

Rapport d'orientation stratégique
2024

Ambitions

Que faire d'ici 2040 ?

Cigref
RÉUSSIR
LE NUMÉRIQUE





Ambitions
Que faire d'ici 2040 ?

Avant-Propos

Lors de la présentation des quatre derniers Rapports d'Orientation Stratégique du Cigref, et notamment du dernier consacré aux ruptures envisageables à l'horizon d'une ou deux décennies, j'ai souvent entendu mes interlocuteurs exprimer leurs craintes face à un avenir perçu comme inquiétant, provoquant parfois une sensation de vertige, et face auquel nous pouvons sembler démunis.

Outre les incertitudes sur le devenir de nos démocraties, sur la paix et les désordres géopolitiques, sur les conditions de vie sur Terre, sur les grands équilibres économiques, que nous rappelons dans notre note de contexte, le déploiement accéléré des technologies numériques soulève une question centrale : venons-nous d'un monde où l'Homme ne pouvait pas produire ce qu'il pouvait imaginer, pour entrer dans un monde où l'Homme ne peut plus se représenter ce qu'il est capable de produire ? Autrement dit, pour reprendre le titre d'un ouvrage de Günther Anders, le temps de l'« obsolescence de l'Homme » est-il venu ? Le rythme d'émergence des technologies a-t-il supplanté notre capacité à nous adapter, à évoluer, à comprendre ? Sommes-nous définitivement « en retard » sur le monde tel qu'il va ?

L'exercice de la prospective nous expose donc à un risque : celui du pessimisme radical, du suivisme ou de l'immobilisme. Comme si, au lieu d'éclairer le chemin, la prospective braquait ses phares sur les yeux de ses lecteurs, les laissant pantois, paralysés dans une forme de stupeur... et hypnotisés par ce que la technologie est capable de produire aujourd'hui. C'est ce risque que nous avons souhaité conjurer dans cette édition de notre Rapport d'Orientation Stratégique. Parce que nous restons, paraphrasant encore Günther Anders, « *attachés, avec un entêtement évident, à une conception humaine de l'homme* », et parce qu'il en va d'une certaine conception du progrès. Le progrès vu comme la boussole dont nous avons collectivement besoin pour nous repérer et nous orienter, est ancrée dans une question fondamentale : au nom de quoi, au nom de qui agissons-nous, dans nos entreprises, nos administrations, notre société, lorsque nous décidons de numériser nos activités ?

C'est pourquoi, dans cette édition de nos études prospectives, nous avons pris un angle radicalement différent des précédentes années : nous nous sommes attachés à décrire un avenir numérique que nous souhaitons voir advenir à l'horizon 2030-2040, mettant notre capacité de vision et d'imagination au centre, et nous avons voulu baliser des chemins pour y parvenir. Nous avons résolument conservé notre objectif de créer un numérique responsable, durable et de confiance.

Nous nous sommes ainsi concentrés sur l'action, conférant à ce texte un caractère quelque peu programmatique, même si notre vocation au Cigref n'a jamais été d'élaborer un programme politique. Nous souhaitons simplement, en tant que représentants de grands acteurs économiques, apporter notre pierre à une réflexion permettant d'ouvrir l'avenir et de donner des perspectives.

Pour ce faire, nous avons conservé nos points d'appui traditionnels : les débats éclairés de notre Conseil d'Orientation Stratégique, les réflexions précieuses de notre Conseil d'Orientation Stratégique Jeunes, les « *afterworks* » thématiques, les résultats de nos nombreux groupes de travail... et l'appui méthodologique de notre partenaire, Futuribles. Tous ces apports, connus de nos lecteurs, nous permettent de nous appuyer sur de nombreuses références, de documenter et de cadrer notre travail prospectif. Et notre petite mascotte, Pixel, née de la plume inspirée d'Alice Colson, accompagnera le lecteur dans cet ouvrage, l'amenant, nous l'espérons, à sourire et à prendre un peu de recul sur ces sujets qui font notre quotidien.

Nous souhaitons donc à tous nos lecteurs une très bonne lecture, « *inspirante* » pour reprendre un terme à la mode, une lecture inspirante afin de tirer de cet ouvrage des outils pour comprendre et agir au mieux dans le cadre de leurs responsabilités.

Jean-Claude Laroche, Président du Cigref

Executive Summary

Le Rapport d'Orientation Stratégique 2024 s'inscrit dans la continuité des précédents ROS en fournissant des analyses prospectives à l'horizon 2040 pour accompagner les membres du Cigref dans l'élaboration de leurs stratégies. Cette nouvelle édition vise à définir des « orientations stratégiques » vers des « futurs souhaitables », pour les organisations européennes et la société dans son ensemble. Comme pour les éditions précédentes, nous nous sommes appuyés sur une méthode rigoureuse de raisonnement prospectif afin de répondre à cette question : « Qu'allons-nous faire d'ici 2040 ? ». D'un point de vue méthodologique, le ROS 2024 se construit donc autour de cinq questions stratégiques clés qui ont été ouvertes par les réflexions prospectives des années précédentes. Ces questions stratégiques, en nombre réduit, portent sur des enjeux majeurs sur lesquels le Cigref et ses membres ont des capacités d'action et d'influence.

Question 1. Que faire pour que le numérique contribue efficacement à la transition environnementale ?

Le numérique, par sa production croissante de composants informatiques et de données, contribue de manière significative au réchauffement climatique et à la perte de biodiversité, générant des déchets électroniques en augmentation rapide. Ainsi, il est nécessaire que l'empreinte environnementale du numérique soit dans un premier temps maîtrisée, pour que cette industrie contribue à la transition environnementale à l'horizon 2040. Pour ce faire, des pratiques de recyclage avancées et une optimisation de la consommation énergétique pourraient être mises en place. Les efforts incluent également le développement d'une autonomie stratégique dans la fabrication du *hardware* pour réduire les coûts environnementaux liés au transport et imposer des normes favorisant la circularité des produits numériques.

Question 2. Que faire pour renforcer la sécurité dans l'espace numérique ?

En dépit des efforts pour réguler l'espace numérique et promouvoir la coopération internationale, les cyberattaques demeurent une menace croissante, exacerbée par les tensions géopolitiques et la sophistication des outils technologiques, ce qui nécessite une véritable ambition politique et une collaboration renforcée entre acteurs publics et privés pour sécuriser efficacement cet espace d'ici 2040. Pour faire en sorte que la sécurité de l'espace numérique devienne une priorité stratégique mondiale à cet horizon, il serait nécessaire de favoriser la construction d'une société résiliente et adaptée au numérique. Cette convergence d'efforts devrait donc porter sur l'éducation, la préparation opérationnelle et la réflexion stratégique sur les aspects légaux et réglementaires liés au numérique.

Question 3. Que faire pour que le numérique soit facteur de cohésion sociale ?

Pour accroître la cohésion sociale et la confiance des citoyens, il est essentiel d'adopter une approche inclusive en réduisant la fracture numérique, en luttant contre la désinformation, en prévenant les divisions sociales encouragées par les réseaux sociaux, et en garantissant la protection de la vie privée en ligne et la transparence des algorithmes. Ainsi, à l'horizon 2040, nous souhaitons que chaque individu en France bénéficie d'un accès équitable aux outils numériques et aux compétences nécessaires, afin de réduire l'illectronisme et rendre la société plus inclusive, notamment pour les personnes en situation de handicap. Le numérique, encadré par des réglementations mondiales sur la protection des données personnelles, pourrait alors offrir des garanties de maîtrise et de confiance. Parallèlement, la désinformation en ligne diminuerait, grâce à des outils avancés de vérification des faits et à une sensibilisation généralisée, transformant les réseaux sociaux en espaces de dialogue constructif.

Question 4. Que faire pour développer une véritable autonomie stratégique européenne dans le domaine du numérique ?

L'accélération de la transformation numérique due à la crise du Covid-19, la montée en puissance des grandes nations du numérique, et la menace d'une rupture des approvisionnements en provenance de Taïwan, révèlent la dépendance technologique de l'Europe vis-à-vis de puissances étrangères, montrant la nécessité d'atteindre une autonomie numérique européenne à l'horizon 2040. Cette autonomie stratégique se traduirait par des dépendances maîtrisées, une Europe attractive pour les talents et capable de fonctionner en mode dégradé en cas de crise. L'Union européenne est déjà sur ce chemin, *via* des initiatives comme GAIA-X et le *Critical Raw Materials Act*, promouvant un marché unique de la donnée et renforçant ses infrastructures, ses réglementations et ses compétences numériques, malgré les défis et risques liés à la réindustrialisation et à la concurrence internationale.

Question 5. Que faire pour que le numérique participe à améliorer la qualité de vie au travail et la qualité de l'emploi ?

L'essor du numérique au sein des organisations influence profondément la qualité de vie au travail des collaborateurs ainsi que leurs conditions de travail. Les entreprises doivent donc s'adapter pour intégrer ces technologies tout en répondant aux aspirations croissantes des salariés qui recherchent un équilibre entre vie professionnelle et privée, et veulent trouver un sens à leur travail. Ainsi, nous sommes en faveur d'un numérique qui, à l'horizon 2040, contribuerait à l'autonomie et à la collaboration, et réduirait les risques physiques et psychosociaux grâce à une meilleure gestion du temps et à l'automatisation des tâches répétitives.

Table des matières

02	<i>Avant-Propos</i>
04	<i>Executive Summary</i>
06	<i>Table des matières</i>
08	<i>Note de contexte</i>
26	<i>Objectifs et ambitions du rapport</i>
27	<i>Méthodologie</i>
142	<i>Agir aujourd'hui : quelques recommandations</i>
146	<i>Membres du Conseil d'Orientation Stratégique</i>
147	<i>Membres du Conseil d'Orientation Stratégique Jeunes</i>
148	<i>Remerciements</i>

01

Que faire pour que le numérique contribue efficacement à la transition environnementale ?

30

02

Que faire pour renforcer la sécurité dans l'espace numérique ?

54

03

Que faire pour que le numérique soit facteur de cohésion sociale ?

74

04

Que faire pour développer une véritable autonomie stratégique européenne dans le domaine du numérique ?

100

05

Que faire pour que le numérique participe à améliorer la qualité de vie au travail et la qualité de l'emploi ?

120

Note de contexte

En date du 1^{er} août 2024.

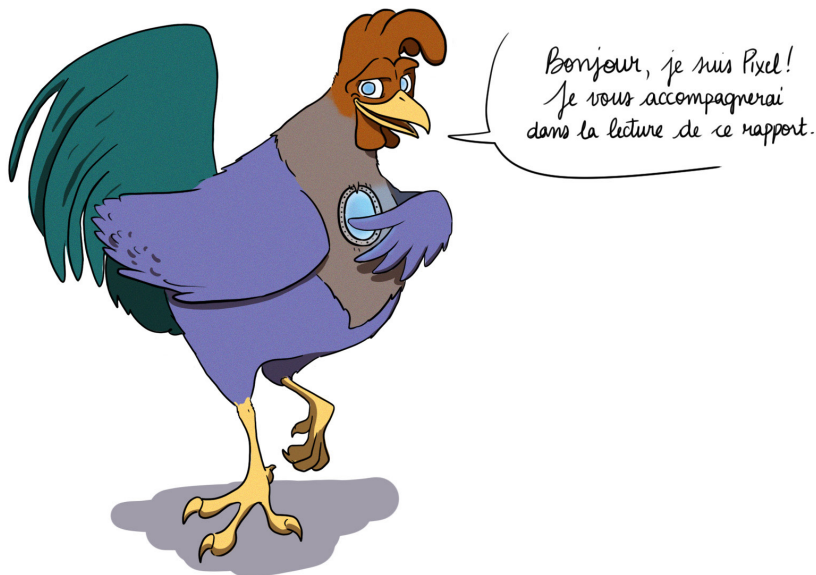
« *Celui qui n'a pas de stratégie est perdu sur le chemin de la guerre.* » Sun Tzu.

Comme chaque année, le Rapport d'Orientation Stratégique 2024 du Cigref s'ouvre avec cette note de contexte. Notre objectif en l'écrivant est de dresser un panorama, aussi large que possible, des dynamiques géopolitiques, économiques et technologiques qui sont à l'œuvre au moment de sa publication. Inspirée de nombreuses lectures et auditions au cours de ces derniers mois, cette description reste nécessairement partielle et ne prétend pas à l'exhaustivité. Elle conserve également une dimension subjective, malgré nos efforts constants pour maintenir un regard impartial et équilibré sur les évolutions de ces dynamiques. Notre perspective demeure principalement occidentale et centrée sur l'Europe, reflétant nos propres ancrages tant géographiques que culturels. Cette note de contexte est élaborée avec le seul souci de fournir à nos lecteurs, actuels ou futurs, une compréhension claire du contexte global tel que nous le percevons au cœur de l'été 2024. Ce cadre de référence est conçu pour éclairer les hypothèses stratégiques adoptées dans notre travail de prospective. Cette année encore, nous avons cherché à identifier les tendances et les événements majeurs qui façonnent notre environnement, tout en étant conscients des limites inhérentes à cet exercice. Nous espérons que cette note de contexte offrira des points de repère utiles pour appréhender les orientations stratégiques du Cigref et mieux comprendre les propositions présentées dans ce rapport.

Que dire du monde comme il va, en cette fin du mois de juillet 2024, quand l'attention se porte principalement sur les Jeux Olympiques de Paris ? Quels repères pouvons-nous mettre en exergue alors que nous semblons naviguer à pleine vitesse dans un épais brouillard, sur un océan d'incertitudes particulièrement tumultueux ? L'incertitude, en effet, s'impose comme le principe essentiel de cette note de contexte. Incertitude sur les conséquences politiques, économiques et sociales de la dissolution de l'Assemblée nationale, le 9 juin dernier, par Emmanuel Macron. Incertitude encore sur les résultats des élections présidentielles aux États-Unis. Incertitudes aussi sur la trajectoire à venir de la Chine et de son économie, avec des conséquences potentiellement mondiales. Incertitudes, surtout, quant aux évolutions des crises multiples qui déstabilisent la plupart des aires continentales, en Ukraine bien sûr, évidemment au Moyen-Orient, mais aussi en Afrique ou dans la zone indopacifique.

Dans le champ des technologies numériques, là encore, de nombreuses incertitudes brouillent le paysage que nous tentons de dessiner à grands traits. Nous retiendrons dans cette note trois aspects particulièrement significatifs de la période dans laquelle nous nous trouvons. Nous évoquerons successivement la dynamique de l'intelligence artificielle générative, les soubresauts de l'industrie des microprocesseurs, enfin les conséquences des dépendances technologiques croissantes de l'économie européenne à l'égard de l'industrie américaine du numérique.

Alors que le contexte international se complexifie, la situation politique en France, marquée par des turbulences inédites, s'inscrit dans un faisceau d'incertitudes qui pèsent lourdement sur l'avenir du pays.



Incertitudes sur la situation française.

L'été 2024 a été essentiellement marqué en France par une période de turbulences politiques sans précédent dans l'histoire de la Vème République. À la date où vous lirez ces lignes, la situation se sera probablement décantée, et la France disposera, nous pouvons l'espérer, d'un Gouvernement légitime. Cependant, cette note de contexte a pour objectif de fournir au lecteur un panorama de la situation telle qu'elle se présentait au moment où nous avons fini de rédiger cette édition 2024 de notre Rapport d'Orientation Stratégique.

Dans la soirée du 9 juin, après l'annonce des résultats des élections au Parlement européen, lesquelles ont mis en lumière une nette progression du Rassemblement National dans le corps électoral face à une gauche fragmentée et à un centre épuisé, et alors que le Gouvernement dirigé par Gabriel Attal ne disposait que d'une majorité relative à l'Assemblée nationale depuis les élections législatives de juin 2022, le Président de la République, Emmanuel Macron, a provoqué un séisme politique majeur en annonçant la dissolution de la chambre basse. Les résultats des élections législatives qui s'ensuivirent, au soir du second tour, le 7 juillet dernier, n'ont pas permis de faire émerger une majorité à l'Assemblée nationale. Si le Nouveau Front Populaire arrive en tête en nombre de sièges, il peine toutefois à masquer ses divisions, alors que le Rassemblement National recueille avec ses alliés le plus grand nombre de suffrages exprimés.

Désormais trois fronts semblent se partager le paysage politique français. L'ex-Front National, qui s'est donc allié avec une partie de la droite classique, le Nouveau Front Populaire que domine la gauche extrême de la France Insoumise, et enfin une sorte de front républicain, au centre duquel se sont installés les partisans d'Emmanuel Macron, et dont le ressort principal est le rejet des extrêmes, de droite comme de gauche. Le Gouvernement dirigé par Gabriel Attal a démissionné officiellement le 16 juillet 2024, bien que plusieurs ministres aient été élus députés dès le 7 juillet. Cette situation soulève d'ailleurs des questions de constitutionnalité concernant la compatibilité des fonctions de ministre démissionnaire et de député, et suscite des contestations devant le Conseil d'État. Le Gouvernement démissionnaire continue d'expédier les affaires courantes, avec d'évidentes limites de légitimité quant à sa capacité à assurer dans toutes ses dimensions la continuité de l'action de l'État.

Le président Emmanuel Macron, oscillant entre sa résidence d'été du fort de Brégançon et Paris, pour assister à certaines épreuves des Jeux Olympiques, doit nommer, dès que ceux-ci seront terminés, un nouveau Premier ministre. Il cherche à construire une coalition large, allant des sociaux-démocrates aux gaullistes, pour tenter d'imposer une certaine stabilité politique jusqu'aux élections présidentielles de 2027. Des discussions sont en cours avec les leaders de la droite classique. La recherche d'une coalition gouvernementale viable, capable de naviguer dans ce contexte complexe, est essentielle pour éviter une paralysie politique prolongée et pour répondre aux attentes des citoyens et des acteurs économiques. Alors que les décisions à venir seront déterminantes pour l'avenir politique et économique du pays, notamment sa capacité à se doter d'un budget pour 2025, la France est confrontée, au cœur de cet été 2024, à un moment politique crucial, avec des implications potentielles majeures pour sa stabilité sociale, mainte fois mise en cause au cours de ces dernières années. Qu'il agisse dans le cadre d'une cohabitation, d'une grande coalition, d'un pacte législatif, ou même d'une équipe technique, le futur Gouvernement devra s'attacher à résoudre l'extraordinaire complexité de l'équilibre de nos comptes publics.

En effet, un récent rapport de la Cour des comptes, publié le 15 juillet 2024, souligne la situation préoccupante de la France, marquée par une dette publique croissante et des déficits récurrents qui contraignent les dépenses et l'investissement. Cette situation expose le pays à des risques de défaut en cas de choc macroéconomique. En 2023, les finances publiques françaises ont connu une détérioration notable, avec un déficit atteignant 5,5 % du PIB, en hausse par rapport aux prévisions et à l'année précédente. Cette situation a invalidé la trajectoire budgétaire définie par la loi de programmation des finances publiques pour 2023-2027. Le rapport souligne la fragilité de la nouvelle trajectoire budgétaire, qui repose sur des hypothèses de croissance optimistes et sur des économies importantes encore non spécifiées. De plus, la programmation budgétaire actuelle n'intègre pas réellement les coûts liés au changement climatique et à la transition énergétique, ce qui pourrait aggraver la dette publique. En conclusion, la Cour des comptes recommande de mettre en œuvre des réformes crédibles et partagées politiquement pour réduire le déficit et stabiliser la dette, en intégrant les enjeux climatiques, afin de respecter les engagements européens de la France et d'assurer la soutenabilité des finances publiques.

Dans ce contexte, les Jeux Olympiques de Paris semblent offrir au pays une forme de respiration, qui masque pour le moment, en pleine période estivale, le douloureux retour aux réalités qui risquent de marquer la rentrée prochaine.

Tandis que la France navigue en eaux troubles politiques, l'autre côté de l'Atlantique n'est pas en reste. Aux États-Unis, la campagne présidentielle de 2024 se déroule dans un climat tout aussi incertain, avec des implications substantielles pour l'équilibre mondial.

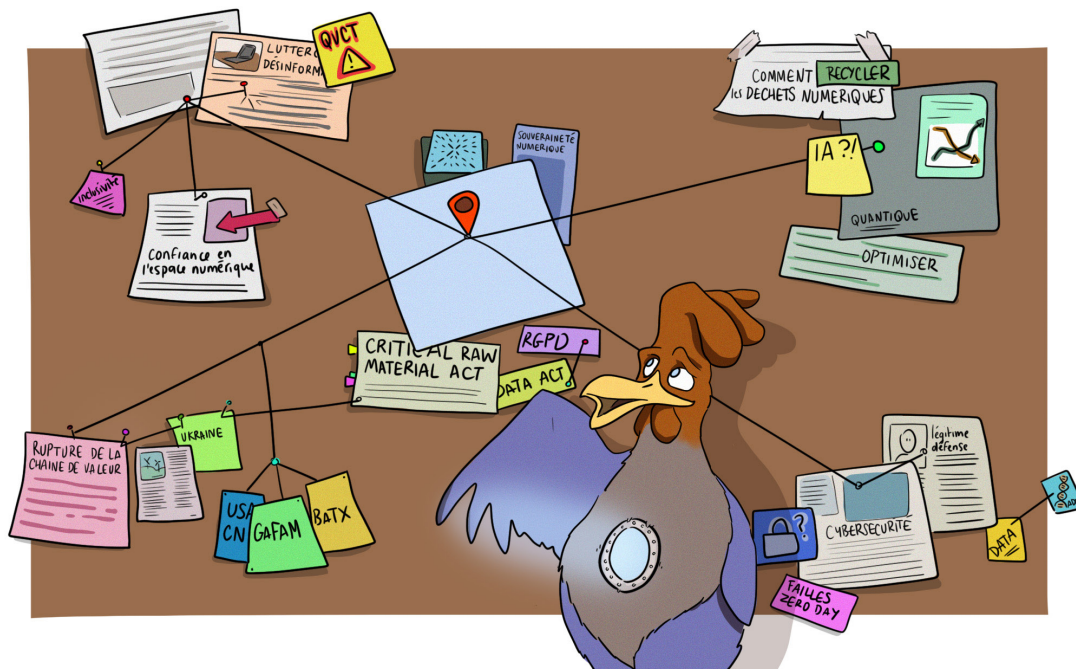
Incertitudes sur la situation aux États-Unis.

L'élection présidentielle de novembre 2024 s'annonce comme un moment décisif dans l'histoire contemporaine des États-Unis. Dans un contexte où chaque mouvement est scruté par une communauté internationale particulièrement attentive, voire inquiète, les candidats sont engagés dans une bataille électorale sans précédent, empreinte de nombreux rebondissements et de multiples controverses.

Au début de l'année, la course à la Maison-Blanche semblait destinée à rejouer le duel de 2020 entre Joe Biden et Donald Trump. Le Président sortant, Joe Biden, malgré une cote de popularité en berne et des doutes croissants sur sa santé cognitive, avait réussi à obtenir l'investiture démocrate sans réelle opposition. Son âge avancé et ses difficultés apparentes ne l'en avaient pas empêché, en raison principalement de l'absence de candidats disposant d'un crédit suffisant pour le défier au sein de son propre parti.

Du côté républicain, Donald Trump, à 78 ans, s'est imposé avec une ténacité impressionnante. Englué dans des affaires judiciaires, il a néanmoins su rallier ses partisans autour de sa personne. Malgré une condamnation pénale pour paiements dissimulés à la star du X Stormy Daniels, et d'autres procès en cours, Trump est demeuré inoxydable. Sa base électorale est restée solide et fidèle. Par ailleurs, Trump est sorti renforcé de la tentative d'assassinat dont il a été victime, le 13 juillet 2024, à l'occasion d'un meeting à Butler, en Pennsylvanie. Cette image de Trump, l'oreille ensanglantée, se dressant le point levé en direction de la foule en signe de défi, entouré de ses gardes du corps qui tentaient de l'entraîner pour le mettre à l'abri, restera pour l'histoire, à n'en pas douter, une image d'une puissante intensité. C'est donc assez naturellement que Donald Trump a été officiellement désigné candidat républicain pour l'élection présidentielle lors de la convention nationale républicaine, le 15 juillet 2024 à Milwaukee, dans le Wisconsin, avec le sénateur J. D. Vance comme colistier pour la vice-présidence, consolidant ainsi l'unité du parti Républicain derrière sa candidature. En choisissant J.D. Vance, un sénateur fervent isolationniste, comme colistier, Trump envoyait un message clair sur sa vision de l'Amérique : une nation forte et indépendante, prête à se détacher des engagements internationaux perçus comme contraignants.

Cependant, le paysage politique a été bouleversé le 21 juillet 2024, lorsque Joe Biden, sous la pression de son propre camp et des critiques croissantes concernant ses capacités cognitives, a annoncé son retrait de la course. C'est Kamala Harris, vice-présidente sortante, qui a été plébiscitée pour le remplacer. Cette décision inattendue a injecté une nouvelle dynamique dans la campagne démocrate. Après avoir été propulsée au premier plan, la candidate incarne désormais l'espoir et le renouveau pour le camp démocrate. Ancienne procureure de Californie et militante infatigable pour les droits civiques, Harris apporte une énergie nouvelle à la campagne. Son parcours diversifié, en tant que femme noire et sud-asiatique, résonne particulièrement auprès de l'électorat féminin, des minorités et des jeunes électeurs, segments cruciaux de l'électorat pour les démocrates. Dès son entrée en lice, Harris a démontré une capacité remarquable à mobiliser des fonds, récoltant des millions de dollars en un temps record. Son premier défi est maintenant de choisir un colistier capable de renforcer sa candidature. Parmi les favoris figurent des gouverneurs expérimentés et populaires.



Incertitudes sur la situation de la Chine.

La Chine, avec une économie pesant environ 18 000 milliards de dollars en 2023, est la deuxième puissance économique mondiale. Elle représente à elle seule près de 17% de la richesse globale. Cependant, cette « superpuissance » est actuellement confrontée à des défis économiques majeurs qui impactent sévèrement sa croissance économique. Depuis la pandémie de COVID-19, celle-ci a considérablement ralenti. En 2023, le PIB chinois n'a crû que de 5,2%, marquant sa plus faible performance en près de 30 ans, hors crise sanitaire. Ce ralentissement s'explique principalement par deux facteurs : la crise immobilière et la question démographique. Le secteur immobilier, qui représentait environ 30% de l'économie nationale en 2023, est en crise. La faillite d'Evergrande symbolise les difficultés d'un secteur confronté à une surproduction de logements destinés à une classe moyenne qui n'a pas émergé comme prévu. Et d'un autre côté, la politique de l'enfant unique a conduit à une diminution de la population de deux millions d'habitants en 2023, limitant ainsi la consommation intérieure, moteur essentiel de la croissance économique.

Par ailleurs, les tensions géopolitiques avec Taïwan, l'Union Européenne et surtout les États-Unis ajoutant une pression supplémentaire sur l'économie chinoise, ont créé un cocktail explosif qui a provoqué une forte correction des marchés financiers. L'indice de référence de la bourse de Hong Kong a chuté de près de 49% depuis son sommet de janvier 2018, et de grandes entreprises ont vu leur cours plonger, comme Alibaba, qui a chuté de plus de 75% depuis la fin de 2020.

Face à cette situation, le gouvernement chinois a pris plusieurs mesures pour tenter de stabiliser l'économie. En mars 2024, Xi Jinping a annoncé l'achat d'actions chinoises à hauteur de 278 milliards de dollars *via* le fonds étatique Huijin Investment. De plus, un plan de soutien massif, financé par des émissions obligataires à très long terme pour un total de 139 milliards de dollars, a été annoncé en mai 2024. Cependant, malgré ces efforts, la consommation reste faible et le marché immobilier surendetté continue de peser sur les dépenses des ménages. Des entreprises internationales comme General Motors, Apple, et Starbucks ont signalé une baisse significative de leurs ventes en Chine, soulignant les défis persistants que leur lance le marché chinois.

Le troisième plénum du Comité central du Parti communiste chinois, qui s'est tenu sous la présidence de Xi Jinping du 15 au 18 juillet 2024, a mis en avant le concept de « Nouvelles forces productives de qualité ». Cette approche vise à promouvoir la création de champions nationaux pour assurer l'indépendance technologique et la suprématie de la Chine, plutôt qu'à rééquilibrer l'économie vers une consommation intérieure accrue. Ce plénum a cependant déçu par l'absence de mesures concrètes et de stratégies claires pour répondre aux défis économiques actuels, tels que le vieillissement de la population et les déséquilibres macro-économiques. Les tensions internes au sein du Parti, notamment entre les partisans de Xi Jinping et ceux qui soutiennent une stratégie de réformes telle que celle qu'avait mené en son temps Deng Xiaoping, ont également été mises en lumière. Malgré l'accent mis sur la réforme, le communiqué final du plénum reste vague, reflétant une division au sommet du Parti et une résistance croissante à la centralisation excessive prônée par Xi Jinping. Cette situation pourrait fragiliser sa position, alors que le Parti semble plus préoccupé par ses luttes internes que par une relance économique efficace.

Xi Jinping appelle donc au développement d'une industrie de haute qualité, en misant sur la transformation structurelle de l'économie chinoise. Lors du symposium du Parti communiste chinois, le 26 juillet 2024, il a insisté sur la nécessité d'accélérer la construction d'un nouveau modèle de développement et de promouvoir des industries à forte valeur ajoutée. Cette approche structurelle vise à réduire la dépendance excessive de la Chine à l'immobilier et à la consommation intérieure, en se concentrant sur des secteurs comme celui de la technologie. Cependant, la situation économique de la Chine reste marquée, en juillet 2024, par des défis significatifs. Les mesures de soutien actuelles, bien que nécessaires, doivent être complétées par des réformes structurelles pour assurer à la Chine une croissance durable. Le chemin vers une telle croissance passe par une transition vers un modèle économique de haute qualité, moins dépendant de l'immobilier, et plus orienté vers la technologie et l'innovation.

En Mer de Chine, la situation demeure tendue, exacerbée par les actions provocatrices de la Chine visant à affirmer sa domination maritime. En plus d'une nouvelle loi renforçant les pouvoirs des garde-côtes, Pékin a intensifié, au cours de ces derniers mois, ses incursions dans le détroit de Taïwan et ses activités dans les différentes zones grises de la Mer de Chine, provoquant des confrontations fréquentes, notamment avec les Philippines. Ces tensions, combinées à une répression accrue contre les partisans de l'indépendance taïwanaise et des manœuvres militaires répétées, rendent l'apaisement improbable. Malgré des efforts sporadiques de désescalade, la situation reste volatile, avec un risque accru d'incidents graves dans les eaux disputées de la mer de Chine méridionale.

Ces dynamiques internes en Chine et aux États-Unis s'inscrivent dans une rivalité croissante entre les deux puissances, une rivalité qui structure désormais les relations internationales et influence les grandes décisions stratégiques des deux côtés du Pacifique.

Incertitudes sur les rivalités sino-américaines.

La rivalité entre la Chine et les États-Unis semble s'intensifier, marquée par des tensions économiques, stratégiques et géopolitiques profondes. Les investissements étrangers jouent un rôle crucial dans cette dynamique, particulièrement dans des secteurs stratégiques comme l'intelligence artificielle, les biotechnologies, les semi-conducteurs et le quantique. Bien que les investisseurs chinois dominent ces secteurs, les capitaux américains et européens continuent de s'y infiltrer, soulevant des préoccupations de sécurité nationale. Cette situation reflète une double réalité : d'un côté, ces investissements offrent de réelles opportunités économiques et, de l'autre, ils comportent des risques potentiels pour la souveraineté nationale.

