chaîne d'approvisionnement et la traçabilité dans celle-ci, permettant aux entreprises d'atténuer les risques, de répondre de manière proactive aux perturbations et d'atteindre les objectifs en matière de durabilité ; cela démontre à quel point l'IA a un impact profond sur la gestion de la chaîne de valeur et se traduit par des avantages à la fois économiques et environnementaux.

Source : Altana (2021) et Degot *et al.* (2021).

Figure 2.4 : L'IA peut servir de complément et accroître la productivité dans certaines professions



Source : Élaboration des auteurs sur la base d'une indice d'automatisation établi par Eloundou *et al.* (2023).

Note : Cette figure montre la part des emplois exposés à l'IA. On parle d'incidence élevée de l'IA lorsque l'indice d'automatisation au niveau du secteur est supérieur ou égal à 50 % ; une incidence faible de l'IA correspond à un indice compris entre 10 % et 50 %, et une incidence minimale à un indice inférieur à 10 %.

peuvent contribuer de manière importante à faire progresser la découverte de médicaments et les méthodes de traitement et, à terme, faciliter la mise au point de solutions de santé personnalisées adaptées aux besoins des patients individuels. De même, les systèmes intelligents de gestion de l'énergie fondés sur l'IA peuvent intégrer en temps réel des données provenant de capteurs, des prévisions météorologiques, des projections de la demande d'énergie et des profils de dégradation des équipements pour fournir des simulations dynamiques, permettant aux entreprises du secteur de l'énergie de prendre des décisions éclairées et proactives. Ces systèmes permettent d'optimiser l'utilisation de l'énergie, de réduire la consommation et de réduire les émissions de carbone, ce qui se traduit par des économies de coûts et une amélioration de la durabilité.

En plus de favoriser la réalisation de nouvelles découvertes, l'IA peut permettre de personnaliser les services en fonction des préférences et utilisations spécifiques. En analysant de grandes quantités de données pour identifier les tendances et les préférences, l'IA peut permettre de développer des solutions sur-mesure et d'adapter les résultats en fonction des préférences uniques des utilisateurs. Il peut s'agir, par exemple, de recommandations personnalisées sur le commerce électronique, de traitements médicaux personnalisés ou de recommandations individualisées concernant des contenus médiatiques. Non seulement cette personnalisation accroît la satisfaction des utilisateurs, mais elle permet aussi de fournir des produits et services plus ciblés et plus efficaces dans divers secteurs.

À mesure que l'IA s'intègre dans la vie quotidienne, la demande de services qui tirent parti de cette technologie pour apporter plus de commodité, d'efficacité et de personnalisation augmente. Par exemple, les progrès liés aux véhicules autonomes ont ouvert la voie à des services de transport tels que les plates-formes de locations de voiture avec chauffeur – qui mettent en relation des passagers avec des chauffeurs qui louent leurs services via des plates-formes en ligne – et les plates-formes de livraison, qui s'appuient fortement sur les algorithmes d'IA pour optimiser leurs itinéraires, gérer les flottes et assurer la sécurité. L'essor des assistants virtuels fondés sur l'IA,

des appareils domestiques intelligents et des systèmes de recommandations personnalisées a entraîné une hausse de la demande de services de diffusion en continu par abonnement. Les systèmes de recommandation fondés sur l'IA qui sont intégrés dans les plates-formes de commerce électronique suggèrent des produits sur la base des achats antérieurs et de l'historique de navigation des utilisateurs, ce qui a permis d'augmenter les ventes et de renforcer l'engagement des clients.

En renforçant la productivité et en augmentant la demande, l'IA peut stimuler le commerce des services

Une augmentation de la productivité permet de produire plus avec les ressources existantes et de réduire ainsi les coûts de production. Ce phénomène peut favoriser un accroissement des échanges dans divers secteurs de services. L'augmentation de la productivité et de la capacité d'innovation peut se traduire par un accroissement du commerce de certains services et entraîner ainsi une hausse des volumes d'échanges et un renforcement de l'interconnexion économique à l'échelle internationale. Comme le fait valoir Richard Baldwin dans son article d'opinion, l'IA pourrait stimuler le commerce des services à l'avenir.

En outre, il est démontré que l'IA améliore considérablement le commerce des services fournis par voie numérique. Il a été démontré qu'en permettant le développement d'applications mobiles plus diverses, l'IA avait multiplié par 10, en moyenne, le nombre d'utilisateurs étrangers d'applications mobiles fondées sur cette technologie (Sun et Trefler, 2023). De même, les projections établies à l'aide du Modèle du commerce mondial de l'OMC indiquent que le commerce des services dans des secteurs tels que l'éducation, la santé humaine, les loisirs et la finance pourrait enregistrer une forte augmentation (voir la section 2 b) v)).

L'IA peut assurer l'automatisation et réduire la demande de certains services

L'IA peut contribuer à réduire la demande de certains services traditionnels, car l'automatisation qu'elle induit peut entraîner des gains d'efficacité et de productivité. Par exemple, les outils de recherche juridique et les systèmes de révision de contrats fondés sur l'IA peuvent automatiser certaines tâches traditionnellement effectuées par des professionnels du droit, ce qui pourrait réduire la demande de certains services juridiques, en particulier pour les tâches routinières telles que l'analyse et la communication préalable de documents (OCDE, 2024b). Les agents conversationnels et agents virtuels ont réduit la nécessité d'avoir de grandes équipes de services à la clientèle (voir l'encadré 2.5 sur l'IA et l'emploi).

L'automatisation par l'IA peut réduire la nécessité d'externaliser certains services. Des enquêtes récentes montrent que les entreprises utilisent l'IA pour rationaliser les tâches manuelles ou répétitives et automatiser les interactions avec le service à la clientèle (IBM, 2024). Ainsi, l'IA pourrait réduire la nécessité des grands centres d'appels et de l'externalisation des processus administratifs, services que de nombreuses entreprises des économies développées confient à des prestataires à l'étranger (Parkin et Kay, 2024). Cela pourrait avoir une incidence notable sur les économies en développement, dont beaucoup se spécialisent dans la fourniture de ce type de services.

iii) L'émergence de l'IA entraînera une augmentation de la demande et du commerce des produits liés à cette technologie

L'adoption de la technologie de l'IA stimule la demande de produits complémentaires liés à l'infrastructure des TIC et au matériel informatique. Comme le montre la figure 2.5, la chaîne de valeur de l'IA couvre toute une gamme de produits et de services, et l'essor de l'IA va probablement avoir pour effet d'accroître le commerce international des marchandises et des services liés à cette chaîne de valeur. Les applications d'IA, en particulier celles qui s'appuient sur l'apprentissage profond et les réseaux neuronaux, nécessitent souvent des systèmes informatiques très performants pour entraîner des modèles complexes et effectuer des calculs intensifs. On observe une forte augmentation de la demande de composants matériels pour l'IA, tels que les unités centrales de traitement (UCT) et unités de traitement graphique de haute performance et les puces spécialisées pour l'IA, ainsi que les commutateurs et routeurs, qui assurent un transfert rapide de données entre les systèmes. Le marché mondial des puces pour l'IA était évalué à 61,5 milliards d'USD en 2023 ; d'après les projections, il pourrait atteindre 621 milliards d'USD d'ici à 2032 (S&S Insider, 2024).

Étant donné que les systèmes d'IA reposent souvent sur des flux de données en temps réel et sur une connectivité continue, la demande de matériel des TIC et de réseau augmentera. Des équipements tels que des routeurs et des commutateurs sont nécessaires pour assurer la connectivité Internet à haut débit et soutenir les applications et services fondés sur l'IA. Des composants matériels comme des serveurs de stockage sont essentiels pour assurer une gestion efficace des vastes quantités de données requises par les systèmes d'IA et accéder à ces données. Les câbles à fibres optiques sont essentiels pour la transmission de données à haut débit sur de longues distances. Les capteurs et actionneurs utilisés dans les applications robotiques et d'IdO font également l'objet d'une très forte demande.

L'IA stimulera aussi la demande de services informatiques et de télécommunication, y compris les services logiciels et les services liés aux données, ainsi que le commerce transfrontières et l'investissement

Encadré 2.5 : Quelle incidence l'IA aura-t-elle sur l'emploi ?

