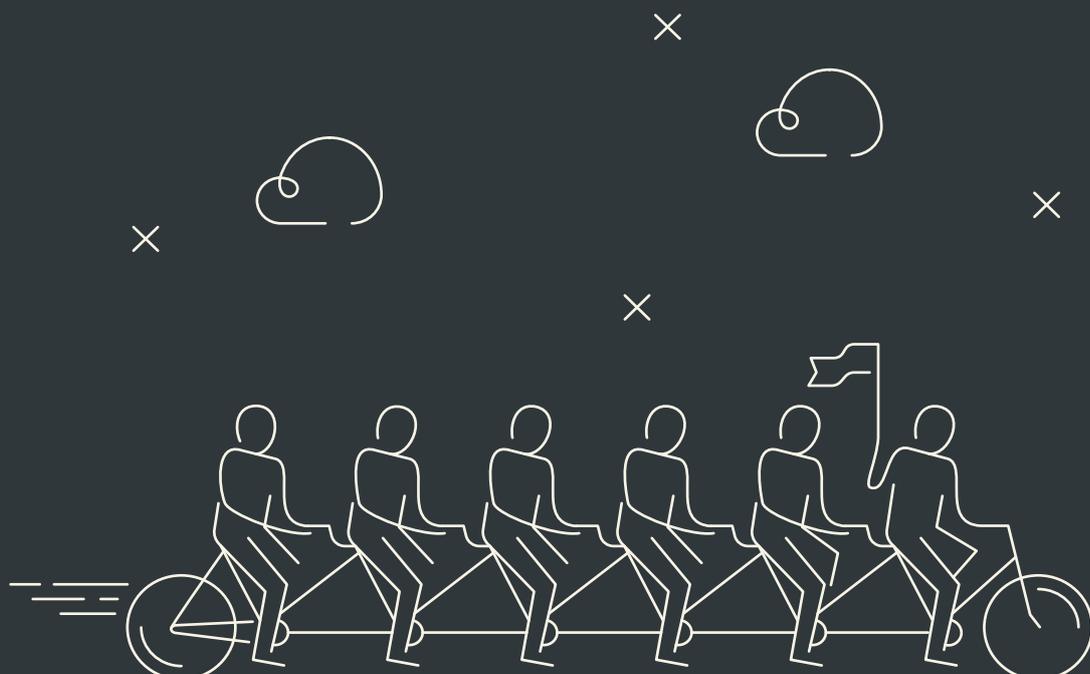


LE CLOUD ET LE NUMÉRIQUE EN FRANCE

Impacts économiques de l'investissement Cloud
de Google

Une étude d'Implement Consulting Group commissionnée par Google | Juin 2022





À PROPOS D'IMPLEMENT CONSULTING GROUP

Implement Economics est l'unité d'experts en économie du cabinet Implement Consulting Group.

L'équipe conseille les décideurs tant d'affaire que gouvernementaux. Ses membres fournissent des conseils sur la digitalisation, la réglementation et le commerce international, et ont mené une série d'études d'impact pour la Commission européenne et des gouvernements d'Europe, d'Asie et des Amériques.

L'équipe applique des modèles économiques, l'analyse des données et l'économétrie pour aider à résoudre les problèmes pertinents.

Située à Copenhague, le cabinet a des bureaux à Aarhus, Stockholm, Malmö, Göteborg, Oslo, Zurich, Munich, Hambourg et Raleigh, et emploie 1 000 consultants qui travaillent pour des clients d'envergure internationale dans le cadre de projets à travers le monde.

AUTEURS

Martin H. Thelle
Bodil Emilie Hovmand
Eva Rytter Sunesen
Pernille Noer

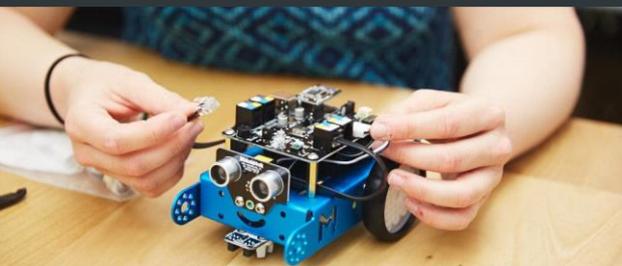
SOMMAIRE

05 Synthèse

- Principales conclusions
- Accélérer la croissance grâce au cloud
- La France cherche à accélérer l'adoption du cloud
- Méthodologies appliquées

09 Introduction

- Le cloud est essentiel à la transformation numérique
- Le cloud nécessite une infrastructure technique
- La migration vers le cloud profite aux utilisateurs



12 Productivité

Les impacts économiques

- L'adoption du cloud améliore la productivité
- Davantage de gains de productivité pour l'industrie et les PME
- Les investissements dans l'infrastructure cloud permettent de libérer le potentiel des entreprises
- Une productivité supérieure offre prospérité et bien-être



17 Personnes

Les impacts sociaux

- L'adoption du cloud: Des emplois pour l'avenir
- Des compétences informatiques sont nécessaires pour alléger les contraintes en matière de croissance



20 Planète

Les impacts environnementaux

- Google cloud: Une forte efficacité énergétique
- Google cloud aide les clients à bâtir un avenir plus durable

23 Annexe

- Liens entre adoption du cloud et productivité
- Plusieurs impacts positifs ne sont pas analysés
- Données et hypothèses de modélisation pour l'évaluation des investissements en infrastructure
- Investissements dans une infrastructure technique cloud au service des emplois
- Notes de fin
- Bibliographie

ACRONYMES

IA	Intelligence artificielle
TCAC	Taux de croissance annuel composé
CRM	Gestion de la relation client
DESI	Indice de l'économie et de la société numériques
BCE	Banque centrale européenne
ERP	Progiciels de gestion intégrés
PIB	Produit Intérieur Brut
IDH	Indice de développement humain
FMI	Fonds monétaire international
TIC	Technologies de l'information et des communications
PME	Petites et moyennes entreprises
PMF	Productivité multifacteur
ML	Machine learning
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PUE	Efficacité énergétique
Tbit/s	Térabits par seconde

Clause de non-responsabilité

Ce rapport (le "Rapport") a été préparé par l'équipe d'Implement Consulting Group ("Implement"). Le présent rapport a pour objectif d'évaluer l'impact économique des investissements dans l'infrastructure cloud de Google LLC ("l'entreprise") en France. Toutes les informations de ce rapport sont dérivées ou estimées à partir de l'analyse d'Implement à l'aide d'informations propriétaires et publiques. L'entreprise n'a pas fourni de données supplémentaires et ne cautionne pas les estimations fournies dans le rapport. Lorsque des informations proviennent de sources tierces et d'études propriétaires, ce point est clairement mentionné dans les notes de bas de page. Le rapport est basé sur les travaux réalisés d'août 2021 à mai 2022. L'analyse menée par Implement se base sur les données fournies par l'entreprise, en plus de l'étude de marché principale et des données accessibles au public. Pour préparer le Rapport, Implement s'est appuyée sur l'exactitude des informations mises à disposition par l'entreprise, sans validation indépendante. Implement ne fournit aucune déclaration ni garantie quant à l'exactitude, la précision ou l'exhaustivité du contenu du Rapport, ni à la suffisance et/ou l'adéquation de celui-ci aux besoins de l'Entreprise ou du lecteur, et n'assume aucune responsabilité envers l'Entreprise, le lecteur ou toute autre entité juridique en cas de perte ou de dommage résultant de l'utilisation d'une partie des informations dans le Rapport. Les informations contenues dans ce document sont susceptibles d'être modifiées, complétées ou rectifiées sans préavis. En fournissant le Rapport, Implement n'a aucune obligation d'autoriser l'Entreprise à accéder à des informations supplémentaires. L'Entreprise ne cautionne aucune estimation fournie dans le rapport. Lorsque des informations proviennent de sources tierces et d'études propriétaires, ce point est clairement mentionné dans les notes de bas de page.

PRINCIPALES CONCLUSIONS

En France, Google Cloud peut renforcer l'agenda numérique du gouvernement, améliorer la productivité, générer des emplois à salaires élevés et développer les compétences informatiques des salariés français. Google fournit des services cloud via des centres de données neutres en carbone, et s'engage à partager ses connaissances et à développer des outils pouvant aider les entreprises françaises à innover et à réduire leur empreinte carbone.



PRODUCTIVITÉ

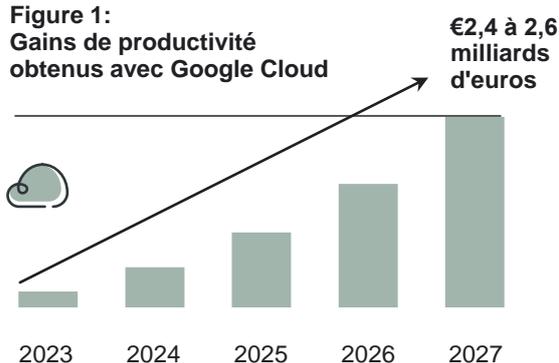
En France, le cloud computing peut favoriser la croissance économique...

D'ici 2027, l'adoption de Google Cloud peut contribuer à hauteur de:

€2,4 à 2,6
MILLIARDS DE PIB

Aider les entreprises françaises à passer au numérique et à améliorer leur productivité favorise la croissance à long terme en France.

Figure 1:
Gains de productivité
obtenus avec Google Cloud



PLANÈTE



... et contribuer à la transition bas carbone

La France a pour ambition d'atteindre zéro émission nette de carbone d'ici 2050. Les centres de données hautement efficaces et les solutions d'IA innovantes de Google peuvent aider les entreprises françaises à réduire leur empreinte carbone.

Google

Les centres de données Google sont plus économes **33%** en énergie que la moyenne du secteur.

Moyenne du secteur

... créer des emplois et développer les personnes ...

PERSONNES

D'ici 2027, Google peut contribuer à générer et maintenir:

13,000-14,000
EMPLOIS PAR AN

Pour exploiter pleinement le potentiel de la numérisation, le développement des compétences informatiques est essentiel.



Google a aidé 650 000 citoyens français à améliorer leurs compétences informatiques, dont 49 % de femmes.

ACCÉLÉRER LA CROISSANCE GRÂCE AU CLOUD

Google propose déjà ses produits et services aux clients cloud en France. En 2022, Google étendra sa région cloud en France afin d'accompagner davantage les entreprises françaises dans leur transformation numérique. Les investissements de Google dans la nouvelle infrastructure et l'emploi de travailleurs hautement qualifiés, tels que des ingénieurs et des commerciaux, auront un impact positif sur l'écosystème cloud en France.

Le cloud est essentiel pour la transformation numérique et la compétitivité en France

La transformation numérique et la compétitivité sont des éléments clés du plan "France Relance" de reconstruction et de résilience économique de 2020.¹ La transformation numérique est essentielle pour stimuler le développement économique local, accroître la résilience, améliorer la productivité et augmenter le niveau de vie.²

Les services cloud font partie intégrante de la transition numérique en cours, et les revenus du marché mondial du cloud ont approché 300 milliards d'euros en 2022.³ Plus de la moitié des dépenses informatiques d'entreprise dans des segments de marché clés seront passées au cloud d'ici 2025.⁴ Le cloud permet de rendre disponibles les ressources de calcul évolutives à la demande, en changeant fondamentalement l'économie des usages informatiques, d'un modèle propriétaire avec des coûts fixes élevés à un modèle externalisé avec des coûts très variables.

La pandémie de COVID-19 a révélé que les économies et les entreprises doivent être résilientes et s'adapter à de nouvelles façons de travailler.⁵ Le cloud computing constitue un levier essentiel de cette adaptation en France et permettra d'accélérer la transition vers la numérisation. Google collabore déjà avec des entreprises comme Sanofi, Carrefour et Airbus pour leur fournir des outils numériques afin d'accélérer l'innovation et de répondre à des problématiques comme la COVID-19.⁶

Dans ce rapport, Implement Economics évalue l'impact économique de Google Cloud en France. L'évaluation de l'impact met l'accent sur les gains de productivité et la création d'emplois générés par l'adoption accélérée des services cloud comme Google Cloud par les entreprises françaises.



"L'amélioration des conditions de création et de développement de nouvelles entreprises technologiques accroît leur potentiel de création d'emplois, tout en favorisant indirectement la croissance et la création d'emplois à l'échelle nationale grâce à une productivité plus élevée, des prix inférieurs, et une plus grande variété de produits" – OCDE¹⁰

L'adoption du cloud permet aux entreprises françaises de standardiser et d'automatiser leurs processus. Ainsi, les sociétés peuvent:

- Effectuer un passage à l'échelle à la hausse ou à la baisse de leur technologie informatique en fonction des besoins de l'entreprise.
- Accéder à des technologies d'intelligence artificielle et de machine learning pour développer des insights sur le marché et les clients.
- Proposer des solutions numériques qui améliorent les stratégies de la chaîne d'approvisionnement.
- Améliorer le service client et déployer rapidement des solutions destinées aux clients.
- Réduire les coûts informatiques de 30 à 40 %.⁷
- Libérer des ressources humaines et financières pour innover et développer l'activité de manière durable.

Implement Economics a appliqué les résultats d'une récente étude de l'OCDE⁸ pour estimer l'impact économique de l'accélération de l'adoption du cloud en France. D'après les études réalisées, l'adoption de Google Cloud en France peut générer et maintenir environ 13 000 à 14 000 emplois par an et contribuer au PIB français à hauteur de 2,4 à 2,6 milliards d'euros d'ici 2027. Cela inclut les impacts sur la productivité dans les secteurs de l'industrie, des services et de l'administration. Par ailleurs, les impacts direct, indirect et induit des investissements de Google dans l'infrastructure technique du cloud devraient concerner environ 4 600 emplois, et contribuer à hauteur d'environ 490 millions d'euros au PIB français d'ici 2027. L'analyse révèle également que les impacts positifs du cloud sont particulièrement marqués pour les PME et l'industrie.

Pour illustrer le potentiel pour la France, Implement Economics estime que les gains de productivité dans le secteur manufacturier en France pourraient s'élever à environ 5 à 6 milliards d'euros par an si le secteur industriel français atteint le taux d'adoption moyen du cloud dans l'UE.⁹ Cela pourrait conduire à un large éventail d'effets positifs dans le reste de l'économie.

Dans l'ensemble, l'adoption accélérée du cloud permettra à la France de passer au numérique, d'augmenter sa productivité et sa croissance, et de créer des emplois très qualifiés en France.

LA FRANCE CHERCHE À ACCÉLÉRER L'ADOPTION DU CLOUD

Le plan France Relance 2030 a trois objectifs : 1) la neutralité carbone d'ici 2050, 2) la compétitivité en investissant dans les futures technologies et 3) la cohésion et la réduction des inégalités grâce au développement de la main d'œuvre, à la formation et à l'enseignement dans le domaine des technologies numériques et de l'innovation.