Sur le plan stratégique, la Chine mène une politique étrangère proactive, concentrée principalement dans la région Asie-Pacifique, mais également au-delà, et notamment en Afrique. Cette stratégie inclut des initiatives ambitieuses, telles que les nouvelles routes de la soie, visant à renforcer son influence économique et politique mondiale, même si cette stratégie semble marquer le pas. La politique étrangère chinoise est souvent perçue comme pragmatique, axée sur la défense de ses intérêts économiques nationaux. Cependant, elle est également guidée par des motivations idéologiques profondes, notamment le désir de surpasser les États-Unis dans plusieurs domaines critiques. Cela se traduit par des investissements massifs en recherche et développement et par la promotion de nouveaux standards internationaux qui positionnent progressivement la Chine comme une puissance normative globale.

La rivalité entre la Chine et les États-Unis redessine les priorités des politiques publiques des deux puissances. Ce nouvel environnement géopolitique influence fortement les scénarios économiques et les décisions politiques, entraînant un déplacement du paradigme économique mondial. Aux États-Unis, la perception d'un monde néo-mercantiliste à somme nulle, où chaque gain pour un pays est perçu comme une perte pour un autre, remplace progressivement l'ancien consensus de libre-échange. L'accent est désormais mis sur la protection des ressources stratégiques et la sécurité des chaînes d'approvisionnement. L'Europe, bien qu'ayant une approche distincte, est également impliquée dans cette dynamique, cherchant à équilibrer ses relations avec la Chine tout en renforçant ses propres capacités de sécurité économique.

Cette évolution vers une économie politique de la peur et de la sécurité illustre les tensions profondes et durables entre ces deux puissances. Les États-Unis, confrontés à des défis internes de polarisation politique, perçoivent la montée en puissance de la Chine comme une menace directe sur leur hégémonie mondiale. De leur côté, les autorités chinoises voient dans leur rivalité avec les États-Unis une opportunité pour redéfinir les règles du jeu international à leur avantage, en se positionnant comme un modèle alternatif de développement économique et de gouvernance politique.

Ainsi, la rivalité sino-américaine, loin de se stabiliser, continuera très probablement de façonner les relations internationales pour les années à venir. La course pour l'innovation technologique, les efforts pour sécuriser les chaînes d'approvisionnement et les stratégies de protection des intérêts nationaux vont se poursuivre, alimentant une compétition qui influence non seulement les deux principaux protagonistes, mais aussi l'ensemble de l'économie mondiale et la dynamique des relations internationales.

Dans ce contexte de tensions internationales, l'Union européenne tente de trouver sa place, confrontée à des défis économiques qui remettent en question sa stabilité et sa capacité à se projeter dans l'avenir.

***"Quand la Chine s'éveillera...
le monde tremblera."***



L'essai d'Alain Peyrefitte, de l'Académie française, paru en 1973 chez Fayard, propose comme thèse centrale que la Chine, compte tenu de sa taille et de la croissance de sa population, s'imposera inexorablement au reste du monde dès qu'elle obtiendra une maîtrise suffisante des technologies qui fondent la puissance occidentale.

Dans les années 1970, la Chine sortait à peine de la Révolution culturelle, un traumatisme interne qui a transformé le pays sous la férule de Mao Tsé-toung. À cette époque, la Chine était encore largement perçue comme un pays appauvri et isolé. Cependant, sous l'ère Deng Xiaoping, à partir de 1978, les modernisations de la Chine ont catalysé son développement, l'intégrant progressivement dans l'économie mondiale tout en maintenant un contrôle politique strict du Parti communiste sur la société chinoise.

La Chine éveillée défie désormais les États-Unis pour le leadership mondial, une confrontation qui redessine profondément les équilibres géopolitiques et économiques du XXIe siècle.

La situation économique de l'Union européenne en juillet 2024.

Après une période de stagnation préoccupante, l'économie de l'Union européenne (UE) semble montrer, en juillet 2024, des signes de reprise. Les données récentes indiquent une légère hausse du taux de croissance de la zone euro, atteignant 0,3% au deuxième trimestre, dépassant les attentes des analystes qui tablaient sur une augmentation de 0,2%. Ce rebond, qui reste modeste, marque une amélioration par rapport aux trimestres précédents où la croissance avait été nulle, voire légèrement négative. Les politiques monétaires et fiscales ont joué un rôle essentiel dans cette reprise. La Banque Centrale Européenne (BCE) a décidé de baisser ses taux d'intérêt pour la première fois depuis 2019, mesure qui facilite l'accès au crédit pour les entreprises et les consommateurs, stimulant ainsi l'investissement et la consommation. En parallèle, les gouvernements de la zone euro ont mis en place diverses mesures de soutien économique, bien que celles-ci soient moins agressives que les initiatives américaines.

Cependant, cette légère reprise ne masque pas les défis structurels persistants. L'inflation reste un problème majeur, avec un taux de 2,6% en juillet, légèrement supérieur aux 2,5% enregistrés en juin. Les prix de l'énergie, en particulier, continuent de peser lourdement sur l'économie européenne. De plus, l'activité industrielle dans la zone euro demeure faible, cette faiblesse étant en partie attribuable à la concurrence croissante de la Chine, qui exporte de plus en plus de produits manufacturés de haute technologie.

Le contraste avec l'économie américaine est frappant. Au dernier trimestre 2023, la croissance aux États-Unis a atteint 3,4%, contre une croissance stagnante en Europe. Pour cette année, le Fonds monétaire international (FMI) prévoit que l'économie de l'UE connaîtra une croissance de 1,1% contre 2,7% pour les États-Unis. En 2024, bien que la croissance américaine se stabilise, elle reste nettement supérieure à celle de l'Europe. Plusieurs facteurs expliquent ce différentiel croissant entre les deux économies.

Tout d'abord, les politiques économiques sont divergentes. Les États-Unis ont adopté, dès la crise financière de 2008, des politiques monétaires non conventionnelles et des mesures de relance fiscale agressives. Ces initiatives ont été renforcées depuis la pandémie de COVID-19 avec des programmes de soutien massif, comme le récent *Inflation Reduction Act*. De son côté, l'Europe a opté pour une austérité budgétaire qui a freiné la reprise et limité le potentiel de croissance.

Ensuite, il faut souligner les effets du différentiel des dynamiques démographiques. Les États-Unis bénéficient d'une croissance démographique plus rapide, avec une augmentation annuelle moyenne de 0,83% de la population en âge de travailler depuis 1995, contre seulement 0,05% pour l'UE. Cette population plus jeune et en croissance soutient la demande intérieure et l'offre de travail, stimulant ainsi l'économie. En Europe, le vieillissement de la population pose un défi majeur, réduisant la force de travail disponible et augmentant les dépenses sociales.

De plus, la productivité du travail est plus vigoureuse aux États-Unis, creusant un écart de productivité particulièrement prononcé dans les secteurs marchands, où l'Europe peine à tirer pleinement profit des technologies numériques. Les entreprises américaines, en revanche, sont à l'avant-garde de l'automatisation et de l'optimisation, ce qui leur permet de maintenir une productivité élevée même en période de crise.



Par ailleurs, les coûts de l'énergie pèsent lourds dans le différentiel de compétitivité entre les États-Unis et l'Union européenne. Les États-Unis bénéficient de prix de l'énergie plus compétitifs grâce à l'exploitation massive du pétrole de schiste, alors que l'Europe a subi une forte inflation énergétique, exacerbée par la guerre en Ukraine et les sanctions contre la Russie. Ce désavantage énergétique a un impact direct sur les coûts de production et la compétitivité des entreprises européennes.

Enfin, l'environnement politique et les incertitudes qui en découlent jouent un rôle essentiel. Les récentes élections européennes et les bouleversements politiques, comme en France, ajoutent une couche d'incertitude qui pourrait affecter la confiance des marchés financiers et la stabilité économique. Aux États-Unis, l'approche des élections présidentielles crée également des tensions, bien que l'économie américaine semble mieux équipée pour absorber ces chocs politiques grâce à des fondamentaux manifestement plus robustes.

Ces constats, très factuels, nous conduisent à interroger le manque de vision stratégique des politiques européennes face aux défis mondiaux actuels et futurs. Ils soulignent l'urgence d'adapter les politiques de notre continent en faveur de la productivité, de la compétitivité, de l'innovation, de la réindustrialisation, de l'autonomie stratégique, de la décarbonation de l'économie, de l'excellence éducative et, finalement, du progrès, afin d'adapter notre modèle de développement à un monde de plus en plus instable et de moins en moins coopératif.

Transcendant les considérations économiques, le monde est également marqué par des crises sécuritaires d'une ampleur sans précédent, mettant en péril la stabilité régionale et globale, notamment en Ukraine, au Moyen-Orient, et en Afrique.

Incertitudes sur les crises sécuritaires dans le monde.

Le monde contemporain est plus que jamais déstabilisé par une série de conflits qui fracturent la communauté internationale, avec une intensité inédite depuis la Seconde Guerre mondiale. Celle-ci se divise désormais entre le camp occidental, largement dominé par les États-Unis, et une coalition des États autoritaires, dominée par la Chine et, dans une moindre mesure, par la Russie. Dans le contexte de ce nouvel ordre international, marqué par des antagonismes profonds, l'ONU apparaît inaudible et semble désormais condamnée à une impuissance croissante. Le Conseil de sécurité est aujourd'hui l'arène de cette rivalité globale qui stérilise toute capacité de cette instance à faire respecter le droit international et à résoudre les différents conflits qui déchirent l'Europe, le Moyen-Orient ou encore l'Afrique. Cette situation soulève des questions essentielles sur l'avenir du multilatéralisme et le rôle que pourraient jouer certaines puissances régionales comme l'Inde ou le Brésil.

L'intensité de la guerre en Ukraine ne faiblit pas, alors que les tentatives russes pour bénéficier de leur avantage du nombre et de la masse de donnent pas de résultats significatifs. La résistance farouche des forces armées ukrainiennes, adossée à une aide comptée et prudente des occidentaux pour éviter une escalade qui risquerait d'entraîner l'implication de l'OTAN, tient en échec la Russie, laquelle n'a manifestement pas renoncé à renverser le régime ukrainien démocratiquement élu pour asseoir un gouvernement inféodé à Vladimir Poutine. L'Ukraine subit en effet un deuxième été consécutif tactiquement défavorable. Contrairement à l'année précédente, marquée par une offensive ukrainienne infructueuse dans le sud, l'année 2024 est caractérisée par une offensive russe qui a commencé dès le mois d'octobre 2023. Bien que l'Ukraine parvienne encore à contenir cette avancée, elle perd du terrain et est contrainte de se maintenir en position défensive sans possibilité de réorganisation. Cette situation illustre l'incapacité de ses forces aéroterrestres à reprendre l'initiative face à une armée russe plus nombreuse et mieux équipée. Le conflit, marqué par d'intenses batailles d'infanterie et d'artillerie, se traduit par des pertes humaines importantes des deux côtés. Dans un tel blocage tactique, aucune des deux armées n'apparaît capable de percer les lignes adverses. L'Ukraine enregistre cependant quelques succès, notamment en mer Noire, où elle a neutralisé la flotte russe de Sébastopol. Elle commence à recevoir ses premiers avions de combat F-16, longtemps attendus, mais leur impact sur l'issue du conflit restera probablement limité. La Russie, quant à elle, continue à frapper les infrastructures énergétiques ukrainiennes, ce qui fait craindre un hiver prochain difficile et un possible nouvel exode de la population. L'absence de perspectives militaires ou politiques claires pour mettre fin au conflit, laissant présager que cette guerre pourrait encore durer plusieurs années.

Au Moyen Orient, la tension est désormais à son comble avec un risque réel d'embrasement de toute la sous-région. Depuis l'attaque terroriste du 7 octobre 2023 perpétrée par le Hamas, la violente répression de Tsahal contre la bande de Gaza pour libérer les otages et détruire le Hamas a causé une crise humanitaire sans précédent au sein de la population palestinienne enfermée dans cette étroite bande de terre. Par ailleurs, au cours du mois de juillet 2024, le Hezbollah, soutenu par l'Iran, a intensifié ses attaques contre Israël depuis la frontière libanaise, contribuant à une série d'échanges de frappes quasi quotidiennes. Ces frappes ont causé des pertes humaines importantes des deux côtés de la frontière, tout en exacerbant la crise humanitaire au Liban, un pays déjà fragilisé par une crise économique profonde. Au cœur de l'été 2024, c'est désormais l'entrée en guerre de l'Iran, avec le soutien du Hezbollah libanais, qui est en jeu. Toute tentative pour résoudre pacifiquement, et par les voies politiques, le conflit israélo-palestinien, paraît désormais totalement compromise, et pour longtemps. Israël semble se préparer au pire, et notamment à engager une lutte sans merci pour sa survie. Malgré des appels à la désescalade, la situation actuelle pourrait marquer un tournant dans le conflit israélo-palestinien où toute solution politique et pacifique semble désormais hors de portée, laissant place à une escalade militaire qui pourrait durer, là encore, plusieurs années.

Alors que l'attention de la communauté internationale se porte ailleurs, la situation sécuritaire et la conflictualité en Afrique ont continué de se détériorer, mettant en lumière des dynamiques régionales complexes et interconnectées, notamment au Sahel, au Soudan et en République démocratique du Congo (RDC). Les événements récents montrent une escalade de la violence et révèlent des défis humanitaires majeurs, qui menacent non seulement la stabilité des États concernés, mais aussi la sécurité régionale et internationale.

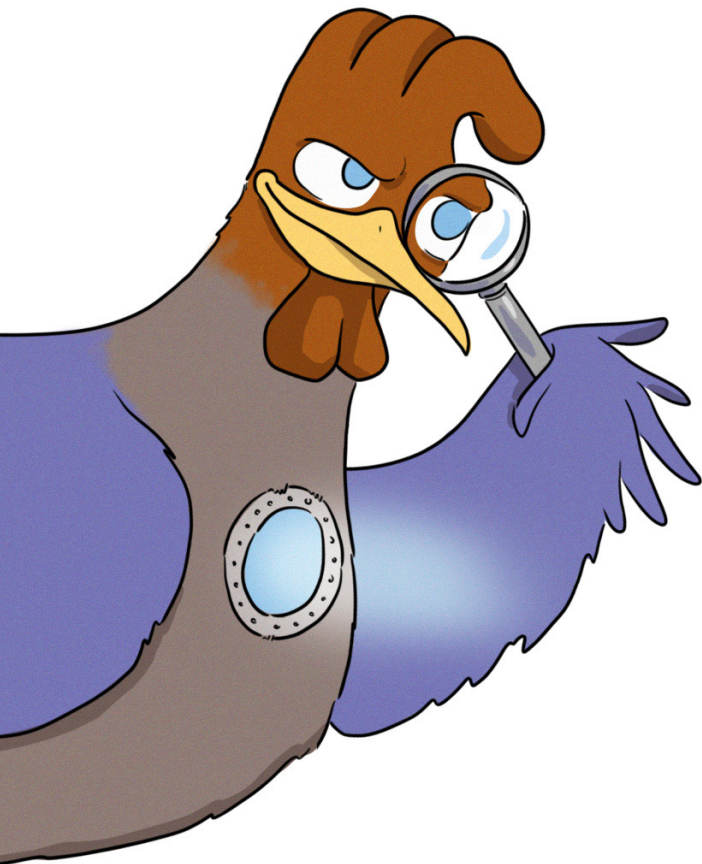
Le Sahel reste l'épicentre de l'instabilité en Afrique. Depuis plusieurs années, cette région est marquée par les coups d'État militaires, au Mali, au Niger et au Burkina Faso, qui ont profondément modifié le paysage politique. En juillet 2024, ces juntas militaires au pouvoir n'ont pas réussi à stabiliser leurs pays. Au contraire, la situation sécuritaire s'est aggravée, avec une recrudescence des attaques menées par des groupes islamistes extrémistes. Ces groupes ont profité du vide laissé par le retrait des forces françaises et leur remplacement par des milices privées russes aux comportements prédateurs et mafieux, pour renforcer leur emprise sur les territoires ruraux et urbains. Les conséquences de cette dégradation sont multiples. D'une part, les violences ont entraîné une augmentation dramatique du nombre de personnes déplacées à l'intérieur de ces pays, exacerbant une crise humanitaire déjà critique. D'autre part, l'effondrement de l'ordre public a facilité l'essor des activités criminelles transfrontalières telles que le trafic de drogue et la traite des êtres humains, ainsi que la prédation des ressources naturelles, qui, avec la complicité des milices russes, alimentent un cercle vicieux d'instabilité et de misère.

Le Soudan continue d'être ravagé par un conflit interne opposant les forces armées régulières et les Forces de soutien rapide (FSR). Ce conflit, qui a éclaté en 2023, s'est intensifié en 2024, conduisant à une situation humanitaire parmi les plus graves au monde. En juillet, les combats se sont concentrés principalement au Darfour, où les FSR sont accusées de commettre des atrocités contre les populations locales, avec un risque élevé de génocide. La situation humanitaire est catastrophique. Près de 9 millions de personnes ont été déplacées, dont 5 millions sont au bord de la famine. Le conflit a également entraîné l'effondrement des infrastructures de base, aggravant les souffrances des populations civiles. La crise au Soudan menace non seulement la stabilité de ce pays, mais également celle de ses voisins, notamment le Soudan du Sud, qui a déjà accueilli des centaines de milliers de réfugiés soudanais.

En RDC, la région du Nord-Kivu reste le théâtre de violences intenses, alimentées par la présence de groupes armés comme le M23 soutenu par les forces étrangères de certains États limitrophes. En juillet 2024, les combats entre l'armée congolaise, soutenue par des milices locales, et le M23 ont pris une ampleur inquiétante, menaçant de provoquer un conflit régional plus large pouvant impliquer directement le Rwanda, le Burundi et l'Ouganda. La situation au Nord-Kivu est le théâtre d'atrocités contre les civils, de déplacements massifs et brutaux de populations, et d'une intensification des activités des groupes criminels. L'instabilité persistante dans cette région stratégique de la RDC pose un défi majeur aux efforts de paix dans la région des Grands Lacs, avec des répercussions potentielles pour la sécurité de toute l'Afrique centrale.

Ces situations sécuritaires, que ce soit au Sahel, au Soudan ou en RDC, mais aussi en Ethiopie ou encore en Libye, illustrent les défis complexes auxquels est confrontée l'Afrique en matière de sécurité et de gouvernance. Ces conflits, alimentés par des dynamiques sous-régionales, ont des conséquences humanitaires dévastatrices, exacerbent les flux migratoires et augmentent les risques d'instabilité à l'échelle continentale. Nous ne pouvons que constater, hélas, que la réponse internationale, bien que présente, reste gravement insuffisante face à leur ampleur.

Enfin, alors que les crises géopolitiques et sécuritaires continuent de s'intensifier, le paysage technologique mondial évolue rapidement, soulevant, là encore, de nouvelles incertitudes.



Incertitudes technologiques.

Au cours du mois de juillet 2024, l'industrie mondiale des semi-conducteurs aura été marquée par une intensification de la rivalité entre les États-Unis et la Chine, alors que l'Union européenne tente de se positionner dans cette course autant technologique que stratégique. Les États-Unis amplifient leurs efforts pour réduire leur dépendance aux semi-conducteurs asiatiques en investissant massivement dans la relocalisation de la production sur le continent américain. Cette stratégie s'accompagne de mesures restrictives visant à limiter l'accès de la Chine aux technologies les plus avancées. L'administration Biden prévoit en effet de durcir encore, après plusieurs trains de mesures en 2022 et 2023, les règles d'exportation vers la Chine, tout en ménageant ses alliés stratégiques pour maintenir une coalition internationale contre l'expansion technologique chinoise. De son côté, la Chine tente de développer son autonomie technologique en investissant massivement dans son industrie locale, malgré les restrictions américaines qui compliquent son accès aux technologies et équipements essentiels à la fabrication de semi-conducteurs. L'Union européenne, quant à elle, consciente de son retard, a adopté son *Chips Act* dont l'objectif est de doubler sa part du marché mondial des semi-conducteurs d'ici 2030, pour passer de 10% environ à 20%, et de retrouver une certaine autonomie stratégique dans ce domaine. Elle tente d'investir dans la recherche et l'innovation, notamment dans le domaine de la photonique, et soutient la création de centres de compétences destinés à renforcer la capacité de conception de puces sur notre continent. Malgré ces efforts, le chemin reste long avant que l'Europe puisse rivaliser avec les leaders asiatiques et américains du secteur, alors que le silicium est devenu de façon paroxystique l'un des principaux enjeux des rapports de force géopolitique du XXIème siècle.

L'industrie de l'intelligence artificielle générative (IA générative), quant à elle, semble se trouver, en juillet 2024, à un tournant important car ses promesses commencent à se confronter aux réalités économiques et opérationnelles. L'IA générative a montré une capacité remarquable à transformer divers domaines, notamment la création de contenu, la personnalisation des expériences utilisateurs, et même l'innovation, par exemple dans le secteur de la santé. Les entreprises commencent à bénéficier également de gains de productivité substantiels dans certains secteurs, en particulier dans le développement informatique, l'automatisation de certaines tâches répétitives permettant aux développeurs d'améliorer leur efficacité de manière remarquable. Cependant, ces bénéfices restent principalement observés dans le cadre de projets encore à l'état de pilotes, ou de déploiements encore partiels. Malgré ces premiers succès, l'équilibre économique de l'industrie de l'IA générative reste fragile. Les géants de la tech, tels que Microsoft et Google, ont effectivement commencé à générer des revenus liés à l'IA générative, mais ceux-ci sont encore loin de compenser les investissements massifs effectués.

Les coûts de développement et d'opération de ces systèmes demeurent supérieurs aux revenus générés, ce qui soulève des interrogations sur la viabilité à long terme de ces investissements, surtout dans un contexte où les marges des entreprises pourraient être impactées par la croissance des coûts, notamment énergétiques, des infrastructures nécessaires au fonctionnement de leurs outils d'IA générative. Par ailleurs, l'IA générative est confrontée désormais à un défi de taille avec la gestion de la qualité des données. La dépendance croissante aux données générées par des IA génératives, phénomène décrit dans de récentes études comme une forme d'autophagie, recèle des risques croissants pour la robustesse des modèles car l'utilisation excessive de données synthétiques peut entraîner une dégradation progressive de la qualité des réponses qu'ils fournissent. À l'échelle mondiale, les entreprises continuent donc d'investir massivement dans l'IA générative, motivées par l'espoir de gains futurs et la crainte de rater une révolution technologique majeure. Cependant, ce mouvement s'accompagne d'une prise de conscience accrue des défis liés à la gouvernance, à la régulation et à l'éthique de l'intelligence artificielle. La qualité des données, la sécurité des usages et les implications environnementales des IA génératives se sont désormais installées au centre des préoccupations.

Nous concluons ce panorama numérique de l'été 2024 en revenant sur un enjeu essentiel bien qu'émergeant, celui de la maîtrise des dépendances croissantes de l'économie européenne vis-à-vis des technologies numériques, principalement contrôlées par les « Big Tech » américaines. Celles-ci exercent en effet, par leur pouvoir de marché, une influence de moins en moins négligeable sur la compétitivité des entreprises européennes. Cette situation soulève des questions majeures sur les capacités de l'Union européenne à maintenir, dans un contexte de numérisation croissante de tous les secteurs d'activité, une croissance durable de son économie, indispensable pour répondre aux défis de son autonomie stratégique, de son modèle social et de sa contribution à la lutte contre le réchauffement climatique. Cette numérisation rapide et profonde des entreprises européennes crée des dépendances qui pourraient s'avérer à termes insoutenables envers les fournisseurs de produits et services numériques, principalement basés aux États-Unis. Les géants technologiques comme Microsoft, Google, et Amazon capturent en effet une part croissante de la valeur générée par les gains de productivité apportés par les systèmes numériques, transférant ainsi la richesse hors de l'Union européenne. Cette situation est exacerbée par le fait que les entreprises européennes, même les plus grandes, doivent constamment investir dans ces technologies pour rester compétitives, consolidant ainsi leur dépendance. Cette dépendance s'étend aux infrastructures critiques, aux données stratégiques, voire aux normes technologiques qui façonnent le marché numérique global. La concentration des investissements et des bénéfices entre les mains de quelques acteurs américains met en danger la souveraineté économique de l'Europe et expose ses entreprises à des risques de perturbations majeures en cas de changements unilatéraux imposés par ces fournisseurs ou par les États dont ils relèvent.

Objectifs et ambitions du rapport

Le Rapport d'Orientation Stratégique 2024 s'inscrit dans la continuité des ROS précédents en les complétant par des analyses prospectives, à l'horizon 2040, afin que les membres du Cigref puissent s'en saisir pour élaborer leurs stratégies.

Depuis 2020, les rapports d'orientation stratégique (ROS) du Cigref ont examiné et exploré, à travers cinq grandes thématiques, les sujets d'intérêts prioritaires du Cigref et de ses membres, actuels et pour les décennies à venir. Pour chacun de ces sujets d'intérêt, les ROS successifs ont étudié les tendances lourdes, les incertitudes majeures, les signaux faibles, les scénarios d'évolution vraisemblables des phénomènes identifiés et les ruptures, parfois brutales, à considérer, pour s'y préparer.

Construits sur une base méthodologique rigoureuse grâce à l'accompagnement du cabinet de conseil en prospective Futuribles, ces rapports se sont appuyés sur un travail approfondi de veille et d'analyse et sur la mobilisation d'experts et de parties prenantes, avec pour objectif de proposer des grilles de lecture des transformations en cours, en portant un regard sur le temps long. Ils ont permis au Cigref et à ses membres de mieux appréhender l'environnement dans lequel ils évoluent et de structurer les axes de travail prioritaires de l'association, année après année.

Le ROS 2024 ambitionne d'aller un pas plus loin dans l'engagement prospectif. Il s'agit en effet non seulement de **comprendre et d'anticiper le cours des événements**, mais aussi de véritablement **dessiner les « orientations stratégiques »** que le Cigref et ses membres devraient prendre pour atteindre des futurs apparaissant comme les plus souhaitables pour les organisations européennes et pour la société dans son ensemble. **Au-delà du « Que peut-il advenir ? », ce rapport explore le « Qu'allons-nous faire ? »**. Cette question suppose évidemment de déterminer les objectifs à atteindre et d'identifier les leviers d'actions à mobiliser pour y parvenir.

Pour ce faire, le ROS 2024 reprend les cinq grands champs de transformation préalablement identifiés et s'appuie, évidemment, sur le travail de veille et d'analyse accompli ces dernières années pour déterminer, dans chacune de ces thématiques, les situations désirables et vraisemblables à atteindre à horizon 2040 ainsi que les différentes trajectoires qui pourraient y conduire. Le rapport prend aussi en compte les valeurs et les principes qui fondent la raison d'être du Cigref pour définir ces situations idéales et prioriser les actions à conduire.

Méthodologie

L'élaboration de ce rapport s'est appuyée sur :

- Les travaux des ROS précédents.
- Les travaux menés en continu par l'équipe permanente du Cigref sur ces thématiques.
- Le travail de veille prospective effectué par le groupe projet du Cigref et de Futuribles.
- Les apports proposés par deux instances du Cigref sollicitées lors de 4 ateliers organisés entre janvier et mai 2024.
 - **Le Conseil d'Orientation Stratégique (COS)** : Composé de 6 administrateurs du Cigref et de 4 personnalités qualifiées, ce conseil définit chaque année les ambitions de la démarche d'orientation stratégique du Cigref, oriente ses travaux et apporte son expertise pour garantir leur qualité.
 - **Le Conseil d'Orientation Stratégique Jeunes (COS Jeunes)** : Créé en 2022, ce conseil est composé de 71 collaborateurs de moins de trente ans issus de 40 organisations membres du Cigref, et il oriente les travaux de cette démarche en complément des positions du COS.
- Des afterworks organisés spécifiquement sur les questions stratégiques clés et qui ont mobilisé quatre experts du Conseil d'Orientation stratégique : Suzy CANIVENC, Tristan NITOT, Julien NOCETTI et Arno PONS. La participation des membres du Cigref à ces afterworks a permis d'enrichir les réflexions proposées dans ce rapport.

D'un point de vue méthodologique, le ROS 2024 se construit donc autour de **cinq questions stratégiques clés, dérivées des cinq champs de transformations établis pour le ROS 2020** et qui ont été ouvertes par les réflexions prospectives des années précédentes. Ces questions stratégiques, en nombre réduit, portent sur des enjeux majeurs sur lesquels le Cigref et ses membres ont des capacités d'action et d'influence :

Question 1. Que faire pour que le numérique contribue efficacement à la transition environnementale ?

Question 2. Que faire pour renforcer la sécurité dans l'espace numérique ?

Question 3. Que faire pour que le numérique soit facteur de cohésion sociale ?

Question 4. Que faire pour développer une véritable autonomie stratégique européenne dans le domaine du numérique ?

Question 5. Que faire pour que le numérique participe à améliorer la qualité de vie au travail et la qualité de l'emploi ?

Pour chacune de ces questions, le rapport suit une même trame :

- **Introduction et définition des enjeux** : Cette brève introduction permet de clarifier le périmètre de la question posée et de mettre en exergue les principaux enjeux pour le Cigref et ses membres, développés dans les parties suivantes.
- **Partie 1. Si rien ne change... Scénario tendancier à l'horizon 2040** : Cette première partie permet de dresser un diagnostic prospectif de la situation actuelle et un scénario tendancier à l'horizon 2040 reflétant la situation dans laquelle se trouveraient l'UE et ses acteurs politiques et économiques, si rien ne change dans la décennie à venir. Ce diagnostic prospectif a été construit sur la base des précédents ROS et de la veille prospective réalisée par le Cigref et Futuribles. Il n'a pas prétention à l'exhaustivité et cherche plutôt à dégager les tendances structurantes observées aujourd'hui sur les cinq thématiques traitées.
- **Partie 2. Quel objectif se fixer ? Situation désirable à l'horizon 2040** : La situation désirable en 2040, décrite dans cette seconde partie reflète l'ambition générale que fixe le Cigref à cet horizon temporel pour répondre à la question stratégique initialement posée. Cette situation désirable est considérée comme vraisemblable au regard d'un certain nombre de phénomènes émergents, de signaux faibles et de leviers d'amélioration déjà identifiés aujourd'hui et qui pourraient permettre de l'atteindre. La stabilisation de cette situation désirable s'est faite en bonne intelligence avec l'équipe du Cigref, les experts du Conseil d'Orientation Stratégique et les collaborateurs mobilisés dans le cadre du COS jeunes.
- **Partie 3. Et si, d'ici 2040... ? Scénarios alternatifs pour parvenir à la situation désirable** : Dans cette troisième partie, sont décrites des trajectoires alternatives, soit des chemins envisageables entre 2024 et 2040 pour atteindre cette situation désirable, qui varient en fonction des évolutions possibles du contexte géopolitique global et des stratégies de différents acteurs : institutions européennes, États, entreprises, société civile... Ces scénarios ont été construits grâce à la méthode prospective dite de "*backcasting*". Avec la situation désirable en ligne de mire, il a ainsi été demandé au COS jeunes d'identifier les événements susceptibles d'advenir dans les quinze prochaines années et qui permettraient d'atteindre cette situation désirable. Cette approche a permis de dégager différentes trajectoires pour atteindre la même situation désirable. Ces trajectoires reflètent de grands archétypes en matière d'orientations politiques, sociales, économiques, et technologiques. La réalité se situera sans doute à la croisée de plusieurs des scénarios identifiés dans ce rapport. Les analyses de quatre experts recueillies au cours de réunions de travail spécifiques, organisées par le Cigref entre décembre 2024 et avril 2024, les complètent de leur éclairage.