Contrairement à ce qui a été observé lors des vagues de transformation technologique précédentes, l'IA devrait avoir une incidence plus forte sur les emplois non manuels que sur les emplois manuels. Historiquement, l'automatisation a principalement affecté la main-d'œuvre manuelle et les emplois manufacturiers. Toutefois, les capacités de l'IA s'étendent à des domaines où les postes sont traditionnellement occupés par des travailleurs non manuels, tels que la finance, les services juridiques et les fonctions administratives (Autor, 2022).

Ce changement signifie que les fonctions faisant appel à un travail cognitif, qui étaient autrefois considérées comme étant davantage protégées de l'automatisation, sont de plus en plus vulnérables aux technologies de l'IA qui peuvent s'acquitter des tâches plus rapidement et avec une plus grande précision. Certains économistes estiment que les progrès de l'IA sont peu susceptibles de creuser les inégalités autant que les technologies d'automatisation antérieures parce que leur impact est plus équitablement réparti entre les différents groupes démographiques ; toutefois, rien n'indique non plus que l'IA permettra de réduire les inégalités des revenus du travail (Acemoglu, 2024).

Les économies avancées, en particulier celles qui ont des niveaux élevés d'automatisation et d'adoption des technologies, sont plus susceptibles d'être fortement touchées par les répercussions de l'IA. Dans les économies ayant des secteurs financier, juridique et technologique développés, l'intégration de l'IA dans ces secteurs pourrait profondément changer la dynamique de l'emploi. Une recherche menée par le FMI suggère que l'IA pourrait menacer 33% des emplois dans les économies avancées, 24% des emplois dans les économies émergentes et 18% des emplois dans les économies à faible revenu (Cazzaniga *et al.*, 2024). Une étude de l'Organisation internationale du travail (OIT) prévoit que la technologie aura pour principal effet de transformer les emplois, et non de les automatiser ; l'incidence sera probablement la plus forte dans les économies à revenu élevé et à revenu intermédiaire de la tranche supérieure en raison d'une part plus importante d'emplois de bureau (Gmyrek *et al.*, 2023).

L'incidence de l'IA sur les emplois dans les économies avancées pourrait exacerber les inégalités existantes et rendre nécessaire l'élaboration de stratégies d'adaptation conséquentes. L'IA pourrait changer la structure des revenus en réduisant la part de la main-d'œuvre et en augmentant celle des retours sur capitaux. Avec l'intégration croissante de l'IA et de l'automatisation, la valeur créée par la main-d'œuvre humaine pourrait être réduite par rapport à celle générée par des dépenses d'équipement. Ce changement profiterait à ceux qui possèdent des capitaux et des droits de propriété intellectuelle (PI), ou qui ont investi dans des entreprises fondées sur l'IA ; il enrichirait donc encore des segments déjà riches de la société. La concentration de la richesse et du pouvoir entre les mains d'un petit nombre d'individus pourrait compromettre les principes démocratiques et accroître les déséquilibres de pouvoir existants dans la société.

Face à ces défis, les responsables politiques doivent s'employer résolument à atténuer les répercussions potentielles de l'IA sur les inégalités de revenus. Ils pourraient notamment mettre en œuvre des mesures telles que des programmes de reconversion afin de doter les travailleurs réaffectés de compétences adaptées à l'évolution du marché du travail, favoriser une croissance économique inclusive en investissant dans l'éducation et les infrastructures, et réévaluer les politiques fiscales afin de garantir une répartition équitable des gains générés par l'IA. En outre, la promotion de l'innovation et de l'entrepreneuriat parmi les communautés marginalisées pourrait contribuer à atténuer les effets négatifs des inégalités de revenus induites par l'IA tout en favorisant une société plus équitable.

dans ces secteurs. Les services permettant d'accéder aux données, de les transmettre, de les stocker et de les traiter, ainsi que d'effectuer des calculs intensifs, sont essentiels au développement et au déploiement de l'IA. Parmi ces services on peut citer l'informatique en nuage, qui fournit l'infrastructure et les plates-formes nécessaires au développement et à l'exécution des applications d'IA ; les services de développement de modèles d'IA, qui offrent des outils et des plates-formes pour la création, l'entraînement et le déploiement de systèmes d'IA ; les services de données pour recueillir, nettoyer et étiqueter les données nécessaires à l'entraînement des modèles d'IA ; et les services de sécurité pour protéger les systèmes d'IA et les données contre les cybermenaces.

L'IA peut accroître la demande d'outils de développement spécialisés et de bibliothèques de logiciels. Avec l'augmentation notable de la demande de modèles d'IA au cours des dernières années, on observe également une augmentation des cadres conçus pour rationaliser le développement, l'essai et le déploiement des modèles et applications d'IA. Il s'agit notamment

Article d'opinion

Avec l'IA, les services représentent l'avenir du commerce

Richard Baldwin

Professeur
en économie internationale
à l'IMD Business School

Le commerce mondial est depuis longtemps dominé par les produits manufacturés, mais, comme le chantait Bob Dylan en 1964 « The Times They Are a-Changin' » (les temps changent).

Les exportations mondiales de marchandises et de services ont enregistré une croissance exponentielle dans les années 1990 et au début des années 2000. Depuis 2008, le commerce des marchandises – en particulier les produits manufacturés – a marqué le pas ; il n'en va pas de même pour les exportations de services. Le commerce des services continue de suivre le rythme de croissance effréné qu'il connaît depuis les années 1990.

Les technologies numériques en général, et l'IA en particulier, expliquent, selon moi, pourquoi les temps sont en train de changer. Il y a de nombreuses raisons qui expliquent le ralentissement du commerce des produits manufacturés il y a une quinzaine d'années. Ce bref essai n'aborde pas ces raisons mais s'intéresse directement à la manière dont l'IA a dopé – et continuera de doper – le commerce des services.

Les technologies numériques, y compris les communications, la vidéoconférence et la traduction automatique générée par l'IA, ont rapidement abaissé les obstacles au commerce des services. Les changements induits par le recours au télétravail pendant la pandémie de COVID-19 ont accéléré cette tendance de 5 à 10 ans.

On a surtout observé une expansion dans le domaine des « services intermédiaires », qui sont les services vendus par une entreprise à une autre plutôt qu'à des consommateurs. La possibilité de coordonner, sans heurts, des équipes dont les membres se trouvent à différents endroits a permis aux entreprises des économies à revenu élevé de se procurer des services sur des marchés émergents. Par exemple, un comptable aux États-Unis pourrait engager un aide-comptable en Inde pour s'occuper des tâches comptables courantes. Cet arrangement est facilité par les outils numériques qui rendent la collaboration à distance facile, rentable et sûre.

Je pense que le commerce des services progressera plus rapidement que le commerce des marchandises dans un avenir prévisible. Pour formuler cette hypothèse, je me suis basé sur quatre faits.