Conformément au plan France Relance, le gouvernement français a déclaré son soutien à l'adoption du cloud. En novembre 2021, le secrétaire d'État français chargé de la transition numérique et des communications électroniques, Cédric O, a annoncé qu'une stratégie d'accélération du cloud était en cours de déploiement en tant que pilier de croissance, et pour relever les défis socio-économiques.¹¹ Le cloud computing fait également partie intégrante du prochain programme d'investissement de la France.¹²

Implement Economics constate que les services cloud de Google en France peuvent contribuer à accroître la productivité à long terme, à améliorer la compétitivité des entreprises françaises et à soutenir de nouveaux emplois hautement qualifiés en France.

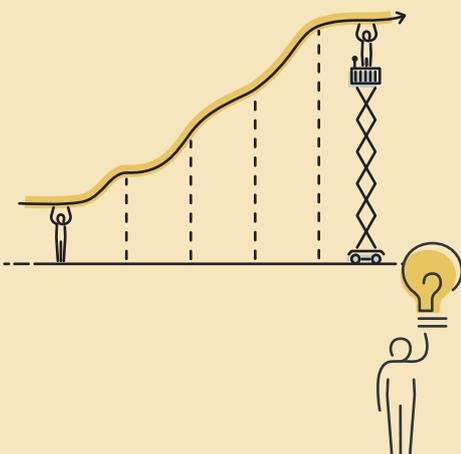
De plus, nous constatons que les investissements dans le cloud français de Google sont conformes aux priorités globales du gouvernement français, c'est-à-dire 1) réduire l'empreinte carbone grâce à la technologie 2) améliorer la compétitivité grâce à l'adoption du cloud pour favoriser l'innovation 3) permettre aux employés de gagner en compétences.

Ce rapport analyse les impacts économiques d'un taux d'adoption du cloud plus soutenu sur la productivité, les personnes et la planète en France, sur la base de deux canaux: les gains de productivité et les emplois. Dans le premier canal, nous estimons les gains de productivité que les entreprises françaises peuvent obtenir en migrant vers le cloud. Dans le second canal, nous estimons l'impact des investissements dans l'infrastructure cloud de Google sur le PIB, les emplois, les revenus et le renforcement des compétences dans des secteurs comme l'ingénierie, les ventes et les services.

CANAL 1

13.000-14.000 EMPLOIS

€2,4-2,6 MILLIARDS DE PIB



Impact de l'adoption du cloud sur la productivité (canal 1)

Aider les entreprises françaises à passer au numérique et à améliorer leur productivité est essentiel pour assurer la croissance à long terme en France. De plus en plus d'entreprises françaises passent au numérique et adoptent des services cloud, y compris Google Cloud, pour améliorer leur productivité et leur efficacité opérationnelle. Implement Economics estime que les gains de productivité générés par l'adoption des services cloud de Google contribueront de 2,4 à 2,6 milliards d'euros au PIB de la France d'ici 2027. Ces gains de productivité amélioreront la compétitivité en termes de soutien à la recherche, à l'innovation et à l'entrepreneuriat.

Offrir des emplois adaptés à l'avenir

La croissance de la numérisation crée de nouveaux emplois qui nécessitent du personnel hautement qualifié, et redéfinit l'avenir du travail en France. En raison de cette dynamique du marché du travail, l'impact sur les gains de productivité est incertain. Implement Economics estime que les gains de productivité obtenus par les entreprises françaises en adoptant les services cloud de Google permettraient de générer et maintenir entre 13 000 et 14 000 emplois à salaires élevés par an d'ici 2027. Ces nouveaux emplois peuvent aider à atténuer les changements qui s'opèrent sur le marché du travail français.

CANAL 2

4.600 EMPLOIS

€0,49 MILLIARDS DE PIB



Impact des investissements dans l'infrastructure cloud (canal 2)

Par ailleurs, Implement Economics estime que les investissements de Google dans l'infrastructure cloud peuvent soutenir 4 600 emplois et contribuer à hauteur de 490 millions d'euros au PIB français d'ici 2027.

MÉTHODOLOGIES APPLIQUÉES

Ce rapport analyse les impacts économiques de l'investissement de Google dans le cloud sur trois dimensions:

- **Productivité** - impacts économiques
- **Personnes** - impacts sociaux
- **Planète** - impacts environnementaux

Implement Economics utilise un modèle à deux canaux pour évaluer les impacts économiques de Google Cloud sur l'économie française en termes de productivité et de personnes:



1

IMPACT DE L'ADOPTION DU CLOUD SUR LA PRODUCTIVITÉ (CANAL 1)



Le canal 1 mesure l'impact de l'adoption du cloud sur la productivité, que nous appelons l'impact catalytique. Les entreprises qui migrent d'anciens centres de données sur site vers le cloud gagnent en productivité en suivant des processus de travail plus innovants et en améliorant leur efficacité opérationnelle. Implement Economics a appliqué les résultats d'une récente étude de l'OCDE¹³: les entreprises constatent une croissance de leur productivité supérieure après avoir adopté les services cloud. Notre étude complète de la littérature de recherche a montré que l'adoption du cloud a également des répercussions positives sur les performances globales des entreprises, y compris la survie des entreprises, la croissance de l'emploi et l'augmentation des ventes.^{14&15}

2

IMPACTS DES INVESTISSEMENTS DANS L'INFRASTRUCTURE CLOUD (CANAL 2)



Le canal 2 mesure les impacts directs, indirects et induits de Google Cloud sur les emplois, ainsi que la contribution au PIB des investissements de Google dans l'infrastructure.¹⁶ Cette méthodologie est basée sur la modélisation des entrées-sorties selon les données de l'OCDE, adaptée à l'économie française.¹⁷

Données en entrée

Ce rapport s'appuie sur des données quantitatives et qualitatives provenant de plusieurs sources, y compris l'OCDE¹⁸, Eurostat, le Fonds monétaire international, des revues universitaires et des rapports d'entreprise.

LE CLOUD EST ESSENTIEL À LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

La stratégie numérique France Num présente la transformation numérique comme : "un défi majeur pour la compétitivité des entreprises françaises, le maintien de l'activité dans les territoires et l'emploi".¹⁹

La France a amélioré sa position par rapport à ses homologues européens et se classe à la 15e position dans l'indice de l'économie et de la société numériques (DESI) en 2021. Cet indice suit les progrès des États membres de l'UE dans la compétitivité numérique et a identifié les possibilités d'accélération de la transition numérique en France, comme l'adoption accrue du cloud, la facturation électronique et l'IA.²⁰

Le cloud computing est considéré comme une technologie numérique essentielle pour améliorer la productivité et l'innovation, et fournir de meilleurs services.²¹ La migration vers le cloud permet aux entreprises des secteurs tels que l'industrie de dynamiser la transformation numérique dans l'ensemble de leur activité en rendant leurs processus de base plus efficaces, en dégagant des insights essentiels à partir des données et en améliorant la façon dont elles contactent et servent leurs clients.²²⁻²⁵ Par exemple, le Groupe Renault s'est associé à Google Cloud pour accélérer la numérisation de ses installations et de sa chaîne d'approvisionnement.^{26&27}

Le Groupe Renault et Google Cloud s'associent pour accélérer l'industrie 4.0.

Grâce aux solutions et à l'expérience de Google Cloud en matière d'analyses intelligentes, de machine learning (ML) et d'intelligence artificielle, le groupe Renault pourra améliorer sa chaîne d'approvisionnement et son efficacité de fabrication, sa qualité de production et la réduction de son impact environnemental grâce à des économies d'énergie.

Ces améliorations permettront à terme de développer de nouvelles solutions verticales pour l'industrie automobile.

"Cette collaboration illustre parfaitement la stratégie numérique du Groupe Renault, appliquée dans le secteur industriel. Cet accord, ainsi que l'engagement de nos équipes informatiques, de fabrication et de gestion de la chaîne d'approvisionnement, nous permettront d'accélérer le déploiement de notre plan d'Industrie 4.0 conçu pour transformer et connecter nos sites de production et nos processus logistiques à travers le monde afin d'améliorer nos standards d'excellence et de performances. Ce partenariat est également un atout pour les employés du Groupe Renault qui bénéficieront d'une formation de haut niveau à la gestion des données numériques", explique José Vicente de los Mozos, Directeur de la fabrication et de la logistique, membre du Comité exécutif du Groupe Renault.²⁸

Taux de croissance annuel de

23%

de la création de données
entre 2020 et 2025³¹



La création et la consommation de données augmentent très rapidement. D'après les prévisions d'IDC²⁹, la quantité de données numériques créée au cours des cinq prochaines années dépassera le double de la quantité créée depuis l'introduction du stockage numérique. La création et la réplication de données à l'échelle mondiale enregistreront donc un taux de croissance annuel composé (TCAC) de 23 % au cours de la période de prévision 2020-2025. La pandémie a entraîné une croissance anormalement élevée des données créées et répliquées, en raison de l'augmentation spectaculaire du nombre de personnes travaillant, apprenant et se divertissant à la maison.³⁰

LE CLOUD NÉCESSITE UNE INFRASTRUCTURE TECHNIQUE

Les services cloud ont besoin de centres de données pour stocker, traiter et envoyer des données partout dans le monde. Il existe plus de 7 millions de centres de données dans le monde regorgeant de racks et de serveurs pour des calculs de haute performance. Ils font partie intégrante de l'économie numérique.³²

Les citoyens, les gouvernements et les entreprises utilisent de grandes quantités d'informations que les centres de données stockent, traitent et communiquent.

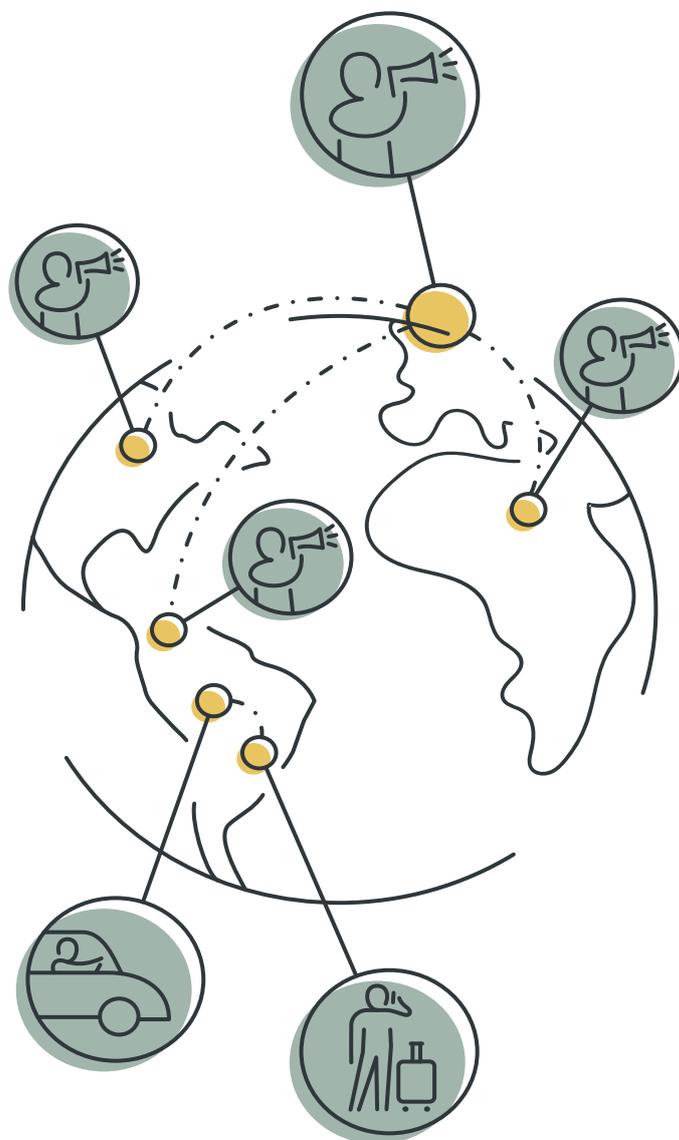
Les centres de données et la technologie cloud permettent aux utilisateurs de diffuser des millions de vidéos, d'envoyer des e-mails et d'accéder aux réseaux sociaux tous les jours. Cette technologie permet notamment aux entreprises de gérer leurs chaînes d'approvisionnement mondiales et locales, d'optimiser leurs usines et de réaliser des transactions financières.

Exploiter les solutions cloud à grande échelle nécessite des investissements dans des infrastructures techniques, ainsi que des services et une assistance technique. Cela nécessite de configurer des serveurs et des racks, d'installer des équipements réseau et de les connecter aux câbles à fibre optique sous-marins. Ces investissements et ces opérations continues sont nécessaires pour assurer le fonctionnement du cloud. Ils permettent aux données de traverser les océans et de les transmettre rapidement d'un point à un autre.³³

Câble sous-marin Dunant

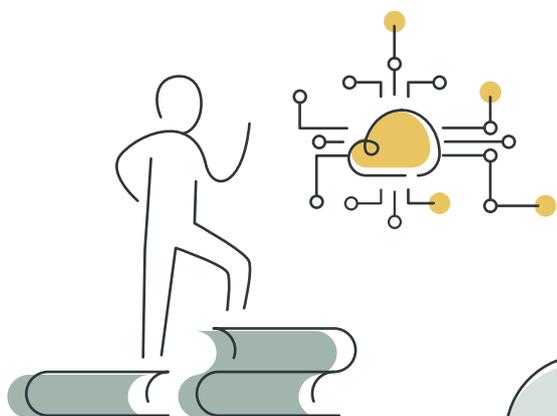
98 % du trafic Internet international est acheminé à travers le monde par des câbles sous-marins. Un vaste réseau de câbles qui sillonnent les océans permet de partager, de rechercher, d'envoyer et de recevoir des informations à travers le monde à la vitesse de la lumière. Ces câbles permettent d'acheminer des informations depuis et vers les centres de données cloud de Google, assurant ainsi une connectivité fiable à faible latence, à une époque où les données sont plus importantes que jamais.³⁴

En 2021, le câble sous-marin Dunant, qui relie Virginia Beach (États-Unis) à Saint-Hilaire-de-Riez sur la côte française de l'Atlantique, est devenu opérationnel. Le câble Dunant offre une capacité de pointe de 250 térabits par seconde (Tbit/s) à travers l'Atlantique, et intègre étroitement la région cloud de Google à Paris dans l'infrastructure mondiale de Google.³⁵



Si les **données** sont le poumon de l'économie numérique, les **centres de données** sont le cœur de l'infrastructure numérique et les **services cloud** sont les **cerveaux** de l'ensemble de l'écosystème.