Dans une dernière partie transverse intitulée « **Agir dès aujourd'hui** », le ROS 2024 établit une série de recommandations pour le Cigref et pour ses membres en vue de cheminer de manière cohérente et structurée vers l'ensemble des cinq situations désirables. Ces situations comportent en effet de nombreux points d'achoppement, qu'il s'agit d'identifier pour construire des stratégies homogènes permettant d'atteindre toutes les ambitions fixées.

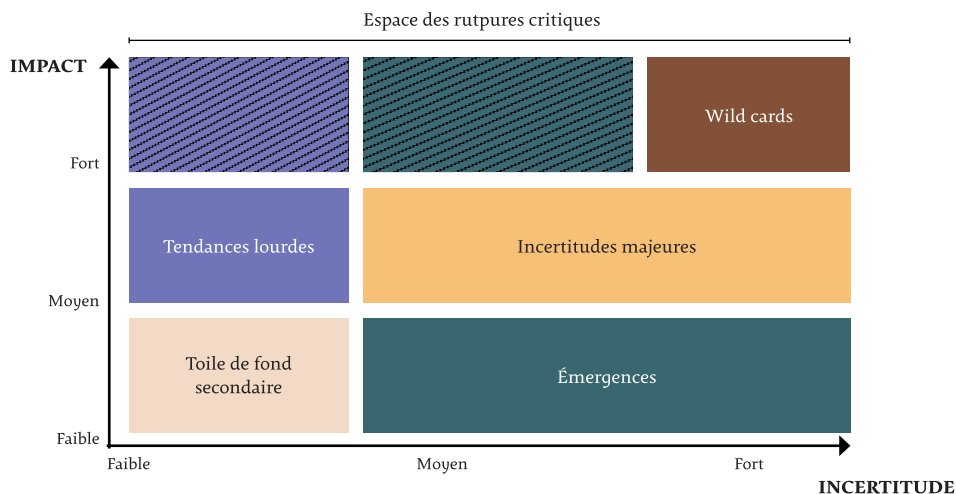


Schéma 1. Les principaux concepts utiles de la prospective

Ce schéma présente les principaux concepts utilisés en prospective pour structurer nos connaissances sur l'avenir. Ces concepts permettent d'organiser les phénomènes perçus et étudiés, présents, ou susceptibles d'advenir, en fonction de leur degré d'incertitude (ce phénomène se développera-t-il dans les années à venir, restera-t-il secondaire, disparaîtra-t-il ?), et de leur degré d'impact sur nos sociétés et/ou nos organisations. Dans ce rapport, nous nous sommes concentrés sur deux concepts principaux :

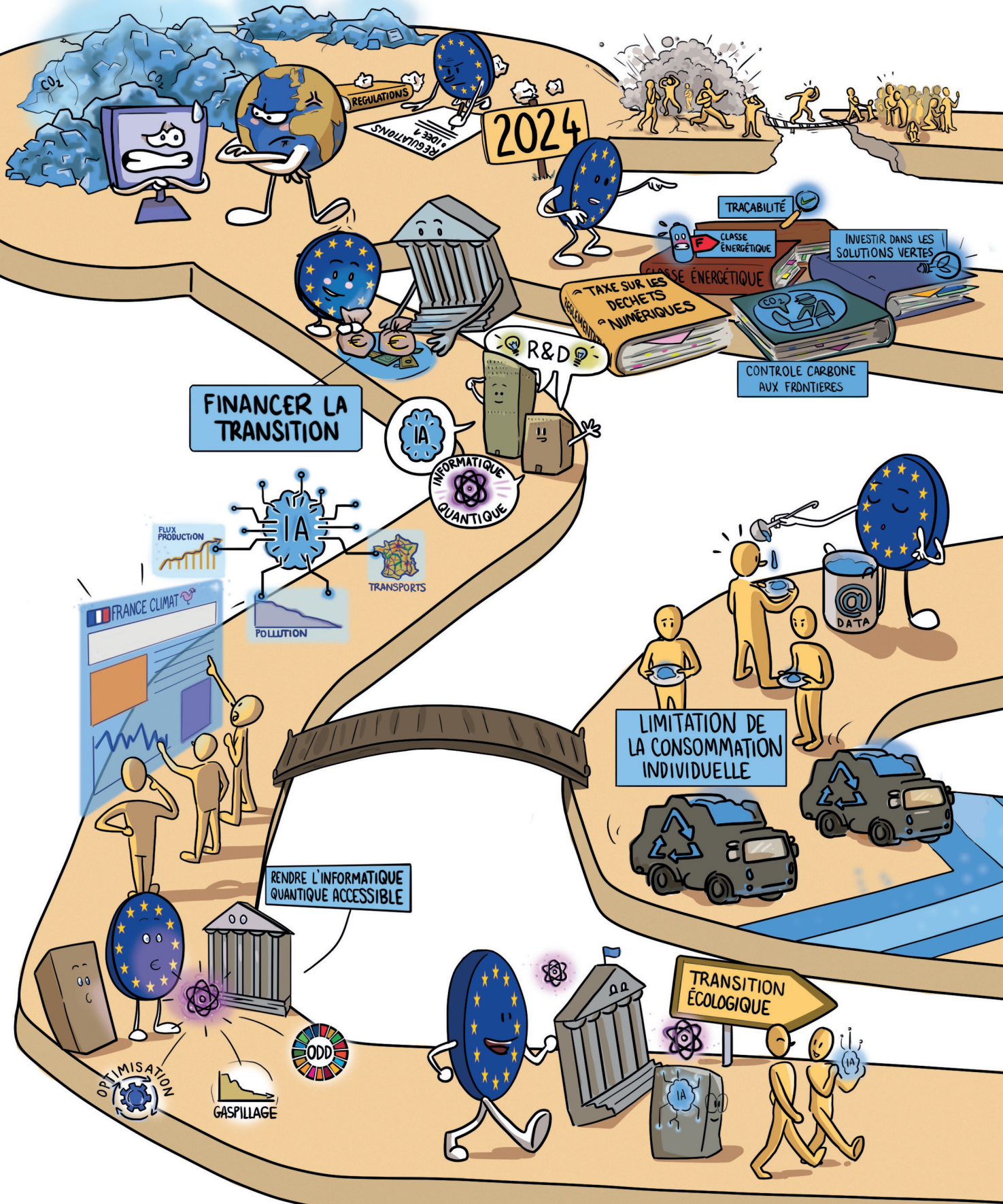
Les **tendances lourdes** sont des phénomènes analysables aujourd'hui et peu susceptibles de s'infléchir dans les décennies à venir. Leur degré d'incertitude est faible. Par exemple, le réchauffement des températures terrestres à horizon 2050 est une tendance lourde, en raison de l'inertie du système climatique.

Les **émergences, ou signaux faibles**, sont des phénomènes perçus aujourd'hui, mais dont on ne sait pas encore s'ils deviendront, à l'avenir, des tendances lourdes. Leur impact est, pour le moment, faible, leur degré d'incertitude est élevé. Par exemple, le recours croissant aux techniques de géoingénierie (ensemencement des nuages pour provoquer la pluie, capture de carbone...) pour réguler le système climatique est une émergence. Difficile de savoir, à ce stade, si ces technologies se développeront à l'avenir ou si ces projets seront, à terme, abandonnés.

Nous avons également introduit le concept de « **situation désirable** », c'est-à-dire une ambition fixée par le Cigref et ses membres, décrivant une situation future relative et optimale à atteindre dans un laps de temps défini. Cette ambition a été établie en accord avec nos deux instances d'orientation, à savoir le COS Jeunes et le COS. La pertinence de cette définition réside dans sa concrétisation et sa vraisemblance, impliquant des descriptions les plus concrètes possibles. Si cela est possible, il est important de mettre en avant des indicateurs clairs et mesurables qui permettront de suivre les progrès réalisés et d'évaluer l'atteinte des objectifs fixés. Ensemble, ces « situations désirables » forment une vision partagée et ambitieuse de l'avenir numérique, en mettant l'accent sur des résultats concrets et mesurables.

Que faire pour
que le numérique
contribue
efficacement
à la transition
environnementale ?

01



FINANCER LA TRANSITION

2024

REGULATIONS

TRACABILITÉ

CLASSE ÉNERGÉTIQUE

INVESTIR DANS LES SOLUTIONS VERTES

TAXE SUR LES DECHETS NUMÉRIQUES

CLASSE ÉNERGÉTIQUE

CONTROLE CARBONE AUX FRONTIÈRES

R&D

IA

INFORMATIQUE QUANTIQUE

FLUX PRODUCTION

TRANSPORTS

POLLUTION

FRANCE CLIMAT

LIMITATION DE LA CONSOMMATION INDIVIDUELLE

RENDRE L'INFORMATIQUE QUANTIQUE ACCESSIBLE

TRANSITION ÉCOLOGIQUE

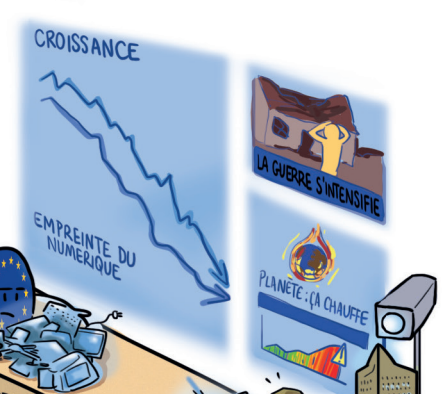
OPTIMISATION

GASPILLAGE

ODD

INNOVATION

CONTRAINTES

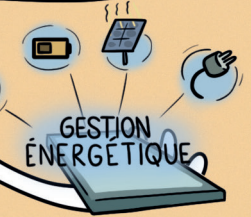
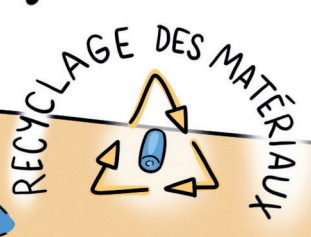
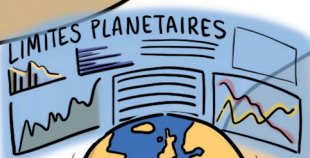


RÉQUISITIONS

MISE EN CONFORMITE



REGULATION



EMPREINTE MAÎTRISÉE EN 2040

2040

Introduction et définition des enjeux.

Traiter la question de l'impact environnemental du numérique, c'est d'abord examiner comment le numérique lui-même peut réduire son empreinte écologique, en mettant l'accent sur des mesures telles que l'allongement de la durée de vie des équipements, la lutte contre l'obsolescence logicielle et matérielle, ainsi que le recyclage des matériels informatiques. Mais c'est aussi explorer le rôle que le numérique peut jouer dans la transition écologique, en favorisant l'innovation, la gestion durable des ressources et l'adaptation de nos sociétés à des modes de production et de consommation plus respectueux de l'environnement.



Que faire pour que les acteurs du numérique soient des contributeurs efficaces de la transition environnementale ?

Comment mobiliser l'ensemble de la société pour accélérer la transition vers un numérique plus durable et écologique ?

Quelles stratégies et quelles innovations les entreprises devront-elles adopter pour réduire leur empreinte environnementale et contribuer activement à la transition écologique ?

01 Partie

Si rien ne change... Scénario tendanciel à horizon 2040.

Tendances lourdes *observées*.

Le numérique **participe de manière continue et croissante au réchauffement climatique et au déclin de la biodiversité**, du fait d'une **production exponentielle de composants informatiques et du stockage d'un nombre de données de plus en plus important**, à mesure que se diffusent et se banalisent les technologies numériques dans nos sociétés.

Ainsi, en 2023, le numérique représentait 3 à 4% des émissions de GES dans le monde (source : [Arcep](#)). En plus de nécessiter la production régulière de nouveaux composants électroniques, **la course aux innovations technologiques poursuivie par les grandes puissances mondiales** entraîne elle-même une consommation accrue d'énergie et de terminaux d'exploitation des données. L'intelligence artificielle, les cryptomonnaies et les NFT sont particulièrement gourmands de ce type de ressources. Le coût environnemental de l'entraînement d'un modèle d'IA est complexe à chiffrer car il faut prendre en compte la fabrication, la maintenance et le recyclage des plateformes de calcul et de stockage, dans l'évaluation de l'empreinte. La plupart des études récentes se concentrent sur le coût des calculs et l'efficacité de l'infrastructure mais on constate qu'il y a de grands écarts dans les résultats des évaluations : [un article choc publié par des chercheurs de l'université du Massachusetts](#) en 2019, estimait par exemple le coût en CO₂ de l'entraînement d'un de ces modèles, à cinq fois celui du cycle de vie complet d'une voiture, alors qu'une étude plus récente de chercheurs de l'[UC Berkeley](#) et de Google a revu radicalement ce chiffre, le divisant par 88 pour le ramener à 1,8% du coût complet d'un vol aller-retour entre San Francisco et New York (source : [Le Monde](#)).

Les travaux de recherche sur l'informatique quantique sont également très énergivores. Les ordinateurs quantiques les plus stables ont encore un taux d'erreur trop élevé (1/1000) par rapport aux ordinateurs classiques. Les calculs doivent donc être effectués de nombreuses fois pour, *in fine*, obtenir des résultats statistiquement significatifs (source : CNET). Pour parvenir à un état plus stable, Google et IBM, par exemple, placent leurs processeurs supraconducteurs à des températures de 4 kelvins, soit environ -270°C. Cela nécessite d'utiliser une technologie cryogénique avancée, fortement consommatrice en énergie, et qui plus est, difficile à déployer largement et à miniaturiser. La réalité virtuelle n'est pas en reste quand il s'agit de consommation énergétique. En 2006, le journaliste américain Nicholas G. Carr estimait que la consommation moyenne d'un avatar sur Second Life – le premier métavers grand public, lancé en 2003 – s'élevait à 1 752 kWh par an, soit à l'époque l'équivalent de la consommation énergétique moyenne d'un Brésilien. Plus récemment, en mars 2022, le Conseil de l'Union européenne a tout de même affirmé que « la consommation d'énergie [...] nécessaire [...] à la création d'une réalité virtuelle (est) une source de préoccupation majeure ». Le Programme des Nations unies pour le développement a également soulevé, en juillet 2022, des « inquiétudes légitimes » quant aux « problèmes environnementaux liés à la consommation d'énergie » du métavers (source : [Revue des deux mondes](#)).

En parallèle, **le numérique s'avère être aussi un des secteurs industriels les plus polluants**. Ainsi, en 2022, 62 milliards de kg de déchets électroniques ont été produits à travers le monde, ce qui équivaut à une moyenne de 7,8 kg par habitant. Pour comparaison, ce chiffre était de 34 milliards de kg en 2010, une quantité qui a depuis, augmenté de 2,3 milliards de kg par an, en moyenne. En 2022, seulement 22,3% de cette masse de déchets électroniques a été officiellement collectée et recyclée. La quantité de déchets électroniques produite augmente donc 5 fois plus vite que la quantité recyclée, cet écart est dû à la fois à l'accélération des innovations technologiques, une consommation plus élevée, des réparations limitées, un cycle de vie de plus en plus court des produits, l'électronisation croissante et l'inadéquation de l'infrastructure de gestion des déchets électroniques (source : [The Global E-Waste](#)). De plus, de nombreux métaux critiques pour l'industrie numérique sont très peu recyclables (le taux de recyclage de l'indium, du gallium, du tantale et du germanium est inférieur à 1%). Le principal frein à la réduction de l'empreinte environnementale des déchets numériques réside donc dans la difficulté de mise en place d'un réseau industriel spécialisé dans la collecte, la remise à neuf ou le recyclage des composants électroniques. En l'absence d'un tel réseau de recyclage, les déchets électroniques alimentent le trafic illégal et la constitution de décharges à ciel ouvert dans les pays en développement. Plusieurs éléments structurels à l'industrie du hardware compliquent par ailleurs le recyclage de ces déchets, comme la miniaturisation croissante des composants, l'absence de normes internationales sur les composants et sur les matériaux interdits malgré l'existence de certaines directives, notamment à échelle européenne, et le manque de traçabilité de ces déchets d'équipements électriques et électroniques.



Ainsi, les marges de progrès résident dans l'**allongement de la durée de vie effective des composants électroniques** et la capacité à réutiliser les équipements numériques. Cependant, certaines innovations numériques permettent déjà d'accompagner des initiatives en faveur de la transition environnementale. L'utilisation de capteurs et la modélisation des phénomènes passés, actuels et futurs, permet notamment d'avoir une meilleure connaissance de la situation environnementale et de l'état de la planète. C'est en 1960 que la captation des données et les techniques de modélisation se sont développées pour créer les premiers modèles de l'atmosphère. Aujourd'hui, ceux-ci intègrent une multitude de paramètres et, s'appuyant sur une puissance de calcul de plus en plus grande, permettent l'élaboration de modèles prédictifs, à même d'aider les sociétés à anticiper, se préparer et s'adapter aux chocs climatiques et environnementaux.

Le numérique est aussi un outil très utile pour aider à la rationalisation, à la surveillance et à l'optimisation de la consommation énergétique, et par là, à la réduction de l'empreinte carbone. Les capteurs IoT, par exemple, peuvent être précieux pour la gestion et l'optimisation des ressources, et ce dans de nombreux domaines (agricole, thermique, mobilité, etc.). La crise Covid-19 a montré comment le travail à distance et les outils collaboratifs peuvent être des alternatives aux déplacements consommateurs de CO₂ que ce soit localement (voiture), ou mondialement (avion). La dématérialisation rendue possible par le numérique s'est accélérée également durant cette crise. Enfin, de nombreux outils d'analyse (IA, Big Data) ont permis d'améliorer la prise de décision des acteurs publics et des entreprises en y intégrant le volet environnemental, favorisant une meilleure optimisation de la consommation des ressources.

Scénario tendanciel.

Dans le scénario tendanciel établi par l'Ademe et l'Arcep dans le cadre de leur étude sur l'empreinte environnementale du numérique, publiée en 2023, les émissions de gaz à effet de serre du numérique augmenteraient de 45% à l'horizon 2030, et tripleraient à l'horizon 2050 si toutes les tendances actuelles se poursuivaient sans inflexion. Plus globalement, tous les impacts environnementaux du numérique seraient en forte croissance entre 2030 et 2050 (source : [Ademe/Arcep](#)). Cette hausse des impacts est portée par la croissance des usages, elle-même soutenue par un parc grandissant de centres de données. Ces derniers pourraient représenter 22% des émissions de gaz à effet de serre du numérique en 2050, malgré l'utilisation de technologies leur assurant une meilleure efficacité énergétique.

Dans ce scénario, non seulement le numérique ne contribue pas ou peu à la transition écologique mais il participe de manière croissante aux dégradations environnementales.



02

Partie

Quel objectif se fixer ? Situation désirable à horizon 2040.

Situation désirable – Le numérique européen en 2040 :
vers une transition écologique maîtrisée.

En 2040, **l’empreinte environnementale du numérique européen est globalement maîtrisée ou est en passe de l’être**, sur toute la chaîne de valeur, et à plusieurs échelles (empreinte carbone, ressources abiotiques¹, consommation énergétique, empreinte extractive etc...). Pour y parvenir, un des leviers efficacement mis en œuvre dans la décennie 2030 a été celui du recyclage des matériels informatiques complété par la lutte contre l’obsolescence programmée. Dès 2035, il devient moins coûteux de recycler que d’aller extraire de nouvelles matières premières. En parallèle, l’optimisation du fonctionnement des outils numériques a permis la réduction de la consommation énergétique des équipements.

Dans cette situation de quasi-neutralité écologique du numérique, les gains que celui-ci apporte dans la lutte contre le changement climatique et l’accompagnement de la transition environnementale sont enfin évaluable. En effet, le numérique contribue de plus en plus à définir et à respecter les limites planétaires, participant également à la gestion énergétique et à la réduction des impacts environnementaux des organisations publiques comme privées. Il permet d’optimiser les processus de production et de consommation. Ainsi, le numérique est un des outils permettant d’organiser, suivre et piloter les transitions environnementales.

¹ Ressources non vivantes se trouvant naturellement dans l’environnement, non créées ou produites par l’homme ou l’activité humaine : l’eau, l’air, la lumière du soleil, le sol... Parmi elles, les terres rares, composées de 17 métaux (cérium, scandium, terbium, etc.) utilisés dans la fabrication de produits de haute technologie (puces de smartphones, écrans, etc.).

Les raisons d'y croire : phénomènes émergents et signaux faibles en 2024.

En 2024, **la prise de conscience des citoyens sur les enjeux climatiques semble de plus en plus mature** même si elle évolue encore très progressivement. Selon l'enquête Eser sur les français et les risques environnementaux, menée en mai 2022 par le service statistique du ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, 46% des Français estiment que les lois et réglementations existantes sont efficaces pour protéger les biens et les personnes face aux risques naturels et technologiques, soit huit points de plus qu'en 2013. Cependant, chez les Français les plus inquiets face aux possibles conséquences d'une catastrophe environnementale, 47% considèrent que le changement climatique a déjà des conséquences sur leur vie quotidienne.

De son côté, **l'Union européenne constitue un début de package réglementaire** pouvant participer à réduire l'empreinte environnementale du numérique :

- **La Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)** cherche à définir de premiers indicateurs communs pour évaluer le coût environnemental du Système d'Information d'une entreprise et contraindre les entreprises à évaluer l'impact de leur activité sur l'environnement.
- **La Directive « Batterie »** impose des règles de collecte, de recyclage et d'élimination des batteries usagées et des taux minimaux de collecte. La directive EcoDesign établit des exigences en matière d'écoconception pour les serveurs, produits de stockage de données et salles serveurs des entreprises, notamment en bannissant la présence de substances nuisibles à la circularité, l'efficacité énergétique, l'utilisation de ressources etc.



- Le **Raw Materials Act** cherche à sécuriser l’approvisionnement des matières premières revêtant une grande importance économique pour l’Union européenne et présentant un risque élevé de rupture d’approvisionnement en raison de la concentration de leurs sources et de l’absence de substituts de qualité et abordables. Pour parvenir à cet objectif, ce règlement entend renforcer la circularité, y compris le recyclage, et soutenir la recherche et l’innovation en matière d’utilisation efficace des ressources et de mise au point de substituts (source : [Conseil Européen](#)). Ainsi, les innovations en économie circulaire sont de plus en plus considérées comme un facteur de compétitivité. À l’échelle européenne, le potentiel d’une utilisation optimisée des ressources pour l’UE représenterait une économie nette annuelle de 340 à 380 milliards de dollars et des millions d’emplois créés, en plus d’une réduction des émissions de GES de 49% d’ici à 2050 ([Fondation Ellen MacArthur](#)). Déjà, des entreprises se spécialisent dans la réutilisation des appareils électroniques, plutôt à destination du grand public, comme Back Market.

La France déploie également sa stratégie pour réduire l’empreinte environnementale du numérique. En 2007, le gouvernement s’est engagé à diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre, et il vise désormais à atteindre un équilibre, une « neutralité carbone », entre émission de GES et réduction ou absorption de ces GES à l’horizon 2050 (source : [Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires](#)). Le gouvernement a intégré cet objectif dans la loi « Énergie et climat » promulguée le 8 novembre 2019. La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire, datant de 2020, a introduit un indice de réparabilité pour certains équipements électroniques et la loi REEN, promulguée en 2021, accélère quant à elle, la promotion de l’économie circulaire dans le numérique, en élargissant à l’obsolescence logicielle le délit d’obsolescence programmée.

Les entreprises agissent pour leur part en faveur d’un numérique plus durable, en cherchant à mesurer et assurer le suivi régulier de leurs externalités négatives. Certaines s’engagent même, à leur échelle, dans des stratégies « neutralité carbone ». En France, les entreprises ont l’obligation de réaliser leur bilan carbone. Elles mesurent et publient les émissions de gaz à effet de serre liées à leurs activités. C’est le reporting carbone des entreprises (source : [Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires](#)). Un ensemble d’entreprises du numérique se sont même regroupées au travers d’une coalition soutenue par la Commission européenne et le Parlement européen, *l’EU Green Digital Coalition*, qui cherche à démontrer le potentiel qu’offre le numérique pour réduire les émissions de GES dans les autres secteurs de l’économie européenne.

En effet, de nombreux efforts en recherche et développement sont soutenus par l’Europe dans l’objectif de réduire l’impact environnemental du numérique à l’échelle de l’Union. **La recherche en nouvelles technologies de stockage** pourrait permettre de réduire la fabrication hardware. Ainsi, le projet *Oligoarchive*, financé par l’UE, a étudié jusqu’en mars 2023 de nouvelles technologies pour des systèmes intelligents de stockage ADN de l’information, exploitant les caractéristiques de l’ADN synthétique pour en faire un support de stockage numérique. De même, des chercheurs de l’université de Cambridge ont mis au point un processus dit « biophotovoltaïque » permettant de générer de l’électricité à l’aide de la photosynthèse réalisée par des plantes. Grâce à l’énergie produite, très modeste, de 0,3 microwatt/heure, ils ont pu alimenter en continu une puce ARM pendant six mois et lui faire réaliser des opérations simples (source : [Université de Cambridge](#)).

Cependant, même si tous ces efforts, tant de la part des États que des entreprises, de la société civile ou des chercheurs, vont dans le sens d’une utilisation plus raisonnée du numérique, cela restera insuffisant pour enclencher des changements de fond si d’autres mesures ne sont pas prises.



Domaines et leviers d'amélioration pour y parvenir.

Pour parvenir à cette situation désirable, nous avons identifié cinq principaux leviers d'amélioration qui devront être pris en compte pour diminuer l'empreinte environnementale du numérique et ainsi faire en sorte que cette industrie participe à la transition environnementale :

- Améliorer l'industrie du recyclage : la recyclabilité des produits numériques permet de s'affranchir d'une part significative des activités extractives nécessaires pour fabriquer les équipements informatiques. Il faut que ce soit moins coûteux de recycler que d'aller extraire de nouvelles matières premières, dès 2035.
- Développer une autonomie stratégique européenne dans le domaine de la fabrication du hardware, pour réduire les coûts environnementaux liés au transport, et être en capacité d'imposer des normes de fabrication pour favoriser le recyclage (voir la thématique 4 sur le développement d'une autonomie stratégique européenne dans le domaine du numérique).
- Questionner le besoin qu'ont les entreprises d'assurer leur croissance pour rester compétitives sur le marché mondial, car cette croissance est une des causes de l'accélération continue des innovations technologiques : la croissance économique est-elle compatible avec la réduction de l'empreinte environnementale du numérique ?
- Accélérer, dans les pays européens, le changement des modes de vie reposant majoritairement sur l'utilisation d'outils numériques, vers un modèle plus durable.
- Mettre un terme à l'enrichissement de connivence entre les producteurs de logiciels et les producteurs de hardware : les premiers produisant des logiciels toujours plus gourmands en énergie, et les seconds de nouveaux matériels pour s'y adapter.

03

Partie

Et si, d'ici 2040...? Construction de scénarios alternatifs pour parvenir à la situation désirable.

Scénario 1 – La réglementation européenne au service d'un numérique plus durable.

Ce scénario vient répondre à la montée du « cyber/green hacktivisme » qui cible à la fois les entreprises considérées comme polluantes, et les initiatives gouvernementales jugées anti-écologiques (cf. les rassemblements et manifestations contre la construction de méga-bassines). Cette pression citoyenne incite les gouvernements à adopter des mesures strictes, et des systèmes de contrôle en faveur de la transition environnementale. Ainsi, les réglementations instaurées sont de plus en plus conformes aux projections du GIEC.

2024-2030 : la pression populaire pousse les gouvernements européens à mettre en place des réglementations environnementales contraignantes.

Dans ce scénario, la **société civile** joue un rôle majeur en exerçant une pression continue sur les gouvernements, réclamant l'application de réglementations environnementales contraignantes.

En réponse à cette pression populaire, l'**Union européenne** met en place une réglementation renforcée exigeant une traçabilité systématique des impacts environnementaux tout au long de la chaîne de valeur des produits et services numériques. Les mécanismes de contrôle du carbone aux frontières sont ajustés dans le cadre du *Green New Deal*, tandis qu'un système de « classe énergétique » est introduit pour les produits technologiques, améliorant ainsi la transparence pour les consommateurs. L'UE instaure également une taxe sur les déchets numériques, ainsi que sur les émissions des entreprises. Les revenus générés par ces taxes sont réinvestis dans des solutions vertes soutenant des projets innovants pour un avenir durable.

Les **États européens** jouent un rôle déterminant en se conformant strictement aux directives environnementales établies par l'Union européenne. Ils s'engagent activement dans des campagnes de sensibilisation auprès de leurs populations pour éduquer les citoyens aux enjeux écologiques et promouvoir des comportements durables.

Les **entreprises**, poussées par les incitations réglementaires et par la demande des consommateurs, offrent une plus grande transparence sur leur empreinte environnementale numérique. Elles mettent en place des outils de mesure et de pilotage de leur impact environnemental, tels que l'Éco-score systématique des objets, ainsi que des plateformes de données environnementales, souvent co-développées avec des acteurs publics. Les pratiques d'éco-conception et de réemploi deviennent la norme. Le bilan carbone des entreprises est normalisé et associé à des malus pour les scores défavorables. Des audits et une taxonomie verte rigoureuse sont développés. Une attention particulière est portée à l'optimisation du code et à la réinvention des applications pour attirer les clients tout en respectant les objectifs de numérique responsable. Pour que ces mesures soient efficaces, les mécanismes décisionnels des entreprises doivent être profondément revus, en intégrant des indicateurs illustrant les retours environnementaux en plus des retours financiers traditionnels (ROI).

Dans ce scénario, le **Cigref** accompagne ses membres en étendant sa collaboration avec ses associations homologues au sein de l'UE pour accroître son influence en Europe et à l'international, contribuant à « l'effet de Bruxelles¹ ». Les chargés de mission du Cigref participent aux groupes de travail de la Commission sur le numérique responsable, facilitant l'échange d'expertises et la création de binômes par sujets. Le Cigref contribue à faire émerger des mesures communes aux entreprises et fournisseurs de services et produits numériques en faveur d'un numérique responsable. Un cahier des charges générique et évolutif pour le Green IT est mis en place, offrant une prédictibilité sur les obligations pour les fournisseurs.

¹ « L'effet Bruxelles » ("Brussels effect" dans sa langue originale), est un phénomène théorisé par Anu Bradford, professeure de droit à l'université Columbia aux États-Unis, qui fait référence à la tendance des entreprises et des États dans le monde à se conformer aux normes et réglementations de l'UE afin de pouvoir opérer sur le marché européen.

Avantages et limites de ce scénario.

La mise en place de réglementations pour réduire l'empreinte environnementale du numérique favorise une mise à niveau collective sur ces enjeux, permettant une meilleure compréhension et maîtrise des risques associés. En partageant les connaissances entre les différentes parties prenantes, cela contribue également à une baisse de l'éco-anxiété. Le numérique devient un fer de lance de la transition environnementale, aidant à transformer les sociétés et l'économie vers des modèles plus durables. Ce scénario encourage l'émergence d'acteurs européens du numérique, ce qui aide à émanciper l'Europe des géants technologiques américains. En promouvant un nouveau modèle de croissance basé sur la durabilité, l'Europe rayonne à l'international, influençant d'autres régions à adopter des pratiques similaires.