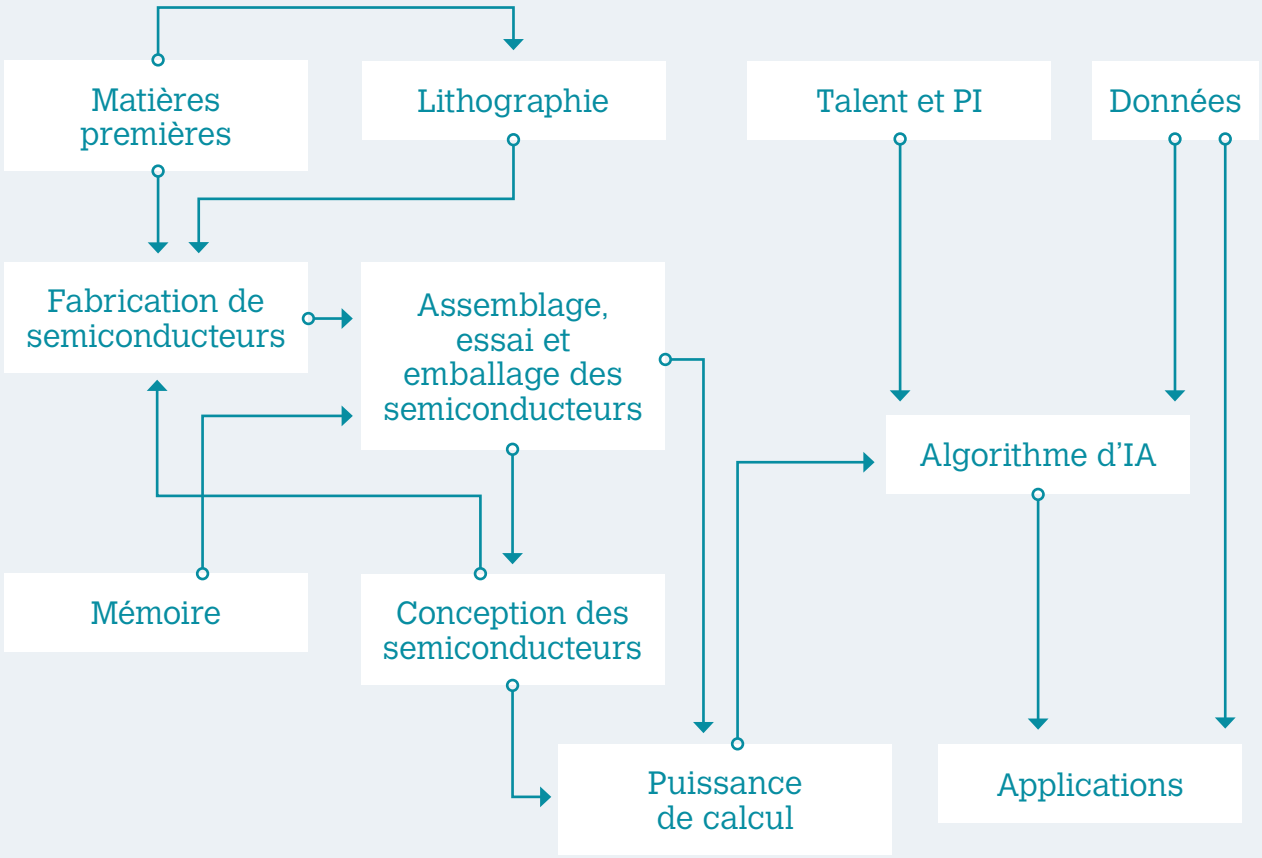
Premièrement, les obstacles au commerce des services intermédiaires sont technologiques car il n'y a presque pas de réglementation du commerce des services de soutien administratif. Deuxièmement, la technologie numérique abaisse ces obstacles à un rythme exponentiel. Troisièmement, l'IA, et notamment la traduction automatique et, bientôt, l'interprétation simultanée automatique, est rapidement en train de faire en sorte que les travailleurs nationaux et étrangers peuvent se substituer les uns aux autres plus facilement que par le passé. Selon moi, l'IA générative va accélérer ce phénomène, car elle permet de renforcer les compétences. L'IA générative distille l'expérience d'un travailleur du secteur des services d'une nation riche dans une application et met ensuite cette application à disposition des travailleurs du secteur des services d'économies émergentes. La qualité du travail fourni par ces travailleurs à bas salaires se rapprochera grandement de celle des travailleurs du secteur des services des pays du G-7 lorsque travailleurs du G-7 et des économies émergentes utiliseront les mêmes applications d'IA générative.

Enfin, la demande de services intermédiaires est énorme dans les pays riches et l'offre de travailleurs appropriés est énorme dans les économies émergentes, car elles fournissent déjà ces services dans leurs économies locales.

Qu'est-ce que tout cela signifie ? Il est essentiel de reconnaître que les services – et non les marchandises – seront au premier plan du commerce mondial dans les années à venir. Le Secrétariat de l'OMC doit se préparer car, comme le dit la chanson, les temps changent.

Avertissement
Les articles d'opinion relèvent de la seule responsabilité de leurs auteurs. Ils ne reflètent pas nécessairement les opinions ou les vues des Membres ou du Secrétariat de l'OMC.

Figure 2.5 : La chaîne de valeur de l'IA



Source : Forum économique mondial (2024b).

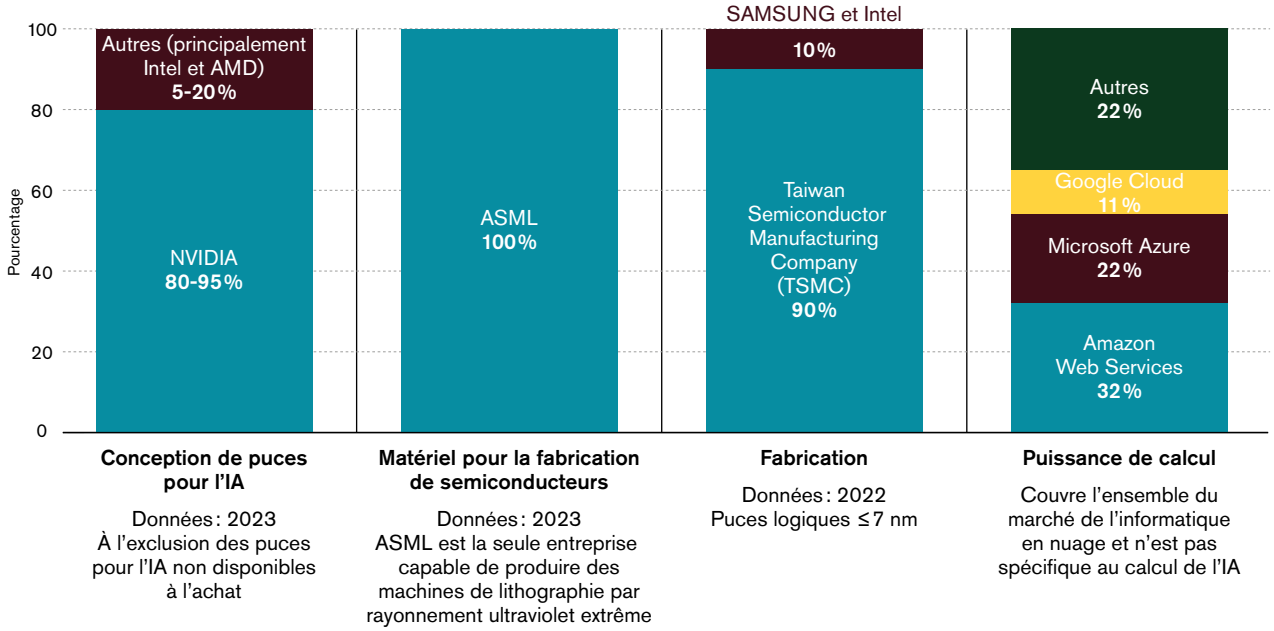
d'environnements de développement intégrés (IDE), de bibliothèques d'apprentissage automatique et de plates-formes d'IA qui simplifient la mise en œuvre des algorithmes et des flux de travail de l'IA. On observe aussi une forte demande de logiciels de conception de semi-conducteurs spécialement développés pour l'IA.

Bon nombre de ces biens et services sont souvent fournis par un petit nombre d'économies. Le commerce international constitue donc un moyen important de favoriser le développement de l'IA dans le monde entier. La production de technologies de l'IA est fortement concentrée dans une chaîne d'approvisionnement intégrée à l'échelle mondiale. Comme le montre la figure 2.6, outre la concentration des modèles d'IA, diverses étapes de la production d'IA, y compris la conception et la fabrication des puces pour cette technologie, sont dominées par un petit nombre de fournisseurs ; pour certaines étapes critiques on compte moins de trois fournisseurs (Sastry *et al.*, 2024). Cette concentration augmente les risques pour la chaîne d'approvisionnement, y compris les vulnérabilités découlant des contrôles à l'exportation et des cybermenaces potentielles (Miller, 2022 ; Forum économique mondial, 2023).