LA MIGRATION VERS LE CLOUD PROFITE AUX UTILISATEURS



Une sécurité renforcée à moindre coût

Grâce à des outils de sécurité avancés, les fournisseurs de services cloud protègent les données sensibles contre les cyberattaques. En migrant vers le cloud, les sociétés peuvent externaliser la sécurité de leurs TIC à un opérateur de grande envergure tel que Google Cloud. Grâce aux services cloud, les données peuvent être stockées dans plusieurs emplacements sécurisés, ce qui permet la reprise après sinistre et la planification de la résilience.⁴⁰



Baisse des coûts des TIC grâce aux économies d'échelle

Les services cloud remplaceront les solutions sur site volumineuses et coûteuses. Grâce aux solutions cloud, les entreprises peuvent accéder chaque mois à la puissance de calcul et au stockage de mémoire de fournisseurs hyperscale, comme Google.³⁶

Les services cloud sont proposés aux utilisateurs de manière flexible et à faible coût, généralement sous la forme de forfaits de paiement à l'usage, ce qui permet aux entreprises de réaliser des économies d'échelle quelle que soit leur taille. Selon une étude récente, l'adoption des services cloud a réduit les coûts informatiques de 30 à 40 %.³⁷



Catalyser l'innovation grâce à l'analyse de données

Les services cloud permettent aux entreprises de toutes tailles d'exploiter les avantages des solutions d'IA.⁴¹ Cela permet d'obtenir des insights essentiels à partir des données, comme les habitudes de consommation des consommateurs, l'activité des clients et les données financières. L'analyse avancée des données peut permettre aux entreprises de générer davantage de revenus.^{42&43}



Collaboration à distance à grande vitesse

La pandémie de COVID-19 a accéléré l'adoption du télétravail et de la prestation de service. Les entreprises et les organisations du secteur public s'appuient désormais sur des technologies cloud efficaces qui facilitent le travail d'équipe et les interactions client au niveau local et mondial.³⁸ Les services cloud sont distribués à grande échelle, ce qui permet d'effectuer des transferts de données à haut débit, avec des connexions à faible latence, partout dans le monde.³⁹



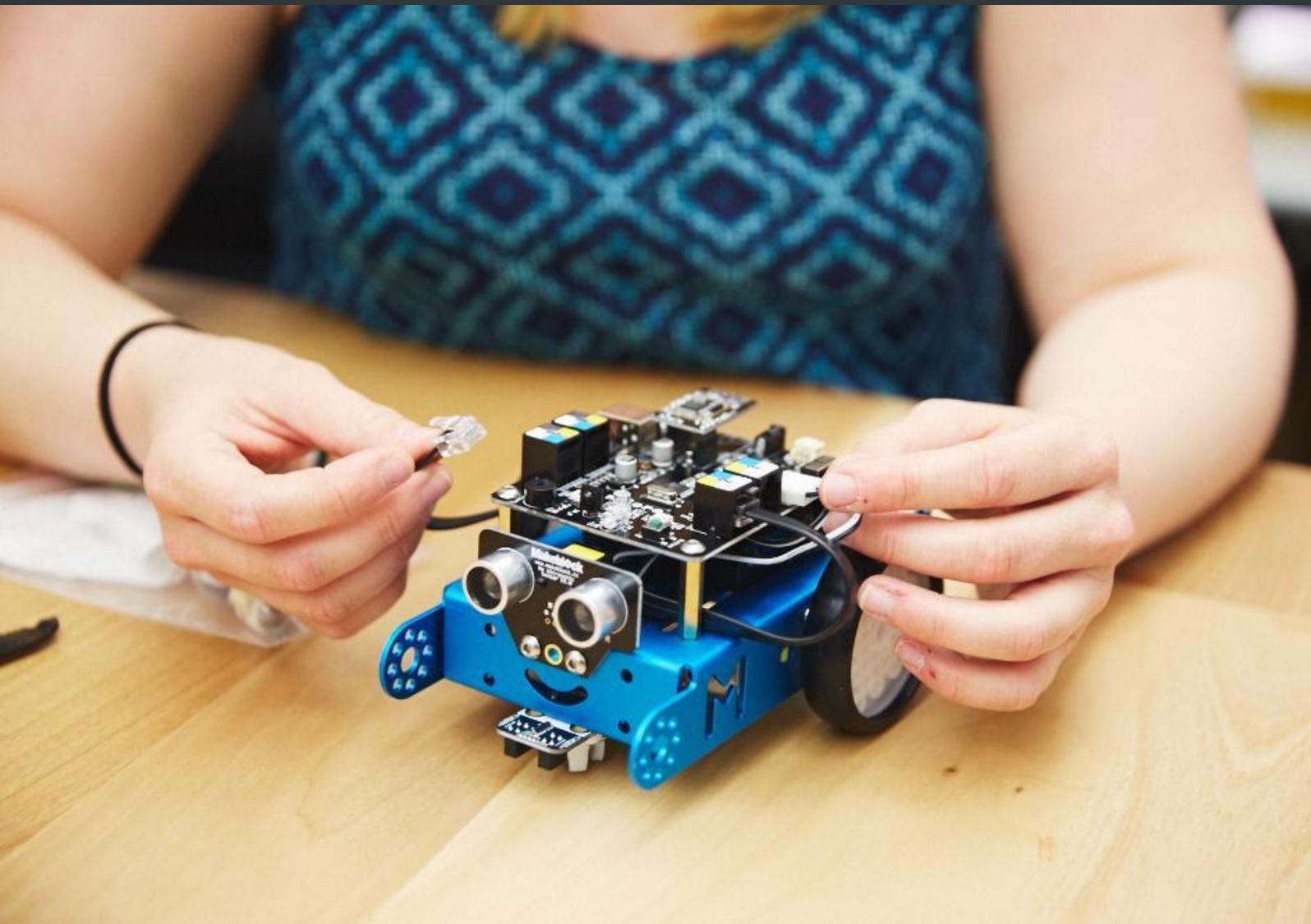
Promouvoir le développement durable

Les systèmes de stockage cloud mutualisés permettent aux entreprises de réduire leur consommation énergétique globale. Les centres de données à grande échelle sont bien plus économes en énergie que les centres de données sur site.

Le Laboratoire National Lawrence-Berkeley estime que si 80 % des serveurs des clouds privés étaient déplacés vers des installations cloud hyperscale, cela entraînerait une baisse de 25 % de la consommation d'énergie.⁴⁴

PRODUCTIVITÉ

LES IMPACTS ÉCONOMIQUES



L'ADOPTION DU CLOUD AMÉLIORE LA PRODUCTIVITÉ

En 2022, Google lance une nouvelle région cloud en France. Une adoption accrue du cloud permettra d'améliorer la compétitivité des entreprises françaises. Cela leur permettra de trouver de nouvelles façons d'innover et de contribuer à la relance économique du pays.

Une étude de l'OCDE montre que l'adoption des services cloud accroît la productivité des entreprises et que même une légère hausse des taux d'adoption peut entraîner une croissance de la productivité à l'échelle d'un secteur.⁴⁵ La croissance de la productivité est une source de prospérité économique à long terme, et même une légère variation de cette croissance peut contribuer fortement au bien-être économique. Les services cloud de Google font partie intégrante de la migration actuelle des sociétés françaises vers le cloud.

1

Canal 1: IMPACTS DE GOOGLE CLOUD SUR LA PRODUCTIVITÉ

Lorsque Google établit une nouvelle région cloud, cela contribue à l'accélération de la croissance des solutions cloud au niveau local.

Contribution de 2,4 à 2,6 milliards d'euros au PIB⁴⁶ via des gains de productivité liés à Google Cloud

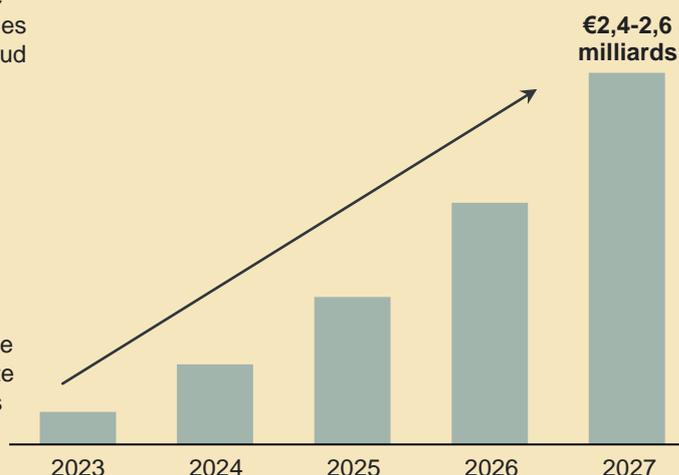
Les entreprises françaises qui adoptent les services cloud bénéficient d'une productivité plus élevée en raison du caractère économique de la montée en échelle des opérations informatiques que les services cloud offrent aux utilisateurs.⁴⁷ Les services cloud catalysent l'innovation commerciale basée sur les technologies, réduisent les frais liés aux TIC et améliorent la productivité.⁴⁸

La projection de la contribution de Google Cloud à la croissance de la productivité à l'horizon 2027 est basée sur des estimations de l'OCDE concernant les impacts sur la productivité des entreprises.

La part projetée de Google dans ces gains⁴⁹ implique que les services cloud de Google ont le même impact moyen sur la productivité que les autres solutions cloud concernées par l'étude de l'OCDE.⁵⁰ Cette estimation comprend une évaluation prudente de l'impact sur la productivité des clients cloud dans les services financiers et le secteur public, qui n'est pas couverte par l'étude d'origine de l'OCDE.⁵¹

Notez que d'autres impacts sur la productivité ne sont pas mesurés ici pour les entreprises de moins de 10 employés (voir l'annexe pour en savoir plus).

Figure 1: Gains de productivité grâce à Google Cloud
€ milliards



2

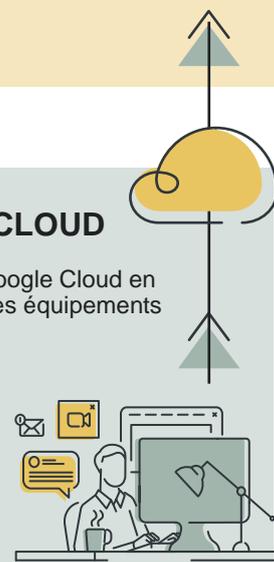
Canal 2 : IMPACTS DES INVESTISSEMENTS DANS L'INFRASTRUCTURE CLOUD

Une contribution de 0,49 milliard d'euros au PIB est attendue, provenant des opérations techniques de Google Cloud en France et du provisionnement de services cloud. Une région cloud de Google nécessite d'investir dans des équipements techniques et des équipes qualifiées sur le terrain. Cela donne un autre point de vue sur l'impact des investissements de Google en France.⁵²

Tableau 1 : Impact du canal 2 sur le PIB pour l'ensemble de la chaîne de valeur en France en 2027

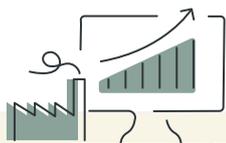
	Direct	Indirect	Induit	Total
PIB	€240m	€100m	€150m	€490m

Source: Analyse d'Implement Economics à l'aide du modèle d'entrée-sortie



DAVANTAGE DE GAINS DE PRODUCTIVITÉ POUR L'INDUSTRIE ET LES PME

L'adoption du cloud augmente la productivité à l'échelle de l'économie. Par ailleurs, l'étude de l'OCDE montre que les avantages du cloud sont plus marqués dans le secteur de l'industrie et pour les petites et moyennes entreprises (PME), en particulier pour celles comptant 10 à 20 employés.⁵³



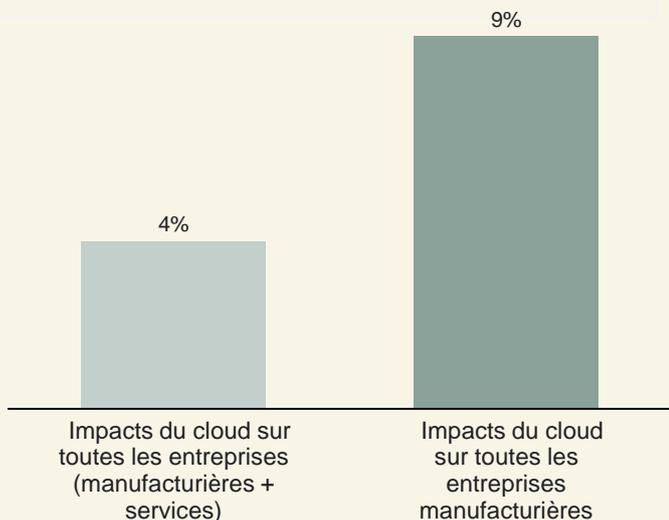
Entreprises manufacturières

L'étude de l'OCDE montre que l'adoption du cloud augmente la productivité globale de toutes les entreprises, non seulement celles qui adoptent le cloud, mais aussi, par répercussion, celles qui ne l'ont pas encore adopté. Les gains de productivité découlant de l'adoption du cloud dans le secteur de l'industrie manufacturière sont deux fois plus importants que ce qu'on constate dans l'ensemble des secteurs.

Si l'on envisage une augmentation du taux d'adoption du cloud par 1 point de pourcentage chaque année au cours des dix prochaines années, le gain de productivité moyen des entreprises de l'industrie et des services sera de 4 %. En comparaison, l'impact moyen sur la productivité pour les entreprises manufacturières est de 9 %, par rapport à un scénario où le taux d'adoption n'a pas augmenté.

Les gains de productivité sont encore plus importants pour les services cloud complexes tels que les applications de comptabilité et les logiciels CRM.⁵⁴

FIGURE 2: Augmentation de la productivité multifacteur sur 10 ans avec une adoption en hausse de 1 point de pourcentage par an (pourcent)



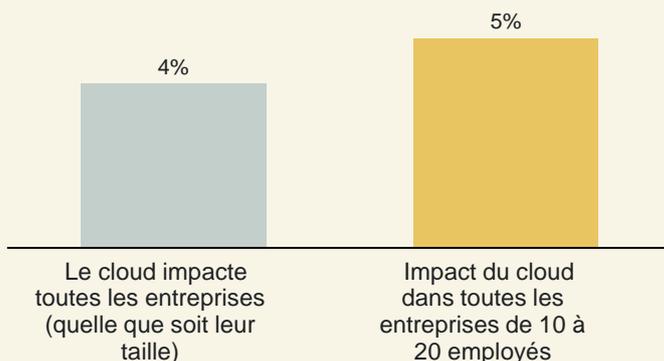
Petites entreprises

Les petites entreprises de l'Union européenne sont moins numérisées que celles de plus grande taille, et cet écart persiste malgré une augmentation globale de la transformation numérique.⁵⁵ Accélérer la transformation numérique des PME et des start-up est une priorité pour le gouvernement français.⁵⁶

L'étude de l'OCDE a montré que les services cloud génèrent des gains de productivité plus importants pour les petites entreprises. Par ailleurs, l'étude montre que la mise en œuvre de services cloud est moins exigeante que d'autres technologies numériques. Les services cloud ne nécessitent pas d'investissement initial important, et requièrent moins de compétences et d'expertise informatique en interne. Le cloud est ainsi particulièrement attractif pour les plus petites entreprises, ce qui peut encourager le gouvernement français à les aider à passer au numérique.⁵⁷

Si l'on considère une augmentation annuelle par 1 point de pourcentage du taux d'adoption du cloud au cours des 10 prochaines années, les petites entreprises (10 à 20 employés) enregistreront une hausse de la productivité de 5 %, alors que l'impact moyen pour les entreprises de toutes tailles est de 4 %. Ces résultats suggèrent que l'adoption du cloud peut être particulièrement utile aux PME.