Cependant, la mise en place de ces réglementations pourrait conduire les États vers des pratiques de surveillance généralisée et de restriction des libertés, ce qui soulève des préoccupations éthiques. Cette situation risque également d'accroître les inégalités, notamment si les plus aisés trouvent des moyens de contourner les systèmes d'incitation tels que des taxes punitives. De plus, ce scénario pourrait engendrer un retard technologique pour l'Europe, et des tensions politiques pourraient émerger entre les États de l'Union. Il est en effet complexe de concilier les enjeux d'autonomie stratégique européenne avec des réglementations sur le numérique responsable. Par exemple, les obligations imposées aux principaux fournisseurs numériques dans le cadre du *Digital Market Act*, les contraignent à multiplier leurs développements pour répondre aux obligations de libre concurrence, ce qui va à l'encontre des objectifs de durabilité.

Scénario 2 – Un numérique plus durable sous contraintes.

Dès 2024, les conséquences de la crise climatique se font de plus en plus ressentir à l'échelle mondiale, avec des phénomènes météorologiques extrêmes, des sécheresses prolongées et des inondations dévastatrices. Ces événements entraînent des flux migratoires massifs, particulièrement vers l'Europe, exacerbant les tensions et les défis socio-économiques. Rapidement, la guerre russo-ukrainienne, loin de se résorber, s'étend à d'autres régions, instaurant une économie de guerre dans l'ensemble des pays européens. La hausse des prix de l'énergie et des matières premières nécessaires au secteur numérique, couplée à un ralentissement du commerce international et à l'interruption de certaines chaînes de valeur, impose de nouvelles contraintes.

2024-2030 : les restrictions imposées au secteur numérique le rendent plus durable.

Face à cette situation de multiplication des crises, les **États européens** prennent des mesures drastiques pour gérer les ressources limitées. Des quotas énergétiques sont imposés aux entreprises et aux citoyens, limitant l'utilisation de l'internet et des technologies numériques. Les gouvernements réorientent les usages vers des secteurs stratégiques tels que la défense, la santé et la gestion des infrastructures critiques. La régulation devient beaucoup plus stricte, avec des quotas de pollution sévèrement contrôlés pour chaque pays, entreprise et même individu. Les États limitent les exportations de composants stratégiques, protégeant ainsi leurs propres besoins dans un contexte de conflit économique globalisé.

Les **entreprises**, sous la pression des nouvelles régulations étatiques, doivent réajuster leurs investissements et stratégies. Les outils numériques ne sont utilisés que lorsqu'ils apportent une réelle valeur ajoutée. Cela conduit à une réflexion profonde sur l'utilité du numérique, provoquant une « dénumérisation » progressive des organisations. Les investissements se concentrent désormais sur des technologies essentielles et résilientes.

Les **citoyens européens** ressentent fortement les restrictions sur les usages des outils et services numériques. L'accès à internet et à l'énergie devient limité ce qui affecte leur quotidien et leur travail. Les politiques de surveillance et de contrôle se renforcent, les gouvernements justifiant ces mesures par la nécessité de maintenir la sécurité nationale et l'efficacité économique en temps de crise.

Dans ce contexte de « rationnement numérique », le **Cigref** s'efforce d'éviter la coupure de certains services numériques essentiels, particulièrement ceux fournis par des entreprises américaines. Le Cigref alerte également sur le risque de décrochage de l'économie numérique européenne face aux contraintes dissuasives mises en place, et sur les dangers de perdre le leadership technologique dans un monde de plus en plus compétitif et incertain.

2030-2040 : le numérique devient une denrée rare et rationnée.

Entre 2030 et 2040, le contexte international continue de se détériorer. Les enjeux environnementaux, bien que toujours cruciaux, passent au second plan face aux impératifs de sécurité et de survie en temps de guerre. Les conflits persistants, notamment l'extension de la guerre russo-ukrainienne, exigent une réallocation stricte des ressources disponibles vers des secteurs stratégiques. Cette réorientation réduit nécessairement l'impact environnemental du numérique, car les restrictions limitent l'utilisation excessive des technologies.

Les outils numériques sont de plus en plus réquisitionnés à des fins militaires. Les **États européens**, en collaboration avec l'**Union européenne**, rationnent l'usage du numérique pour le rediriger vers des objectifs de défense. Pour prévenir les conséquences d'une cyberattaque massive, les gouvernements cherchent à réduire l'utilisation des outils numériques dans les entreprises stratégiques. Les ressources numériques, y compris les compétences et le matériel, sont réquisitionnées pour participer à l'effort de guerre.

Les **entreprises** redéfinissent leurs services et continuent à fonctionner en mode « dégradé ». Les restrictions imposées sur l'accès aux ressources et l'énergie forcent les entreprises à prioriser les opérations essentielles. Leurs gains sont plafonnés pour éviter des profits excessifs en temps de crise et garantir que les ressources soient distribuées équitablement et efficacement. Les restrictions imposées pour gérer la crise conduisent paradoxalement à des innovations technologiques plus *low tech*. Les entreprises et les chercheurs sont contraints de développer des solutions moins gourmandes en ressources et plus en phase avec les objectifs environnementaux à long terme.

Face aux restrictions sévères et à la redirection des ressources, des mouvements de révolte émergent. Les **citoyens**, frustrés par les limitations imposées dans leur vie quotidienne et restreints dans leurs libertés numériques, expriment leur mécontentement à travers des manifestations et des actions de désobéissance civile. Ces mouvements reflètent une tension croissante entre les besoins de la sécurité nationale et les droits individuels.

Avantages et limites de ce scénario.

Dans ce scénario, le contexte international dégradé conduit à une diminution significative de l'empreinte environnementale du numérique due aux restrictions importantes imposées aux entreprises et aux citoyens européens. L'économie européenne, recentrée sur l'approvisionnement en ressources essentielles, évite excès et gaspillage, favorisant une utilisation plus durable des ressources. La mise en place d'une forte collaboration entre les États membres, *via* un protectionnisme européen, renforce la solidarité et la coopération au sein de l'Union européenne. Cette situation encourage également l'innovation dans les technologies *low tech*, qui, moins gourmandes en ressources et plus adaptées à une utilisation durable, apportent des solutions résilientes et écologiques pour l'avenir.

Cependant, bien que les effets de ces restrictions soient bénéfiques à court terme, elles ne sont pas durables sur le long terme car elles sont causées par les multiples crises de cette trajectoire peu souhaitable. L'augmentation de la surveillance généralisée et la remise en cause du RGPD posent des problèmes sérieux concernant les droits et libertés individuels. En outre, dans un tel scénario, l'Europe risque de prendre un retard technologique significatif, ce qui compromettrait sa compétitivité globale. La logique de protectionnisme et de restrictions freinerait la collaboration internationale, essentielle pour atteindre les objectifs de transition écologique. Ainsi, bien que ces mesures réduisent temporairement l'empreinte environnementale, elles ne sont pas soutenables à long terme et peuvent avoir des effets néfastes sur l'innovation, la croissance économique et la cohésion sociale en Europe.

Scénario 3 – Les innovations technologiques au service de la transition écologique.

En 2024, les conséquences de la crise climatique deviennent de plus en plus perceptibles, avec des phénomènes météorologiques extrêmes et une diminution drastique de la biodiversité. Le secteur numérique, malgré ses nombreux avantages, est identifié comme une des causes principales du réchauffement climatique et de la perte de biodiversité en raison de sa forte consommation énergétique et de l'empreinte carbone associée aux infrastructures technologiques.

2024-2030 : l'innovation technologique devient de plus en plus *green*.

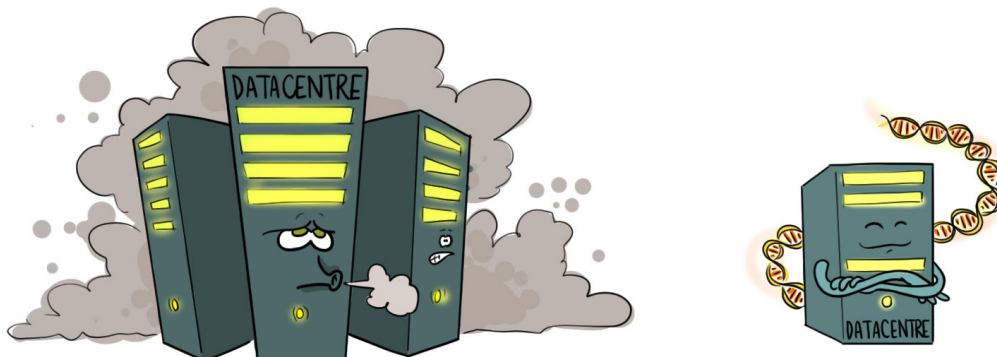
Les **États** jouent un rôle crucial dans cette transition en encourageant, par l'investissement et la commande publique, les innovations technologiques orientées vers la transition énergétique et environnementale. En France, par exemple, le gouvernement développe une plateforme numérique accessible à tous pour sensibiliser et informer sur les enjeux climatiques, favorisant une prise de conscience collective. Les collectivités territoriales, soutenues par des financements nationaux, mettent en place des programmes ambitieux de réduction de la pollution. Ces initiatives s'appuient largement sur les optimisations permises par l'intelligence artificielle (IA). Les programmes incluent des solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, optimiser les réseaux de transport, et améliorer la gestion des déchets urbains.

Pour accompagner cette trajectoire amorcée par les États, les **entreprises** réorientent leurs efforts de recherche et développement (R&D) vers l'optimisation de leurs outils et services numériques. L'objectif est double : réduire leur consommation énergétique et prolonger la durée de vie de leurs logiciels et équipements. Elles sélectionnent des cas d'usages alliant technologie et transition écologique, comme l'utilisation de l'IA pour optimiser les flux de production et les transports, ou pour détecter les pollutions. Les acteurs spécialisés dans le numérique cherchent à redorer leur image en investissant massivement dans des projets écoresponsables. Des solutions innovantes, comme des systèmes automatisés de calcul de l'empreinte carbone, voient le jour. La numérisation des processus industriels permet une optimisation accrue, adaptant l'activité des entreprises à la variabilité de l'énergie disponible, et favorisant l'intégration de technologies telles que les jumeaux numériques et l'Internet des Objets (IoT).

Au sein de l'**Union européenne**, cette prise de conscience conduit à une accélération de la réindustrialisation, avec un fort accent sur l'initiative « *IT for Green* ». Les usines sont équipées de capteurs intelligents pour mesurer et prédire la consommation énergétique, permettant une meilleure gestion des ressources et une réduction de l'empreinte carbone des processus industriels.

Pour accompagner ce mouvement global, les **instituts de recherche et les universités** concentrent leurs travaux sur des technologies capables d'accompagner la transition écologique. Les domaines de l'IA, de l'informatique quantique, des nouvelles technologies de stockage d'énergie, et des solutions *low-tech* deviennent des priorités. Ces institutions jouent un rôle clé en formant une nouvelle génération de professionnels sensibles aux enjeux environnementaux et capables de développer des solutions innovantes.

Pour accompagner ce scénario, il est impératif que les travaux existants du **Cigref** sur le numérique responsable continuent d'être diffusés largement. Les écoles et entreprises doivent être constamment sensibilisées aux meilleures pratiques et aux innovations en cours. L'association joue alors un rôle stratégique en identifiant les canaux de communication les plus efficaces pour toucher les législateurs nationaux et européens, garantissant ainsi une intégration optimale des technologies numériques dans la transition écologique.



2030-2040 : une rupture technologique vient réduire drastiquement l'impact environnemental du numérique.

Entre 2030 et 2040, les avancées continues dans le domaine de l'informatique se traduisent par une optimisation accrue des outils numériques et des data centers, réduisant considérablement leur empreinte écologique grâce à des technologies de refroidissement innovantes et des architectures plus efficaces. Parallèlement, l'informatique quantique atteint sa maturité, offrant des solutions nouvelles pour la transition environnementale en permettant la résolution de problèmes complexes tels que l'optimisation des réseaux de transport et la conception de processus de fabrication durables. Une innovation majeure émerge également, permettant d'évaluer l'impact environnemental des produits numériques tout au long de leur durée de vie, facilitant ainsi l'adoption de produits et de services plus respectueux de l'environnement.

Dans ce contexte, les **États** renforcent leur collaboration et l'**Union européenne** intensifie ses programmes de financement pour rendre l'informatique quantique accessible à tous les pays membres. Les gouvernements intègrent cette technologie dans leurs politiques environnementales, utilisant ses capacités avancées pour élaborer des mesures préventives contre les changements climatiques et favoriser une transition durable.

Les **entreprises**, conscientes de leur responsabilité environnementale, adoptent massivement l'informatique quantique pour optimiser leurs opérations. Elles trient et suppriment les technologies non essentielles, concentrant leurs efforts sur celles qui contribuent réellement à leur activité. Grâce à l'informatique quantique, elles parviennent à réduire significativement leur empreinte écologique en optimisant les flux de transport, la fabrication et la gestion des ressources.

Dans ce scénario, le **Cigref** accompagne ses membres dans cette transition et s'allie avec d'autres organismes spécialisés pour sensibiliser l'ensemble des organisations ainsi que les nouvelles générations aux enjeux de la transition écologique. Par exemple, l'association les guide sur leur utilisation de l'informatique quantique, utile à l'analyse des données environnementales et à l'évaluation de l'impact des technologies numériques.

Avantages et limites de ce scénario.

Dans ce scénario, les objectifs de développement durable sont atteints, ou presque, grâce aux innovations technologiques. Les informations sur la transition écologique sont plus accessibles et traitées avec sérénité, ce qui favorise une responsabilisation sociétale accrue. De plus, la croissance économique est en augmentation en Europe et dans le monde, sans entraîner d'impacts significatifs sur l'environnement. Ces avancées technologiques contribuent également à renforcer l'autonomie stratégique européenne dans le domaine du numérique.

Cependant, la croissance technologique continue d'accroître les besoins en ressources, notamment en minerais et en énergie, ce qui peut engendrer des conflits d'intérêts entre acteurs publics et privés. Parallèlement, cette croissance peut aggraver la fracture sociale, notamment si certaines technologies ne sont pas accessibles à tous. De plus, l'évolution vers des technologies plus avancées peut entraîner une réduction de la demande en main-d'œuvre, ce qui nécessitera une réinvention du modèle d'emploi pour s'adapter à ces changements.

Point de vue

ErooM – Inverser la loi de Moore pour réduire l'empreinte du numérique.

La transition environnementale est le plus gros défi posé à l'humanité d'ici la fin du siècle. Aussi, il faut déjà que le numérique balaye devant sa porte et fasse sa propre transition environnementale. En effet, pour tenir l'Accord de Paris, il faut réduire nos émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 6% par an tous les ans. Or, le numérique ne cesse d'augmenter ses émissions et pèse donc de plus en plus lourd. Il faut certes faire partie de la solution, mais il faut, pour être crédible, faire de moins en moins partie du problème.

On a beau parler de dématérialisation, le numérique est bigrement matériel. C'est même la fabrication de ce matériel, ordinateurs, processeurs, disques durs, écrans, équipement réseau qui plombe les comptes du numérique d'un point de vue environnemental. En France, où l'électricité est largement décarbonée, la phase d'utilisation du numérique compte pour environ 20% de son empreinte. Par contre, la phase de fabrication et de distribution de ce matériel compte pour les 80% restants.

Il faut dire que depuis plus de 50 ans, le numérique a connu une folle croissance grâce à la loi de Moore, qui a planifié le fait que le matériel doublait de puissance tous les 24 mois et donc rendait obsolète le matériel acheté 2 ou 3 ans auparavant, même s'il fonctionnait encore très bien. Corollaire de ce progrès à marche forcée : la loi de Wirth, malheureusement toute aussi vraie, qui explique que le logiciel devient de plus en plus lent, au même rythme que le matériel accélère. La loi de Wirth a donné l'adage « *ce qu'Intel vous donne, Microsoft vous le reprend* ». Outre l'intérêt financier d'Intel et Microsoft, premiers bénéficiaires de la situation, aux dépens des budgets des DSI et des consommateurs, la raison est assez simple et tient au coût du développeur. Écrire du code optimisé, frugal et efficace demande au développeur plus de séniorité et de temps, deux ressources rares de nos jours. Une fois un premier jet d'une fonctionnalité écrit, on pourrait lui demander de l'optimiser, de faire mieux, avec moins de ressources matérielles. Mais à quoi bon économiser ces ressources alors que le matériel sera bientôt changé et que le nouveau sera bien plus puissant, grâce à la loi de Moore ? Aussi demande-t-on au développeur de laisser le code en l'état pour peu qu'il ne soit pas trop buggé et de passer au développement de la fonctionnalité suivante. Le logiciel produit sera plus désirable et donc plus compétitif. L'inconvénient est double : d'une part le logiciel n'aura pas été optimisé et d'autre part il aura une fonctionnalité supplémentaire et sera donc plus lourd, donc nécessitera un matériel plus puissant.

On entend souvent les utilisateurs se plaindre que leur matériel est trop lent et qu'il faut donc le changer. Sauf que le silicium ne s'use quasiment pas et qu'il ne ralentit pas, sauf très rares exceptions. Ça n'est pas que le matériel a ralenti, mais bien que les nouvelles versions du logiciel sont plus lourdes, plus grosses et nécessitent toujours plus de ressources. Ainsi, le matériel est jeté (et très mal recyclé), on en fabrique du nouveau pour le remplacer, et tout cela contribue à l'empreinte environnementale du numérique.

La loi de Moore est morte. Depuis 10 ans maintenant, les processeurs Intel et AMD qui équipent serveurs et PC ne progressent quasiment plus. Par contre, les mauvaises habitudes du développement logiciel n'ont pas changé, à part l'arrivée du cloud et de la scalabilité horizontale, consistant à multiplier les machines.

Il y a pourtant une solution qui consiste à repérer quelles parties du logiciel consomment le plus de ressources. Ces gaspillages sont parfois faramineux. Rendre un logiciel trop gourmand 10 ou 100 fois plus rapide est commun. Un collègue a amélioré une phase d'apprentissage de Machine Learning d'un facteur 5400, comme quoi l'Intelligence artificielle n'est pas épargnée. Il existe même une vidéo où un auteur de logiciel¹ a vu son travail — certes médiocre — rendu 408 millions de fois plus rapide !

On pourrait inventer l'inversion de la loi de Moore, nommons-là « loi d'erooM » (Moore à l'envers) qui consisterait à optimiser d'un facteur 2 le logiciel tous les deux ans en moyenne. Il n'est pas question de tout réécrire, mais juste de repérer là où une fonctionnalité est mal écrite et gaspille des ressources informatiques de façon importante. Dans ce cas-là, l'accélérer d'un facteur 100 est à portée de main. Cela libérera beaucoup de ressources informatiques, lesquelles pourront être utilisées pour développer de nouvelles fonctionnalités sans devoir acheter de nouveau matériel ni de nouveaux crédits cloud.

Ainsi, le numérique pourrait réduire des trois quarts voire des quatre cinquièmes son impact environnemental, juste en ne renouvelant pas le parc informatique. Le budget de la DSI pourrait bénéficier de cette approche et investir plus dans l'optimisation et la création de nouvelles fonctionnalités apportant de la valeur métier. Bonus : les développeurs, ressources très demandées dans un marché en tension, seraient ravis de faire un travail de meilleure qualité et d'œuvrer à la réduction de l'empreinte écologique de leur métier.

¹ Vidéo de Matt Parker, Someone improved my code by 40,832,277,770% - <https://www.youtube.com/watch?v=c33AZBnRHks>

Tristan Nitot, Directeur Associé Communs Numériques et Anthropocene,
chez OCTO Technology.

Que faire pour renforcer la sécurité dans l'espace numérique ?

QZ

2024



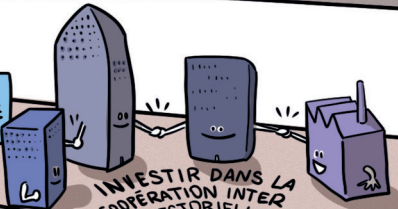
INSTABILITE

HAUSSE DU NOMBRE DE CYBERATTQUES

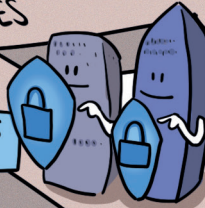
CYBERSECURITE MILITARISEE



LE CADRE REGLEMENTAIRE SE DURCIT



INITIATIVES PRIVEES DE CYBERSECURITE



COOPERATIONS CITOYENNES AU SERVICE D'UN ESPACE

MOINS D'ATTACHEMENT AUX DONNEES PERSONNELLES



PARTENARIATS PUBLIC - PRIVE

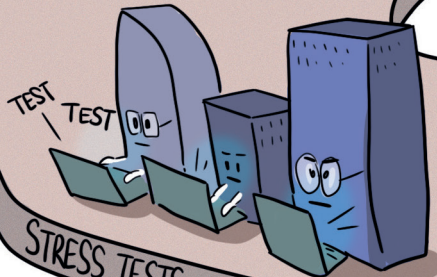
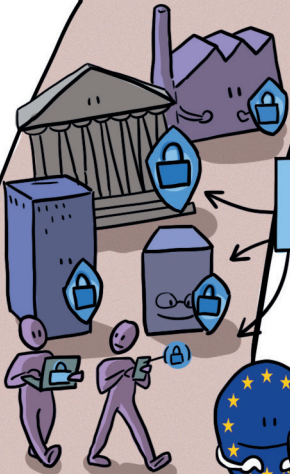


DEVELOPPER DES INFRASTRUCTURES CYBER

CYBER CASQUES BLEUS

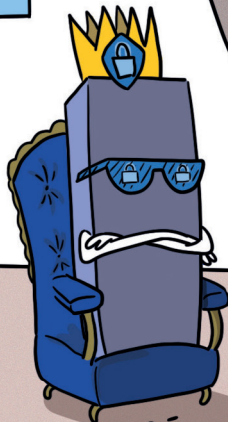


STANDARDISATION DES PRATIQUES



STRESS TESTS OBLIGATOIRES

CYBERSECURITE PILOTEE PAR LES BIG TECH



DEPENDANCE AUX BIG TECH



AUGMENTER LE BUDGET MILITAIRE

CYBER ÉTAT D'URGENCE

MISE A DISPOSITION DE PERSONNEL QUALIFIÉ AU SERVICE DE L'ÉTAT

VIRUS

HACK

MALWARE

CYBERATTIQUES

PRISE DE CONSCIENCE MONDIALE

NUMÉRIQUE SÛR

ÉDUCATION A LA CYBERSECURITÉ

-INTRODUCTION-

Attention!

LE CYBER COMME LEVIER DE DISSUASION

CYBER SERVICE MILITAIRE

UNE SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE RÉSILIENTE & ADAPTÉE

LÉGITIME DÉFENSE AUTORISÉE

PRIORITÉ STRATÉGIQUE

COLLABORATION DE TOUS LES ACTEURS

POUR Y PARVENIR :

2040

EDUCATION

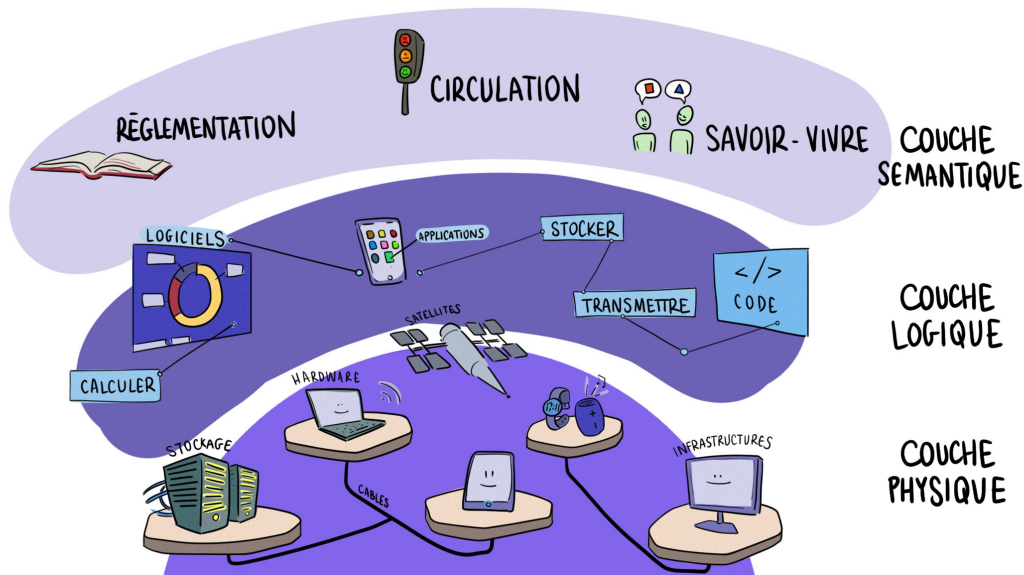
PRÉPARATION OPÉRATIONNELLE

ASPECTS LÉGAUX ET RÉGLEMENTAIRES

Introduction et définition des enjeux.

Alors que le risque de « *Cyber Pearl Harbor* » nourrit l'imaginaire collectif depuis au moins deux décennies, il apparaît, à l'aune de la guerre en Ukraine, qu'il est plus compliqué qu'on ne le pensait de mener des cyberattaques massives. À rebours d'une représentation de l'espace numérique comme un nouveau « Far West », caractérisé par une anarchie permanente et regorgeant d'acteurs malveillants, de nouvelles attitudes apparaissent sur le web pour maîtriser les dynamiques d'escalade dangereuses ou renforcer la sécurité. Par exemple, à travers le concept de « cyber puissance responsable » on conçoit qu'il est possible d'utiliser le pouvoir cybernétique en prêtant une attention renforcée au choix des cibles, à la précision des attaques, à la protection des arsenaux de piratage (source : [The Economist](#), avril 2023).

Pour autant, l'espace numérique reste un domaine de lutte marqué par des dynamiques d'« engagements permanents », comme le souligne le Pentagone dans sa [2023 Cyber Strategy](#). Or, malgré le soutien en 2021 des États-Unis et de l'Union européenne à l'[Appel de Paris](#), initiative française lancée en novembre 2018 visant à promouvoir la coopération internationale pour sécuriser l'espace numérique, les mesures collectives mises en œuvre par les États comme par les entreprises sont encore ténues, et souvent inefficaces. Les efforts demeurent toujours insuffisants, et en l'absence d'une volonté politique affirmée, les initiatives pertinentes se situant à des échelons intermédiaires ne permettent pas de répondre réellement à l'ampleur des menaces qui pèsent sur l'ensemble des acteurs concernés, des citoyens aux gouvernements.



À moyen et long terme, des défis persistants seront donc à relever pour envisager un espace numérique mondial plus sûr : la nature éphémère des cyberattaques, les défis de l'attribution... Il reste toujours difficile d'attribuer une cyberattaque, c'est-à-dire d'en désigner le responsable, à la fois en termes techniques, à cause des méthodes de camouflage de l'identité de l'attaquant, mais également d'un point de vue diplomatique, car chaque pays a sa doctrine en matière d'attribution. Par exemple, la France refuse d'accuser « un pays » en particulier d'être responsable d'une cyberattaque (les autorités peuvent le sous-entendre, mais il s'agit d'une décision de politique nationale), alors que les États-Unis le font pour leur part régulièrement. Il peut être par ailleurs difficile d'assumer d'avoir attribué, à tort, la cyberattaque à un État (source : [Geostrategia](#)). En parallèle, ces défis seront accompagnés de transformations capacitaires propres à étoffer le niveau de sophistication de la menace. À court terme, l'irruption fulgurante de l'intelligence artificielle cause déjà une recrudescence de cyberattaques en facilitant l'accès à du code malveillant à un plus grand nombre d'acteurs en ligne. Ce constat est cependant à nuancer car l'intelligence artificielle ne permet que de mettre en place des attaques assez simples et déjà connues des experts en cybersécurité. À plus longue échéance, il est également permis de se demander quel sera l'impact du quantique.

Quel niveau d'ambition politique viser à l'horizon 2040 pour sécuriser l'espace numérique, au regard de la feuille de route déjà établie par l'Appel de Paris en 2018 ?

Quelles évolutions du partage des responsabilités envisager entre acteurs publics et privés à horizon 2040 ? Comment ceux-ci peuvent-ils collaborer pour développer des cadres réglementaires et des protocoles de réponse qui soient à la fois efficaces et respectueux des contraintes du monde économique (secret des affaires, propriété intellectuelle, etc.) ?

Quelles leçons peut-on tirer des incidents passés pour améliorer la préparation et la réponse aux futures cyberattaques ?

01 Partie

Si rien ne change... Scénario tendanciel à horizon 2040.

Tendances lourdes *observées*.

Parmi les phénomènes qui structurent l'évolution des cyber-menaces à horizon 2040, un des principaux est sans doute celui de **l'extension de plus en plus systématique du champ des conflits armés à l'espace numérique, en complément d'actions dans la couche physique**. Ainsi, l'augmentation de la cybermenace est fortement liée à la situation géopolitique. Ces dernières années, l'accentuation des tensions entre la Chine et les États-Unis, la guerre en Ukraine, ou encore la reprise du conflit israélo-palestinien ont, de fait, créé un terrain propice à la prolifération de la menace numérique. Mi-octobre 2023, après les attaques du Hamas sur le territoire israélien et la réponse mise en œuvre par le gouvernement de Netanyahu, *Check Point Research* a constaté une augmentation de 18% des cyberattaques visant Israël. Plus précisément, les attaques visant le secteur gouvernemental/militaire ont alors augmenté de 52% par rapport à la situation précédant le 7 octobre 2023. À l'avenir, de nombreuses incertitudes pèsent quant aux équilibres entre puissances sur la scène internationale, et des relations plus dégradées entre acteurs pourraient favoriser, à l'horizon 2030-2040, une augmentation des cyberattaques. Dans le cadre d'un conflit direct, les réseaux internet eux-mêmes pourraient être coupés ou re-routés. Le reroutage est d'ailleurs l'un des usages militaires du cyber les plus surprenants observés en Ukraine (Louis Pétoniaud, *Hérodote 2022/3*, N° 186, pp 113-134). Il peut être assimilé à une **forme d'annexion territoriale par le numérique**. Depuis le début du conflit, les informations reçues dans les territoires ukrainiens ont ainsi été soumises au droit russe. La Chine commencerait, elle aussi, à avoir recours à cette pratique, que l'on pourrait donc voir se développer dans les années à venir.

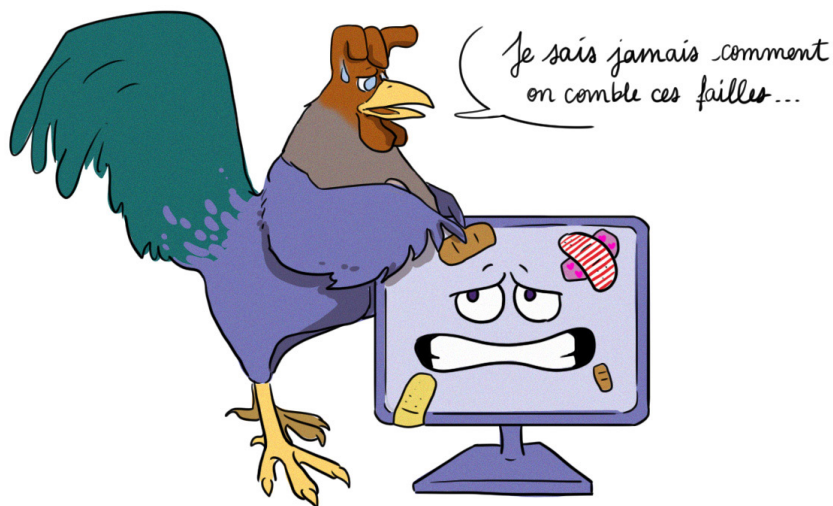


En parallèle de ces cyberattaques, l'espace numérique est aussi devenu le lieu de **perfectionnement des techniques de propagande et de manipulation des opinions à distance, dans le cadre de conflits directs ou indirects entre États et acteurs politiques plus informels, comme les groupes terroristes**. L'immédiateté de la transmission de l'information sur différents canaux – vidéo, radio, écrit – renforce significativement une dimension « cognitive »¹ des stratégies d'affrontement entre puissances, dans laquelle États, institutions militaires et groupes armés s'opposent par une lutte entre narratifs (guerre des récits), faisant peser des risques croissants sur les libertés d'information et de pensée des citoyens.