En amont de la chaîne de valeur, le commerce lié à l'extraction et à la transformation des métaux et minéraux essentiels, ainsi qu'à l'énergie, est également susceptible de gagner en importance. Les puces d'IA avancées nécessitent des éléments comme le néodyme, le cérium et le praséodyme. La croissance de l'industrie des puces pour l'IA est indissociable de la production et de la fourniture de métaux des terres rares. À mesure que cette industrie évolue, il devient de plus en plus important de comprendre la dynamique de la production des terres rares. Ces métaux et minéraux sont concentrés sur le plan géographique ; la Chine (35,7 %), le Brésil (17 %) et la Russie (15,7 %) renferment les plus grandes réserves de terres rares découvertes à ce jour (BP, 2022). Comme ces ressources sont essentielles à la production de diverses technologies, la demande pour le commerce de ces produits devrait continuer d'augmenter. En outre, compte tenu de l'intégration toujours plus marquée de l'IA dans divers secteurs, la demande d'énergie pour alimenter ces systèmes devrait encore s'intensifier.

L'IA a considérablement augmenté la demande de données en remodelant fondamentalement le panorama de l'utilisation et du commerce de celles-ci. Les données jouent un double rôle dans la production des technologies d'IA car elles constituent à la fois des intrants et des produits. Vu que les systèmes d'IA reposent fortement sur des données, la demande d'ensembles de données diversifiées et de grande qualité s'est envolée et continuera de le faire. Les flux internationaux de données sont essentiels pour avoir des ensembles de données exacts, complets et représentatifs qui alimentent les systèmes d'IA (Aaronson, 2023).

Figure 2.6 : Concentration de la chaîne d'approvisionnement en puces pour l'IA



Source : Sastry *et al.* (2024).

iv) L'IA peut modifier les avantages comparatifs des économies

L'IA peut modifier les avantages comparatifs par son effet sur la productivité

L'IA devrait améliorer la productivité dans tous les secteurs de l'économie mondiale. Bien que l'incidence de l'IA sur la productivité soit plus marquée dans le secteur des services, on peut également s'attendre à une augmentation de la productivité dans d'autres secteurs économiques. Dans l'agriculture, les applications d'IA peuvent être employées pour prévoir les conditions météorologiques et optimiser la gestion des ressources. Dans le secteur manufacturier, les progrès de l'IA peuvent produire des gains d'efficacité considérables en automatisant et en optimisant les processus et tâches courants, en optimisant l'utilisation des équipements et de l'énergie et en améliorant la précision des prédictions et des prévisions (Forum économique mondial, 2022).

L'IA générative pourrait avoir une incidence considérable sur la productivité. Selon les estimations de McKinsey (2023), l'IA générative pourrait rapporter entre 2 600 à 4 400 milliards d'USD par an. Goldman Sachs (2023) estime quant à lui que l'adoption à grande échelle de l'IA générative pourrait accroître la productivité globale de la main-d'œuvre d'environ 1,5 % par an sur 10 ans, une impulsion similaire à celle qui a été observée avec les technologies transformatrices antérieures, telles que le moteur électrique et l'ordinateur personnel. Toutefois, une étude plus récente menée par Acemoglu (2024) prédit un accroissement quelque peu plus modéré de la productivité globale des facteurs, de l'ordre de 0,55 % à 0,71 % sur 10 ans.

L'utilisation généralisée de l'IA pourrait accroître considérablement la productivité, tant dans les économies développées que dans les économies en développement. Si le développement de l'IA restera probablement concentré dans quelques grandes économies, le coût de l'utilisation et de l'application de cette technologie dans des domaines spécifiques est relativement faible. Cela permettra aux économies en développement de tirer parti de l'IA pour accroître la productivité, améliorer l'efficacité, avoir un meilleur accès aux services publics et réduire les coûts. On peut citer, par exemple, les systèmes d'apprentissage basés sur l'IA qui permettent d'offrir un plan d'apprentissage personnalisé à un coût relativement faible (Muralidharan *et al.*, 2019), l'utilisation de GML et de logiciels de reconnaissance de la parole pour aider les agriculteurs analphabètes à présenter des demandes de prêts publics (Yee, 2023) et la mise en œuvre de l'IA pour améliorer la fourniture de soins de santé et les diagnostics en Afrique (Owoyemi *et al.*, 2020).

L'IA peut redéfinir l'avantage comparatif des économies en modifiant la dynamique de la production

L'IA peut non seulement accroître la productivité, mais aussi redéfinir la composition des intrants nécessaires à la production, en mettant davantage l'accent sur les dépenses d'équipement que sur le facteur travail. À mesure que les technologies de l'IA deviennent plus avancées et plus répandues, les entreprises devraient investir massivement dans les systèmes d'automatisation et systèmes intelligents fondés sur l'IA qui peuvent améliorer

la productivité, l'efficacité et les processus de prise de décisions. Ce changement pourrait entraîner une diminution de la dépendance à l'égard de la main-d'œuvre humaine, en particulier pour les tâches routinières et répétitives, et augmenter ainsi l'intensité de capital de la production.

Ce changement dans la dynamique de production pourrait remodeler la structure des échanges. L'adoption à grande échelle de l'IA pourrait réduire l'avantage comparatif des économies ayant une main-d'œuvre non qualifiée abondante mais n'ayant peut être pas la capacité d'utiliser l'IA de manière efficace. En revanche, les économies avancées qui bénéficient d'une plus forte intensité d'IA, grâce à des salaires et des capitaux plus élevés, pourraient obtenir des gains plus importants. Les capitaux mouvants à l'échelle internationale pourraient être attirés vers les économies avancées et entraîner ainsi une baisse provisoire du PIB dans les économies en développement (Alonso *et al.*, 2022).

Inversement, de nouvelles sources d'avantages comparatifs peuvent émerger de la main-d'œuvre qualifiée, de la connectivité numérique et de la réglementation. La capacité de tirer parti de l'IA pour le développement dépend essentiellement de l'état de préparation des économies à l'utilisation de la technologie, qui tient compte de facteurs tels que l'infrastructure numérique, le capital humain, l'innovation et la réglementation (Cazzaniga *et al.*, 2024). L'infrastructure numérique et le capital humain peuvent être considérés comme des éléments fondamentaux de l'état de préparation à l'IA, parce qu'ils sont des prérequis pour son adoption. L'innovation et la réglementation peuvent être considérées comme des éléments annexes susceptibles d'influer sur la capacité de développer l'IA et de maximiser son incidence économique.

Comme l'IA a une forte intensité énergétique et que de nombreuses entreprises cherchent à décarboner, les économies disposant de sources d'énergie renouvelable abondantes peuvent aussi avoir un avantage comparatif. Comme indiqué dans l'encadré 2.1, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime que la consommation d'électricité associée aux centres de données, aux cryptomonnaies et à l'IA représentait près de 2 % de la demande mondiale d'énergie en 2022, et que la demande d'énergie pour ces utilisations pourrait doubler d'ici à 2026 (AIE, 2024). Pour assurer la transition vers des émissions nettes nulles de gaz à effet de serre, les entreprises élaborent des stratégies pour s'appuyer sur les énergies renouvelables pour l'IA. Ainsi, les économies qui ont la capacité de produire de l'énergie renouvelable peuvent avoir un avantage comparatif pour l'hébergement des centres de données et de l'infrastructure de l'IA.

Le développement et le contrôle de la technologie de l'IA resteront probablement concentrés dans les grandes économies et entreprises

L'investissement initial important dans l'IA produit souvent des rendements d'échelle croissants. Le développement de l'IA dépend fondamentalement de la performance de l'infrastructure des TIC, des équipements spécialisés et des gros systèmes de stockage de données, qui exigent tous des investissements initiaux importants. À mesure que les modèles d'IA progressent et que leurs coûts de développement augmentent, les coûts initiaux du développement des modèles d'IA augmentent. Par exemple, l'entraînement de ChatGPT-3 aurait exigé plus de 4 millions d'USD, tandis que le développement de GPT-4 aurait exigé plus de 100 millions d'USD ; on estime en outre à 700 000 USD par jour les coûts informatiques liés au seul fonctionnement de ChatGPT. Les coûts exorbitants associés au développement de l'IA peuvent constituer des obstacles, empêchant les petits acteurs à pénétrer sur le marché et entraînant une concentration du marché.