FIGURE 3: Augmentation de la productivité multifacteur sur 10 ans avec une adoption en hausse de 1 point de pourcentage par an (pourcent)



LES INVESTISSEMENTS DANS L'INFRASTRUCTURE CLOUD PERMETTENT DE LIBÉRER LE POTENTIEL DES ENTREPRISES

Rattraper les taux d'adoption de l'UE

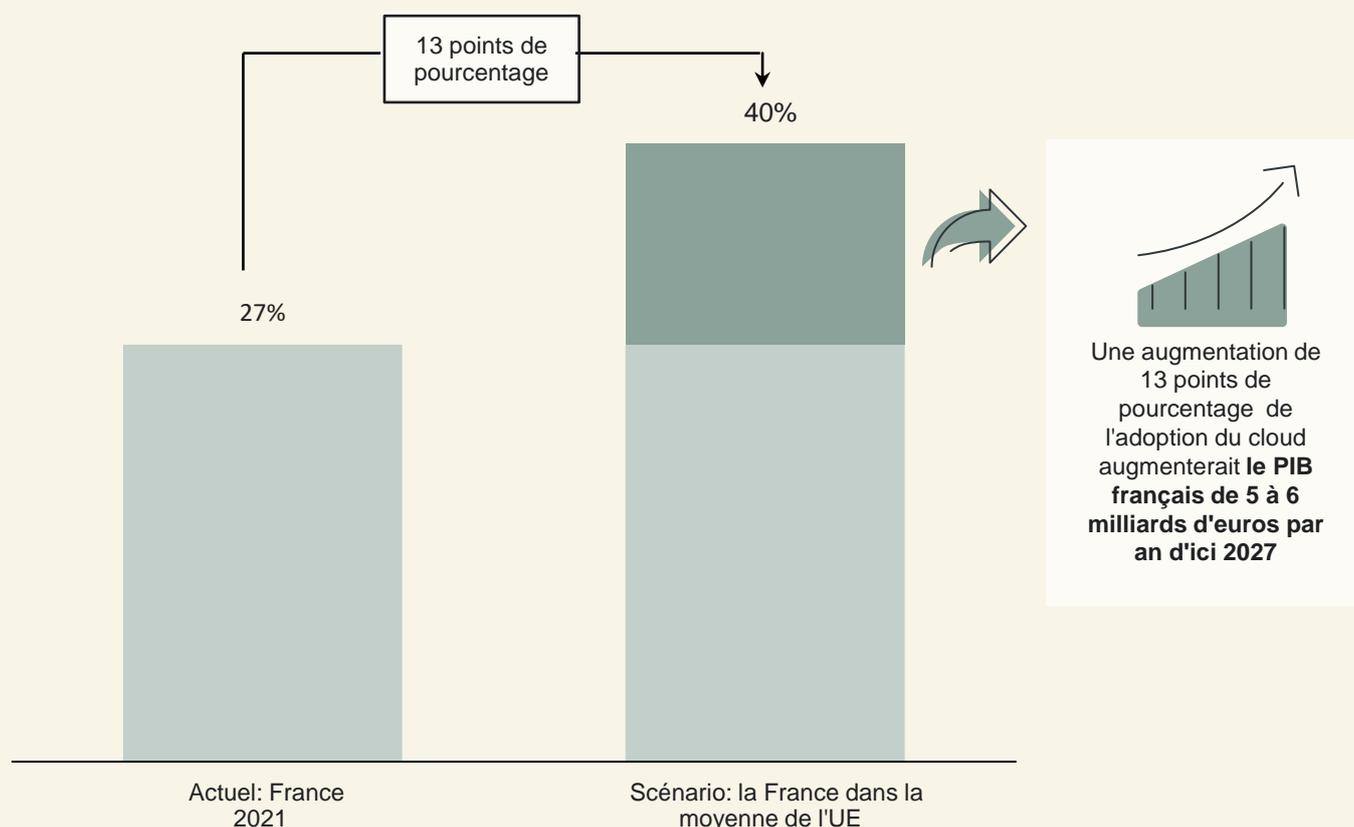
La France abrite de nombreuses entreprises manufacturières de renommée mondiale avec des chaînes de valeur complexes et des processus de fabrication avancés.

Entre 2020 et 2021, le taux d'adoption des sociétés françaises de fabrication est passé de 25 % à 27 %. Cependant, la France pourrait retirer de grands avantages économiques si l'adoption du cloud français dans le secteur de l'industrie atteignait la moyenne européenne (40 %).⁵⁸ L'investissement de Google en France devrait contribuer à l'accélération de l'adoption du cloud et permettre aux entreprises françaises présentes à l'international de générer des gains de productivité.

Si l'adoption du cloud dans le secteur de l'industrie en France atteint la moyenne européenne, cela devrait générer des gains de productivité de 5 à 6 milliards d'euros par an pour l'économie française d'ici 2027.

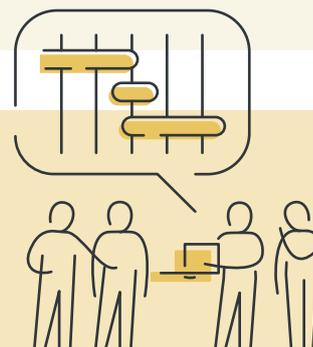
FIGURE 4: ADOPTION DU CLOUD PAR LES ENTREPRISES MANUFACTURIÈRES FRANÇAISES

Points de pourcentage



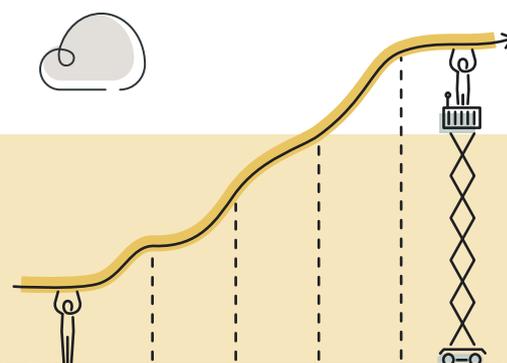
Cette estimation s'appuie sur une étude récente de l'OCDE, qui utilise des données de séries temporelles professionnelles pour 20 pays européens.⁵⁹ L'estimation ci-dessus suppose que cet impact moyen s'appliquera à l'avenir.

L'étude de l'OCDE montre que l'adoption du cloud accélère la croissance des entreprises les moins productives, ce qui suggère que les retours ne diminuent pas.



UNE PRODUCTIVITÉ SUPÉRIEURE OFFRE PROSPÉRITÉ ET BIEN-ÊTRE

La migration vers Google Cloud améliore l'efficacité opérationnelle. Ces impacts à long terme devraient augmenter jusqu'en 2027.



L'augmentation de l'adoption du cloud ...

augmente la productivité de toutes les entreprises du secteur...

ce qui est bénéfique pour l'économie française dans son ensemble

L'adoption des nouvelles technologies est généralement mesurée en termes de taux d'adoption, c'est-à-dire la part des sociétés d'un secteur ou d'une économie spécifique qui adoptent de nouvelles technologies comme les services cloud. En France, par exemple, 31 % des entreprises manufacturières et de services utilisent une forme ou une autre de services cloud.⁶⁰

- L'étude de l'OCDE montre que la productivité augmente dans l'ensemble du secteur (c'est-à-dire aussi bien pour les entreprises qui ont adopté le cloud que pour les autres) lorsque davantage d'entreprises adoptent les services cloud.⁶¹
- Plus précisément, l'étude de l'OCDE révèle un impact considérable sur la croissance de la productivité des entreprises.⁶²

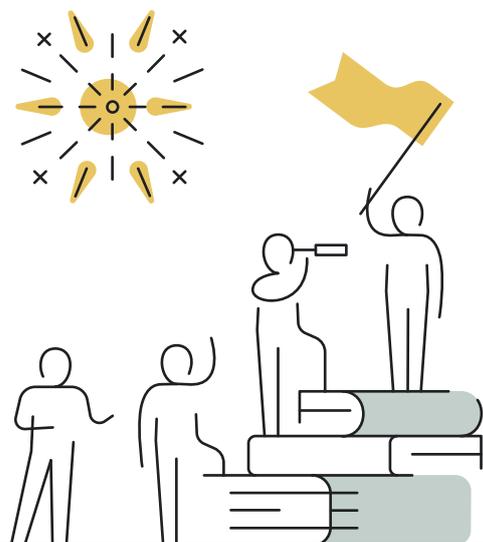
- Au fil du temps, la croissance de la productivité peut se traduire par une augmentation de l'innovation et une meilleure optimisation. Une meilleure productivité permet d'offrir aux consommateurs et aux travailleurs français des produits de meilleure qualité et moins chers, des services améliorés et des salaires plus élevés, ce qui peut améliorer leur qualité de vie.⁶³

Une base pour améliorer la qualité de vie

La productivité génère prospérité et bien-être grâce à une augmentation réelle des salaires moyens des travailleurs français.⁶⁴ La productivité multifacteur (PMF) mesure la quantité de production (biens et services) générée par unité d'entrée (travail, capital, énergie, matériaux et services achetés).⁶⁵

Lorsque la PMF augmente, chaque heure de travail génère une unité de production par salarié plus importante, de sorte que chaque heure de travail génère davantage de revenus. Cela est généralement associé à des salaires plus élevés pour les travailleurs.^{66&67}

Le revenu par habitant est une mesure importante de la qualité de vie. Il s'agit ainsi de l'un des trois principaux composants de l'indice de développement humain (IDH), avec la santé et l'éducation.⁶⁸

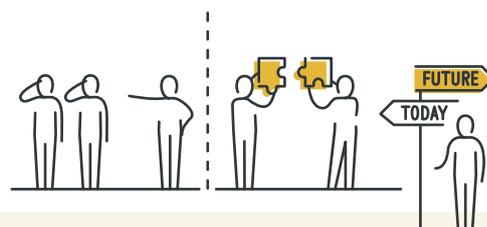


PERSONNES

LES IMPACTS SOCIAUX



L'ADOPTION DU CLOUD: DES EMPLOIS POUR L'AVENIR



“L'amélioration des conditions de création et de développement de nouvelles entreprises technologiques accroît leur potentiel de création d'emplois, tout en favorisant indirectement la croissance et la création d'emplois à l'échelle nationale grâce à une productivité plus élevée, des prix inférieurs, et une plus grande variété de produits.” – OCDE⁶⁹

Offrir des emplois adaptés à l'avenir

Lorsque les entreprises améliorent leur productivité, certains emplois deviennent redondants, tandis que de nouveaux emplois, généralement plus productifs, émergent. Selon l'étude de l'OCDE, "historiquement, ce processus a donné lieu à une création nette de nouveaux emplois. Les nouveaux secteurs remplacent les anciens, et les travailleurs adaptent leurs compétences à l'évolution de la demande."⁷⁰

L'emploi total en France est déterminé par l'offre et le fonctionnement du marché du travail. En France, la rémunération du personnel sera positivement influencée par une augmentation de la productivité. Cela s'applique à l'acquisition continue de compétences comme à la montée en compétences de la main-d'œuvre, nécessaires pour assurer une correspondance entre les exigences des nouvelles technologies et les compétences disponibles.⁷¹ Cela souligne l'importance de créer la main-d'œuvre de demain et de renforcer les compétences technologiques des équipes à mesure que l'adoption du cloud augmente. Entre 2011 et 2017, quatre emplois sur dix créés dans l'UE concernaient des postes ayant massivement recours aux TIC.⁷²

Impacts du canal 1 sur les emplois

1

Les impacts du canal 1 font référence aux gains de productivité pour les utilisateurs, c'est-à-dire les entreprises et les institutions publiques françaises qui utilisent des solutions cloud associées à Google Cloud en France.

À mesure que les entreprises françaises deviendront plus productives et compétitives, elles auront besoin, toutes choses étant égales, de nouveaux emplois pérennes (de l'ordre de 13 000 à 14 000 emplois).⁷³ L'impact sur les revenus du travail devrait être compris entre 0,9 et 1 milliard d'euros en 2027.⁷⁴

Ces emplois devraient être créés par des entreprises productives et numériques qui contribueront à long terme à un développement économiquement durable de l'économie française.

"Les nouveaux secteurs, tels que les services Internet et les produits et services environnementaux, jouent un rôle majeur pour traduire des changements techniques en productivité et en emplois." – OCDE⁷⁵



2

Impacts du canal 2 sur les emplois et les revenus du travail

D'un autre côté, l'investissement dans de nouvelles infrastructures cloud en France soutient également les emplois très qualifiés.

Pour fournir des services cloud, Google Cloud France a besoin de professionnels de l'ingénierie et de commerciaux très qualifiés. Cela nécessitera aussi une certaine activité chez les revendeurs de services cloud de Google.⁷⁶ Les 1 700 emplois directs ne correspondent pas exclusivement aux effectifs de Google, mais comprennent également les revendeurs et sous-traitants. De plus, Google Cloud soutiendra indirectement l'emploi dans toute l'économie française via des achats auprès de fournisseurs locaux. Enfin, les salaires de ces employés soutiennent les emplois locaux via des dépenses réinjectées dans l'économie locale.⁷⁷ La nouvelle région cloud française de Google devrait soutenir près de 4 600 emplois sur l'ensemble de la chaîne de valeur. L'impact sur les revenus du travail est estimé à environ 250 millions d'euros en 2027.

Tableau 2 : Impacts des emplois et revenus du canal 2 sur la chaîne de valeur en 2027 en France

	Direct	Indirect	Induit	Total
Revenus du travail	€120m	€60m	€70m	€250m
Emplois	1 700	1 100	1 800	4 600

Source: Analyse d'Implement Economics à l'aide du modèle d'entrée-sortie

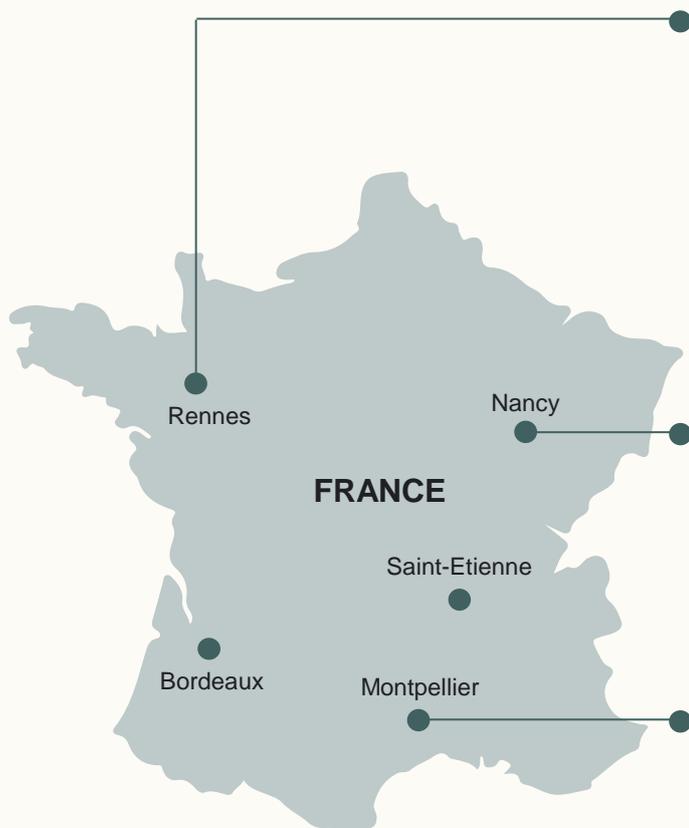
DES COMPÉTENCES INFORMATIQUES SONT NÉCESSAIRES POUR ALLÉGER LES CONTRAINTES EN MATIÈRE DE CROISSANCE

Google contribue au développement des compétences informatiques en France par le biais de cours conçus pour préparer la société française à saisir les opportunités offertes par la technologie.