Outre les menaces cyber ciblant des institutions publiques et/ou politiques, on voit se multiplier par ailleurs **les attaques malveillantes contre des acteurs privés, voire des citoyens, à des fins de déstabilisation, d'espionnage ou pour des raisons financières**. Cette tendance s'explique, entre autres, par la professionnalisation croissante des organisations cybercriminelles, notamment grâce aux financements de certains États, l'accès globalement plus aisé aux outils numériques, et la structuration du *dark web* comme lieu d'échange de savoirs et de pratiques. En conséquence, les attaques malveillantes de type *ransomware* se complexifient et se multiplient (en 2022, 64,9% des entreprises françaises ont subi une tentative d'attaque par rançongiciel, selon le rapport CyberEdge 2022). En France, en 2023, les attaques par rançongiciel ont également augmenté : de 12% pour toutes les catégories de publics, et de 32% pour les collectivités et administrations, selon le gouvernement.

¹ La dimension cognitive renvoie aux systèmes de croyance et visions du monde de l'individu. C'est tout ce cadre qui nous permet d'interpréter, de prévoir et de comprendre des situations.

Les pratiques d'extorsion évoluent avec l'apparition de mécanismes de triple extorsion : en plus du chiffrement des données (première rançon) et de la menace de revente des données (2ème rançon), les cybercriminels réalisent des attaques DDoS¹ pour accentuer la pression sur la victime (+150% d'attaques de ce type en 2022 à l'échelle mondiale). Cette hausse s'accompagne d'une augmentation du nombre de failles informatiques (+49% en 2023 par rapport à 2022) qui n'ont fait l'objet, au moment de leur publication, d'aucune correction par le fournisseur, dites failles *Zero Day* (source : *Palo Alto Network*). Sur un autre registre, en dépit des efforts menés par les particuliers et les États pour réguler le Web 3.0, les cryptomonnaies sont régulièrement la cible des hackers nord-coréens. 40 millions de dollars auraient ainsi été dérobés en 2023 selon le FBI (source : *Le Figaro*, août 2023). Parallèlement, les attaques d'espionnage continuent d'augmenter, notamment celles en provenance de la Chine qui constituent, bien qu'elles soient souvent moins médiatisées, la menace qui a le plus impliqué les équipes de l'ANSSI en 2022 et en 2023, selon leur panorama de la cybermenace.



¹ Une attaque par déni de service, ou attaque DDoS (Distributed Denial of Service), est une tentative malveillante visant à rendre un service en ligne indisponible en submergeant le site web ou le réseau avec un trafic massif provenant de multiples sources. Contrairement à une attaque DoS (Denial of Service) qui provient d'une seule source, une attaque DDoS utilise souvent un réseau de machines infectées, appelées botnets, qui sont contrôlées à distance par l'attaquant. L'objectif principal d'une attaque DDoS est de surcharger les ressources du serveur ou du réseau ciblé, provoquant ainsi des ralentissements importants ou des interruptions totales du service pour les utilisateurs légitimes.

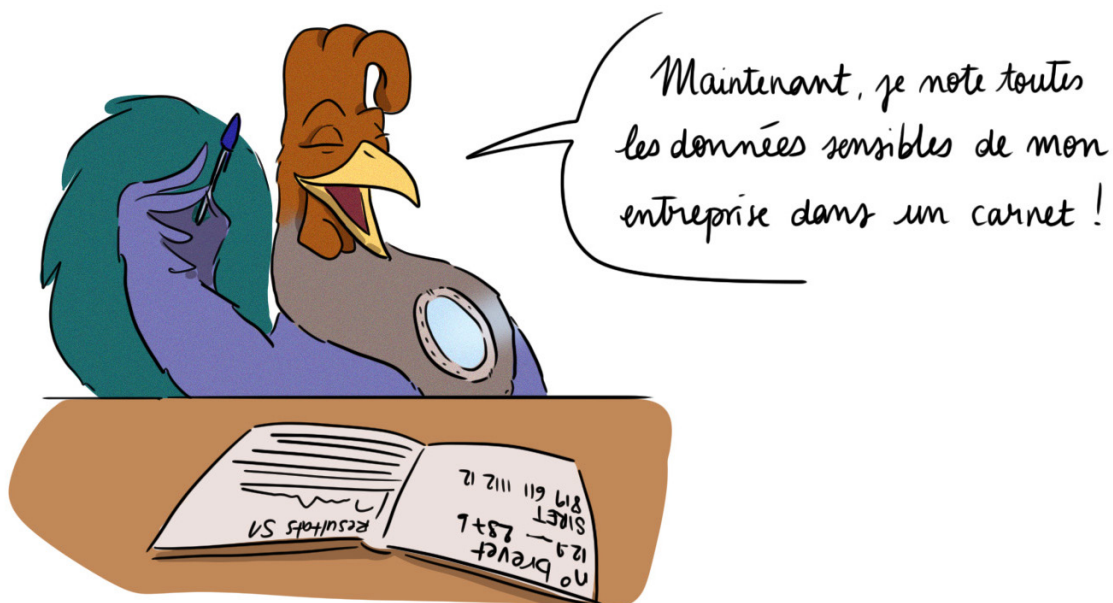


Ces risques de cybersécurité sont amplifiés par **un manque de sensibilisation et de préparation aux crises, toujours important en entreprise et dans la société civile, mais aussi par la multiplication des points névralgiques susceptibles d'être frappés par des cyberattaques**. En effet, la forte dépendance des économies et des institutions publiques à des infrastructures physiques détenues par des entreprises privées, pour l'accès à internet, font de ces infrastructures des points névralgiques et vulnérables, susceptibles d'être frappés par des acteurs malveillants, gouvernementaux ou non-gouvernementaux (C. Morel, « Protéger nos infrastructures vitales pour assurer notre résilience », édition *Les Champs de Mars*, 2018). De même, l'oligopole de certains acteurs numériques, notamment dans le cloud, introduit des risques quant à la protection des données, pour les entreprises comme pour les gouvernements. Et les solutions peinent à émerger puisque même dans l'open source les failles sont de plus en plus nombreuses, et de plus en plus difficiles à régler. La durée nécessaire pour corriger les failles dans ce domaine a, en effet, plus que doublé en l'espace de seulement trois ans (source : *State of Open Source Security*). Par ailleurs, l'interconnexion entre systèmes renforce ces vulnérabilités, comme l'a révélé la cyberattaque menée par la Russie contre des satellites, le premier jour des combats en Ukraine en 2022, et qui s'est propagée par erreur à près de 6 000 parcs éoliens allemands (source : *The Economist*, novembre 2022). Celle-ci a diffusé des logiciels malveillants de type « wiper » dans tout le pays, détruisant des données de manière irréversible.

Notons enfin que **les investissements dans les technologies numériques risquent de participer à diversifier les attaques cyber et à augmenter leur puissance**, grâce au développement de l'intelligence artificielle, comme en atteste déjà la multiplication des attaques de type *ransomware* et *phishing*, et grâce aux perspectives ouvertes par les recherches dans le quantique. Tout ceci s'inscrivant, de surcroît, dans un **floeu juridique international**, les États peinant à s'accorder sur des règles communes de cybersécurité.

Scénario tendanciel.

Si les tendances actuelles se poursuivent, le nombre de cyberattaques effectuées pour des raisons militaires, de déstabilisation étatique ou criminelles devrait continuer à augmenter d'ici 2040 avec des impacts forts, à la fois sur l'activité des entreprises et des institutions publiques, la stabilité politique des États et la stabilité économique et financière des acteurs privés comme publics, la qualité des services et les relations de confiance entre partenaires, fournisseurs et clients. Cette situation de haute instabilité pourrait encourager le retour à des solutions alternatives non numérisées faisant appel au système «D», voire à un délaissement progressif de certains usages du numérique comme le stockage de données sensibles.



02 Partie

Quel objectif se fixer ? Situation désirable à horizon 2040.

Situation désirable - Une société numérique résiliente et adaptée au numérique.

En 2040, grâce à une collaboration étroite impliquant citoyens, gouvernements, grandes entreprises technologiques et organisations internationales, **l'espace numérique est reconnu comme une priorité stratégique mondiale**, au même titre que le nucléaire ou que certains enjeux de santé publique. Cette convergence d'efforts a également permis de mettre en lumière l'importance de bâtir une société numériquement résiliente, en abordant des questions-clés telles que l'éducation, la préparation opérationnelle et la réflexion stratégique sur les aspects légaux et réglementaires liés au numérique.

Les raisons d'y croire : phénomènes émergents et signaux faibles en 2024.

La multiplication des attaques cyber entraîne mécaniquement une demande croissante de sécurité de la part des acteurs économiques mais aussi des citoyens. Ainsi les fournisseurs de logiciels mais aussi les opérateurs d'infrastructures numériques sont-ils contraints de réinterroger et d'améliorer leurs stratégies de cybersécurité. Cela pourrait, à terme, participer à de véritables progrès technologiques en la matière. On en observe déjà les prémices, avec l'émergence de nouveaux outils et services pour améliorer les pratiques de cyber-sécurité. Le *Secure Access Service Edge*, théorisé par le cabinet Gartner en 2019 pour gérer toute la cybersécurité depuis une plateforme cloud unique, en est ainsi un exemple, puisqu'il permettrait de centraliser et de simplifier la gestion de la cybersécurité d'une organisation, tout en améliorant la performance du réseau.

En parallèle, face à l'ampleur des menaces, une coordination internationale entre acteurs publics et privés semble émerger progressivement, en particulier depuis le début du conflit en Ukraine. Les gouvernements occidentaux et leurs cyber-agences ont ainsi joué un rôle dans la défense du pays, en partageant des renseignements, en renforçant les réseaux ukrainiens et en éradiquant les intrus russes en décembre et en janvier 2022 (source : *The Economist*, novembre 2022). Il en va de même pour des entreprises privées comme Microsoft ou Eset, une société slovaque de cybersécurité, qui surveillent le trafic sur les réseaux ukrainiens, en utilisant souvent l'intelligence artificielle pour passer au peigne fin d'énormes volumes de code. « *La cyberdéfense de l'Ukraine repose essentiellement sur une coalition de pays, d'entreprises et d'ONG* », écrivait Microsoft dans un rapport sur les enseignements tirés en juin 2022 (source : *The Economist*, décembre 2022).

Les attaques répétées conduites par la Russie dans le cadre de ce conflit mais aussi, à moyen terme, l'émergence d'autres conflits sur la scène internationale, pourraient catalyser l'élaboration d'un espace numérique plus sûr en stimulant la sensibilisation, l'amélioration des normes de sécurité, la collaboration internationale et la mise en place d'une régulation adaptée.

Domaines et leviers d'amélioration *pour y parvenir.*

Pour parvenir à cette situation désirable, nous avons identifié 6 leviers à mobiliser :

- Améliorer et développer la gouvernance en termes de gestion des problématiques cyber, au sein des organisations publiques et privées, *via* la mise en œuvre de stratégies cyber pluriannuelles. En parallèle, cartographier l'ensemble des SI de manière systématique au sein de ces structures.
- Traiter au niveau mondial certaines problématiques de sécurité, comme celles liées à l'utilisation de l'intelligence artificielle, pour se prémunir des mauvais usages qui peuvent en être faits (*deep fake, fishing...*), *via* la mise en place d'une gouvernance et l'édition de règles communes entre États.
- Améliorer et développer la formation et la mise à niveau en compétences RSSI, SOC, CTI, RGPD, DPO, IA, quantique, code, et aller jusqu'à la création de nouveaux métiers pour répondre aux enjeux (juriste spécialisé dans le numérique/la cyber, avec des collaborateurs connaissant les référentiels...).
- Mettre en place, pour le secteur privé, un équivalent de la certification ANSSI pour valider le lancement de nouveaux produits numériques sécurisés by-design, voire automatiser les audits de cyber à travers un plug-in et l'attribution d'un label visible.
- Sécuriser la relation avec les fournisseurs et les partenaires commerciaux : mettre en place dans les contrats de nouvelles clauses cyber, similaires aux clauses RGPD, structurer une liste de partenaires de confiance accrédités, disposer de critères basés sur un label et des normes partagées, pour évaluer et prendre en compte la sécurité dans la recherche de fournisseurs, et obliger ces derniers à souscrire à une assurance cyber.
- Développer une plateforme unique de signalement cyber des infractions, interconnectée avec les ressources des services de sécurité intérieure.

03

Partie

Et si, d'ici 2040...? Construction de scénarios alternatifs pour parvenir à la situation désirable.

Scénario 1 – Coopérations citoyennes au service d'un espace numérique sûr.

La fin des années 2020 voit se multiplier les cyberattaques de bas niveau dans un contexte géopolitique toujours tendu. Mais le focus des États en matière d'investissements reste plutôt fixé sur les capacités militaires industrielles, le cyber n'étant pas considéré comme une priorité face à des conflits ouverts comme peuvent l'être la guerre en Ukraine et les affrontements entre Israël et le Hamas.

2024-2030 : montée progressive en compétences partagées pour sécuriser l'espace numérique.

Le coût économique des *ransomwares* et autres types de cyberattaques pousse toutefois les **entreprises** à accélérer les programmes de formation et de sensibilisation de leurs personnels. Les acteurs privés cherchent aussi à établir des partenariats avec les États pour développer des programmes de protection cyber systémiques, à même de répondre à la complexification de la menace. En Europe, le cadre réglementaire se durcit avec l'introduction de NIS2 et du *Cybersecurity Act*, faisant de l'UE une pionnière dans la régulation interétatique de l'espace numérique. Pour accompagner les initiatives de l'Europe, le **Cigref** participe, dans cette trajectoire, à la création d'un partage d'informations stratégiques en matière de cybersécurité (pouvant alimenter les processus de *Cyber Threat Intelligence* des organisations).

Ainsi, l'association se positionne de plus en plus comme tiers de confiance des organisations françaises dans un contexte d'insécurité de l'espace numérique. Pour accompagner les efforts réglementaires et parce que la cybersécurité est devenue un sujet de société, le Cigref s'associe à une campagne de sensibilisation (comme la campagne « Demain spécialiste cyber » lancée début 2024 par l'ANSSI).

Ces stratégies participent progressivement d'une acculturation croissante aux enjeux cyber au sein de **la société civile**. La population est, par ailleurs, confrontée à d'autres risques liés à l'espace numérique comme le cyber-harcèlement des plus jeunes, ce qui encourage de nombreuses associations à lutter pour un espace numérique plus sûr pour tous et toutes.

2030-2040 : consolidation de partenariats multi-acteurs pour sécuriser l'espace numérique.

Au fur et à mesure que les initiatives de coordination et de mise en commun des bonnes pratiques se multiplient, les institutions publiques suivent. À l'échelle internationale, les **États** développent et consolident de nouvelles normes de cybersécurité, qui permettent d'une part de standardiser les outils et d'autre part de mettre en place une responsabilité pénale et civile envers les dirigeants d'entreprises en cas de manquement à ces normes cyber. De plus en plus de pays investissent, en outre, dans des programmes éducatifs pour sensibiliser les populations et les préparer, dès le plus jeune âge, aux menaces cyber. De plus en plus de **citoyens** s'investissent ainsi dans l'apprentissage et la maîtrise d'outils cyber, et les initiatives associatives et communautaires à l'échelle locale pour se former, se protéger et développer des systèmes numériques résilients se multiplient. En France, une « Ligue Citoyenne de Sauvegarde et de Sécurité en ligne » est même créée.

Dans cette logique de coopération, l'**Union européenne** met en place une plateforme de ressources techniques et humaines pour partager les compétences entre États, dans une logique de *brain circulation rather than brain drain* (circulation des cerveaux plutôt que fuite des cerveaux). Cela permet aussi à de plus petites **entreprises** d'avoir accès à des outils de diagnostic pour mettre à niveau leurs politiques et dispositifs de cybersécurité.

Dans ce scénario dessinant progressivement une forme de gouvernance mondiale de la cyber, le **Cigref** défend l'idée que ce sujet, du fait de sa sensibilité et des enjeux de souveraineté qu'il représente pour les États, doit rester au niveau européen. L'association veille également à orienter les débats vers les préoccupations des entreprises, car ceux-ci ont tendance à se concentrer de plus en plus sur les aspects citoyens.

Avantages et limites de ce scénario.

Ce scénario envisage une mise à niveau collective sur les questions cyber et donc une autonomisation des citoyens dans l'appropriation des enjeux et des outils pour faire face aux risques. Cette évolution positive améliore la résilience globale des systèmes numériques et participe ainsi à l'élaboration d'un espace numérique plus sûr.

Toutefois, la montée en compétence de l'ensemble des individus pourrait aussi générer de nouveaux risques de détournements des savoirs et des technologies à des fins malveillantes. Par ailleurs, le volet communautaire et local que comprend ce scénario pourrait aussi réduire la rationalisation et l'optimisation de certains systèmes, voire générer de nouvelles failles.

Scénario 2 – Une cybersécurité pilotée par les « Big Tech ».

Dans un contexte international toujours tendu, ce scénario envisage, comme le précédent, que les **États** continuent de concentrer leurs efforts financiers sur les capacités militaires physiques, dans la crainte, notamment en Europe, de voir s'étendre des conflits ouverts, similaires à celui que connaît l'Ukraine.

2024-2030 : désengagement des pouvoirs publics et désensibilisation citoyenne : sécuriser l'espace numérique n'est une priorité que pour les entreprises.

La cybersécurité n'est pas une priorité pour l'**Union européenne**, qui met en place à la marge quelques régulations, peu effectives dans les faits. En termes de nouvelles technologies, c'est surtout l'essor de l'intelligence artificielle qui domine les débats législatifs de la communauté européenne.

Sans garde-fou instauré par les instances publiques, les **entreprises** cherchent tant bien que mal à développer de nouvelles pratiques anti-vulnérabilités, soit en ayant recours à des logiciels open-source, soit en mettant en place de nouveaux partenariats entre acteurs économiques. De gros fournisseurs comme Microsoft proposent alors des solutions attrayantes même si elles participent à la dépendance des organisations européennes aux grandes entreprises étrangères.

Dans la **société civile**, la multiplication continue des cyberattaques de type *ransomware* finit par désensibiliser progressivement les individus concernant la protection de leurs données personnelles. Pour la majorité de la population, garantir la sécurité de ses informations privées n'est plus une priorité. Quelques poches de résistance subsistent néanmoins au sein d'associations ou de collectifs informels qui ont les connaissances et les moyens de garantir par eux-mêmes leur protection.

Dans ce scénario, le **Cigref** cherche à maintenir une bonne relation avec les « Big Tech » pour continuer de préserver les intérêts de ses membres, notamment en organisant des rencontres avec leurs PDG. De même, le Cigref maintient ses actions d'influence auprès de l'État, comme un garde-fou sur les sujets de sécurité.

2030-2040 : privatisation et monopolisation des pratiques de sécurisation de l'espace numérique.

Dans la décennie 2030-2040, de nouvelles technologies arrivent à maturation et notamment le quantique qui transforme en profondeur les protocoles de cybersécurité. En parallèle, les attaques sur les infrastructures physiques touchant des entreprises se multiplient sur une scène internationale toujours marquée par les conflits entre puissances.

En l'absence de prise de position forte par les **institutions publiques européennes, les entreprises** sont contraintes de consolider leurs partenariats avec des « Big Tech » étrangères pour assurer leur sécurité numérique. Dans les pays émergents, certains **États** eux-mêmes signent de tels contrats pour développer de nouvelles infrastructures technologiques intégrant des principes de cybersécurité *by design*, parfois au prix de leur souveraineté dans l'espace numérique. Dans ce contexte de standardisation des pratiques cyber par de grosses entreprises américaines et chinoises, et sans régulation internationale, un découplage normatif par grands blocs régionalisés est envisageable.

Dans la **population**, seuls quelques groupes militants continuent de résister à l'accaparement des questions de sécurité numérique par le privé.

Dans cette trajectoire, le **Cigref** contribue à la construction d'un nouvel acteur européen de la cyber pour contrebalancer l'influence des « Big Tech » extra-européennes.

Avantages et limites de ce scénario.

Ce scénario permet effectivement d'aboutir à un espace numérique plus sécurisé sous l'égide des « Big Tech » et pourrait même favoriser l'interopérabilité des systèmes et des données, et donc le développement de solutions plus efficaces à l'échelle internationale. La privatisation de ces enjeux permettrait aussi une meilleure réactivité des acteurs face à l'émergence de nouveaux risques de sécurité dans l'espace numérique.

En revanche, cette situation place les organisations européennes sous forte dépendance d'entreprises étrangères et s'inscrit donc en porte-à-faux de la stratégie d'autonomie et de souveraineté de l'UE. À l'échelle internationale, ce scénario pourrait participer d'une fragmentation croissante entre pays, et à l'échelle des sociétés, il ouvre aussi le risque que les entreprises privées établissent une cybersurveillance et un contrôle des individus qui pourraient nuire aux libertés individuelles mais aussi au bon fonctionnement des démocraties.

Scénario 3 – Une cybersécurité militarisée.

Ce scénario envisage quant à lui une nette dégradation du contexte international d'ici la fin des années 2020, dans laquelle les pays européens pourraient connaître des attaques de grande ampleur sur des infrastructures vitales (énergie, eau, câbles sous-marins, réseaux télécom), voire une situation de crise dramatique de type « *cyber Pearl Harbor* » (attaques ciblées sur des avions de ligne avec plusieurs centaines de victimes).

2024-2030 : guerres et cyberguerres : priorité à la défense nationale.

Cette situation critique et l'extension marquée du champ des affrontements dans le domaine cyber poussent alors les **États** à investir massivement dans le secteur militaire et à développer des programmes de cyberdéfense, intégrés à des services militaires devenus obligatoires dans un nombre croissant de pays.

Face à l'ampleur de la menace, l'**Union Européenne** décrète un état d'urgence cyber, mobilisant les compétences des organisations publiques et privées de la communauté. Cependant, les États membres sont aussi de plus en plus tentés d'agir seuls, dans un repli protectionniste. En France, le gouvernement réquisitionne les personnels qualifiés au sein des **entreprises**.

La **société civile**, en proie à une peur croissante de la guerre, voit de nombreux individus s'engager dans la réserve militaire et certains se spécialisent dans la cyberdéfense.

Dans ce scénario, le **Cigref**, en collaboration avec certains de ses adhérents, tels que le Ministère des armées et les industries de défense, accompagne une montée globale de la maturité en matière de sécurité numérique et mène des actions de sensibilisation et de discussion avec ses membres. Le Cigref devient ainsi un acteur majeur pour mobiliser des compétences de très haut niveau en matière de cyberdéfense au profit d'une réflexion collective dans un contexte de crise.

2030-2040 : vers une force de dissuasion cyber internationale.

La décennie 2030-2040 est marquée par la priorisation des questions cyber au regard des risques que les vulnérabilités des systèmes numériques font peser sur les sociétés. Certains **pays** mettent même en place un service cyber militaire universel. À terme, la **communauté internationale** pourrait parvenir à mettre en œuvre de nouvelles formes de régulations autorisant la contre-attaque cyber comme outil de légitime défense, avec l'objectif de faire du cyber un levier de dissuasion au même titre que le nucléaire, capable de stabiliser les rapports de force entre puissances à l'échelle mondiale.

Dans ce cadre, l'influence réglementaire du **Cigref** sur le volet cyber est alors fortement limitée.

Que faire pour que
le numérique soit
facteur de cohésion
sociale ?

BR



FRACTURE NUMÉRIQUE

INITIATIVES LOCALES ET LIMITÉES

ZONES BLANCHES ?

2024

RÉDUIRE LES ZONES BLANCHES

L'INCLUSIVITÉ PAR LA FORMATION

INVESTIR DANS LE NUMÉRIQUE ABORDABLE

IOT APPLIS PLATEFORMES

RÉDUISEZ LA FRACTURE NUMÉRIQUE

DÉVELOPPEMENT DE TECHNOLOGIES INCLUSIVES ET INNOVANTES

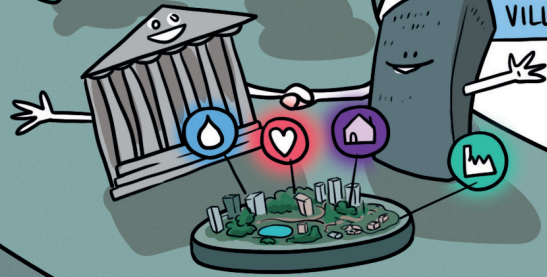
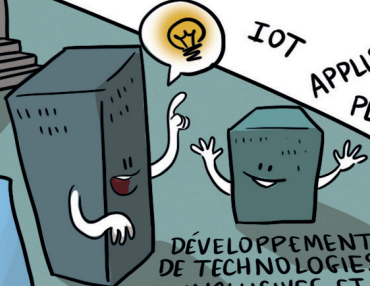
ON VEUT COMPRENDRE ?

PARTENARIATS PUBLIC-PRIVÉ POUR DES VILLES INTELLIGENTES

ACCORD POUR UN ACCÈS ÉQUITABLE AU NUMÉRIQUE

APPROUVÉ!

L'INNOVATION AU SERVICE DE TOUS



1 FOYER = 1 PC

FORMATION AU NUMERIQUE

AVANT

BAISSE DE L'ILLECTRONISME

APRÈS

VOTE ÉLECTRONIQUE

ET LA RÉGLEMENTATION

EVITER LA DÉSINFORMATION
· Vérifier l'information
· score de confiance

TRANSPARENCE DANS LA GESTION DES DONNÉES

ACCÈS ÉQUITABLE

LE NUMÉRIQUE, FACTEUR DE DÉVELOPPEMENT PERSONNEL

ACCESSIBILITÉ

BAISSE DE L'ILLECTRONISME

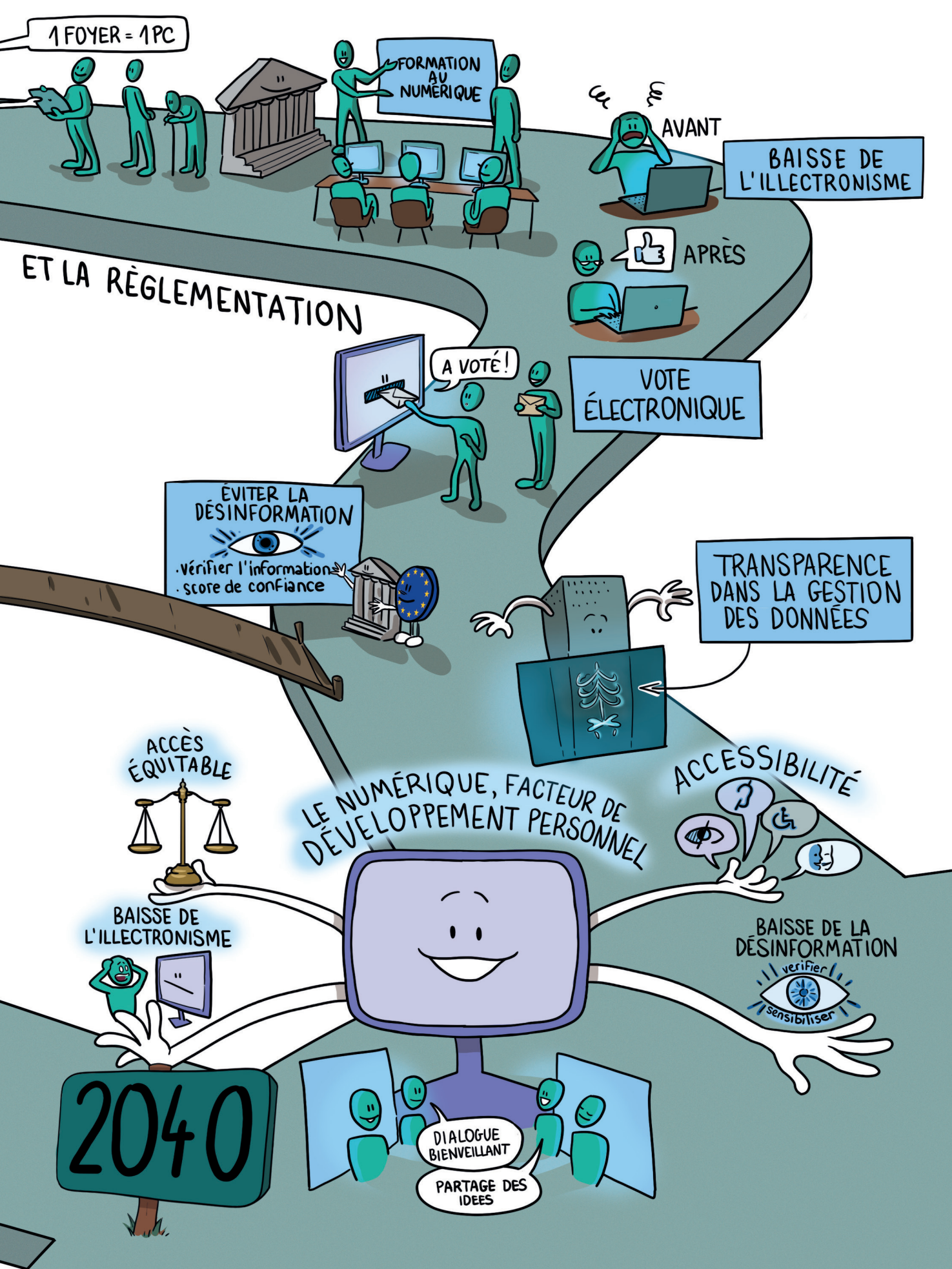
BAISSE DE LA DÉSINFORMATION

vérifier
sensibiliser

2040

DIALOGUE BIENVEILLANT

PARTAGE DES IDÉES



Introduction et définition des enjeux.

Pour accroître la valeur ajoutée du numérique à l'échelle des entreprises et de la société, il est crucial d'adopter une approche sociétale, en mettant l'accent sur l'inclusivité des outils numériques et la confiance des citoyens dans l'espace numérique. Pour ce faire, plusieurs axes stratégiques doivent être explorés :

Réduire la fracture numérique et l'illectronisme : il est essentiel de mettre en place des initiatives visant à fournir un accès équitable aux outils numériques et à former les populations les plus vulnérables aux compétences numériques de base. Cela pourrait passer par des programmes de formation et de sensibilisation dans les écoles, les centres communautaires et les lieux publics.

Lutter contre la désinformation en ligne : la propagation de fausses informations sur Internet peut avoir des conséquences néfastes sur la démocratie et la cohésion sociale. Il est nécessaire de renforcer les outils et les mécanismes de vérification des faits, ainsi que de sensibiliser les utilisateurs aux techniques de désinformation.

Prévenir la division de la société via les réseaux sociaux : les plateformes de médias sociaux jouent un rôle important dans la formation de l'opinion publique et peuvent parfois contribuer à polariser la société. Il est crucial de promouvoir un usage responsable des réseaux sociaux en encourageant le dialogue constructif et en luttant contre la propagation de discours de haine et d'extrémisme.

Développer la confiance des citoyens envers le numérique : la confiance est un élément clé pour favoriser l'adoption généralisée des technologies numériques. Les entreprises et les gouvernements doivent s'engager à garantir la protection de la vie privée, la transparence dans la collecte et l'utilisation des données, ainsi que la sécurité des infrastructures numériques (cf. thématique 2).