Les grandes sociétés comptent souvent un grand nombre d'utilisateurs et, par conséquent, de vastes ensembles de données pour entraîner des algorithmes d'IA. Les utilisateurs étant plus nombreux à interagir avec des systèmes d'IA, ils génèrent davantage de données, ce qui améliore la performance et l'efficacité des algorithmes d'IA. Cette boucle de rétroaction positive renforce la valeur du système d'IA pour les utilisateurs existants, tout en attirant de nouveaux utilisateurs, qui contribuent ensuite à l'augmentation du nombre de données ; il se créé ainsi une boucle de rétroaction dans laquelle les acteurs dominants attirent davantage d'utilisateurs, génèrent davantage de données et perfectionnent leurs systèmes d'IA, ce qui leur permet de consolider leur position dominante sur le marché. Cette dynamique représente un obstacle important pour les nouveaux venus et les petites entreprises, qui ne disposent généralement pas des ressources nécessaires pour rassembler, gérer et sauvegarder d'aussi grands volumes de données. En conséquence, les petits concurrents ont de plus en plus de mal à développer des capacités d'IA d'une ampleur ou d'un niveau de sophistication comparables (OCDE, 2021 ; West, 2023). Cela peut donner lieu à un marché dominé par quelques grands acteurs (Lee, 2024).

Plusieurs études démontrent aussi que les mégadonnées et l'IA ont entraîné une concentration industrielle. Par exemple, Begenau, Farboodi et Veldkamp (2018) suggèrent que l'accès aux mégadonnées dans le secteur financier a réduit le coût du capital pour les grandes entreprises par rapport aux entreprises plus petites, ce qui a entraîné une accentuation des inégalités liées à la taille des entreprises. Firooz *et al.* (2022) fournissent des éléments de preuve indiquant que le développement de la technologie de l'automatisation a contribué à la domination d'entreprises superstar au cours des vingt dernières années. Ces constatations mettent en évidence l'influence des mégadonnées et de l'IA sur la dynamique du marché et la manière dont elles peuvent consolider le pouvoir des acteurs dominants dans divers secteurs.

v) Projection de l'incidence de l'IA sur le commerce

Le Modèle du commerce mondial de l'OMC a été utilisé pour projeter l'incidence potentielle de l'IA sur la structure du commerce international. Il s'agit d'un modèle d'équilibre général calculable (EGC) récursif qui permet d'effectuer des projections à long terme jusqu'en 2040. Sur la base des enseignements tirés de la littérature et des travaux empiriques de l'OMC, deux séries de chocs ont été introduites par rapport à un niveau de référence sans IA, à savoir une augmentation de la productivité du travail et des réductions des coûts du commerce. L'IA devrait avoir une incidence sur les coûts du commerce de trois manières principales : amélioration de la logistique, réduction des coûts de mise en conformité et réduction des barrières linguistiques. Il a été tenu compte de quatre scénarios qui différaient selon deux aspects : l'importance de l'incidence de l'IA sur la productivité (scénario optimiste ou prudent) et les possibilités de convergence entre les économies et les travailleurs ayant des compétences différentes (scénario de synergie ou de divergence). En les combinant, on obtient les quatre scénarios qui sont présentés dans le tableau 2.1. Des détails techniques concernant l'élaboration des scénarios sont donnés dans l'annexe 2 :

- Optimiste, synergie mondiale : forte augmentation de la productivité avec une adoption universelle de l'IA
- Optimiste, divergence technologique : forte augmentation de la productivité avec une adoption inégale de l'IA
- Prudent, synergie mondiale : faible augmentation de la productivité avec une adoption universelle de l'IA
- Prudent, divergence technologique : faible augmentation de la productivité avec une adoption inégale de l'IA

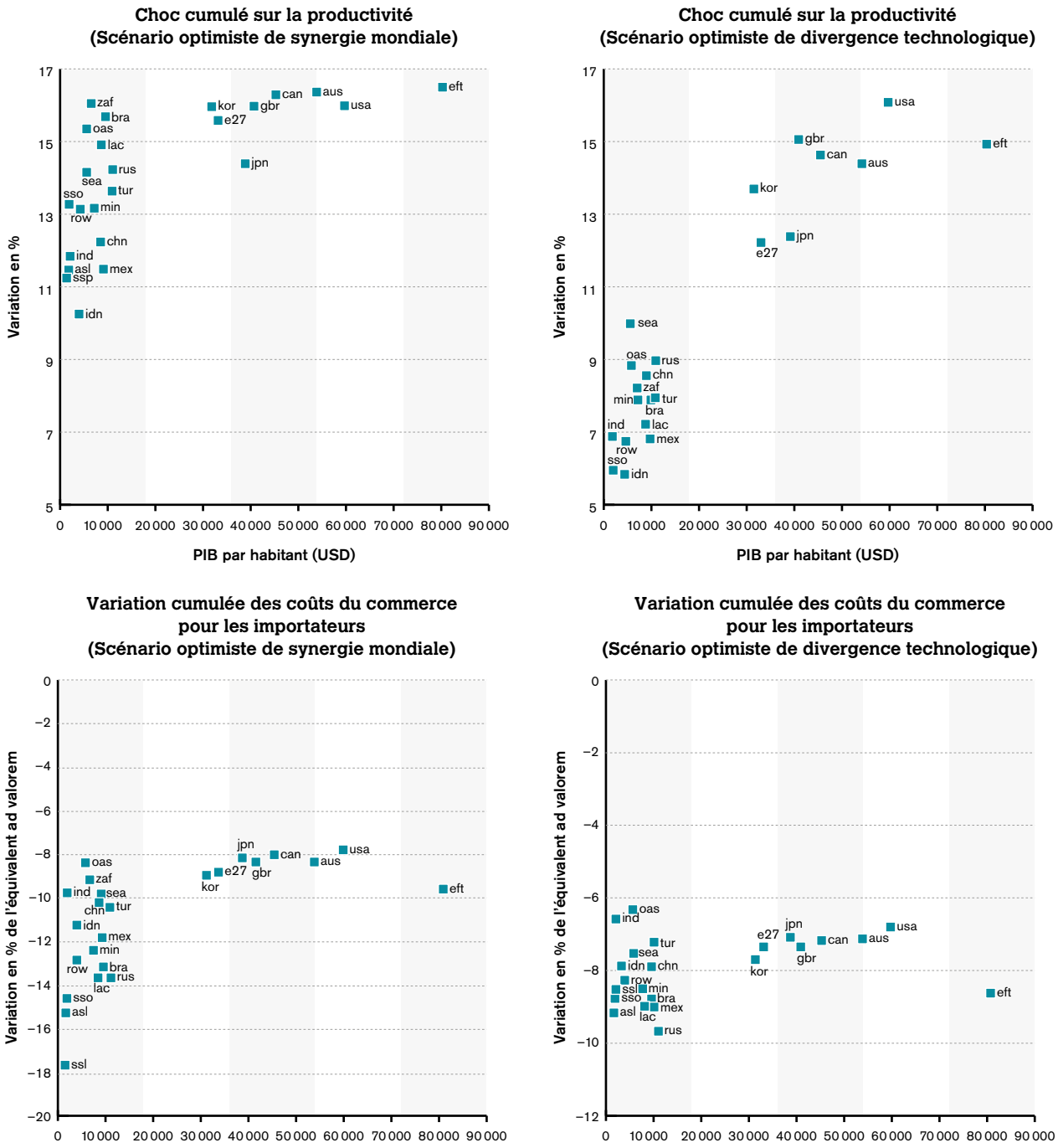
Si les économies à revenu élevé devraient enregistrer les gains de productivité les plus importants, les réductions des coûts du commerce peuvent favoriser les économies à faible revenu. Comme le montre le panneau supérieur de la figure 2.7, les augmentations de la productivité sont particulièrement importantes dans les économies à revenu plus élevé, en raison de leur meilleur état de préparation à l'IA et de leur spécialisation dans les secteurs à forte intensité d'IA. Le panneau inférieur souligne que les réductions des coûts du commerce peuvent avoir une corrélation négative avec le niveau de revenu actuel. Cela est particulièrement marqué dans le scénario d'une synergie mondiale, ce qui montre que les économies à faible revenu sont plus susceptibles de voir une réduction des coûts du commerce.