L'adoption du cloud peut être freinée par les manques de compétences et de professionnels. Il existe des synergies entre la transformation numérique et le développement des compétences, et l'OCDE conclut que "des politiques globales encourageant la diffusion de la technologie numérique, telles que le déploiement de réseaux à haut débit et l'actualisation du pool de compétences, peuvent entraîner d'importants avantages cumulés en termes de productivité".⁷⁸ Google soutient les compétences locales via des programmes tels que Google Ateliers Numériques, un programme de formation proposé en France, qui permet aux petites entreprises, aux étudiants et aux demandeurs d'emploi de développer des compétences utiles et de bénéficier de formations numériques gratuites.⁷⁹ Depuis le lancement du programme Google Ateliers Numériques en 2012, Google a formé plus de 650 000 citoyens français, dont 49 % de femmes.^{80&81} Avec cinq centres physiques Grow with Google en France (Nancy, Rennes, Montpellier, Bordeaux et Saint-Étienne) et des partenariats avec 20 universités françaises,^{82&83} Google contribue à accroître les compétences numériques et à créer des opportunités pour les citoyens français.



Google aide les femmes à se développer sur le plan professionnel dans toute la France



Anne-Cécile, une femme d'âge moyen originaire de Rennes (France), a toujours été créative, et est particulièrement passionnée par la fabrication de bracelets artisanaux avec des perles miyuki. Lorsqu'elle s'est retrouvée sans emploi à 52 ans, elle a souhaité essayer quelque chose de complètement différent : vendre ses produits en ligne. Elle ne savait pas par où commencer pour lancer son activité. Elle s'est rendue au centre Grow with Google de sa ville natale et s'est inscrite à 10 cours sur les compétences numériques en accès libre via le programme Ateliers Numériques. Après avoir appris les bases de l'optimisation pour les moteurs de recherche et de la communication en ligne, Anne-Cécile a non seulement lancé son activité de bijouterie en ligne, mais a également obtenu un poste dans le domaine marketing quelques mois plus tard.⁸⁴

Océane, 23 ans et sans emploi jusqu'alors, vit à Nancy. Elle voulait travailler dans le marketing numérique, mais estimait qu'elle n'avait pas les compétences nécessaires pour obtenir un poste. Pour développer et approfondir ses connaissances, elle a suivi toutes les formations de marketing numérique de Google Atelier Numérique à Nancy et a participé à des séances privées avec des coaches. Au cours de cette période, elle a rencontré un recruteur et est désormais responsable marketing web à plein temps.⁸⁵

Karine est ethnologue, journaliste, et fondatrice et porte-parole de l'entreprise Terres Indigènes. Karine prévoyait un voyage et un échange culturel avec des peuples indigènes d'Asie du Sud-Est. Elle a eu l'idée de lancer une campagne de financement participatif numérique, mais elle ne savait pas par où commencer. Elle a profité des ressources du centre Grow with Google de Montpellier pour participer à 10 sessions de coaching et de formation individuelle sur YouTube et les réseaux sociaux. Elle a ensuite diffusé une campagne de financement participatif et obtenu un financement de 20 000 € par des centaines de contributeurs.⁸⁶

PLANÈTE

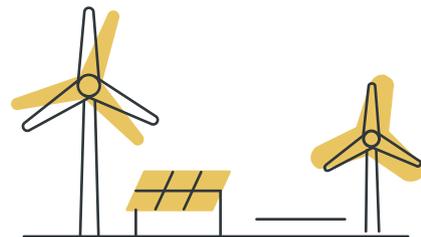
LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX



GOOGLE CLOUD: UNE FORTE EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les services cloud vont connaître une forte croissance dans les années à venir. Pour que la croissance soit pérenne, les infrastructures et les équipements cloud doivent respecter des engagements climatiques. Il est donc essentiel de se concentrer sur l'efficacité énergétique de la technologie cloud et sur la réduction de l'empreinte carbone.⁸⁷

Depuis plus de dix ans, Google opère une transition vers l'énergie propre et occupe une place de premier plan dans le secteur. Google décarbone ses activités et compense ses émissions depuis 2007. En 2020, Google a éliminé l'intégralité de son héritage carbone (toutes les émissions opérationnelles avant que l'entreprise ne devienne neutre en carbone en 2007) en achetant des compensations carbone. Cela signifie que l'empreinte carbone nette de Google jusqu'ici est nulle.⁸⁸ En 2020, Google s'est fixé son objectif de développement durable le plus ambitieux à ce jour: d'ici 2030, Google souhaite fonctionner à l'énergie sans carbone 24h/24, 7j/7, dans les centres de données et bureaux de l'entreprise du monde entier.⁸⁹ L'engagement sans carbone s'inscrit dans un engagement de durabilité plus large, qui implique de faire progresser l'économie circulaire et la durabilité de l'eau.^{90&91}



Consommation énergétique

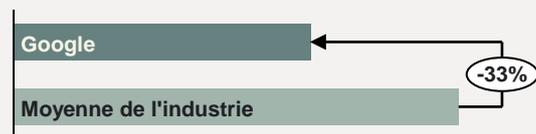
Les centres de données hyperscale réduisent la consommation d'énergie

Le stockage cloud mutualisé est bien plus efficace que les serveurs privés d'entreprise.⁹² Le Lawrence Berkeley National Laboratory estime que si 80 % des serveurs des petits centres de données privés étaient déplacés vers des centres de données hyperscale, cela entraînerait une baisse de 25 % de la consommation d'énergie.⁹³

Google est plus efficace que la moyenne du secteur

Les améliorations de l'efficacité obtenues grâce à l'IA ont contribué à l'efficacité énergétique globale des centres de données de Google. L'indicateur d'efficacité énergétique moyen de Google est de 1,11, soit 33 % plus efficace que la moyenne du secteur.⁹⁴

Figure 5 : Efficacité énergétique⁹⁵



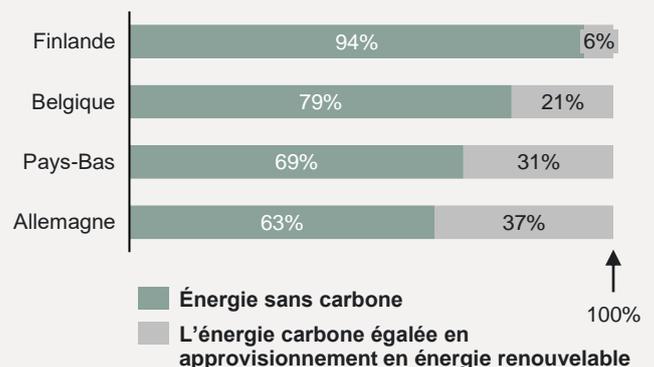
Google continue d'atteindre une efficacité énergétique élevée en utilisant des solutions technologiques avancées et en privilégiant le travail des centres de données lorsque le soleil brille et que le vent souffle.⁹⁶ Par rapport à il y a cinq ans, Google fournit six fois plus de puissance de calcul pour la même puissance électrique.⁹⁷ Par exemple, grâce au machine learning, Google a réduit de 30 % la quantité d'énergie nécessaire au refroidissement de ses centres de données.⁹⁸

Google cloud fonctionne principalement avec de l'énergie sans carbone

Actuellement, la consommation énergétique des centres de données de Google dans l'UE est de 63 à 94 % sans carbone.⁹⁹ L'énergie solaire et éolienne ne fonctionnent pas partout ni à tout moment. Par conséquent, les centres de données Google produisent parfois plus d'énergie renouvelable qu'ils n'en ont besoin. Celle-ci est alors réinjectée dans le réseau électrique local et mise à disposition des autres consommateurs d'énergie locaux. Globalement, Google assure l'intégralité de sa consommation d'électricité avec des énergies renouvelables.¹⁰⁰

En 2017, Google est devenu la première entreprise de cette envergure à atteindre 100 % de sa consommation électrique annuelle avec des énergies renouvelables.¹⁰¹

Figure 6 : Consommation énergétique de Google¹⁰²
Pourcentage de la consommation énergétique totale



GOOGLE CLOUD AIDE LES CLIENTS À BÂTIR UN AVENIR PLUS DURABLE

Les technologies permettent de réduire la consommation d'énergie

La France a pour ambition d'atteindre des émissions nettes nulles d'ici 2050. Le gouvernement français s'appuie sur des solutions technologiques et innovantes pour atteindre ses objectifs : "Cette ambition doit se traduire par des investissements publics et privés, et [...], en canalisant les ressources vers des initiatives significatives et en choisissant soit de déployer rapidement des technologies matures, soit d'attendre l'émergence de nouvelles solutions portées par les innovations en cours".¹⁰³

En France, les chefs d'entreprise ont pour ambition commune de miser sur la technologie pour atteindre leurs objectifs climatiques. Selon une étude récente, 76 % des décideurs interrogés en France voient dans la technologie un moyen de développer de nouveaux produits et services qui exploitent des méthodes plus durables.¹⁰⁴

Google Cloud propose des technologies avancées qui peuvent aider les entreprises françaises et les institutions publiques à atteindre cet objectif¹⁰⁵

Google s'engage à créer des outils, à partager son expertise et à investir dans des technologies avancées qui favorisent la transition d'autres organisations vers un monde sans carbone.

Dernièrement, Google a déployé une solution cloud dans divers bâtiments commerciaux et sites industriels (aéroports, centres commerciaux et autres centres de données) pour permettre aux organisations concernées de réduire leur empreinte carbone. Par exemple, le groupe français Carrefour a considérablement réduit son gaspillage alimentaire en utilisant l'IA de Google pour analyser de grands ensembles de données et prévoir la demande.¹⁰⁶ "Grâce à Google Cloud, nous disposons désormais de la flexibilité nécessaire pour adapter notre infrastructure, mais également de l'agilité requise pour effectuer des changements très rapidement. Nous avons adopté et standardisé les bonnes pratiques du secteur dans toute l'entreprise, et offrons désormais un service optimal à nos clients." – Carrefour.¹⁰⁷

Google permet à chaque citoyen de réduire son empreinte carbone

Les nouvelles fonctionnalités de la recherche Google et de Google Maps aident les utilisateurs à faire un choix durable.¹⁰⁸



Itinéraires écoresponsables

Une nouvelle fonctionnalité Google Maps oriente les conducteurs vers l'itinéraire le plus économe en carburant lorsque son heure d'arrivée prévue est à peu près identique à celle de l'itinéraire le plus rapide. Pour réduire la consommation de carburant, le modèle d'itinéraire écoresponsable s'appuie sur des critères clés, comme l'inclinaison des routes et les embouteillages. En plus d'optimiser les itinéraires individuels, Google aide les villes à réduire leurs émissions de carbone en utilisant l'IA pour optimiser les feux de circulation.^{109&110}



Maisons durables

Le nouveau programme Nest Renew permet aux foyers d'économiser plus d'énergie en orientant automatiquement leur consommation vers des périodes où l'énergie est plus propre. Cette flexibilité est essentielle pour mieux utiliser l'énergie propre sur le réseau local.¹¹¹



Achats durables

De nouveaux outils de recherche permettent aux consommateurs de faire des choix plus durables pour leurs habitations. Choisir des appareils électroménagers adaptés peut avoir un impact sur l'environnement. Google ajoute de nouvelles suggestions à l'onglet "Shopping" lorsque les consommateurs recherchent des produits énergivores, comme les chaudières, les lave-vaisselle et les chauffe-eau. Ces suggestions ont pour but d'aider les consommateurs à limiter leurs recherches aux options plus durables et plus économiques.¹¹²



Voyages écoresponsables

Google fournit des informations sur les émissions de carbone directement dans Google Flights. Les voyageurs accèdent ainsi à des informations sur les émissions de CO₂ associées à chaque vol et à chaque siège. Google rend également plus transparentes les pratiques de développement durable des hôtels. Lorsqu'ils recherchent un hôtel sur Google, les voyageurs peuvent facilement identifier les établissements qui adoptent des pratiques durables.¹¹³



ANNEXE



LIENS ENTRE ADOPTION DU CLOUD ET PRODUCTIVITÉ

Difficultés à résoudre le paradoxe de productivité

Les entreprises utilisent les services de cloud computing pour améliorer leurs opérations et leurs modèles économiques. Une migration vers le cloud devrait donc logiquement augmenter leur productivité.

Or, même si plusieurs études concluent à un impact positif de l'adoption du cloud computing sur les performances des entreprises (croissance de l'emploi, du chiffre d'affaires, etc.) et sur leurs chances de survie, seules quelques-unes révèlent un impact sur leur productivité. Ce chaînon manquant a été baptisé "Paradoxe de productivité".

Une étude récente de l'OCDE¹¹⁴ s'appuie sur des méthodes économétriques solides pour analyser l'impact du cloud computing sur la productivité.

Conclusions d'une étude récente de l'OCDE

S'appuyant sur les taux d'adoption au niveau sectoriel, l'étude de l'OCDE révèle un impact positif et statistiquement significatif de l'adoption du cloud sur la productivité multifactorielle (PMF) des entreprises.¹¹⁵ Pour mesurer avec le plus de précision possible l'impact de l'adoption du cloud sur la PMF des entreprises, le modèle économétrique contrôle divers paramètres:

Retombées en termes d'innovation | La hausse de la PMF à la frontière de la productivité (PMF moyenne des cinq pour cent des entreprises les plus productives du secteur) permet de contrôler les différences sectorielles en termes de frontière de productivité.

Convergence | La distance par rapport à la frontière permet de contrôler les différences sectorielles en termes d'avantage pour les entreprises situées en dessous de la frontière à rattraper leur retard.

Caractéristiques de l'entreprise | La taille et l'ancienneté permettent de tenir compte des différences de productivité au niveau des entreprises.

Effets fixes | Les effets fixes sur les secteurs et les pays pour une année permettent de tenir compte des facteurs de productivité courants non observés.