Que faire pour accroître, en France, la valeur ajoutée du numérique à l'échelle des entreprises et à celle de la société ?

Comment le numérique peut-il contribuer à la cohésion de la société française ?

Comment garantir, en France, un accès équitable aux outils numériques, combattre la désinformation en ligne, tout en renforçant la confiance des citoyens dans le numérique ?

Quels efforts supplémentaires les entreprises peuvent-elles déployer pour faciliter l'accès aux outils numériques et renforcer la confiance ?

01 Partie

Si rien ne change... Scénario tendanciel à horizon 2040.

Tendances lourdes *observées*.

Le combat contre l'illettrisme en France est loin d'être terminé, et il en est de même pour l'illectronisme qui se définit par la difficulté, voire l'incapacité, que connaît un individu à utiliser les appareils numériques et les outils informatiques en raison d'un manque ou d'une absence totale de connaissances à propos de leur fonctionnement. En effet, en 2022, si 4% de la population adulte âgée de 18 à 65 ans ayant été scolarisée en France est en situation d'illettrisme, 10% a des difficultés à l'écrit (source : [Insee](#)). Dans le même temps, en 2021, 15,4% des personnes de 15 ans ou plus, résidant en France, sont en situation d'illectronisme : 13,9% n'ont pas utilisé Internet au cours des trois derniers mois, 1,5% l'ont utilisé mais ne possèdent pas les compétences numériques de base, et l'on constate que l'illectronisme s'accroît nettement avec l'âge et est plus répandu parmi les personnes les plus modestes. De plus, 28% des usagers d'Internet ont des capacités numériques faibles, notamment dans les domaines de la recherche d'information, la communication en ligne, l'utilisation de logiciels, la protection de la vie privée et la résolution de problèmes en ligne. La protection de la vie privée étant le domaine de compétence le moins maîtrisé, tandis que presque tous les internautes savent communiquer par Internet (source : [Insee](#)).

La complexification et la technicisation croissante des technologies numériques utilisées dans la gestion et l'accompagnement des individus (clients comme citoyens), entraînent une défiance accrue de la part de certains utilisateurs. En effet, des algorithmes opaques et des intelligences artificielles en circuit fermé sont de plus en plus utilisés pour automatiser les processus de gestion administrative et ils sont mal compris par les usagers. Parmi les exemples concrets illustrant cette problématique, on trouve les controverses entourant l'algorithme de Parcoursup qui inclut des critères d'admission perçus comme opaques, ou encore le cas de l'algorithme anti-fraude de la CAF qui a été critiqué pour discrimination par plusieurs associations, dont la [quadrature du net](#), car il orienterait les contrôles vers les allocataires aux revenus les plus faibles.

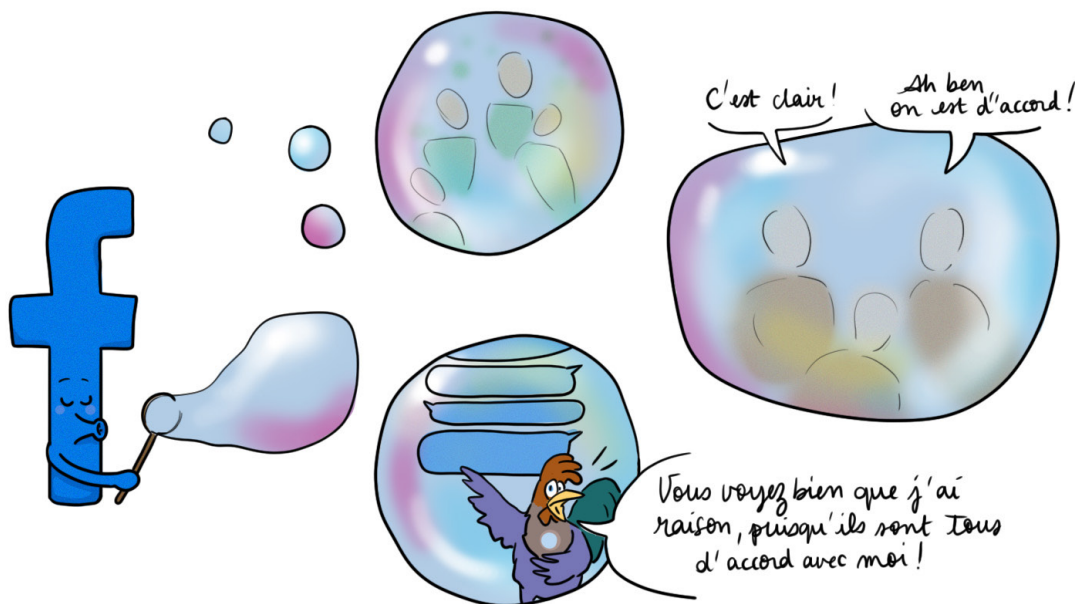


Ces tendances contribuent à une **exclusion numérique plus importante des personnes précaires**. Ainsi, la fracture sociale liée au développement croissant d'outils numériques servant d'interface avec des personnes peu ou pas formées à leur usage, et peu ou pas équipées, est une problématique grandissante. Elle s'observe même chez les jeunes générations puisque 29,2% des 15-29 ans se déclarent peu ou pas compétents pour réaliser leurs démarches administratives en ligne, selon [l'Arcep](#).

Le rapport qu'entretient la société avec les outils numériques est aussi structuré par le degré de confiance que ces derniers inspirent aux individus. Aujourd'hui, la **surveillance de masse** permise par leur déploiement se développe, suscitant des mouvements de résistance dans une partie de la population. La vidéosurveillance est devenue omniprésente dans de nombreuses villes, avec des exemples frappants comme celui de Londres qui comptait plus de 620 000 caméras de surveillance en 2020 (source : [CCTV.co.uk](#)), ou Nice avec 2 149 caméras pour 344 000 habitants (source : [Les Echos](#)). On assiste également à l'émergence de la reconnaissance faciale dont l'utilisation pourrait s'intensifier au nom de la sécurité. La loi relative aux Jeux Olympiques de 2024 en France prévoit, par exemple, un cadre juridique expérimental qui autorise l'utilisation de la « *vidéosurveillance intelligente pour assurer la sécurité des manifestations sportives, récréatives et culturelles* », jusqu'au 31 mars 2025 (source : [Vie publique](#)). On constate que ces mesures de surveillance, initialement justifiées par des menaces concrètes, ont souvent tendance à se prolonger une fois le risque réduit, remettant en question les droits fondamentaux et le respect de la vie privée des citoyens. Ces évolutions sont en partie favorisées par l'émergence de nouvelles priorités collectives qui transforment les systèmes de valeur sociaux, rendant acceptable une surveillance plus importante des individus. C'est le cas, notamment, de la prise en compte croissante des enjeux environnementaux qui conduit à une remise en question de la liberté individuelle au nom de la protection de l'environnement. Ces enjeux justifient, selon certains, la mise en place de dispositifs de surveillance et de contrôle de plus en plus importants pour réguler les comportements individuels, comme à Singapour où des caméras sont déjà utilisées dans l'espace public pour réguler et verbaliser tout acte de pollution (source : [France info](#)). Autre exemple du changement de valeurs : le désir de commodité qui fait privilégier, dans l'écosystème numérique et la vie quotidienne, la fluidité du service reçu par rapport à la protection des données privées. Malgré l'évolution du rapport des sociétés au numérique, la méfiance envers ces outils augmente car ils deviennent omniprésents, notamment du fait de leur utilisation croissante en entreprise. Cette évolution des pratiques peut générer de l'inquiétude chez certains employés, qui craignent de perdre leur emploi au profit des machines.

Sur le plan de la santé physique ou mentale, on constate par ailleurs que l'essor du numérique entraîne une hausse des risques, en particulier chez les plus jeunes, trop exposés aux technologies numériques. Une étude menée par *JAMA Psychiatry* en 2019 a par exemple révélé que les adolescents qui passent plus de trois heures par jour sur les réseaux sociaux sont plus susceptibles de souffrir d'anxiété et de dépression. De plus, un usage abusif des écrans peut entraîner des troubles du sommeil, des maux de tête, des problèmes de vue, des déséquilibres alimentaires et des troubles musculo-squelettiques (source : *Le bon usage des écrans*). On observe également une augmentation du cyberharcèlement en ligne. Une enquête menée par l'institut Audirep pour l'association e-Enfance en 2023 a ainsi révélé qu'en France, 24% des familles ont été confrontées au moins une fois au cyberharcèlement sur des enfants mineurs, un chiffre en hausse par rapport aux années précédentes (source : *e-Enfance*).

Le numérique est également une **source de polarisation et de fragmentation de la société française**, et les réseaux sociaux jouent un rôle important dans ce phénomène. En effet, leur fonctionnement favorise la visibilité des contenus diffamatoires et controversés, fracturant le corps social et posant un défi aux démocraties occidentales. Utilisés pour des campagnes d'influence lors d'élections, par différents partis, les réseaux sociaux sont également exploités par des groupes terroristes et criminels pour promouvoir leur idéologie. Selon une étude du *Global Research Network on Terrorism and Technology* menée en 2019, les algorithmes de recommandations mis en place sur les plateformes de réseaux sociaux favorisent en effet les « bulles de filtres », à savoir une forme d'emprisonnement des usagers dans des contenus similaires, soit parce qu'ils promeuvent les mêmes idées politiques, soit parce qu'ils traitent du même sujet. Cette étude a notamment permis de montrer que l'algorithme de YouTube, par rapport à ceux de deux autres plateformes (Gab et Reddit), favorisait davantage la mise en place de ces bulles de filtres, concourant, entre autres, à une plus grande diffusion des vidéos d'extrême droite après que l'utilisateur ait eu une interaction avec un contenu similaire.



Scénario tendanciel.

Sans inflexion de ces tendances, les outils numériques continueront de prendre une place de plus en plus importante au sein des entreprises et des sociétés européennes, créant un espace numérique qui pourrait devenir plus exclusif qu'inclusif d'ici 2030-2040 et ce à plusieurs niveaux :

- Dans l'accès aux services sociaux ou commerciaux en fonction de la classe sociale et du niveau d'illectronisme des individus ;
- Dans la gestion sécuritaire et la surveillance des travailleurs, des citoyens et des mouvements de résistance au tout-numérique avec un potentiel durcissement des politiques publiques à leur égard.

En parallèle, les problématiques de santé mentale et physique pourront s'être considérablement aggravées avec un lourd impact sur les services de santé. Dans ce scénario tendanciel sombre, le numérique ne participerait donc pas au développement d'une société plus apaisée, saine, démocratique et inclusive mais au contraire aggraverait des tensions préexistantes, voire en ferait naître de nouvelles et participerait à la fragmentation du corps social.

02

Partie

Quel objectif se fixer ? Situation désirable à horizon 2040.

Situation désirable - En 2040 : le numérique, facteur de développement personnel.

En 2040, **en France, chaque individu, quelle que soit son origine ou son niveau socio-économique, a un accès équitable aux outils numériques et aux compétences nécessaires pour les utiliser.** Ainsi, l'illectronisme est largement réduit. Le numérique, participe à rendre la société plus inclusive. Les outils numériques sont, par exemple, plus accessibles aux personnes en situation de handicap. En parallèle, le numérique donne aux citoyens des garanties de maîtrise et de confiance grâce à l'application des réglementations sur la protection des données personnelles. La désinformation en ligne est devenue un phénomène minoritaire, grâce à la mise en œuvre d'outils de vérification des faits avancés et à une sensibilisation généralisée sur les techniques de désinformation. De même, les réseaux sociaux ont évolué, autrefois source de division, ils sont désormais des espaces de dialogue constructif et de partage d'idées.



- ✓ Haut contraste
- ✓ Gros caractères
- ✓ Lecture vocale
- ✓ Intuitivité
- ✓ Langues

Les raisons d'y croire : phénomènes émergents et signaux faibles en 2024.

Des initiatives portées par le gouvernement français et des acteurs privés émergent pour **réduire les zones blanches en France**, accompagner les personnes éloignées du numérique à la réalisation de leurs démarches administratives en ligne et fournir du matériel informatique aux personnes les plus précaires. En parallèle, de nouveaux moyens pour avoir accès à internet par satellite dans les zones blanches se développent, avec des initiatives comme celle de SpaceX. Début janvier 2024, le groupe d'Elon Musk a en effet lancé les premiers satellites de sa constellation Starlink capables de se connecter directement avec des smartphones. Cette innovation vise à assurer une connectivité en tout point du globe, notamment dans les zones dépourvues d'antennes-relais (source : [La Tribune](#)). Cependant, ces solutions demeurent très chères comparées à un abonnement internet classique et ne sont donc pas la solution miracle aux zones blanches...

Pour **réduire le taux d'illectronisme dès le plus jeune âge en France**, la place du numérique dans le système éducatif est renforcée et des cours sur son usage sont mis en place dans les collèges et lycées. L'objectif est également de faire prendre conscience des risques liés à l'utilisation des réseaux sociaux. Le ministère de l'éducation nationale mène ainsi une politique de soutien au développement et à la diffusion de ressources numériques pédagogiques (éduthèque, etc.). De plus, dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, comme dans les programmes de l'école primaire, du collège et du lycée, les connaissances et compétences numériques sont renforcées (source : [Ministère de l'Éducation Nationale](#)), et déjà aujourd'hui :

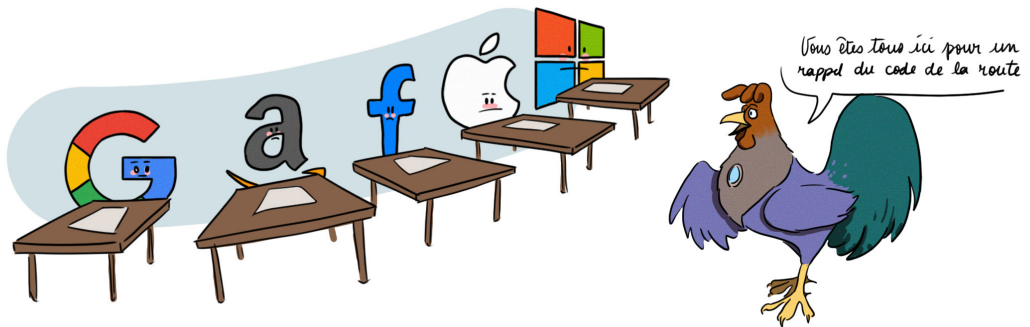
- L'éducation aux médias et à l'information fait l'objet d'un programme spécifique.
- Les compétences numériques sont présentes dans tous les domaines du socle et dans les programmes des disciplines.
- L'enseignement de l'informatique (codage, algorithmique) est introduit au collège, avec une sensibilisation au code proposée à l'école primaire.
- Les enseignements numériques sont également renforcés au lycée avec la mise en place, depuis la rentrée 2019, en classe de seconde générale et technologique, de l'enseignement de sciences numériques et technologie (SNT) de 1h30 par semaine.
- Depuis la rentrée scolaire 2020, 80% des élèves du second degré et 20% des élèves du premier degré (ainsi que leurs parents et leurs enseignants) ont pu bénéficier d'un ENT (Espace numérique de travail).

Par ailleurs, on commence à observer **un usage plus conscient et informé du numérique**. Ainsi, l'agence Heaven, qui publie depuis 8 ans un baromètre sur l'usage des réseaux sociaux chez les enfants, a constaté un premier recul chez les 11-12 ans : ils sont 71% à fréquenter les réseaux sociaux en 2023, contre 87% en 2022, et 80% à être équipés d'un smartphone en 2023, contre 85% en 2022. Ce recul pourrait s'expliquer à la fois par une prise de conscience des parents à la suite des campagnes de sensibilisation sur le cyber-harcèlement, par l'effort des réseaux pour bannir les comptes des enfants trop jeunes et par l'adhésion des jeunes eux-mêmes aux restrictions de leurs parents (source : [Les Echos](#)).

Par ailleurs, des réglementations sont mises en place pour **responsabiliser les plateformes numériques et lutter contre les contenus illicites et les campagnes de désinformation en ligne**. Ainsi, le règlement européen sur les services numériques (*Digital Services Act*) vise à encadrer les activités des plateformes, en particulier celles des GAFAM, pour les responsabiliser et lutter contre la diffusion de contenus illicites, préjudiciables, ou proposant des produits illégaux : attaques racistes, images pédopornographiques, désinformation, vente de drogues ou de contrefaçons (Source : [Vie publique](#)). En France, de nouvelles instances sont mises en place, l'Arcom notamment, pour mieux protéger les mineurs en ligne, lutter contre la désinformation, le cyberharcèlement, etc. Une autre instance, Viginum, vise à lutter contre les ingérences étrangères en ligne (source : [Vie publique](#)).

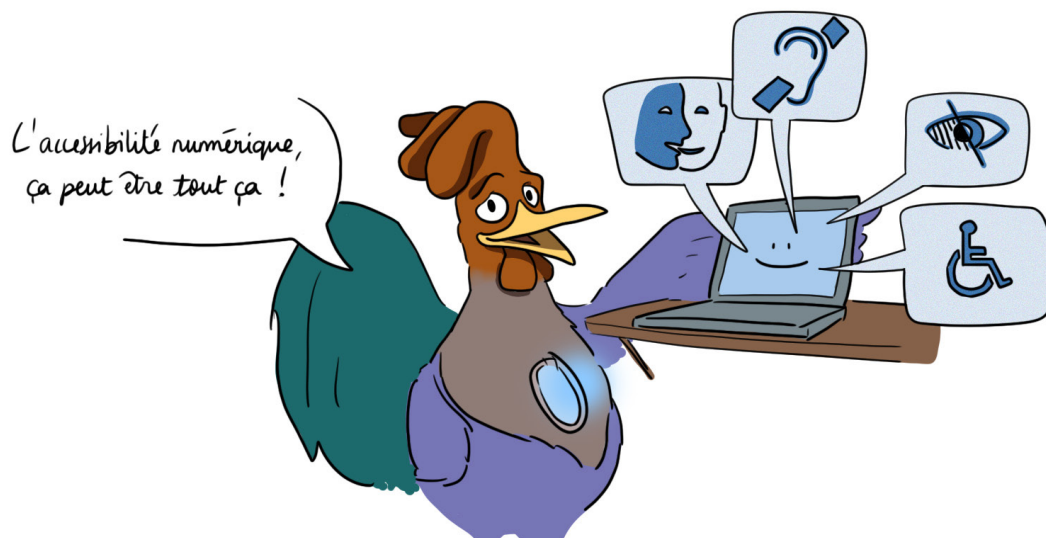
Dans un objectif de lutte contre l'illectronisme, des dispositifs au niveau local, comme les « maisons de l'inclusivité » créées dans les mairies des zones les moins connectées, accompagnent également les personnes éloignées du numérique dans leurs démarches administratives. Par exemple, à Nîmes, la maison de l'inclusion numérique, un tiers-lieu de 300 m² unique en son genre, est porté par la Caisse d'allocations familiales (CAF) du Gard pour faciliter l'inclusion numérique et éviter la précarité numérique des usagers. Le site jeveuxaider.gouv.fr donne de la visibilité aux associations bénévoles et soutient la cohésion sociale.

La lutte contre l'illectronisme passe également par **l'inclusivité du développement des solutions numériques**. De plus en plus de développements informatiques inclusifs sont réalisés pour les sites web et les applications, notamment pour les services de l'État qui ont l'obligation d'être accessibles à tous. Les méthodes de développement inclusives incluent une accessibilité visuelle en fonction des handicaps, une flexibilité dans la présentation des contenus en fonction de l'utilisateur, un langage simple et compréhensible, tout en garantissant une performance optimale.



Cependant, de nombreux sites internet demeurent encore actuellement inaccessibles aux personnes en situation de handicap. Un baromètre réalisé par la *Contentsquare Foundation*, spécialisée dans la sensibilisation aux enjeux d'accessibilité digitale, montre que seul un site sur 50 (public en l'occurrence) respecte les obligations légales et publie un taux de conformité à 100% au RGAA (référentiel général d'amélioration de l'accessibilité). Sur le plan législatif, l'article 47 de la loi de 2005 stipule que tous les services en ligne de l'État doivent être accessibles à tous. Cette obligation a été étendue, à partir de 2019, aux entreprises dont le chiffre d'affaires est supérieur à 250 millions d'euros. À la suite de la Conférence Nationale du Handicap en avril 2023, le cadre législatif s'est vu amendé avec notamment le renforcement des sanctions (jusqu'à 50 000 €) et la désignation de l'Arcom comme autorité de contrôle (source : [Les Echos](#)).

De plus en plus d'outils numériques se développent toutefois pour aider les personnes en situation de handicap. Par exemple, l'application *Be My Eyes* met en relation une communauté mondiale de personnes aveugles et malvoyantes avec des bénévoles voyants, pour mettre à profit la technologie et la connexion humaine et ainsi, apporter la vue aux personnes ayant une déficience visuelle partielle ou totale. De même, *Seeing AI* est une application gratuite dotée d'une Intelligence Artificielle (IA) qui permet de décrire le monde environnant à son utilisateur.



Enfin, **le numérique peut aussi participer à l'inclusion sociale** par le développement des réseaux associatifs d'inclusion des populations en difficulté (jeunes en décrochage scolaire, actifs en réinsertion) en les formant au numérique. « DéClics Numériques », par exemple, est un dispositif gratuit qui facilite la reconversion professionnelle vers les métiers du numérique (source : [France Travail](#)). Créé en 2020 par l'association nationale d'égalité des chances Diversidays en partenariat avec Pôle emploi, l'Agefiph, Google France et de nombreux acteurs tech, ce programme permet de découvrir les métiers du numérique, de monter rapidement en compétence avec des ateliers pratiques, et d'entamer une reconversion professionnelle vers un métier du numérique en rencontrant des organismes de formation et des recruteurs dans sa région. D'autres initiatives poursuivant le même objectif existent, comme celle lancée par [Numeum](#) en 2016, « Numeric'Emploi ». Ce programme de reconversion professionnelle est déjà déployé dans les régions Grand Est, Occitanie et Normandie, et sera développé à l'échelle nationale à l'horizon 2025, grâce à un partenariat avec France Travail.

Domaines et leviers d'amélioration *pour y parvenir.*

Pour parvenir à cette situation désirable, nous avons identifié cinq principaux leviers et domaines d'amélioration qui devront être pris en compte pour que le numérique devienne plus inclusif et accessible, et que cette industrie participe également à une meilleure cohésion sociale :

- Réduire la surface des zones blanches pour que chacun ait accès à internet ;
- Mieux éduquer les populations à l'utilisation et à la compréhension du fonctionnement des outils numériques et les simplifier notamment grâce au développement de l'Intelligence artificielle. Une meilleure compréhension permettant généralement de réduire la méfiance à l'égard des éléments techniques ;
- Responsabiliser les plateformes d'échanges en ligne, les réseaux sociaux notamment, pour que l'espace numérique ne devienne pas une zone d'impunité et de fragmentation du corps social ;
- Encourager le développement d'outils numériques à vocation sociale ;
- Renforcer le pouvoir et la capacité d'action des organismes européens chargés de la protection des données personnelles, comme la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) en France.

03

Partie

Et si, d'ici 2040...? Construction de scénarios alternatifs pour parvenir à la situation désirable.

Scénario 1 - Vers un numérique inclusif par la réglementation et la formation.

La numérisation de l'économie et d'un nombre grandissant de processus administratifs, encouragent les acteurs du numérique à agir pour lutter contre l'illectronisme et permettre à chaque citoyen français d'avoir un accès équitable au matériel et au réseau nécessaire. Les tensions géopolitiques actuelles ne sont pas non plus étrangères à ces mouvements, car elles obligent les états à agir pour renforcer leur compétitivité et leur sécurité face au reste du monde, et il est donc nécessaire d'avoir une population formée et informée sur le numérique pour y parvenir.

2024 - 2030 : les outils numériques sont plus accessibles grâce à un renforcement de la formation.

Dès 2024, le **gouvernement français** et l'**Union européenne** lancent des programmes ambitieux pour réduire les zones blanches. Des partenariats entre les entreprises de télécommunications et les compagnies disposant de satellites permettent de couvrir ces zones, rendant les abonnements satellitaires plus abordables. Grâce à ces efforts, la France atteint l'objectif de zéro zone blanche d'ici 2027, garantissant ainsi un accès internet à tous les citoyens, même dans les régions les plus reculées.

Parallèlement, des initiatives privées, comme le don par des entreprises de leurs parcs informatiques dépassés, contribuent à la redistribution de matériel informatique aux personnes les plus précaires. Les politiques publiques soutiennent également ces initiatives, rendant les ordinateurs plus accessibles par des subventions et des programmes d'aide financière et permettant à chaque foyer de disposer d'un ordinateur.

Pour lutter contre l'illectronisme, des cours « d'éducation civique numérique » sont introduits dès le collège. Ces cours permettent aux collégiens et lycéens de maîtriser les bases de l'informatique, et de comprendre les dérives des réseaux sociaux. En éduquant les jeunes générations aux enjeux et dangers du numérique, ces programmes contribuent à former des citoyens capables de discuter et de débattre de manière constructive malgré leurs désaccords.

Des réglementations rigoureuses sont mises en place pour responsabiliser les plateformes numériques et lutter contre les contenus illicites et les campagnes de désinformation. L'**Union européenne** prend des mesures pour exiger des éditeurs d'intelligence artificielle qu'ils rendent publics les modes de construction, de déploiement et de fonctionnement de leurs algorithmes, renforçant ainsi la transparence et la confiance du public envers ces technologies. Cette législation, en permettant une utilisation plus informée et responsable de ces outils, contribue à une meilleure compréhension des enjeux de l'IA et à son acceptation au sein de la population.

Les **entreprises** prennent également conscience de la fracture numérique existant au sein de leurs propres organisations. Des actions sont menées pour y remédier, visant à estimer dans un premier temps le taux de collaborateurs éloignés du numérique, pour ensuite mettre en place des programmes de formation adaptés.

La création **d'associations** dédiées à la formation au numérique et au dialogue autour des évolutions technologiques se multiplie. Ces associations dispensent des cours et animent des ateliers, facilitant ainsi l'intégration des technologies numériques dans la vie quotidienne de tous les citoyens et recréant du lien social autour de ces thématiques.

Le **Cigref** continue à développer des partenariats avec le monde académique. Il contribue à la mise en place de formations répondant aux besoins de ses membres, notamment en créant une plateforme collaborative qui permet un meilleur suivi des carrières et des formations dans le secteur numérique. Cette initiative favorise l'adéquation entre l'offre éducative et les exigences du marché du travail, renforçant ainsi l'employabilité des professionnels du numérique. Parallèlement, l'association développe des outils et des méthodes pour améliorer la prise de décision en utilisant des technologies numériques avancées.

2030-2040 : les citoyens français ont confiance dans leurs outils numériques grâce à des initiatives réglementaires européennes.

Entre 2030 et 2040, le contexte international se complexifie avec la multiplication des crises et l'évolution de la guerre russo-ukrainienne. Face à ces défis, les gouvernements européens adoptent des mesures pour renforcer la sécurité de leurs espaces numériques et prévenir les affrontements internes suscités par les campagnes de désinformation venues de l'extérieur.

Les **gouvernements européens**, conscients des menaces croissantes, ferment progressivement leurs espaces numériques aux influences extérieures potentiellement malveillantes. Dans notre scénario, en 2031, la France et ses partenaires européens lancent le projet d'un « Cloud Souverain Européen ». Ce cloud sécurisé permet de protéger les données sensibles et de renforcer la souveraineté numérique de l'Union européenne. Les citoyens européens bénéficient ainsi d'un « Espace Numérique de Confiance » qui assure une meilleure protection de leurs informations personnelles et une plus grande transparence des services numériques.

En parallèle, un score de confiance est mis en place pour les fournisseurs d'informations. Ce score évalue notamment la fiabilité des médias, des réseaux sociaux, des outils d'IA générative et des moteurs de recherche, aidant les internautes à naviguer dans la masse d'informations disponibles en ligne de manière plus éclairée.

En 2033, la **France** franchit une étape majeure en introduisant le vote électronique pour toutes les élections. Ce système, sécurisé par des technologies avancées et soutenu par le Cloud Souverain Européen, facilite la participation citoyenne et modernise le processus électoral. Un « Espace Numérique Personnel Centralisé » est également mis en place, simplifiant encore les démarches administratives en ligne pour les **citoyens**.

Les **entreprises**, sous la pression des nouvelles réglementations, adoptent une plus grande transparence dans la gestion des données personnelles et le fonctionnement de leurs services numériques.

Avantages et limites de ce scénario.

Cette trajectoire présente plusieurs avantages indéniables pour la société française. D'une part, l'accès généralisé aux outils informatiques et la formation accrue à leur utilisation améliorent la compétence numérique de la population, favorisant ainsi une participation active des citoyens dans la société numérique. De plus, le développement de l'économie circulaire et de la *low tech* permet une réduction des coûts du matériel informatique, contribuant à une utilisation plus durable des ressources et à une économie plus résiliente.

Cependant, cette trajectoire comporte également des inconvénients et des risques. Elle peut notamment favoriser l'avènement d'un État autoritaire et sécuritaire, disposant d'un contrôle fort sur les internautes européens, susceptible de compromettre les libertés individuelles et la vie privée en ligne. De plus, les risques de vol de données, en augmentation dans ce contexte international perturbé, nécessitent une vigilance constante pour assurer la sécurité des informations personnelles.

De surcroît, le coût élevé des outils d'IA peut constituer un obstacle à l'accessibilité pour tous, créant de nouvelles inégalités numériques. Enfin, le développement des usages numériques ne doit pas se faire au détriment du lien social et de la cohésion communautaire, il est donc important de veiller à ce que les services numériques viennent compléter et non pas remplacer les interactions humaines.

Scénario 2 - Une innovation numérique au service de tous.

Entre 2024 et 2030, la recherche dans les technologies émergentes s'intensifie, et ces dernières entrent alors progressivement dans leur phase d'industrialisation.

2024-2030 : L'Europe maintient sa position dans la course mondiale à l'innovation en mettant l'accent sur l'inclusion numérique.

Dans ce contexte, les **associations et les ONG** jouent un rôle crucial en organisant des campagnes de sensibilisation et de plaidoyer. Elles s'emploient à faire pression sur les gouvernements et les entreprises pour qu'ils prennent des mesures concrètes visant à réduire la fracture numérique. Ces efforts de sensibilisation aident à garantir que les avantages des technologies numériques soient répartis de manière équitable et atteignent les populations les plus vulnérables.

Les **gouvernements nationaux**, conscients du rôle stratégique de la technologie pour la croissance économique, adoptent des mesures pour stimuler l'innovation. Ils investissent massivement dans la recherche et le développement (R&D) de technologies numériques abordables, tout en offrant des incitations fiscales attractives aux entreprises. En réponse à la mobilisation de la population, ces initiatives sont également conçues pour encourager le développement de solutions innovantes visant à réduire la fracture numérique. Les États élaborent notamment des politiques favorables à la croissance des start-ups technologiques et encouragent la coopération transfrontalière pour la création de solutions numériques accessibles à tous.

L'**Union européenne** joue un rôle central en harmonisant les politiques de ses États membres et en offrant un cadre régulateur favorable à l'innovation. Elle met en place des programmes de financement pour soutenir les projets de R&D, favorisant ainsi la collaboration entre les pays membres. L'UE crée également des incubateurs et des centres d'innovation dédiés aux technologies, capables de réduire la fracture numérique, facilitant le partage des connaissances et des ressources à travers le continent.