Tableau 2.1 : Résumé des scénarios

	Synergie mondiale	Divergence technologique
Scénario optimiste	Forte augmentation moyenne de la productivité mondiale, selon les estimations de Goldman Sachs (2023).	Forte augmentation moyenne de la productivité mondiale, selon les estimations de Goldman Sachs (2023).
	Augmentation uniforme de la productivité dans toutes les économies.	L'augmentation de la productivité diffère selon les régions, en fonction de l'état de préparation à l'IA.
	Les travailleurs moyennement qualifiés augmentent leur productivité plus que les travailleurs hautement qualifiés.	Les travailleurs hautement qualifiés augmentent leur productivité plus que les travailleurs moyennement qualifiés.
	Toutes les régions bénéficient de manière égale de réductions des coûts du commerce grâce à l'IA.	Les réductions des coûts du commerce tiennent compte des différences au niveau de l'état de préparation à l'IA des régions.
Scénario prudent	Faible augmentation moyenne de la productivité mondiale, d'après Acemoglu (2024).	Faible augmentation moyenne de la productivité mondiale, d'après Acemoglu (2024).
	Augmentation uniforme de la productivité dans toutes les économies.	L'augmentation de la productivité diffère selon les régions, en fonction de l'état de préparation à l'IA.
	Les travailleurs moyennement qualifiés augmentent leur productivité plus que les travailleurs hautement qualifiés.	Les travailleurs hautement qualifiés augmentent leur productivité plus que les travailleurs moyennement qualifiés.
	Toutes les régions bénéficient de manière égale de réductions des coûts du commerce grâce à l'IA.	Les réductions des coûts du commerce tiennent compte des différences au niveau de l'état de préparation à l'IA des régions.

Source : OMC.

Figure 2.7 : Réductions cumulées des coûts du commerce (par importateur) et améliorations de la productivité (%) dans les scénarios d'une synergie mondiale et d'une divergence technologique



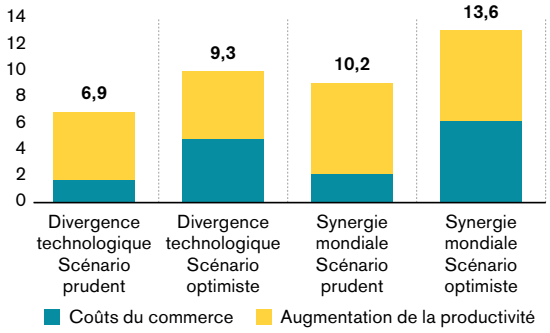
Source : Les résultats de la simulation sont fondés sur le Modèle du commerce mondial de l'OMC.

Note : La figure montre la relation entre le PIB par habitant en 2017 et la réduction cumulative projetée des coûts du commerce en tant qu'équivalents *ad valorem* au cours de la période 2018-2040 et l'augmentation de la productivité au cours de la période 2027-2040 selon les scénarios optimistes de synergie mondiale et de divergence technologique. Chaque marqueur représente une région. Voir le tableau A.1 de l'annexe 2 pour la liste des abréviations des noms de régions.

La croissance du commerce devrait être la plus forte dans le scénario optimiste de synergie mondiale, qui prévoit une croissance du commerce réelle de près de 14 points de pourcentage d'ici à 2040. La figure 2.8 illustre l'incidence de l'IA sur le commerce mondial en comparant les taux de croissance cumulés du commerce avec et sans IA pendant cette période. La croissance du commerce mondial devrait être la plus forte dans le scénario optimiste de synergie mondiale. En outre, la croissance de la productivité et les réductions des coûts du commerce contribuent de manière égale à la croissance du commerce dans les scénarios optimistes ; dans les scénarios prudents, en revanche, les accroissements de la productivité projetés sont plus faibles et les réductions des coûts du commerce jouent un rôle plus important dans la croissance du commerce. L'IA devrait aussi accroître le PIB mondial réel de 11 points de pourcentage jusqu'en 2040 (voir l'annexe 2 pour plus de détails).

L'incidence de l'IA sur le commerce mondial varie considérablement d'une économie à l'autre et d'un secteur à l'autre. La figure 2.9 illustre les changements projetés induits par l'IA pour le commerce des quatre groupes de revenu : les économies à faible revenu, les économies à revenu intermédiaire de la tranche inférieure, les économies à revenu intermédiaire de la tranche supérieure

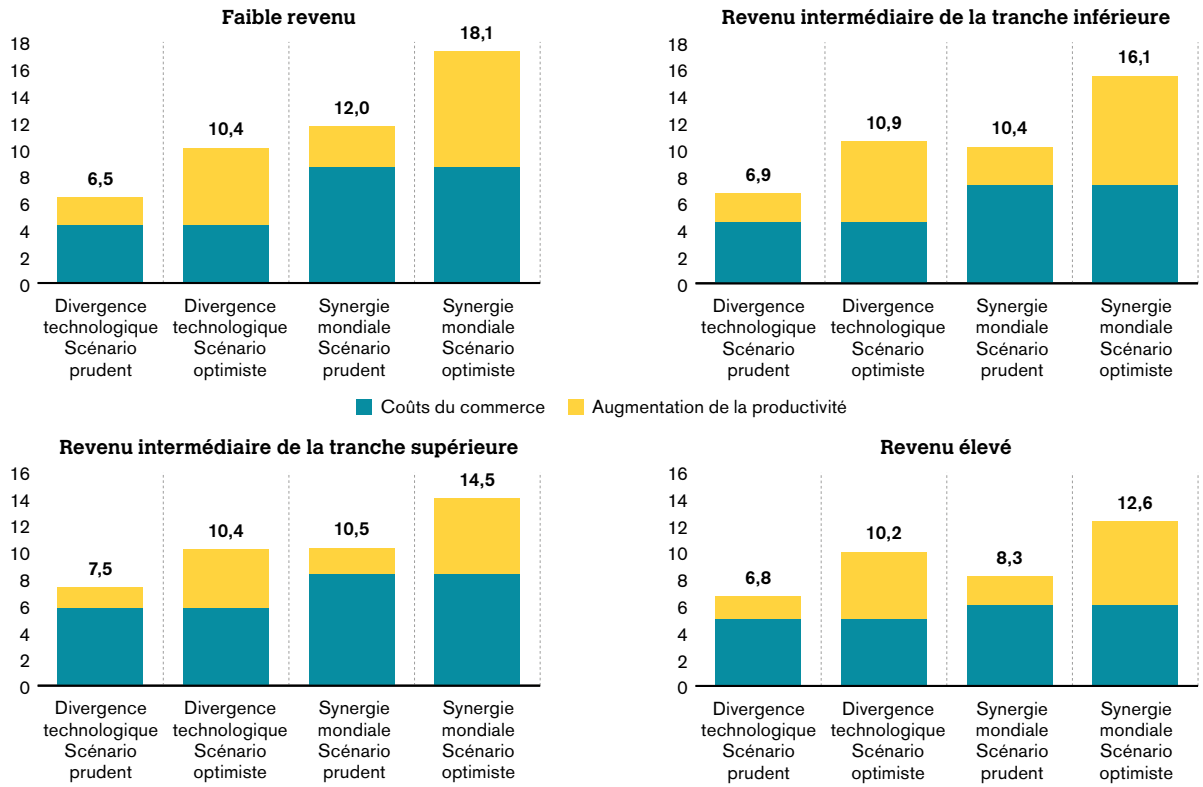
Figure 2.8 : Taux de croissance cumulé du commerce mondial réel (2023-2040)
(Écart par rapport au niveau de référence, points de pourcentage)



Source : Les résultats de la simulation sont fondés sur le Modèle du commerce mondial de l'OMC.

Note : Cette figure montre l'incidence des chocs politiques sur la croissance cumulée projetée du commerce mondial réel (en points de pourcentage) au cours de la période 2023-2040 dans les quatre scénarios stratégiques. Les valeurs représentent les écarts par rapport au scénario de référence. Les valeurs figurant au-dessus des lignes indiquent l'effet total.