Principales conclusions de l'étude de l'OCDE

L'étude de l'OCDE se base sur l'adoption du cloud dans 20 pays d'Europe entre 2010 et 2016. Elle fournit des preuves solides de la relation qui existe entre l'adoption du cloud dans un secteur d'activité et les gains de productivité des entreprises. L'étude distingue deux termes:

Cloud computing de base | Désigne les services TIC utilisés sur Internet comme un ensemble de ressources de calcul.

Cloud computing complexe | Désigne un sous-ensemble d'utilisations relativement plus complexes du cloud computing (par exemple, les applications de comptabilité, les logiciels CRM ou la puissance de calcul).

Eurostat ne recueille aucune donnée sur l'adoption du cloud pour les secteurs public et financier, et ne le fait que pour les entreprises de plus de dix salariés.¹¹⁶ Il a donc été impossible dans cette étude de l'OCDE d'estimer l'impact sur la productivité de cette partie de l'économie.¹¹⁷

Une augmentation de la productivité est synonyme de hausse du PIB

Une meilleure productivité favorisée par l'adoption du cloud permet aux entreprises de produire plus de résultats avec leurs ressources disponibles. L'augmentation de la productivité d'une entreprise dont le capital social et l'emploi sont constants augmente sa contribution individuelle au PIB.¹¹⁸

Pour estimer la contribution de Google à la croissance de la productivité, l'étude suit l'approche suivante

1) Estimation de la contribution à la productivité globale suite à l'adoption du cloud

- Taux de croissance annuel d'adoption du cloud basé sur l'historique de la croissance (avant la pandémie)
- Calcul de l'impact de la hausse de la PMF dans les secteurs de l'industrie et des services à partir de la hausse du taux d'adoption, à l'aide d'une interprétation non cumulée de l'estimation des paramètres dans l'étude de l'OCDE¹¹⁹
- Utilisation de données nationales sur la productivité et la valeur ajoutée dans les entreprises de plus de dix salariés des secteurs de l'industrie et des services

2) Estimation de la part de contribution de Google dans la productivité totale

- Suppose que la part de Google dans la productivité totale dans les secteurs de l'industrie et des services est égale à la part actuelle de Google Cloud dans le monde
- Suppose un impact modéré de la croissance de la PMF (moitié de l'impact de l'OCDE) pour les clients Google Cloud dans les services publics et financiers



PLUSIEURS IMPACTS POSITIFS NE SONT PAS ANALYSÉS

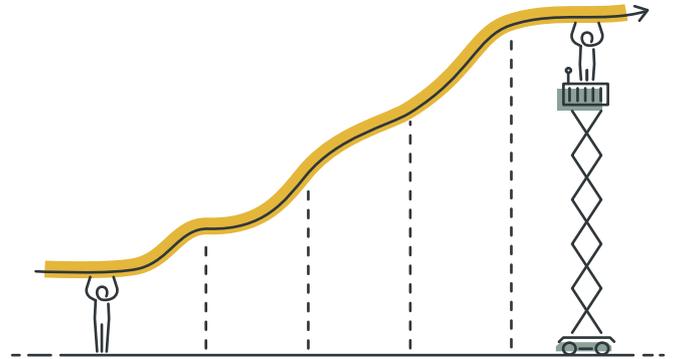
Fiabilité de l'étude de l'OCDE

L'étude de l'OCDE¹²⁰ fait l'objet de plusieurs tests de fiabilité visant à améliorer sa crédibilité et son applicabilité.

En particulier:

Rattrapage | L'étude confirme que l'augmentation de la productivité des entreprises en retard s'explique par l'adoption du numérique plutôt que par le fait de combler leur retard sur des structures plus avancées.

Retombées | L'étude confirme que les entreprises tirent avantage de leur propre adoption du numérique et bénéficient de retombées positives sur leur productivité lorsque d'autres entreprises du secteur adoptent de nouveaux outils numériques.



Les résultats de l'OCDE peuvent sous-estimer certains impacts positifs

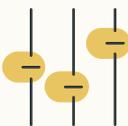
L'étude de l'OCDE aborde certains des principaux défis d'évaluation du lien de causalité entre l'adoption du cloud et la productivité. Elle semble toutefois avoir tendance à sous-estimer les impacts positifs de l'adoption du cloud sur la productivité et ce, pour plusieurs raisons:



Exclusion des entreprises performantes | L'étude exclut l'impact du cloud pour les entreprises à la frontière de la productivité (les cinq pour cent les plus performantes de chaque secteur). Cette exclusion peut entraîner une sous-estimation de l'impact, étant donné que les entreprises à la frontière sont également susceptibles d'être des primo-adoptantes du cloud, en particulier du cloud complexe.



Aucun impact en termes de réallocation | L'étude met l'accent sur les impacts à l'échelle de l'entreprise, mais pas sur les impacts intrasectoriels en termes de réallocation ni sur les retombées intersectorielles (gains de productivité à tous les niveaux de l'économie lorsque des entreprises et des secteurs hautement productifs se développent au détriment de leurs pairs moins productifs). Cela a pour effet de sous-estimer les avantages socio-économiques et les gains de productivité générés par l'adoption du cloud.



Intensité d'utilisation non prise en compte | Pour mesurer l'adoption du cloud, l'étude utilise une valeur binaire à l'échelle de l'entreprise (les entreprises interrogées déclarent utiliser ou non les technologies). Toutefois, elle ne se penche pas sur les différences en termes d'intensité d'adoption (nombre de services cloud adoptés, par exemple). Si des synergies se produisent entre l'adoption de plusieurs services, l'étude aura tendance à sous-estimer l'impact total.



Les impacts reflètent les gains à court terme | L'étude mesure les impacts instantanés de la productivité d'une entreprise après l'adoption du cloud. Si l'entreprise a besoin de temps pour intégrer pleinement le cloud et bénéficier de son adoption, l'étude aura tendance à sous-estimer les effets à long terme de cette adoption.



Les impacts sur les micro-entreprises et les secteurs public et financier ne sont pas inclus | L'étude de l'OCDE ne couvre que les secteurs de l'industrie et des services. De même, les entreprises de moins de dix salariés et les entreprises les plus productives sont exclues de l'étude. Étant donné que certains secteurs et certaines entreprises sont exclus, nous estimons que les impacts indiqués dans ce rapport sont des estimations par limite inférieure.

DONNÉES ET HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION POUR L'ÉVALUATION DES INVESTISSEMENTS EN INFRASTRUCTURE

L'analyse est basée sur une modélisation économique quantitative des données des comptes nationaux

Pour quantifier l'impact des opérations dans le cloud, nous avons appliqué un modèle d'entrée-sortie basé sur les données des comptes nationaux qui décrivent le flux de produits et services finaux et intermédiaires entre les secteurs d'activité. Les résultats sont indiqués dans les niveaux de tarification de 2021, avec le taux de change moyen en 2021 (0,85 € par dollar)¹²¹.

La relation entre les entrées et les sorties d'un secteur est considérée comme constante dans les modèles d'entrée-sortie, ce qui signifie que les secteurs fonctionnent selon des retours à grande échelle constants¹²².

Sur la base des tables d'entrée-sortie, nous avons calculé un ensemble de multiplicateurs qui reflètent les dépenses de Google dans l'exploitation du cloud. Nous pouvons ainsi évaluer les impacts économiques des opérations cloud de Google sur le reste de l'économie. Les tables nous permettent de calculer les multiplicateurs de PIB (valeur ajoutée), d'emploi et de revenu du travail.

Les impacts évalués dans un modèle d'entrée-sortie sont des impacts bruts, ce qui signifie qu'ils ne prennent pas en compte la diversité potentielle des ressources d'autres activités dans l'économie française.

Sources de données appliquées dans l'étude

Cette étude repose sur deux sources complémentaires:

1. Base de données 2021 de l'OCDE pour l'analyse structurelle (Structural Analysis Database, STAN)¹²³

Ces données ont harmonisé les tables des entrées et sorties des données pour 45 secteurs d'activité. La base de données STAN fournit des données sur l'emploi (emploi total) et des données sur la rémunération par secteur.

2. Estimation Google des dépenses liées à l'exploitation et à l'emploi

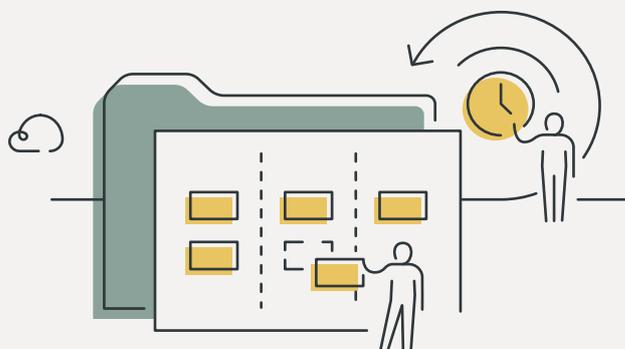
Google a partagé ses attentes en termes de dépenses opérationnelles prévues (salaires, maintenance, bureaux, énergie et autres coûts). Google a également partagé les dépenses actuelles et attendues pour le personnel des ventes et les ingénieurs.

Hypothèses clés sur l'impact de l'augmentation des dépenses

Les impacts de la vente et de l'exploitation des services cloud dépendent des dépenses d'exploitation des activités cloud existantes de Google et de l'augmentation attendue de leur capacité.

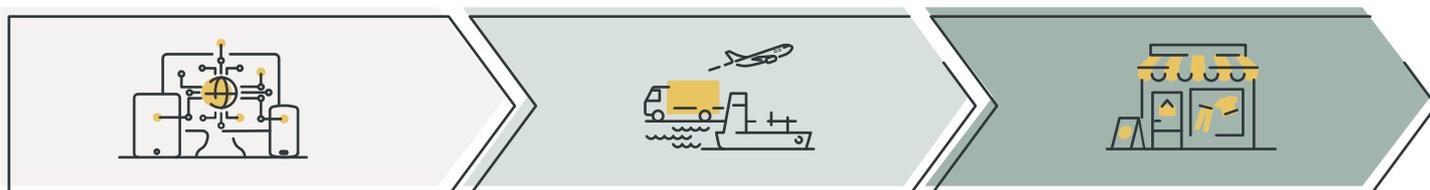
Par précaution, tous les équipements informatiques sont considérés comme importés à 100 % et n'ont donc aucune incidence au niveau national. Cependant, les coûts d'installation et de maintenance du matériel TIC sont par nature exécutés au niveau national. Ils sont donc inclus dans l'évaluation des impacts.

Les équipes commerciales, les ingénieurs, les revendeurs, le personnel de maintenance, les services financiers, les restaurants d'entreprise et d'autres activités de bureau génèrent également des impacts directs sur l'emploi par rapport aux services cloud. Ces répercussions supplémentaires ont été identifiées à l'aide des dépenses opérationnelles et du coefficient d'emploi du secteur de l'information et d'autres secteurs de la communication.



INVESTISSEMENTS DANS UNE INFRASTRUCTURE TECHNIQUE CLOUD AU SERVICE DES EMPLOIS

En plus des impacts sur la productivité (canal 1), un investissement dans l'infrastructure cloud régionale de Google en France est appelé à générer une activité économique (canal 2). Les emplois créés par Google en France grâce aux investissements dans l'infrastructure technique cloud (impacts directs) nécessitent des achats en amont auprès de fournisseurs locaux (impacts indirects), et incitent les salariés et les fournisseurs à dépenser a posteriori leurs revenus dans d'autres secteurs en France (impacts induits). Les impacts économiques locaux de ces investissements sont quantifiés à l'aide d'un modèle d'entrée-sortie contenant des multiplicateurs par secteur d'activité sur la base des données de l'OCDE et des comptes nationaux du gouvernement français.



DIRECT

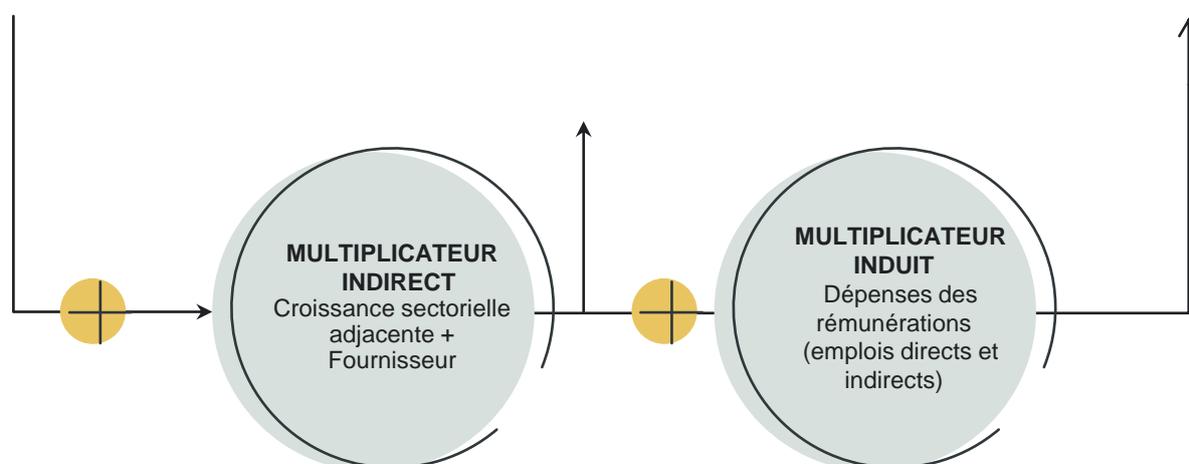
Les impacts directs découlent principalement des ventes de services cloud (stockage, puissance de calcul, sécurité des données, logiciel de gestion des opérations, etc.), de l'installation associée à la migration vers le cloud et de la maintenance informatique.

INDIRECT

Les impacts indirects des services cloud découlent des achats effectués par Google France auprès de fournisseurs locaux pour favoriser la vente, l'installation et la maintenance des services cloud en France.

INDUIT

Les impacts induits peuvent être observés lorsque les rémunérations versées aux salariés et aux fournisseurs sont dépensées en France (achats, sorties au restaurant, loisirs, etc.).