Les **entreprises**, grandes et petites, répondent aux incitations étatiques et aux opportunités offertes par l'UE en investissant dans le développement de technologies innovantes. Elles se concentrent notamment sur la création de dispositifs IoT abordables, d'applications mobiles et de plateformes d'apprentissage en ligne pour combler le fossé numérique. Les grandes entreprises technologiques, en particulier, intègrent de plus en plus d'intelligence artificielle (IA) à leurs produits pour faciliter leur utilisation par tous.

Dans ce contexte, le **Cigref** cherche à rendre ses travaux plus accessibles, ce qui se traduit notamment par une nouvelle politique de communication plus orientée vers le grand public. Cela permet à l'association de jouer un rôle plus actif dans la promotion de l'inclusion numérique, en faisant le lien entre les entreprises et les besoins du grand public.

2030-2040 : les innovations technologiques permettent de faciliter le quotidien des citoyens à l'échelle mondiale.

Les initiatives prises dans la décennie précédente portent leurs fruits, transformant profondément le paysage technologique et sociétal. Les **gouvernements nationaux**, en partenariat avec des entreprises privées, transforment les villes en « villes intelligentes », ou *smart cities* dans lesquelles les technologies numériques facilitent la vie quotidienne des citoyens. Les infrastructures urbaines sont modernisées avec des capteurs IoT, des réseaux de communication avancés et des systèmes de gestion intelligents pour la mobilité, l'énergie et la sécurité. En outre, les États s'engagent à fournir des équipements matériels (*hardware*) gratuits dans de nombreux territoires, en particulier dans les zones rurales et défavorisées, favorisant ainsi l'essor de la *low tech* pour garantir une inclusion numérique large.

L'**Union européenne** établit des accords internationaux visant à promouvoir l'accès équitable aux outils numériques. Elle coordonne des programmes de formation à l'échelle mondiale, en collaboration avec des organisations internationales, pour garantir que tous les citoyens, indépendamment de leur localisation géographique, puissent acquérir les compétences nécessaires à l'utilisation des technologies numériques. Ces programmes incluent des initiatives de formation continue et des certifications reconnues mondialement, assurant une main-d'œuvre compétente et adaptable aux évolutions technologiques.

Les **entreprises** technologiques, conscientes de leur rôle sociétal, s'engagent à fournir un accès gratuit, ou à coût réduit, à leurs services numériques de base. Cela inclut des plateformes d'apprentissage en ligne, des outils de communication et des services de *cloud computing*. En travaillant en étroite collaboration avec les gouvernements et les ONG, elles veillent à ce que ces services soient accessibles à tous, valides comme handicapés, y compris dans les régions les plus reculées et les plus défavorisées.

Les **associations** continuent d'être des moteurs de sensibilisation et d'éducation. Elles jouent un rôle crucial dans la promotion des programmes de formation et des initiatives d'inclusion numérique. En organisant des ateliers, des séminaires et des campagnes de sensibilisation, elles veillent à ce que les citoyens soient informés des opportunités offertes par les technologies numériques et puissent en tirer pleinement parti.

Le **Cigref**, en collaboration étroite avec les grandes entreprises technologiques (« Big Tech »), travaille à faire émerger des consensus autour de l'éthique du numérique. L'association s'engage activement dans des discussions sur les implications éthiques des nouvelles technologies, veillant à ce que les innovations respectent les principes de transparence, de confidentialité et d'équité. Cette démarche permet de renforcer la confiance du public dans les technologies numériques et d'assurer que leur déploiement bénéficie véritablement à tous.

Avantages et limites de ce scénario.

La démocratisation des outils numériques, qui deviennent accessibles à tous et plus simples à utiliser, offre des avantages considérables. Elle permet une inclusion numérique sans précédent, facilitant l'accès à l'éducation, aux services de santé, et aux opportunités économiques pour des millions de personnes à travers le monde. En rendant les technologies plus abordables, cette trajectoire favorise également l'innovation et la croissance économique, réduisant les inégalités et permettant à davantage d'individus de participer activement à la société numérique. Les villes intelligentes et les services numériques de base gratuits ou à coût réduit améliorent la qualité de vie des personnes et l'efficacité des services publics.

Cependant, cette trajectoire présente aussi des inconvénients notables. L'accroissement de l'empreinte environnementale pour produire des outils numériques en masse, à moindre coût, pose de graves défis écologiques, menaçant la durabilité à long terme. Les nombreux financements publics nécessaires pour soutenir ces initiatives peuvent être limités par des contraintes budgétaires, tandis que les coûts de mise en œuvre élevés pour les organisations peuvent limiter leur capacité d'adoption. De plus, la dépendance accrue à des technologies développées par des entreprises internationales peut entraîner une perte de souveraineté numérique, exposant les pays à des risques de contrôle externe de leurs infrastructures critiques. Enfin, il existe un risque de déshumanisation de la société, avec une baisse des interactions interpersonnelles affectant négativement les relations sociales et le bien-être psychologique des individus.

Point de vue

IA publicitaires, clefs invisibles de nos démocraties.

Donald Trump, en 2016, a été élu Président dans des circonscriptions où aucun Républicain n'avait jamais été élu. Toutes ces circonscriptions avaient pour point commun le fait que la presse locale avait fermé, remplacée par un autre média de proximité : Facebook. L'IA publicitaire du réseau social et Cambridge Analytica avaient fait le reste... Imaginons maintenant un instant un scandale de ce type avec la puissance de l'IA générative.

Cette menace se réalise sous nos yeux, il suffit de voir l'épisode de septembre 2023 en Slovaquie qui a vu son élection nationale basculer à la suite d'un *deepfake* particulièrement réaliste impliquant Šimečka, chef d'un parti pro-UE, et évoquant des propos qui ont déstabilisé ce candidat progressiste dans les dernières 48h au profit du candidat pro-Kremlin, faisant ainsi basculer les élections dans la toute dernière ligne droite.

Les réseaux sociaux (Facebook, YouTube, Twitter-X, TikTok, etc.) ont une responsabilité dans ces cyber ingérences, puisque ces contenus sont recommandés, « poussés », par des IA conçues pour optimiser la vente d'espaces médias aux annonceurs. Ces algorithmes de placements publicitaires repèrent les foyers de viralité et soufflent dessus comme sur la braise afin que les revenus puissent s'enflammer, laissant courir le risque d'un embrasement démocratique.

Pour faire face à ces risques, l'Union européenne nous a doté d'un arsenal réglementaire, dont bien-sûr le *Digital Services Act* (modération des contenus), mais aussi l'*AI Act* dont il faut se saisir. L'*AI Act* a adopté une approche par le risque en classant les IA en 4 niveaux de risque : minimum (ex : video games), faible (ex : *deepfake*), haut (ex : décision magistrat) et inacceptable (ex : crédit social comme en Chine).

Le règlement prévoyant que la classification puisse être modifiée, le think-tank *Digital New Deal* a fait une proposition dans son rapport « *Strengthening pan-european democracy in the era of AI* » visant à ce que les algorithmes de régies publicitaires jusqu'ici considérés comme risques faibles, soient qualifiés juridiquement comme « risque haut ». En relevant ce niveau de risque, ces IA devront répondre à des exigences de transparence, conformité et certifications plus strictes (versus les systèmes à risque limité où il est possible de développer de simples codes de conduite internes). Cette catégorisation permettrait en outre d'ouvrir la possibilité du dégroupage des réseaux sociaux tel que le prévoit le *Digital Market Act* (règlement européen sur la concurrence), en ouvrant à des tiers la possibilité de proposer des algorithmes de recommandation différents sur les réseaux sociaux, embarquant la fonction régie.

En faisant cela, nous mettrions un frein à cette injustice consistant à permettre aux plateformes d'attirer des budgets médias pour nuire à notre démocratie : nuire en alimentant des bulles algorithmiques avec leur IA ; nuire en réduisant les revenus publicitaires des médias classiques et leur capacité à payer les journalistes.

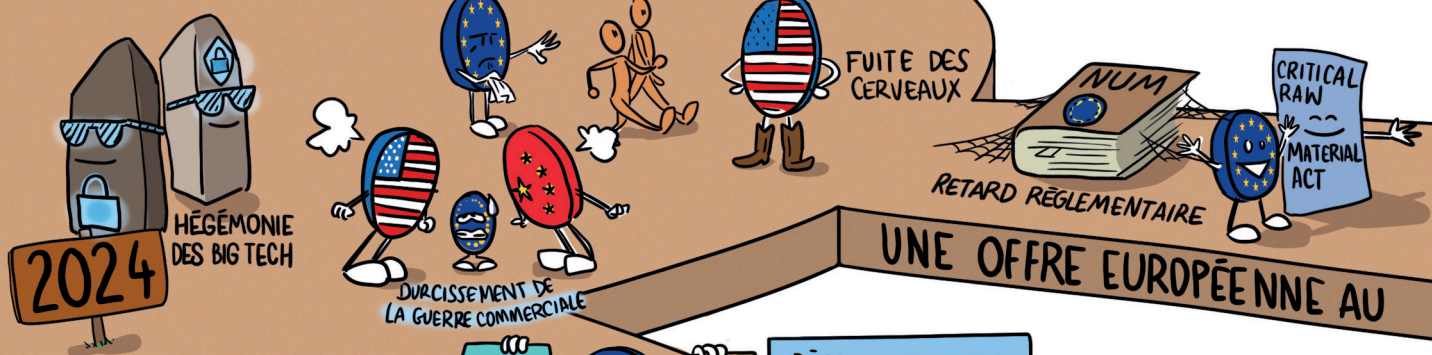
« *Maîtriser l'IA, c'est maîtriser le monde* », cette citation n'est ni d'Elon Musk ni de Jeff Bezos, mais de Vladimir Poutine. Le maître du Kremlin a bien compris que contrôler l'IA c'est contrôler les réseaux sociaux, et par conséquent, influencer les élections. Alors donnons-nous les moyens de maîtriser les IA, à commencer par celles qui régissent le monde : celles de l'argent.

Arno Pons, Délégué Général, Digital New Deal

Que faire pour
développer une
véritable autonomie
stratégique
européenne dans
le domaine du
numérique ?



04



2024

HEGEMONIE DES BIG TECH

FUIE DES CERVEAUX

DURCISSEMENT DE LA GUERRE COMMERCIALE

RETARD REGLEMENTAIRE

UNE OFFRE EUROPEENNE AU

DATA ACT RGPD REGLEMENTATION DU MARCHÉ DU NUMÉRIQUE

COMMENT DÉVELOPPER L'INDUSTRIE NUMÉRIQUE?

- IDENTIFIER LES FAIBLESSES
- FINANCER LE NUMÉRIQUE
- MISE EN PLACE DE POLITIQUES

MISE EN PLACE D'UN OUTIL ANTI-COERCITION

SANCTION CONTRE LES BIG TECH

CHOC ÉCONOMIQUE

CHUTE DE PRODUCTION DES SEMI-CONDUCTEURS

COUPURE D'APPROVISIONNEMENT

AMÉLIORER LES RÉGLEMENTATIONS :

- DATA
- CLOUD
- IA

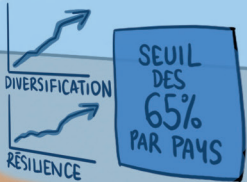
UNE EUROPE NORMATIVE ET COERCITIVE

PLAN DE REINDUSTRIALISATION

BIENVENUE

ATTIRER DES TALENTS

RÉSULTATS



GAÏA-X

RELOCALISATIONS
PROGRESSIVES

ESSOR DES
INITIATIVES
OPEN-SOURCE

CŒUR D'UN MARCHÉ UNIQUE

CHOC MONDIAL

UNE EUROPE DES
PARTENARIATS

EFFONDREMENT
CHINE

REPLI
ÉTATS-UNIS

NOUVEAUX
CONFLITS

EUROPE
ENLISÉE

ACCÉLERER
L'AUTONOMISATION
STRATÉGIQUE

CONFLIT

Eye of the tiger

CONCRÉTISATION
D'INITIATIVES NATIONALES

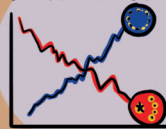
NOUVEAUX
ACTEURS
NOUVELLES RESSOURCES

UNE VÉRITABLE
AUTONOMIE STRATÉGIQUE
EUROPÉENNE

DIVERSIFICATION
DES PARTENARIATS

2040

DÉPENDANCE



FONCTIONNER



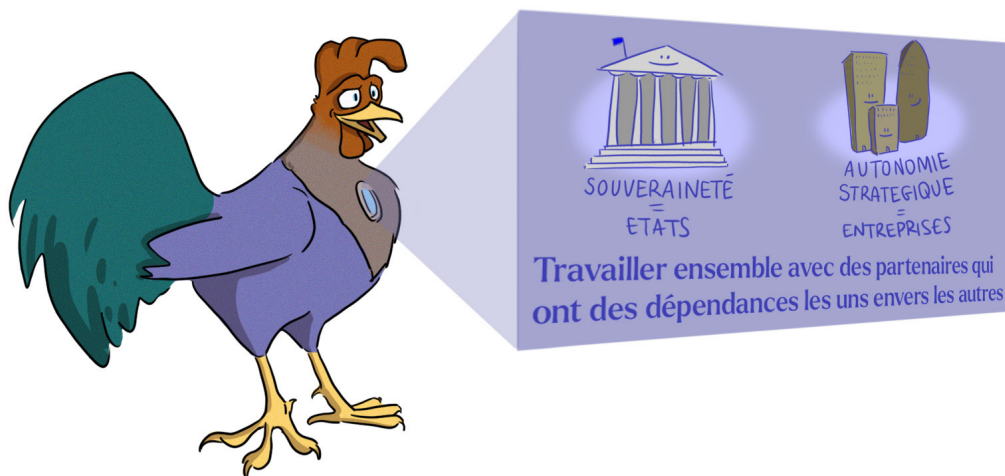
Introduction et définition des enjeux.

La transformation numérique, accélérée par la crise du Covid-19, l'arsenalisation¹ croissante des interdépendances par les grandes puissances du numérique (Chine, États-Unis etc...) et les perspectives d'une rupture brutale des approvisionnements en provenance de Taïwan agissent comme des révélateurs de la dépendance technologique de l'Europe à l'égard de puissances étrangères. Consciente de l'ampleur des efforts à mener, la Commission européenne déploie des moyens financiers et législatifs sans précédent dans le sillage de sa déclaration sur les droits et principes numériques européens visant « à mettre en place un espace numérique plus sûr et plus libre », projet lancé en 2022 ([Commission européenne](#)).

Mais ces mesures risquent d'être insuffisantes. L'UE est actuellement en situation de dépendance excessive à l'égard de 137 produits stratégiques dont plusieurs sont d'importance vitale pour l'industrie du numérique. Parmi eux, 34 produits importés, soit 0,6% de l'ensemble des importations, n'ont pas de « substituts évidents ». Alors que l'UE importe 52% de ces produits stratégiques de Chine et qu'elle dépend toujours très largement de fournisseurs étrangers en termes de logiciels et de plateformes numériques, ce constat ne manque pas d'interroger sur sa capacité à conquérir sa souveraineté dans le domaine numérique.

Parallèlement, de nombreuses divisions demeurent au sein de l'Europe, concernant le périmètre de « l'autonomie stratégique européenne » et sa définition même. Concept issu du monde de la défense, le terme met en opposition une vision française, très liée à la dissuasion nucléaire, à celle d'autres pays européens comme l'Allemagne qui assument, à l'inverse, leurs dépendances.

¹ Transformation en arsenal, militarisation. Les interdépendances peuvent être utilisées comme des armes dans un contexte de conflit.



Comment définir quelles sont les technologies numériques « essentielles » pour la société et les entreprises ?

Sur quelles dépendances actuelles peut-on agir pour développer une meilleure autonomie (plateformes, semi-conducteurs, infrastructures de données, logiciels, cybersécurité) ?

Quelle approche stratégique l'Union européenne peut-elle construire pour peser dans les rapports de force mondiaux sur le numérique ?

Quels sont les différents leviers d'actions dont dispose l'Union européenne pour retrouver une situation d'autonomie stratégique dans le domaine du numérique ?

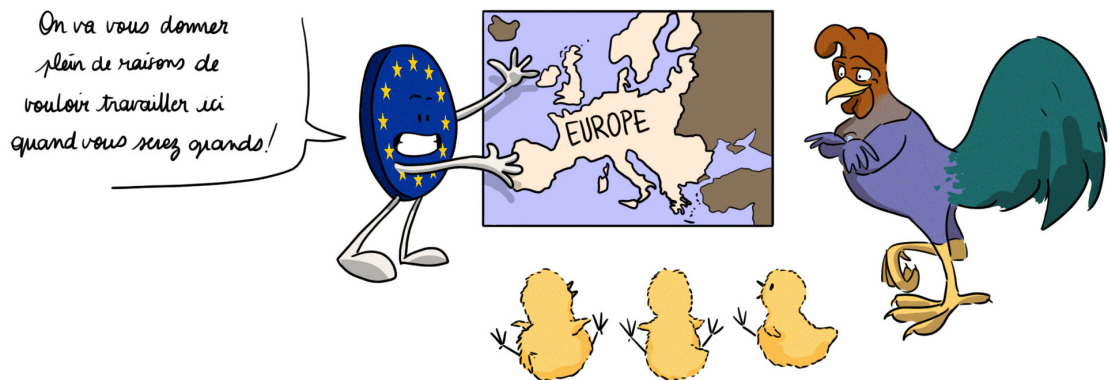
01 Partie

Si rien ne change... Scénario tendanciel à horizon 2040.

Tendances lourdes *observées*.

L'Union européenne est largement dépendante d'acteurs étrangers, en termes d'accès aux ressources essentielles, pour la fabrication de ses produits numériques. Cette situation s'explique, entre autres, par la politique de désindustrialisation et d'externalisation de la production technologique conduite depuis déjà plusieurs décennies. Largement mise en exergue lors de la crise sanitaire en 2020, avec l'interruption prolongée des chaînes d'approvisionnement, cette dépendance est difficile à réduire car la mise en place de nouvelles filières, voire la réindustrialisation de l'Europe sont des processus longs et dont les premiers résultats ne pourront se faire sentir que dans plusieurs années (source : [Le Monde](#), avril 2024).

En parallèle, l'UE et ses acteurs publics comme privés sont aussi largement dépendants de quelques entreprises étrangères pour l'accès aux logiciels et aux plateformes numériques, ces entreprises dominant largement le secteur. La constitution d'oligopoles par les géants du numérique américains notamment, renforcée par leurs acquisitions continues de petites entreprises, est un phénomène largement décrit dans les précédents Rapports d'Orientation Stratégique du Cigref, qui explique pour partie l'absence de souveraineté numérique européenne en la matière. Cette situation génère des tensions contractuelles croissantes entre clients européens et fournisseurs internationaux.

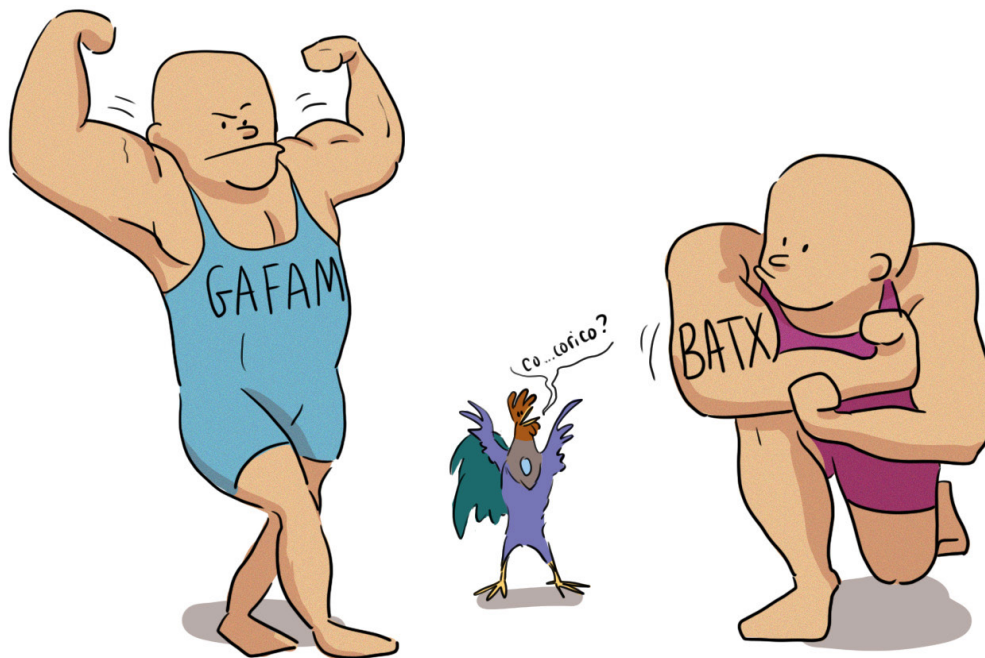


Un autre facteur expliquant la dépendance de l'Europe vis-à-vis d'acteurs étrangers est le retard qu'elle a pris pour l'investissement dans la recherche et le développement de technologies critiques. Alors que la Chine et les États-Unis engagent des budgets massifs pour innover dans les domaines de l'intelligence artificielle et de l'ordinateur quantique notamment, l'UE peine à mobiliser les efforts financiers nécessaires pour les rattraper. Or ces technologies, par leur potentiel de disruption massive, sont susceptibles de bouleverser les rapports de force internationaux et d'accroître les situations de dépendance des pays et acteurs économiques qui n'y auront pas directement accès. L'IA générative en particulier devrait accroître les phénomènes déjà observés d'hypercentralisation des acteurs (source : [La Grande Conversation](#), 2022).

Enfin, à la fois cause et conséquence des tendances précédentes, la pénurie de professionnels et de chercheurs, capables de participer à cette course à l'innovation que connaît l'UE, pourrait aggraver, là encore, ses dépendances (source : [Commission européenne](#)).

Scénario tendanciel.

Actuellement, l'industrie du numérique est dominée par des acteurs américains et chinois, les GAFAM et les BATX. D'ici 2040, leur avance commerciale ainsi que technologique sur le *cloud computing*, l'intelligence artificielle ou encore l'informatique quantique leur permettrait de maintenir leur position de leader mondial, au détriment de l'Europe (cf : [ROS 2023](#)).



À horizon 2040, les giga-plateformes devraient donc poursuivre leur stratégie actuelle de « domination » leur permettant de garder la mainmise sur les marchés en mobilisant leur immense capital financier. Elles continueront vraisemblablement à se diversifier dans de nombreux secteurs en poursuivant leur stratégie d'acquisition (cf : [ROS 2023](#)).

De son côté, le marché européen du numérique devrait rester prisonnier de sa dépendance aux fournisseurs américains et chinois. Certains acteurs pourraient cependant réussir à se positionner en partenaires de ces géants, comme l'ont fait en France Capgemini et Orange avec Microsoft (dans l'offre Bleu) ou Thalès avec Google (S3NS), pour proposer des solutions de cloud souverain par exemple, mais sans assurer une autonomie stratégique à l'Union européenne en matière numérique.

02

Partie

Quel objectif se fixer ? Situation désirable à horizon 2040.

Situation désirable – Une Europe souveraine aux dépendances maîtrisées.

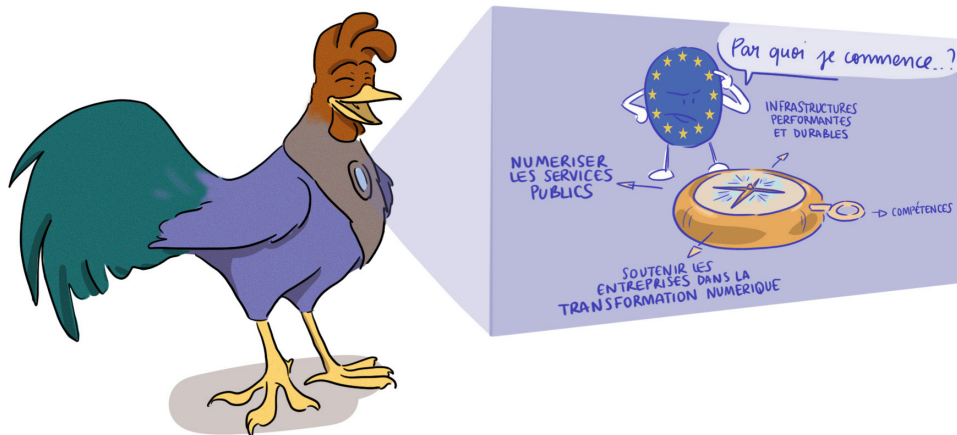
En 2040, **l'Europe a réduit le nombre de ses dépendances dans l'espace numérique et maîtrise celles qui lui restent.** Capable de fonctionner en mode dégradé en cas de rupture d'approvisionnement ou d'arsenalisation d'une dépendance, elle a aussi mis en place divers outils et processus pour limiter son exposition à ces risques. Si les valeurs qu'elle promeut renforcent son attractivité, attirant particulièrement les talents de l'industrie numérique en plein essor, elle conçoit aussi son autonomie à travers le développement de dépendances réciproques des autres régions du monde envers ses propres ressources numériques. La résilience européenne est envisagée sous plusieurs aspects : infrastructures, réglementations et finances, ressources et logiciels, assurant une base solide pour son développement durable.

Les raisons d'y croire : phénomènes émergents et signaux faibles en 2024.

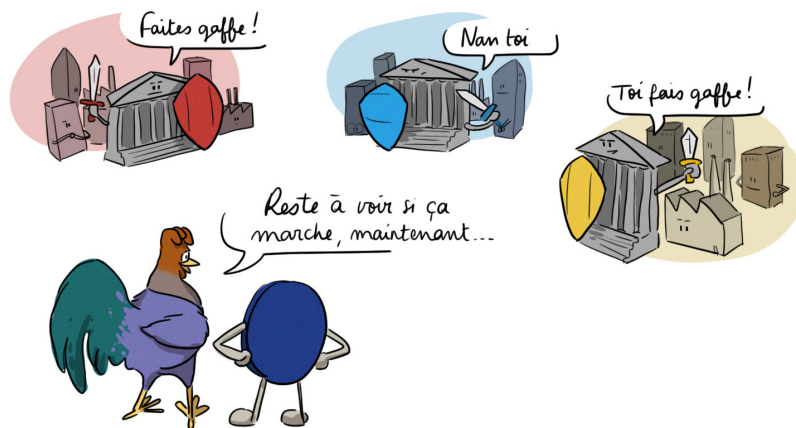
L'Union européenne a largement pris conscience de sa forte situation de dépendance envers des acteurs étrangers et mène depuis plusieurs années déjà une stratégie d'autonomisation à plusieurs niveaux. L'UE a ainsi lancé l'initiative GAIA-X, qui a pour ambition de développer une infrastructure de données sécurisée et fédérée pour l'Europe, promouvant la souveraineté numérique tout en respectant les valeurs européennes de transparence, d'ouverture et de protection des données. Ce projet est un **exemple concret des efforts de l'UE pour renforcer son autonomie** dans le domaine numérique, par la création d'un écosystème qui favorise l'innovation locale et attire les talents et investissements dans le secteur numérique européen.

Par ailleurs, en novembre 2023, l'Union européenne a approuvé le « *Critical Raw Materials Act* », destiné à améliorer la résilience de l'Europe. L'objectif de ce texte est de diversifier les chaînes d'approvisionnement européennes pour pouvoir contrebalancer son écrasante dépendance vis-à-vis de Pékin concernant certains approvisionnements stratégiques. Le règlement établit une liste de 54 métaux critiques, dont plusieurs concernent l'industrie de la *tech*, pour lesquels il fixe des objectifs chiffrés. Ainsi en 2030, aucun pays ne devrait fournir plus de 65% d'un matériau clé à l'UE et cette dernière s'est engagée également à relocaliser des capacités-socles sur le continent (au moins 10% de la consommation annuelle de l'UE pour l'extraction, par exemple). On observe ainsi que **de nouveaux projets industriels se développent à l'échelle des pays européens.** La création d'un « *campus fab* » par le gouvernement français, annoncée en mars 2022 pour stimuler l'innovation et le développement technologique local est aussi une réponse à cette incitation.

Sur le plan des données, l'Union européenne poursuit sa stratégie avant-gardiste pour assurer sa souveraineté avec le *Data Governance Act (DGA)*, entré en vigueur fin 2023. Ce texte vise à créer un marché unique de la donnée, facilitant ainsi le partage sécurisé et la gouvernance des données pour stimuler l'innovation et renforcer la souveraineté numérique européenne. En établissant un cadre réglementaire pour l'économie des données, le *DGA* encourage l'investissement, la croissance des entreprises et la protection des données. Plus globalement, le *DGA* s'inscrit dans la mise en place de réglementations locales, telles que le RGPD, le *DSA* et le *DMA*, pour renforcer cette autonomie malgré les défis liés à l'extraterritorialité du droit américain et de plus en plus aussi du droit chinois.



En réponse à cette extraterritorialité et à l'arsenalisation des dépendances dans un contexte de mise en défaut des instances de régulation commerciales internationales, l'UE s'est aussi dotée d'un outil anti-coercition fin 2023.



L'objectif de cet outil anti-coercition est d'agir comme un moyen de dissuasion, en permettant à l'UE de résoudre les conflits commerciaux par la négociation. L'instrument anti-coercition aidera l'UE à faire face aux pays qui restreignent le commerce pour tenter d'imposer un changement dans les politiques de l'UE. **À plus long-terme, l'Union européenne a aussi établi une « boussole stratégique » à l'horizon 2030, articulée autour de quatre objectifs :**

- augmenter significativement les compétences numériques et la qualification numérique des citoyens comme des professionnels ;
- posséder des infrastructures numériques sûres, performantes et durables et bénéficier de capacités de production autonomes de semi-conducteurs mais aussi s'affirmer dans le domaine du quantique ;
- soutenir la transformation numérique des entreprises ;
- numériser la totalité des services publics.

Enfin, on peut voir des consortiums **d'acteurs lancer aussi à leur échelle de nouveaux projets pour améliorer la souveraineté numérique de l'UE**. C'est le cas du think-tank [Digital New Deal](#) qui a, notamment, lancé une plateforme à destination des acteurs du tourisme (Themis), ainsi qu'une agence de notation souveraine (Discovery).

03

Partie

Et si, d'ici 2040...? Construction de scénarios alternatifs pour parvenir à la situation désirable.

Scénario 1 - Une offre européenne intégrée au coeur d'un marché numérique unique et de confiance.

Dans un contexte international dégradé, avec la poursuite du conflit en Ukraine et des affrontements au Moyen-Orient mais aussi l'aggravation des tensions politiques et commerciales entre la Chine et les États-Unis, les chaînes de valeur du numérique sont soumises à des interruptions répétées.

2024-2030 : renforcer les atouts européens, réduire les vulnérabilités.

L'UE, de plus en plus confrontée à ses vulnérabilités et à ses dépendances, accélère ses stratégies d'autonomisation.

Constatant qu'il lui est impossible de rattraper son retard en termes de leadership technologique dans la production de composants critiques et le contrôle de plateformes numériques, l'UE se concentre sur l'amélioration de son cadre juridique.

Son objectif est ainsi de continuer à stabiliser un périmètre de confiance pour l'usage des données, le recours à l'intelligence artificielle et le cloud. En parallèle, dès la fin des années 2020, les premiers effets du *Critical Raw Material Act* se font sentir avec une relocalisation progressive d'une partie de la production des matériaux essentiels aux technologies numériques sur le territoire européen. Portées par GAIA-X et le DGA, les **entreprises**, quant à elles, multiplient les initiatives innovantes sur la base de partage de données stratégiques, stimulant la créativité au sein de la **société civile**. Le recours à l'open source est largement privilégié et soutenu par les **États**.