Figure 2.9 : Taux de croissance cumulé des exportations régionales réelles (2023-2040)
(Écart par rapport au niveau de référence, points de pourcentage)



Source : Les résultats de la simulation sont fondés sur le Modèle du commerce mondial de l'OMC.

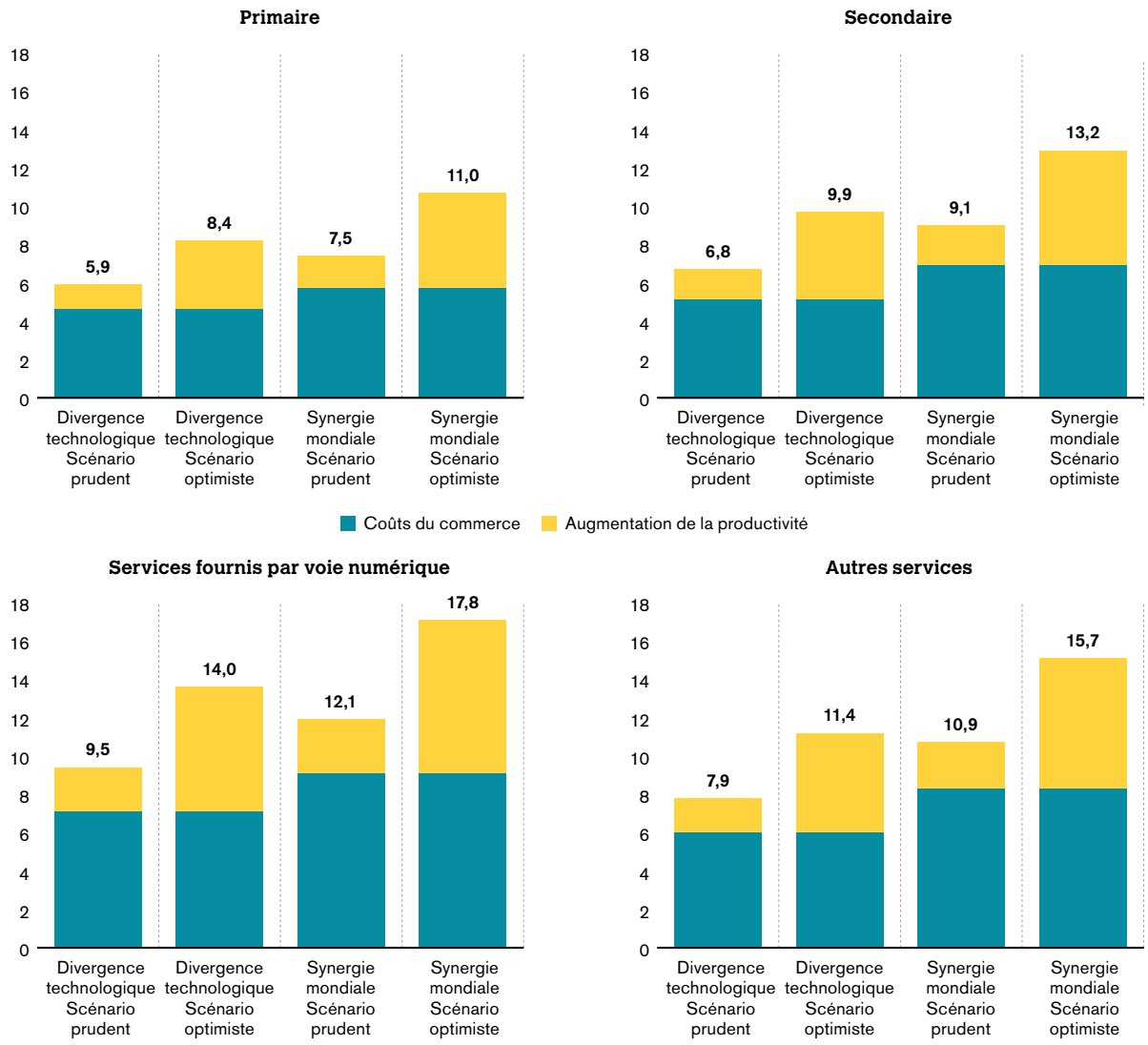
Note : Cette figure montre l'incidence de l'IA sur le taux de croissance cumulé projeté des exportations régionales réelles (en pourcentage) entre 2023 et 2040 dans quatre scénarios stratégiques. Les valeurs au-dessus des lignes indiquent l'effet total, par rapport au scénario de référence.

et les économies à revenu élevé. Les résultats montrent que, dans le scénario d'une synergie mondiale, les économies à faible revenu connaissent une croissance du commerce bien plus élevée que dans le scénario d'une divergence technologique, tandis que la croissance du commerce dans les économies à revenu élevé reste relativement stable entre les scénarios.

Les services fournis par voie numérique devraient connaître la plus forte croissance commerciale, mais d'autres secteurs tireront aussi des bénéfices. La figure 2.10 compare la croissance projetée du commerce dans quatre secteurs agrégés : primaire (agriculture et industries extractives), secondaire (secteur manufacturier), tertiaire numérique (services fournis par voie numérique) et tertiaire autres (autres services). L'IA devrait profiter le plus aux services fournis par voie numérique ; les produits agricoles, quant à eux, devraient enregistrer la plus faible augmentation des exportations. Les services fournis par voie numérique devraient enregistrer les plus fortes augmentations, avec une croissance cumulée de près de 18 points de pourcentage dans le scénario optimiste de synergie mondiale.

L'incidence attendue de l'IA sur la croissance du commerce réel diffère au sein des secteurs. Comme le montre la figure 2.11, dans le scénario optimiste de synergie

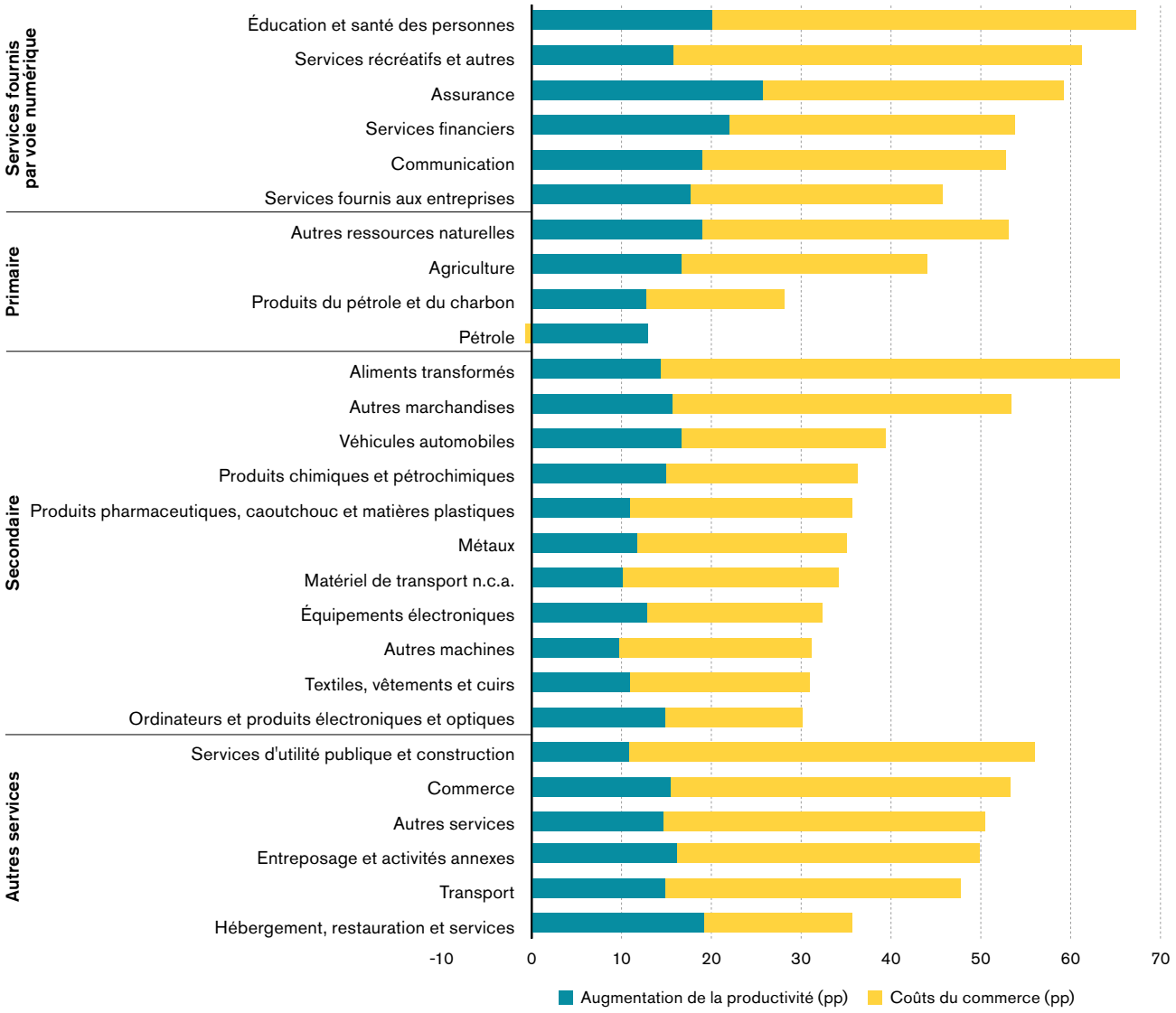
Figure 2.10 : Taux de croissance cumulé des exportations réelles des secteurs (2023-2040)
(Écart par rapport au niveau de référence, en points de pourcentage)