NOTES DE FIN

- 1) Gouvernement français (2020). France Relance.
- 2) Services de la Commission (2021). Analyse du plan pour la reprise et la résilience de la France.
- 3) Baer et al. (2020).
- 4) Gartner (2022).
- 5) Anderton et al. (2020). Occasional paper de la BCE.
- 6) Google Cloud. Clients Google Cloud.
- 7) Bommadevara et al. (2018)
- 8) Gal et al. (2019).
- 9) En 2021, 27 % des entreprises françaises de l'industrie manufacturière avaient adopté le cloud, contre 40 % dans l'UE.
- 10) OCDE (1998).
- 11) Ministère de l'Économie et des Finances (2022). Annonce du Ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance, et de la Direction générale des entreprises (DGE) sur la "stratégie d'accélération cloud" française.
- 12) La "stratégie nationale d'accélération cloud" a été annoncée en novembre 2021 dans le cadre du Programme d'investissement d'avenir (PIA) français. L'ambition est de faire de la France un moteur pour l'économie basée sur les données en Europe. Ce plan comprend des investissements publics et privés dans le domaine de la R&D autour du cloud, pour un coût de 1,8 milliard d'euros au cours des quatre prochaines années. Voir le dossier de presse du gouvernement français (2021). Stratégie nationale pour le Cloud : Soutenir l'innovation dans le Cloud.
- 13) Gal et al. (2019).
- 14) Jin & McElheran (2017).
- 15) DeStefano et al. (2020).
- 16) La contribution au PIB est basée sur une estimation prudente des dépenses cloud de Google en France.
- 17) Base de données de l'OCDE pour l'analyse structurelle (STAN).
- 18) Gal et al. (2019).
- 19) Consultez le document de lancement de la stratégie de transformation numérique française, France Num. Secrétariat d'État chargé du Numérique et Ministère de l'Économie et des Finances (2018).
- 20) Rapport DESI 2021 pour la France.
- 21) Eurostat (2021). Statistics Explained.
- 22) Commission européenne (2017).
- 23) Anderton et al. (2020). Occasional paper de la BCE.
- 24) Whyman (2021).
- 25) Gal et al. (2019).
- 26) Google Cloud (2020). Groupe Renault and Google Cloud Partner to Accelerate Industry 4.0.
- 27) Sara, C. (2021).
- 28) Google Cloud (2020). Groupe Renault and Google Cloud Partner to Accelerate Industry 4.0.
- 29) IDC (2021). Worldwide Global DataSphere Forecast, 2021–2025.
- 30) Selon les prévisions Global DataSphere d'IDC pour 2021–2025, établies à partir de statistiques annuelles mesurant la quantité de données créées, consommées et stockées dans le monde chaque année. Voir le rapport IDC, Worldwide Global DataSphere Forecast, 2021–2025. Document #US46410421.
- 31) IDC (2021). Data Creation and Replication Will Grow at a Faster Rate than Installed Storage Capacity, According to the IDC Global DataSphere and StorageSphere Forecasts. IDC Media Center.
- 32) Statista (2021).
- 33) Google Cloud (2021) Infrastructure.
- 34) Koley (2020). Google Cloud Infrastructure.
- 35) Ciauri (2021).
- 36) Commission européenne (2017).
- 37) Bommadevara et al. (2018).
- 38) Anderton et al. (2020). Occasional paper de la BCE.
- 39) Singh et al. (2021).
- 40) Google Cloud Platform. Insights basés sur des entretiens avec les clients.
- 41) Google Cloud. Développez le monde de demain. Des logiciels plus performants et plus rapides.
- 42) The Economist (2021). OpenAI, une entreprise de recherche et de déploiement d'IA, estime que la puissance de calcul utilisée dans les projets d'IA double tous les 3,4 mois. Par conséquent, il existe une forte demande d'insights métier qui utilisent la grande quantité de données disponibles dans l'économie numérique.
- 43) Whyman (2021).
- 44) Jones (2018). Résultats basés sur une projection pour les centres de données situés aux États-Unis.
- 45) Gal et al. (2019).
- 46) Dans cet article, nous avons indiqué PIB à valeur ajoutée par souci de concision. Les impacts mentionnés dans le rapport font référence aux prix en 2021.
- 47) Gal et al. (2019).
- 48) Commission européenne (2017).
- 49) Synergy Research Group estime que Google Cloud représente 10 % des revenus générés par les services d'infrastructure cloud dans le monde (y compris les services IaaS, PaaS et de cloud privé hébergé).
- 50) Gal et al. (2019). D'après les chercheurs de l'OCDE, les gains de productivité sont cumulatifs sur 5 ans avec une augmentation de 10 points de pourcentage de l'adoption, ce qui entraîne une augmentation de 3,5 % de la productivité. Comme indiqué dans la perspective économique de l'OCDE en 2019, ces estimations représentent probablement la limite supérieure des gains réels. C'est pourquoi, pour garantir des estimations prudentes, nous avons supposé des effets cumulés moindres que ceux de l'étude d'origine.
- 51) Gal et al. (2019).
- 52) Les impacts mentionnés dans le rapport font référence aux prix en 2021.
- 53) Gal et al. (2019), tableau 3 et tableau B.8.
- 54) Gal et al. (2019), tableau 3.
- 55) Gal et al. (2019), tableau B.8.
- 56) Commission européenne (2021). Indice de l'économie et de la société numériques (DESI) en France.
- 57) Thelle et al. (2021). Digital future unlocked.
- 58) Eurostat, services de cloud computing.
- 59) Gal et al. (2019). D'après les chercheurs de l'OCDE, les gains de productivité sont cumulatifs sur 5 ans avec une augmentation de 10 points de pourcentage de l'adoption, ce qui entraîne une augmentation de 3,5 % de la productivité. Comme indiqué dans la perspective économique de l'OCDE en 2019, ces estimations représentent probablement la limite supérieure des gains réels. C'est pourquoi, pour garantir des estimations prudentes, nous avons supposé des effets cumulés moindres que ceux de l'étude d'origine.
- 60) Eurostat. Services de cloud computing. La croissance du taux d'adoption en France est basée sur la tendance d'adoption du cloud avant la pandémie et est plus prudente (valeur moindre) que les taux de croissance du marché cloud prévus par Gartner, par exemple.
- 61) Gal et al. (2019), tableau 2. Les estimations n'incluent que les entreprises de l'industrie manufacturière et des services, à l'exception des entreprises de plus de 10 employés dans le secteur financier.
- 62) Mankiw (2020). Basé sur une fonction Cobb-Douglas classique $Y=A \cdot K^\alpha \cdot L^{1-\alpha}$. Nous constatons que la croissance de la productivité (A) se traduit directement par une croissance en production.
- 63) Acemoglu et Restrepo (2018).
- 64) Selon la théorie économique standard, les salaires réels sont déterminés par le produit marginal du travail (la quantité qu'un travailleur supplémentaire peut produire tout en maintenant le stock de capital constant). Par conséquent, les salaires réels sont déterminés par la productivité du travail. Mankiw (2020).

NOTES DE FIN

- 65) Bureau des statistiques du travail américain.
- 66) Perspectives économiques de l'OCDE (2018). Dissocier les salaires de la productivité. Dans certains pays occidentaux, le lien entre croissance de la productivité et croissance du salaire réel a été partiellement rompu, mais une étude récente de l'OCDE a montré que ce n'était pas le cas en France.
- 67) OCDE (1998). Technologie, productivité et création d'emplois: politiques exemplaires (vol. 3).
- 68) Nations Unies. Indice de développement humain.
- 69) OCDE (1998). Technologie, productivité et création d'emplois: politiques exemplaires (vol. 3).
- 70) OCDE (1998). Technologie, productivité et création d'emplois: politiques exemplaires (vol. 3).
- 71) Acemoglu et Restrepo (2018).
- 72) "Les professions qui utilisent beaucoup les TIC ont une forte propension à inclure les tâches TIC au sein de leur travail, de la simple utilisation d'Internet à la programmation, en passant par les logiciels de traitement de texte ou de feuilles de calcul" OCDE (2019), Mesurer la transformation numérique : feuille de route pour l'avenir.
- 73) Cette projection s'appuie sur l'hypothèse que les emplois proposés auront un impact étendu dans la plupart des secteurs de l'industrie et des services.
- 74) Basé sur notre estimation prudente des emplois et sur la part des revenus dans le PIB de la base de données STAN de l'OCDE pour la France.
- 75) OCDE (1998). Technologie, productivité et création d'emplois : politiques exemplaires (vol. 3).
- 76) L'emploi chez les revendeurs Google est inclus dans les impacts directs. Ce système repose sur des hypothèses prudentes concernant les dépenses des revendeurs, ainsi que les salaires et les coûts moyens des services TIC vis-à-vis des données de l'OCDE.
- 77) Les projections d'impacts de l'investissement dans l'infrastructure technique sont basées sur le modèle entrée-sortie personnalisé (base de données STAN de l'OCDE).
- 78) Gal et al. (2019).
- 79) Rivaille, K. (2019). Grow with Google. Aider les femmes à se développer sur le plan professionnel dans toute la France.
- 80) Rivaille, K. (2019). Grow with Google. Aider les femmes à se développer sur le plan professionnel dans toute la France.
- 81) Google Ateliers Numériques.
- 82) Google Ateliers Numériques. Le numérique au service de votre réussite!
- 83) Université de Reims Champagne-Ardenne. Google Ateliers Numériques: certification Google Ateliers Numériques.
- 84) Rivaille, K. (2019). Grow with Google. Aider les femmes à se développer sur le plan professionnel dans toute la France.
- 85) Rivaille, K. (2019). Grow with Google. Aider les femmes à se développer sur le plan professionnel dans toute la France.
- 86) Rivaille, K. (2019). Grow with Google. Aider les femmes à se développer sur le plan professionnel dans toute la France.
- 87) Ministère de l'Économie et des Finances (2022). Stratégie d'accélération cloud.
- 88) Google (2021). Rapport sur l'impact environnemental.
- 89) Golin et Pearson (2022).
- 90) Google et le développement durable. Engagements en matière d'eau : réduire la consommation, renouveler et restaurer les ressources en eau au niveau de tous nos bureaux et centres de données.
- 91) Google et le développement durable. Engagements en matière d'économie circulaire: accélérer la transition vers une économie circulaire.
- 92) Jones (2018). Résultats basés sur une projection de 2016 pour les centres de données américains.
- 93) Jones (2018). Résultats basés sur une projection de 2016 pour les centres de données américains.
- 94) Brandt et Talbot (2019).
- 95) "Le secteur des centres de données utilise l'indice d'efficacité énergétique (PUE) pour mesurer l'efficacité. Un indice PUE de 2,0 signifie que pour chaque watt utilisé pour alimenter les systèmes informatiques, un watt supplémentaire est consommé pour acheminer l'électricité jusqu'à ces équipements et les refroidir. Un indice proche de 1,0 signifie que la quasi-totalité de l'énergie est utilisée pour l'informatique." Centres de données Google. Efficacité.
- 96) Radovanovic (2020).
- 97) Google (2021). Rapport sur l'impact environnemental.
- 98) Brittin, M. (2020). Google et le développement durable.
- 99) Google Cloud (2022). Une énergie sans carbone pour les régions Google Cloud.
- 100) Hölzle (2020).
- 101) Google et le développement durable. Énergie sans carbone: fonctionner à l'énergie sans carbone 24h/24, 7j/7 d'ici 2030.
- 102) Google Cloud (2022). Une énergie sans carbone pour les régions Google Cloud.
- 103) Quinet (2019). La valeur de l'action pour le climat. République française, France Stratégie.
- 104) Google Cloud (2022). Contexte du sondage: en collaboration avec Harris Poll, Google a interrogé près de 1 500 cadres dirigeants de 16 pays pour recueillir leurs points de vue sur la hiérarchisation, les défis et les opportunités associés au développement durable en entreprise.
- 105) Brittin (2020). Google et le développement durable.
- 106) Brittin (2020). Google et le développement durable.
- 107) Google Cloud. Carrefour : Proposer des expériences d'achat exceptionnelles en ligne et en magasin grâce à Google Cloud.
- 108) Google et le développement durable (2021). Progresser chaque jour vers un avenir plus durable avec Google.
- 109) Calma (2021).
- 110) Google et le développement durable (2021). Progresser chaque jour vers un avenir plus durable avec Google.
- 111) Google et le développement durable (2021). Progresser chaque jour vers un avenir plus durable avec Google.
- 112) Google et le développement durable (2021). Progresser chaque jour vers un avenir plus durable avec Google.
- 113) Google et le développement durable (2021). Progresser chaque jour vers un avenir plus durable avec Google.
- 114) Gal et al. (2019).
- 115) Gal et al. (2019).
- 116) Eurostat. Services de cloud computing.
- 117) Gal et al. (2019).
- 118) Mankiw (2020). Basé sur une fonction Cobb-Douglas classique $Y=A \cdot K^\alpha \cdot L^{1-\alpha}$. Nous constatons que la croissance de la productivité (A) se traduit directement par une croissance en production.
- 119) Implement Economics suppose que l'impact estimé d'une hausse de l'adoption n'augmente qu'une seule fois le taux de croissance de la productivité (en d'autres termes, l'impact d'une hausse sur une année donnée n'a d'effet que sur une année). Dans le document d'origine, P. Gal et les autres auteurs supposent un impact sur la croissance permanent et, par conséquent, un cumul de ces impacts au fil du temps. L'hypothèse d'Implement rejoint l'interprétation des Perspectives économiques 2019, qui exprime une réserve quant à l'ampleur de l'impact. Elle réduit l'impact à 25 % de l'interprétation cumulée d'origine.
- 120) Gal et al. (2019).
- 121) ExchangeRates.org.uk. Taux de change de l'euro en dollar américain en 2022.
- 122) Miller et Blair (2009).
- 123) Base de données de l'OCDE pour l'analyse structurelle (STAN).

BIBLIOGRAPHIE

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial intelligence, automation, and work. In *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 197-236). University of Chicago Press.

Anderton, R., Jarvis, V., Labhard, V., Petroulakis, F., & Vivian, L. (2020). Virtually everywhere? Digitalisation and the euro area and EU economies. ECB Occasional paper, (2020244).

Agarwal, R., Khan, N. & Shenai, G. (2020). How public-sector tech leaders can speed up the journey to the cloud. Article by McKinsey & Company/Baer, A., Kwangwon, L., Tebrake, J. (2020). Accounting for Cloud Computing in the National Accounts. IMF Working Paper. <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2020/English/wpia2020127-print-pdf.ashx>. Consulté le 24 Mai 2022.

Bommadevara, N., Del Miglio, A., Jansen, S. (2018). Cloud adoption to accelerate IT modernization. McKinsey Digital. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/cloud-adoption-to-accelerate-it-modernization>. Consulté le 11 Mai 2022.

Brandt, K. & Talbot, C. (2019). Google Cloud. Our head's in the cloud, but we're keeping the earth in mind. <https://cloud.google.com/blog/topics/google-cloud-next/our-heads-in-the-cloud-but-were-keeping-the-earth-in-mind>. Consulté le 11 Mai 2022.

Brittin, M. (2020). Google Sustainability. Supporting a greener future in Europe. <https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/supporting-greener-future-europe/>. Consulté le 10 Mars 2022.

Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2019). Artificial intelligence and the modern productivity paradox. *The economics of artificial intelligence: An agenda*, 23.

Calma, J. (2021). Google launches new features to help users shrink their carbon footprints. <https://www.theverge.com/2021/10/6/22711623/google-climate-change-greenhouse-gas-emissions-carbon-footprint-maps-search-travel>. Consulté le 6 Juin 2022.

Cette, G., Nevoux, S., & Py, L. (2021). The impact of ICTs and digitalization on productivity and labor share: evidence from French firms. *Economics of innovation and new technology*, 1-24.

Chen, X., Guo, M., & Shangquan, W. (2022). Estimating the Impact of Cloud Computing on Firm Performance: An Empirical Investigation of Listed Firms. *Information & Management*, 103603.