Source : Les résultats de la simulation sont fondés sur le Modèle du commerce mondial de l'OMC.

Note : Cette figure montre l'incidence de l'IA sur le taux de croissance cumulé projeté des exportations réelles des secteurs (en pourcentage) au cours de la période 2023-2040 dans 4 scénarios stratégiques. Les barres jaunes et bleues représentent respectivement les effets de la réduction des coûts du commerce et de l'augmentation de la productivité, et les valeurs inscrites au-dessus des barres indiquent l'effet total, par rapport au scénario de référence.

Figure 2.11 : Croissance cumulée des échanges réels (2023-2040) dans le scénario optimiste de synergie mondiale (par rapport au niveau de référence, en points de pourcentage)



Source : Les résultats de la simulation sont fondés sur le Modèle du commerce mondial de l'OMC.

Note : Cette figure montre l'incidence de l'IA sur le taux de croissance cumulé projeté des exportations réelles des secteurs (en pourcentage) au cours de la période 2023-2040 dans le scénario optimiste de synergie mondiale, par rapport au scénario de référence. Les barres jaunes et bleues représentent respectivement les effets de la réduction des coûts du commerce et de l'augmentation de la productivité ; « n.c.a. » signifie « non classé ailleurs ». « pp » signifie « points de pourcentage ».

mondiale, les services fournis par voie numérique, comme l'éducation, les soins de santé, les services financiers et de loisirs, ainsi que les secteurs manufacturiers tels que celui des produits alimentaires transformés, devraient connaître une croissance importante des échanges, en grande partie grâce à la réduction des coûts du commerce. En revanche, les secteurs liés à l'extraction de ressources naturelles (pétrole brut et raffiné, par exemple) et les secteurs manufacturiers tels que ceux des textiles, des ordinateurs et des produits électroniques et optiques devraient connaître une croissance limitée avec l'IA.

Les différentes projections commerciales obtenues en fonction des scénarios montrent le rôle essentiel que joue la politique en tirant parti de l'IA pour le commerce. Une différence fondamentale entre le scénario de la synergie mondiale et celui de la divergence technologique est la capacité des économies en développement à adopter l'IA. Les économies en développement qui améliorent leur état de préparation à l'IA, en développant leur infrastructure numérique, en renforçant les compétences et en stimulant l'innovation et les capacités réglementaires, peuvent accroître considérablement leur capacité à tirer parti efficacement de l'IA. En outre, faire en sorte que l'innovation dans le domaine de l'IA favorise la productivité des travailleurs moyennement qualifiés pourrait aider les économies à faible revenu à combler les écarts en matière de commerce et de revenus.

Bien que les projections soient instructives, il importe de prendre note de quelques réserves. Premièrement, l'adoption de l'IA nécessite des investissements dans l'infrastructure numérique, ce qui pourrait affecter la structure des échanges par l'exportation de biens et de services intermédiaires comme les semi-conducteurs et les télécommunications. Or cette incidence n'est pas prise en compte dans les projections. Deuxièmement, le scénario dans lequel la productivité augmente davantage pour les travailleurs moyennement qualifiés que pour les travailleurs hautement qualifiés s'inspire des arguments avancés par des universitaires tels que David Autor et Richard Baldwin, qui suggèrent que l'IA pourrait contribuer à reconstituer la classe moyenne (Autor, 2024 ; Baldwin, 2024). Dans l'idéal, ces arguments devraient être étayés par une analyse quantitative. Troisièmement, l'IA pourrait conduire au remplacement de la main-d'œuvre par des capitaux et des actifs incorporels. Bien que cet effet n'ait pas été pris en compte dans le modèle, il devrait principalement avoir une incidence sur les salaires et non sur les projections commerciales. Enfin, le modèle part de l'hypothèse que l'IA n'entraînera pas l'apparition ou la disparition de produits ou de tâches. Or l'IA pourrait entraîner des changements structurels dans l'économie, créer de nouveaux biens et services ou rendre certains d'entre eux obsolètes.

Notes

1 Voir https://www.iso.org/standard/74296.html, section 3.1.4. Les définitions utilisées dans le présent rapport sont sans préjudice des vues des Membres de l'OMC.

2 Toutefois, comme les nanomatériaux peuvent aussi poser des problèmes sanitaires et environnementaux (par exemple, en ce qui concerne la fin de vie des produits qui en contiennent), il convient de souligner l'importance du rôle particulier que jouent les réglementations et les politiques pour faire en sorte que ces risques soient pris en compte.

3 On peut citer, par exemple, la décarbonation des secteurs à forte intensité de carbone, comme l'agriculture, grâce à l'optimisation des méthodes de production qui réduisent les émissions de méthane et d'oxydes d'azote, ainsi que la facilitation de la production de nouveaux types de matériaux et produits durables, tels que les biocarburants avancés à base d'algues, les tissus synthétiques comme la « micro-soie », et les matériaux d'emballage durables fabriqués à partir de matières biologiques (Webb and Hessel, 2022).

4 La question de l'utilisation de l'IA à des fins militaires dépasse le champ d'application du présent rapport. Toutefois, il y a récemment eu plusieurs discussions, initiatives et propositions nationales et internationales sur cette question. Voir, par exemple, la proposition de Résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies sur les « Systèmes d'armes létaux autonomes » (A/C.1/78/L.56, 12 octobre 2023) et la « Political Declaration on Responsible Military Use of Artificial Intelligence and Autonomy » des États-Unis (9 novembre 2023). De plus amples renseignements sur les systèmes d'armes létaux autonomes sont disponibles à l'adresse suivante: https://disarmament.unoda.org/the-convention-on-certain-conventional-weapons/background-on-laws-in-the-ccw/.

5 Voir https://www.intel.com/content/www/us/en/homepage.html.

6 Voir https://www.ibm.com/topics/explainable-ai.

7 Voir https://gatehousemaritime.com/solutions/software-solutions/real-time-vessel-tracking/.

8 Voir https://www.wcoomd.org/fr/topics/nomenclature/overview/what-is-the-harmonized-system.aspx.

9 Voir le Rapport du modérateur sur la séance thématique de novembre 2023 consacrée à l'utilisation des technologies et outils numériques dans les bonnes pratiques réglementaires, présenté au Comité des obstacles techniques au commerce de l'OMC (https://www.wto.org/french/tratop_f/tbt_f/tbt_0711202310_f/tbt_0711202310_f.htm).

10 Renseignements résumés provenant des exposés présentés lors de la séance thématique sur les outils numériques organisée par le Comité des mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS) de l'OMC le 25 juin 2024 (https://www.wto.org/french/tratop_f/sps_f/sps_2506202410_f/sps_2506202410_f.htm).