Ciauri, C. (2021). Google Cloud Infrastructure. The Dunant subsea cable connecting the US and mainland Europe, is ready for service. <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/googles-dunant-subsea-cable-is-now-ready-for-service>. Consulté le 25 Mai 2022.

Commission Staff (2021). Working Document: Analysis of the recovery and resilience plan of France. SWD/2021/173 final.

Crisuolo, C., & Schwellnus, C. (2018). Decoupling of wages from productivity. *OECD Economic Outlook*.

DeStefano, T., Kneller, R., & Timmis, J. (2020). Cloud computing and firm growth.

The Economist (2021). Special report: The Data Economy, February 2020.

European Commission (2019). A Europe fit for the digital age https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_en. Consulté le 4 Avril 2022.

European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, Graux, H., Moeremans, M., Van Der Peijl, S. (2017). Measuring the economic impact of cloud computing in Europe : final report, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/75071>.

European Commission (2020). Digital Scoreboard - Digital Economy and Society Index, by Aggregate scores | Aggregate score. https://digital-agenda-data.eu/charts/desi-components#chart={%22indicator%22:%22desi_total%22,%22breakdown-group%22:%22desi_totals%22,%22unit-measure%22:%22pc_desi%22,%22time-period%22:%222020%22}. Consulté le 18 Mai 2022.

European Commission (2021). Digital Economy and Society Index (DESI) France. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi-france>. Consulté le 18 Mai 2022.

Eurostat (2021). Statistics Explained. Cloud Computing – statistics on use by enterprises. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises#Use_of_cloud_computing:_highlight_s. Consulté le 27 Avril 2022.

Eurostat (2021). Annual enterprise statistics by size class for special aggregates of activities. Données extraites le 15 Mars 2022.

ExchangeRates.org.uk. Euro to US Dollar Spot Exchange Rates for 2021. <https://www.exchangerates.org.uk/EUR-USD-spot-exchange-rates-history-2021.html#:~:text=Average%20exchange%20rate%20in%202021,USD%20n%2024%20Nov%202021>. Consulté le 23 Mai 2022.

Fixler, D., & Zieschang, K. (1999). The productivity of the banking sector: Integrating financial and production approaches to measuring financial service output. *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economie*, 32(2), 547-569.

Francois, M., George, C., Stowell, J. (2019) Google Cloud Infrastructure. Introducing Equiano, a subsea cable from Portugal to South Africa. <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/introducing-equiano-a-subsea-cable-from-portugal-to-south-africa>. Consulté le 11 Mai 2022.

The French Government (2020). France Relance. https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/DP_03_09_2021_France_Relance.pdf?v=1643372205. Consulté le 18 Mai 2022.

The French Government (2021). Stratégie Nationale Pour Le Cloud - Soutenir l'innovation dans le Cloud. https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2021/11/1617_-_dossier_de_presse_-_strategie_nationale_pour_le_cloud_.pdf. Consulté le 18 Mai 2022.

Gal, P., Nicoletti, G., von Rüden, C., OECD, S. S., & Renault, T. (2019). Digitalization and productivity: In search of the holy grail-firm-level empirical evidence from European countries. *International Productivity Monitor*, (37), 39-71.

Gartner (2022). Press Release. Gartner Says More Than Half of Enterprise IT Spending in Key Market Segments Will Shift to the Cloud by 2025. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-02-09-gartner-says-more-than-half-of-enterprise-it-spending>. Consulté le 24 Mai 2022.

Gartner Research (2021). Forecast: Public Cloud Services, Worldwide, 2019-2025, 4Q21 Update.

Golin, C. & Pearson, N. (2022). A policy roadmap for 24/7 carbon-free energy. Google Cloud Sustainability. <https://cloud.google.com/blog/topics/sustainability/a-policy-roadmap-for-achieving-24-7-carbon-free-energy>. Consulté le 19 Mai 2022.

Google Ateliers Numériques. Digital at the service of your success! <https://ateliersnumeriques.fr/>. Consulté le 5 Mai 2022.

Google (2021). Environmental Report. <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2021-environmental-report.pdf>. Consulté le 19 Mai 2022.

Google Cloud (2020). Groupe Renault and Google Cloud Partner to Accelerate Industry 4.0. <https://www.googlecloudpresscorner.com/2020-07-09-Groupe-Renault-and-Google-Cloud-Partner-to-Accelerate-Industry-4-0>. Consulté le 2 Juin 2022.

Google Cloud (2021) Infrastructure. All about cables: A guide to posts on our infrastructure under the sea. <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/learn-about-googles-subsea-cables>. Consulté le 11 Mai 2022.

Google Cloud (2022). CEOs are Ready to Fund a Sustainable Transformation. Survey conducted by Harris Poll. https://services.google.com/fh/files/misc/google_cloud_cxo_sustainability_survey_final.pdf. Consulté le 11 Mai 2022.

Google Cloud. Carrefour: Providing great retail experiences, on- and offline, powered by Google Cloud. <https://cloud.google.com/customers/carrefour>. Consulté le 19 Mai 2022.

'Google Cloud. Google Cloud customers. <https://cloud.google.com/customers>. Consulté le 24 Mars 2022.

Google Cloud. Build what's next. Better software. Faster. https://cloud.google.com/gcp/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=emea-emea-all-en-dr-bkws-all-all-trial-e-gcp-1011340&utm_content=text-ad-LE-any-DEV_c-CRE_550353867008-ADGP_Hybrid%20%7C%20BKWS%20-%20EXA%20%7C%20Tt%20-%20GCP%20-%20General%23v42-KWID_43700061603837738-aud-1642982741513%3Akwd-13487215878-userloc_1005010&utm_term=KW_Google%20cloud%20services-NET_g-PLAC_&gclid=CjwKCAjw9-KTBhBcEiwAr19ig-eJ8RMLcaRU0tgTO7xYM8AYyhLzt5E3fWue6aTF0_OrqkKlXQ-SB0cFyCQAvD_BwE&gclid=aw.ds. Consulté le 9 Mai 2022.

Google Cloud (2022). Carbon free energy for Google Cloud regions. <https://cloud.google.com/sustainability/region-carbon>. Consulté le 19 Mai 2022.

Google Data Centers. Efficiency. <https://www.google.com/about/datacenters/efficiency/>. Consulté le 19 Mai 2022.

BIBLIOGRAPHIE

Google et le développement durable. Énergie propre : fonctionner à l'énergie sans carbone 24h/24 et 7j/7 d'ici 2030.

<https://sustainability.google/intl/fr/progress/energy/>. Consulté le 6 juin 2022.

Google et le développement durable. Engagements en matière d'économie circulaire : accélérer la transition vers une économie circulaire.

<https://sustainability.google/intl/fr/commitments/circular-economy/>. Consulté le 19 mai 2022.

Google et le développement durable. Engagements en matière d'eau : nos efforts pour réduire la consommation d'eau et restituer l'eau utilisée dans nos bureaux et nos centres de données.

<https://sustainability.google/intl/fr/commitments/water/>. Consulté le 19 mai 2022.

Google et le développement durable (2021). Helping every day be more sustainable with Google. <https://www.youtube.com/watch?v=MbHuSHGZf5U>. Consulté le 6 juin 2022.

Hözlé, U. (2020). Announcing 'round-the-clock clean energy for cloud. Inside Google Cloud. <https://cloud.google.com/blog/topics/inside-google-cloud/announcing-round-the-clock-clean-energy-for-cloud>. Consulté le 19 mai 2022.

IDC (2021) Worldwide Global DataSphere Forecast, 2021–2025: The World Keeps Creating More Data – Now, What Do We Do with It All? Prévisions du marché – Document n° US46410421.

<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US46410421>. Consulté le 16 mai 2022.

IDC (2021) Data Creation and Replication Will Grow at a Faster Rate than Installed Storage Capacity, According to the IDC Global DataSphere and StorageSphere Forecasts. IDC Media Center.

<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47560321>. Consulté le 16 mai 2022.

Fonds monétaire international, base de données des perspectives de l'économie mondiale, avril 2022.

Thelle, M., Børger, L., et Sunesen, E. R. (2021). Digital future unlocked. *Implement Economics*.

Whyman, B. (2021). Secrets From Cloud Computing's First Stage: An Action Agenda for Government and Industry. Fondation pour l'innovation et les technologies de l'information. <https://itif.org/publications/2021/06/01/secrets-cloud-computings-first-stage-action-agenda-government-and-industry>. Consulté le 19 mai 2022.

Banque mondiale (2022). Indice de développement humain (IDH). Glossaire des métadonnées. [https://databank.worldbank.org/metadataglossary/africa-development-indicators/series/UNDP.HDI.XD#:~:text=The%20Human%20Development%20Index%20\(HDI\),a%20decent%20standard%20of%20living](https://databank.worldbank.org/metadataglossary/africa-development-indicators/series/UNDP.HDI.XD#:~:text=The%20Human%20Development%20Index%20(HDI),a%20decent%20standard%20of%20living). Consulté le 15 mars 2022.

Jin, Y. (2021). Enhancing digital diffusion for higher productivity in Spain. Documents de travail du Département des affaires économiques de l'OCDE.

Jin, W., et McElheran, K. (2017). Economies before scale: survival and performance of young plants in the age of cloud computing. Document de travail de l'école de gestion Rotman (3112901).

Jones, N. (2018). How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. *Nature Magazine*. Contenu extrait le 11 décembre 2021 sur la page <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y>.

Koley, B. (2020). Google Cloud Infrastructure. Announcing the Grace Hopper subsea cable, linking the U.S., U.K. and Spain. <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/announcing-googles-grace-hopper-subsea-cable-system>. Consulté le 11 mai 2022.

Kurian, T. (2019). Clients Google Cloud. Sanofi drives digital transformation with Google Cloud. <https://cloud.google.com/blog/topics/customers/sanofi-drives-digital-transformation-with-google-cloud>. Consulté le 25 mai 2022.

Lau, E., Lonti, Z., et Schultz, R. (2017). Challenges in the measurement of public sector productivity in OECD countries. *International Productivity Monitor*, 32, 180-195.

Mankiw, N. G. (2020). *Principles of macroeconomics*. Cengage learning.

Mendoza, S. (2014). Local Governments Embrace Cloud: 5 Benefits. <https://www.informationweek.com/cloud-computing/local-governments-embrace-cloud-5-benefits>. Consulté le 24 mars 2022.

Miller, R. E., et Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge University Press.

Ministère de l'Économie et des Finances (2022). Stratégie d'accélération cloud. <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/numerique/strategie-d-acceleration-cloud>. Consulté le 20 mai 2022.

Næss-Schmidt, H.S., Basalisco, B., Hansen, M. M., Virtanen, L. et Vieira, R. M. (2021). The economic impact of the forthcoming Equiano subsea cable in Portugal. *Copenhagen Economics*.

OCDE (2019). Chapitre 2. Transformation numérique et productivité : une histoire de complémentarités. Perspectives économiques de l'OCDE.

https://www.oecd-ilibrary.org/sites/b2e897b0-en/1/2/2/index.html?itemId=/content/publication/b2e897b0-en&_csp_=d2743ede274dd564946a04fc1f43d5dc&itemIG=oced&itemContentType=book. Consulté le 2 mai 2022.

OCDE (2019). Mesurer la transformation numérique : feuille de route pour l'avenir, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>.

OCDE (1998). Technologie, productivité et création d'emplois : politiques exemplaires (vol. 3). Organisation de coopération et de développement économiques.

Base de données de l'OCDE pour l'analyse structurelle (STAN). https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IOTS_2021. Consulté le 15 mars 2022.

Secrétariat d'État chargé du Numérique et Ministère de l'Économie et des Finances (2018). France Num. <https://www.francenum.gouv.fr/files/2018-10/DossierDePresse-FranceNum.pdf>. Consulté le 18 mai 2022.

Radovanovic, A. (2020). Our data centers now work harder when the sun shines and wind blows. Data centers and infrastructure.

<https://blog.google/inside-google/infrastructure/data-centers-work-harder-sun-shines-wind-blows/>. Consulté le 19 mai 2022.

Reuters (2021). Factbox: Macron's 30 billion euro "France 2030" investment plan. <https://www.reuters.com/world/europe/macrons-30-billion-euro-france-2030-investment-plan-2021-10-12/>. Consulté le 19 mai 2022.

Rivaille, K. (2019). Grow with Google Helping women grow professionally across France. Google – The Keyword. <https://blog.google/outreach-initiatives/grow-with-google/helping-women-grow-professionally-across-france/>. Consulté le 24 mai 2022.

Sara, C. (2021). Renault set to test out Google supply chain digital twin. <https://www.computerweekly.com/news/252506659/Renault-set-to-test-out-Google-supply-chain-digital-twin>. Consulté le 6 juin 2022.

Shehabi, A., Smith, S., Sartor, D., Brown, R., Herrlin, M., Koomey, J., et Lintner, W. (2016). United States Data Center Energy Usage Report.

Singh, R. P., Haleem, A., Javaid, M., Kataria, R., et Singhal, S. (2021). Cloud computing in solving problems of COVID-19 pandemic. *Journal of Industrial Integration and Management*, 6(02), 209-219.

Statista (2021). Number of data centers worldwide in 2015, 2017, and 2021. <https://www.statista.com/statistics/500458/worldwide-datacenter-and-it-sites/>. Consulté le 10 mai 2022.

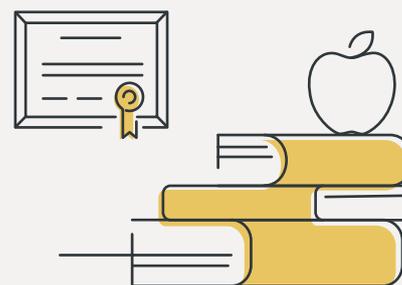
Synergy Research Group (2022). Cloud Provider Market Share Trend. <https://www.srgresearch.com/articles/as-quarterly-cloud-spending-jumps-to-over-50b-microsoft-looms-larger-in-amazons-rear-mirror#:~:text=New%20data%20from%20Synergy%20Research,%2C%20up%2037%25%20from%202020>. Consulté le 2 mai 2022.

Nations Unies. Human Development Index (HDI). <https://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>. Consulté le 21 avril 2022.

Université de Reims Champagne-Ardenne. Certification Google Ateliers Numériques. <https://www.univ-reims.fr/formation/nos-certifications/competences-numeriques/la-certification-google-ateliers-numeriques/la-certification-google-ateliers-numeriques,21611,35825.html>. Consulté le 30 mai 2022.

U.S. Bureau of Labor Statistics. Multifactor Productivity <https://www.bls.gov/mfp/>. Consulté le 25 mars 2022.

Quinet, A. (2019). La valeur de l'action pour le climat. République française – France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/de-l'action-climat>. Consulté le 19 mai 2022.





IMPLEMENT ECONOMICS

Implement Consulting Group

Strandvejen 54
2900 Hellerup
Danemark