Face à ces évolutions, le **Cigref** accentue sa stratégie de partenariat avec des associations européennes qui lui ressemblent. L'association utilise la représentativité des organisations adhérentes pour influencer l'émergence d'une offre européenne en accord avec les besoins et les contraintes de ses membres.

2030-2040 : une Union européenne souveraine sur les services numériques et la régulation des technologies critiques.

À partir de 2030, se concrétisent un certain nombre de projets permettant de consolider une approche européenne plus offensive de conquête des marchés numériques, *via* la structuration d'une offre plateformisée de A à Z, s'inscrivant dans le prolongement de l'initiative Gaia-X. Cette offre, portée par l'**Union européenne**, ne cherche pas à créer un super champion européen mais à fédérer une multitude d'**acteurs publics et privés**, grâce au marché unique de la donnée. Un écosystème de services intégrés et transsectoriels se stabilise ainsi progressivement *via* la mutualisation des données et l'interopérabilité entre entreprises européennes, au service des citoyens européens.

En parallèle, l'**UE** renforce ses réglementations concernant l'IA, avec pour ambition de devenir un espace de confiance et une autorité internationale reconnue en la matière.

Avantages et limites de ce scénario.

À l'échelle internationale, ce scénario stimulerait l'innovation et permettrait de stabiliser les échanges commerciaux entre l'UE et ses partenaires, avec une meilleure gestion des interdépendances. Il participerait à réduire la bipolarisation des affaires internationales entre la Chine et les US, favoriserait une détente du climat commercial, mais aussi une forme de « multiculturalisme numérique ». À l'échelle de l'UE, ce scénario garantit l'autonomie stratégique, numérique et géopolitique du bloc, favorise le développement de son tissu économique et la diffusion de son modèle culturel et social. Pour la société civile, un tel scénario relancerait l'attractivité de l'UE comme lieu de travail, mais aussi comme modèle culturel éthique préservant les libertés et la maîtrise des données.

Toutefois, ce scénario n'exclut ni l'apparition de nouveaux concurrents à l'échelle internationale, ni les risques de voir s'accroître la compétition pour accéder aux technologies critiques, ni la pratique de mesures de rétorsion économique par des pays concurrents. Pour l'UE, ce scénario suppose, en outre, des investissements importants et l'allocation de budgets élevés à ces questions. Entre États membres, des disparités d'opinions sur les mesures à prendre ainsi que des trajectoires internes divergentes seront donc possibles, avec, placée au cœur des débats, la question de la perte de la souveraineté nationale. Enfin, ce scénario pourrait se réaliser au détriment d'autres priorités écologiques et sociales (hausse de la pollution par exemple, du fait de la réindustrialisation).

Scénario 2 – Principe de réalité, normativité et coercition.

Ce scénario envisage un net durcissement de la guerre technico-commerciale sino-américaine, avec une bipolarisation progressive des standards, des normes et des technologies, et un découplage de plus en plus marqué entre les deux pays. Cette situation ouvre la possibilité d'une troisième voie pour des pays tiers qui souhaiteraient s'extraire de l'affrontement entre les deux grandes puissances.

2024-2030 : réguler et normaliser pour survivre.

Dans ce contexte, l'**Union européenne** accélère la mise en œuvre de ses réglementations, cherchant à réduire la portée des lois extraterritoriales et des mesures de rétorsion économiques de la Chine et des États-Unis. Les **entreprises européennes** subissent les effets de ces luttes juridiques et commerciales et sont, pour certaines, contraintes de se retirer de certains marchés à l'international.

Face à cette situation, le **Cigref** continue toutefois de soutenir l'idée que la régulation européenne est nécessaire (l'UE représente 30% du marché du numérique global et donc aucun acteur de ce secteur ne peut se passer durablement du marché européen), et il accélère ses stratégies de lobbying pour que les réglementations mises en place correspondent aux besoins et contraintes des entreprises.

2030-2040 : vers la création d'un bloc normatif européen souverain.

Dans la décennie 2030, l'**UE** pourrait, dans ce scénario, être confrontée à un véritable repli protectionniste de son allié américain. Sans soutien, les pays européens renforcent alors le plan de réindustrialisation et investissent massivement pour consolider leur autonomie. En parallèle, chaque **État membre** identifie ses alliés extra européens afin de multiplier les sources d'approvisionnement en matières premières. Afin de mener à bien cette réindustrialisation, l'UE lance des programmes d'accueil massif de travailleurs étrangers.

Les **entreprises** s'impliquent elles aussi activement, en mettant en place des coopérations à plusieurs niveaux, par exemple entre laboratoires de recherche ou au sein de secteurs d'activité. La collaboration dans la recherche et le développement permet de pallier le manque de certaines matières premières et d'élaborer des produits innovants pour répondre aux besoins des technologies numériques.

Avantages et limites de ce scénario.

Ce scénario garantit une meilleure protection et une plus grande sécurité au sein de l'UE. La confiance entre entreprises y serait renforcée par le partage de normes communes. Toutefois, il s'inscrit dans une logique mondiale de blocs, dans laquelle les entreprises européennes risqueraient de perdre des parts de marché sur la scène internationale et seraient aussi pénalisées par une plus grande lourdeur administrative et juridique.

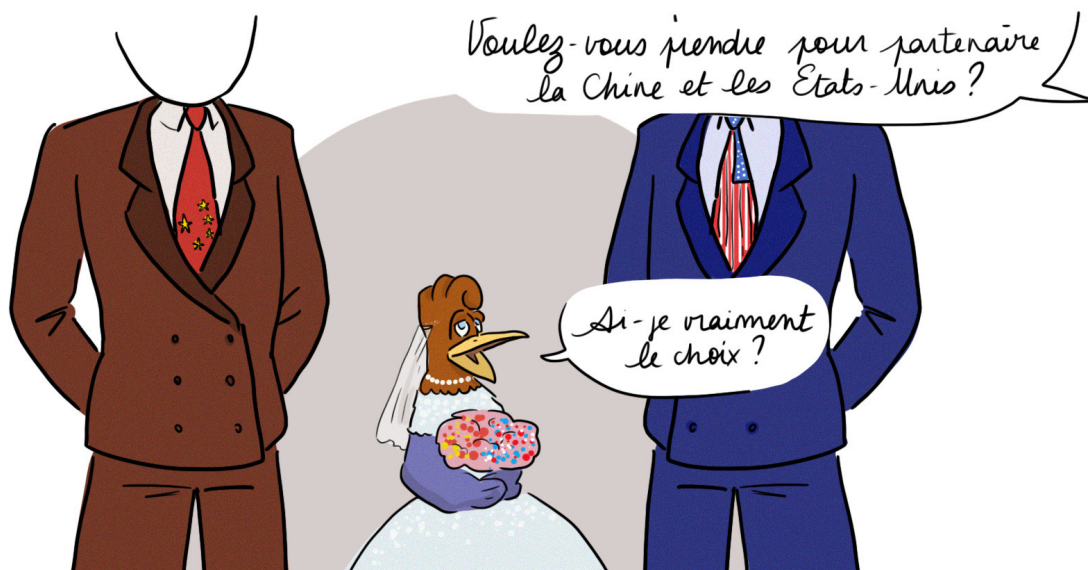
Scénario 3 – Une UE des partenariats.

Dans les dernières années de la décennie 2020, l'Union européenne est confrontée à l'enlèvement de la guerre en Ukraine, et les besoins de financement se multiplient dans tous les domaines, numérique bien sûr, mais aussi militaire, agricole, environnemental...

2024-2030 : désolidarisation de la politique européenne, les organisations privées prennent la main.

La **communauté européenne** peine à appliquer une stratégie d'autonomie numérique consolidée et homogène, et n'implémente que faiblement l'ensemble de l'arsenal juridique qu'elle avait développé en réponse à ces enjeux.

Sans soutien fort des pouvoirs publics, les **entreprises** cherchent des solutions par elles-mêmes pour réduire leurs dépendances et multiplient les partenariats à l'étranger, avec pour objectif de s'extraire de la bipolarisation sino-américaine.



2030-2040 : tissus d'alliances et de coopérations entre entreprises pour stabiliser les dépendances.

L'UE en tant qu'acteur politique n'est pas parvenue à formaliser une stratégie claire et instituée de souveraineté numérique mais les stratégies des **acteurs privés** européens permettent tout de même de réduire ses dépendances grâce aux alliances et partenariats développés.

Dans cette trajectoire, le **Cigref** cherche à identifier de nouvelles collaborations avec d'autres associations européennes, pour participer à fluidifier les échanges avec les différents partenaires. Le Cigref soutient les consortiums de solutions créés dans ce scénario, notamment *via* ses plateformes événementielles.

Avantages et limites de ce scénario.

En l'absence d'une autorité et d'une solidarité européennes fortes, ce scénario accentue le risque de dépendance des organisations, privées comme publiques, à des systèmes extra européens (juridique, technologique), mais aussi celui de voir se constituer une UE à plusieurs vitesses en fonction des capacités des États à agir par eux-mêmes, ou de la richesse de leur tissu économique et industriel.

Point de vue

Le nœud gordien de l'autonomie stratégique et de la souveraineté numérique.

En février 2021, Charles Michel, président du Conseil de l'Union européenne, déclarait qu'il n'y a « *pas d'autonomie stratégique sans souveraineté numérique* », plaçant officiellement au cœur des débats le concept d'« autonomie stratégique », qui dénote une connotation sécuritaire voire militaire – ici appliquée à la politique numérique et aux infrastructures de données. Le curseur placé sur l'ambition d'« autonomie » suggère une lecture géopolitique devant permettre à l'UE de rivaliser avec les deux superpuissances numériques que sont les États-Unis et la Chine, tout en protégeant ses propres intérêts vitaux.

Cependant, les États membres ne soutiennent pas tous le développement d'une autonomie stratégique européenne. Ceux qui le font ne s'accordent ni sur ce qu'elle recouvre, ni sur le niveau d'ambition géographique et fonctionnel qu'ils devraient adopter pour la mettre en œuvre. L'attitude à adopter vis-à-vis des États-Unis est au cœur des discussions sur l'autonomie stratégique européenne et constitue l'un des points de crispation quant aux risques qu'elle pourrait faire peser sur les relations transatlantiques, particulièrement en matière de défense.

Dans certains pays, l'enjeu de la souveraineté numérique, ou technologique, équivaut en effet à questionner l'exportation par les États-Unis de leurs plateformes systémiques, voire à critiquer frontalement Washington. De fait, les débats demeurent perméables à la volatilité du contexte international. Dès 2013, les révélations d'Edward Snowden avaient contribué à mettre à nu les dépendances numériques des partenaires et alliés des États-Unis. Les années suivantes, pêle-mêle, les ingérences numériques, la crise pandémique, les conflits militaires, ont tous revêtu une dimension « souveraine » sur un plan numérique et technologique.

Que faire pour
que le numérique
participe à
améliorer la qualité
de vie au travail
et la qualité de
l'emploi ?

05

PÉNURIE DE TALENTS
2024

MANQUE DE COLLABORATION HOMME/MACHINE

PROBLÈMES DE SANTÉ
soupir
PERTE DE SENS

PLATEFORME DE MATCHING

FAVORISER L'ÉVOLUTION DES

LOIS

PLAN SANTÉ

RENFORCER LE SUIVI SANTÉ EN ENTREPRISE

MEDIC
DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE SANTÉ PRIVÉ

SAUVEZ NOS HÔPITAUX!

ATTENTION PRIVATISATION

AUTOMATISATION DE CERTAINES FONCTIONS

RÉDUIRE LA PÉNIBILITÉ AU TRAVAIL

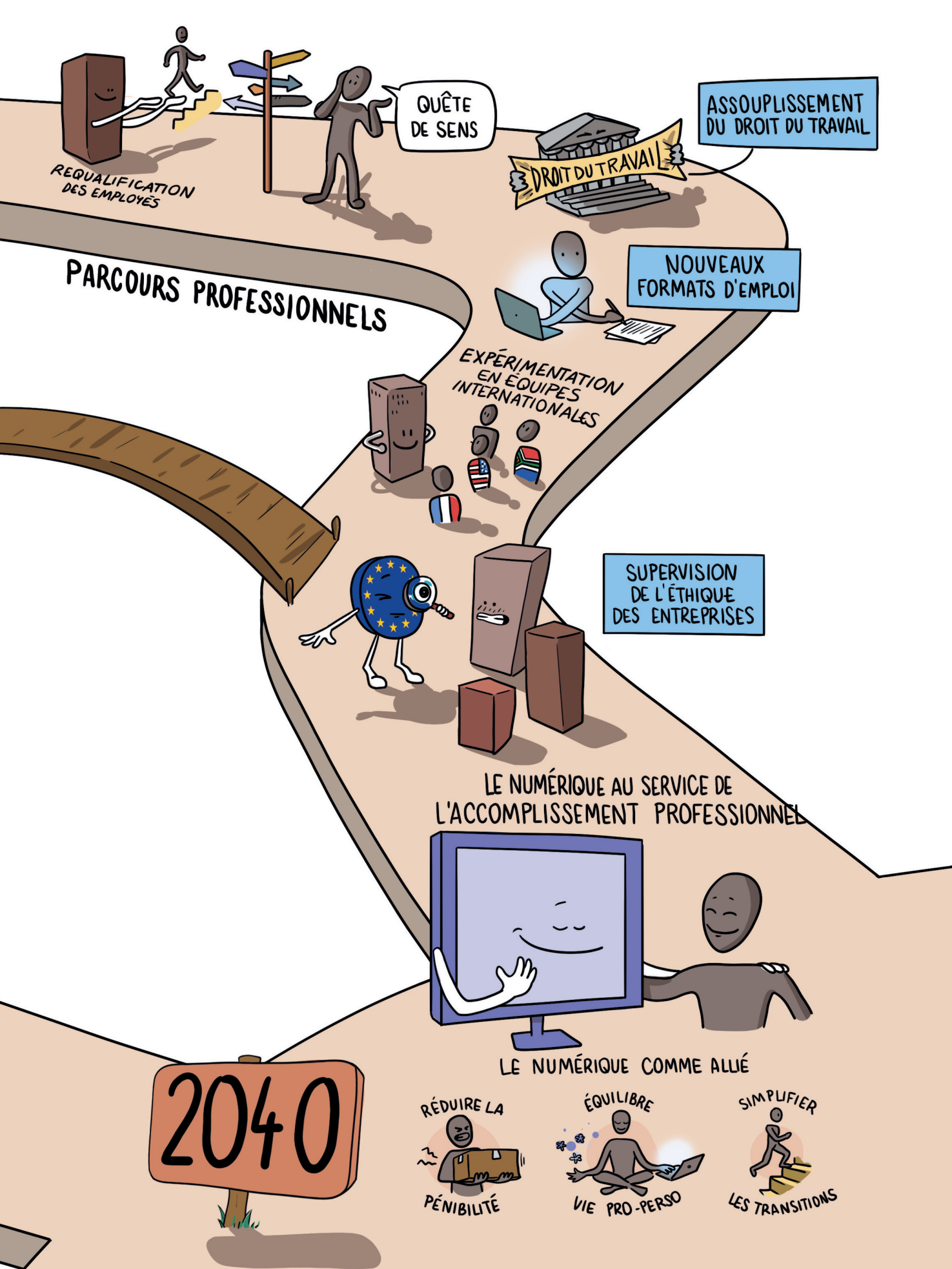
SUIVI

HORAIRES

ROTATION

IA

MANAGEMENT



QUÊTE DE SENS

ASSOUPLISSEMENT DU DROIT DU TRAVAIL

DROIT DU TRAVAIL

NOUVEAUX FORMATS D'EMPLOI

PARCOURS PROFESSIONNELS

EXPÉRIMENTATION EN ÉQUIPES INTERNATIONALES

SUPERVISION DE L'ÉTHIQUE DES ENTREPRISES

LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'ACCOMPLISSEMENT PROFESSIONNEL

LE NUMÉRIQUE COMME ALLIÉ

2040

RÉDUIRE LA PÉNIBILITÉ

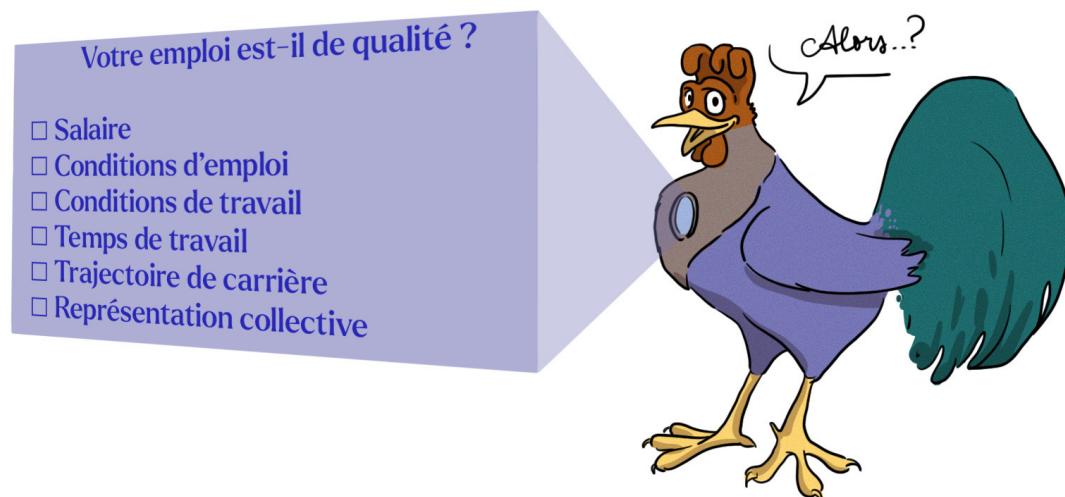
ÉQUILIBRE VIE PRO-PERSO

SIMPLIFIER LES TRANSITIONS

Introduction et définition des enjeux.

La qualité de vie au travail, associée aux conditions de travail (QVCT), constitue un enjeu majeur pour les employeurs et leurs collaborateurs. À mesure que les technologies numériques se développent et sont intégrées aux processus de travail, la question de leur impact sur la santé et le bien-être des professionnels se pose de plus en plus fortement. Traditionnellement, la QVCT est appréhendée à travers trois dimensions fondamentales : les conditions d'emploi et de travail, le contenu du travail, et les possibilités d'expression et d'action des travailleurs. Or, l'essor du numérique a profondément modifié ces paramètres, introduisant de nouveaux défis et opportunités pour le bien-être et la satisfaction des individus au sein de leur environnement professionnel.

Dans ce cadre en mutation, la question ne se limite plus à « comment améliorer les conditions de travail grâce au numérique ? », mais s'étend désormais à « comment le numérique peut-il contribuer à améliorer à la fois la qualité de vie au travail et la qualité de l'emploi ? ». Ce changement de perspective souligne l'importance de considérer non seulement les aspects matériels et organisationnels du travail, mais également les implications plus larges des usages du numérique sur le bien-être et la satisfaction des travailleurs.



Selon une [note publiée par France Stratégie](#), six facteurs majeurs déterminent un emploi de qualité : les salaires, les conditions d'emploi, les conditions de travail, le temps de travail, les trajectoires et carrières, ainsi que la représentation collective des collaborateurs auprès de leur hiérarchie. Le numérique, loin d'être un élément indépendant de ces déterminants, s'articule avec chacun d'eux, tantôt comme un levier d'amélioration, tantôt comme un défi à relever. Ces éléments ne sont pas les seuls à prendre en compte quand on parle de qualité de vie au travail (QVT). Sur ce dernier point, nous nous référons plutôt à la définition de la QVT issue de l'Accord national interprofessionnel (ANI) du 19 juin 2013 : « *sentiment de bien être au travail perçu collectivement et individuellement qui englobe l'ambiance, la culture de l'entreprise, l'intérêt du travail, les conditions de travail, le sentiment d'implication, le degré d'autonomie et de responsabilisation, l'égalité, un droit à l'erreur accordé à chacun, une reconnaissance et une valorisation du travail effectué* ». Le sigle QVT est devenu QVCT (Qualité de Vie et des Conditions de Travail) dans le cadre de l'ANI (Accord National Interprofessionnel) sur la santé au travail du 9 décembre 2020, entériné par la loi du 2 août 2021.

Dans cette perspective, cette réflexion explorera les diverses implications du numérique sur la qualité de vie au travail, en se concentrant sur trois axes principaux : la santé mentale au travail, l'utilisation des outils numériques (notamment ceux de collaboration) et la perception du numérique au sein des milieux professionnels.

Comment les entreprises peuvent-elles intégrer les outils numériques pour améliorer l'accomplissement professionnel de leurs collaborateurs, en tenant compte de leur bien-être physique et mental ?

Quels outils numériques et quels usages de ces outils peuvent réellement améliorer la collaboration et le bien-être au travail ?

Comment le numérique peut-il améliorer et favoriser l'évolution des parcours professionnels ?

01 Partie

Si rien ne change... Scénario tendanciel à horizon 2040.

Tendances lourdes *observées*.

La part croissante **des individus à la recherche de sens dans leur activité professionnelle** et de rééquilibrage entre leur temps de travail et leur temps privé s'accroît, particulièrement depuis la crise sanitaire. Les données qualitatives ne sont pas simples à trouver sur ce sujet car elles relèvent essentiellement d'un sentiment individuel et donc de données déclaratives. Cependant, selon une enquête menée en 2021 sur 4500 agents des services publics, 80% des ces répondants déclarent être confrontés « régulièrement » ou « très fréquemment » à ce sentiment d'absurdité dans l'exercice de leur travail (source : [Collectif Nos Services Publics](#)). Et ce sentiment ne touche pas que les agents de la fonction publique. Ces questionnements sur le sens trouvé au travail sont de plus en plus fréquents chez les travailleurs en France. En effet, la quête de sens est devenue un élément central de la qualité de vie et des conditions de travail. Selon les chercheurs Thomas Coutrot et Coralie Perez, la capacité à trouver du sens à son travail recouvre trois dimensions : se sentir utile, travailler sans contrevenir à ses valeurs professionnelles et personnelles, et avoir la possibilité de se développer professionnellement et de s'épanouir sur un plan personnel (source : [Dares](#)).

Les outils numériques jouent un rôle ambivalent dans cette quête de sens. Ils peuvent soutenir la capacité d'action des individus et leur développement professionnel continu, mais ils peuvent également avoir des effets contreproductifs. **En noyant le travailleur sous un flux d'informations et de canaux de communication** qui morcellent son activité, ces outils peuvent lui faire perdre le sens de son activité professionnelle.

Par ailleurs, l'empreinte environnementale de plus en plus lourde du numérique peut nuire à la quête d'un impact environnemental positif, contredisant les valeurs écologiques croissantes parmi les employés. Selon une étude menée par Caroline Arnoux-Nicolas, maître de conférences en psychologie à l'université Paris Nanterre, les préoccupations environnementales des travailleurs augmentent mais elles peuvent prendre différentes formes. Choisir de se rendre sur son lieu de travail à vélo peut être pour certains une première étape, quand d'autres éprouvent encore des difficultés à allier leur prise de conscience environnementale à leur travail. On observe, par ailleurs, qu'un grand nombre de travailleurs souhaiteraient davantage s'orienter vers les métiers de la transition écologique, mais une étude de Shékina Rochat, maître d'enseignement et de recherche en psychologie à l'Université de Lausanne, identifie neuf difficultés principales à l'éco-orientation professionnelle, allant du manque de motivation et d'information sur ces métiers à des croyances dysfonctionnelles et des conflits internes et externes.

Le télétravail, largement adopté depuis la crise Covid, présente également des aspects bénéfiques comme néfastes. Il permet bien sûr une réduction du temps de transport et facilite l'organisation personnelle. Cependant, ses effets négatifs incluent des risques psychologiques tels que le stress, la pression et l'anxiété. En distendant le lien social, il prive le salarié d'un sentiment d'appartenance à un groupe et nuit à la diffusion d'une culture commune d'entreprise. Sur le plan physique, on constate également une hausse des troubles musculo-squelettiques liés à l'interface humain-machine et aux postes fixes devant des écrans.

En parallèle, **les valeurs portées par une entreprise deviennent de plus en plus déterminantes pour les collaborateurs**. Les causes environnementales, le respect de l'égalité homme/femme, les droits de l'homme, et les implications dans des conflits sont désormais des critères essentiels pour les jeunes diplômés dans le choix d'un employeur. Preuve de l'importance du sujet, deux mille étudiants et anciens de HEC ont demandé en 2021, dans une lettre ouverte, à ce que leur prochain directeur soit en phase avec leurs attentes en matière d'engagement environnemental et écologique (source : Le Monde). Déjà en 2018, environ 30 000 étudiants avaient signé un manifeste « pour un réveil écologique », appelant au boycott des entreprises polluantes et à la fin des campagnes de *greenwashing*.

Cette quête de sens se reflète également dans l'**augmentation continue du taux de démissions en France depuis 2015**, selon une étude publiée par la Dares (Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques) en 2022. Cette hausse des démissions est attribuée à des opportunités économiques plus attractives, mais aussi à une insatisfaction croissante des employés vis-à-vis de leurs conditions de travail et à un désengagement envers leur travail (source : Harvard Business Review). En Europe, les salariés se déclarent les moins investis par rapport au reste du monde, avec seulement 13% d'entre eux qui se disent activement engagés dans leur emploi et sur leur lieu de travail, selon l'Institut Gallup. Cependant, l'augmentation de la précarité de l'emploi en France pourrait faire évoluer ces taux, la stabilité d'un emploi insatisfaisant étant préférable à l'absence d'un emploi.

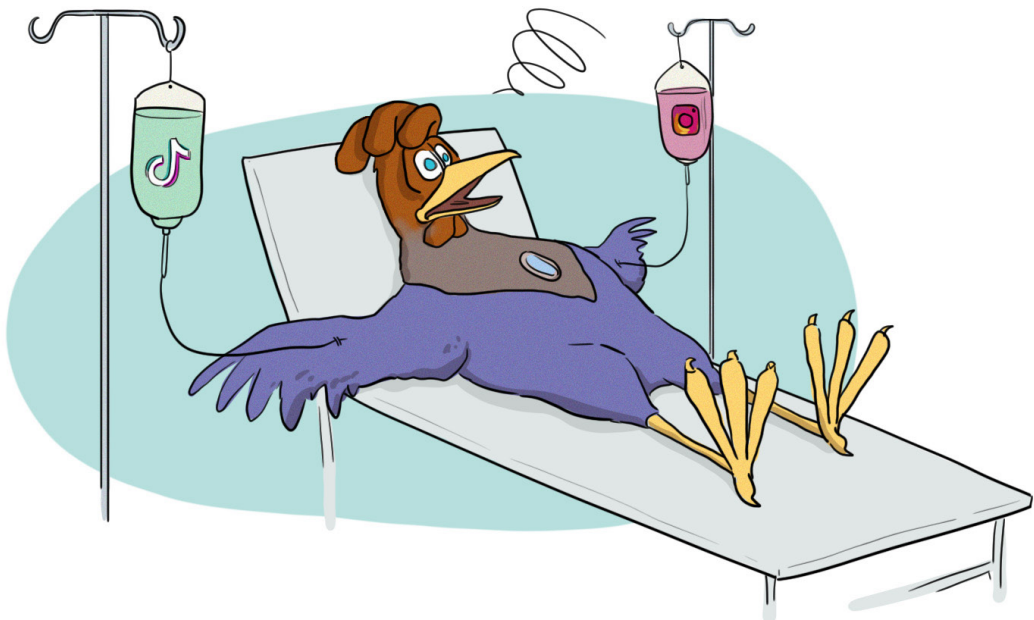
Les aspirations des salariés et la vision même du travail évoluent. Une enquête de l'institut BVA montrait en 2018 que le bien-être était devenu le sujet d'intérêt principal pour 59% des salariés en ce qui concerne leur vie au travail. Et selon un sondage Ifop pour Philonomist en 2020, 82% des salariés considèrent que l'entreprise est responsable de leur bonheur, même si la rémunération reste centrale dans les motivations pour 60% des interrogés. Ainsi, le travail est de moins en moins considéré comme une fin et plus comme un moyen, même si le fait de s'y sentir bien apparaît comme étant particulièrement important.

Est-ce qu'épanouissement au travail rime avec CDI ? Bien que le CDI, en France, reste le contrat de travail largement dominant, concernant toujours près de 9 salariés sur 10, son cadre a fortement évolué. De moins en moins protecteur au fil des réformes, il est aussi de moins en moins souvent utilisé par les entreprises, puisqu'en 2017, 87% des nouvelles embauches se sont faites en CDD, soit une hausse de 10 points en 10 ans. Parallèlement, les créations d'entreprises individuelles continuent d'augmenter : en 2022, le nombre de créations d'entreprises en France a atteint un nouveau record avec 1 071 900 créations. Toutefois, le rythme des créations ralentit, avec une hausse de seulement 2% en 2022, au lieu de 17% l'année précédente (source : Dares).

Parallèlement aux conditions d'emploi, les formes de management évoluent également. **De nouvelles collaborations spontanées, sans leader ou pour un temps limité, apparaissent** grâce aux réseaux numériques. Dans les entreprises plus traditionnelles, l'horizontalité entre employés est de plus en plus défendue, et les systèmes hiérarchiques tendent à évoluer, surtout dans un contexte où le travail à distance oblige les managers à attribuer plus de confiance à leurs employés. Parallèlement, le temps de travail continue de baisser, et l'intérêt pour la semaine de quatre jours croît, bien que les réalités varient en fonction des catégories socio-professionnelles et des compétences mobilisées. En France, la préférence va vers une semaine de 35 heures effectuée sur quatre jours, comme dans l'expérimentation lancée par Gabriel Attal en janvier 2024 dans la fonction publique, plutôt qu'à une réduction du temps de travail à 32 heures par semaine (source : Capital). Cette évolution vers des journées de travail plus longues pourrait être insoutenable dans un certain nombre d'emplois.

Le recours aux outils numériques, accéléré depuis la crise Covid, a permis une grande flexibilité, mais a aussi conduit à une **destructuration croissante des temps de travail**, de plus en plus mêlés aux temps réservés à la vie privée. Le risque d'addiction aux écrans, maintenant classés par le gouvernement français comme une drogue dure, est accentué par leur usage dans le travail quotidien. Les « addictions comportementales » affectent les mêmes circuits cérébraux que les addictions à l'alcool, au tabac ou aux drogues (source : [Mildeca](#)). Dans ce contexte, les entreprises ont une responsabilité dans l'organisation du travail de leurs collaborateurs et notamment pour leur proposer des alternatives permettant de diminuer leur temps d'écran.

Plus globalement, les individus ont besoin de temps pour discuter de leurs pratiques et réguler leurs usages des outils numériques. Le droit à la déconnexion est mentionné dans le droit du travail, et les organisations peuvent publier des chartes de bonnes pratiques pour encourager une utilisation saine des outils numériques. Les parties prenantes, incluant les fournisseurs de services numériques, les DSI, les DRH et les instances représentatives du personnel, jouent également un rôle crucial dans cette régulation.



Scénario tendanciel.

Sans inflexion des tendances actuelles, le recours croissant au numérique, dans les processus de travail et les missions elles-mêmes, pourrait participer à une dégradation de la qualité de vie au travail pour les collaborateurs. On assisterait à une multiplication de contrats précaires ou à la tâche, exacerbée par une compétition entre humain et machine. Parallèlement, le manque de formation et de compétences pourrait rendre plus difficile la réalisation d'une collaboration intelligente. Le dialogue social et professionnel serait rendu complexe, rendant difficile l'adaptation des organisations aux exigences des travailleurs. De plus, cette situation pourrait renforcer le phénomène de perte de sens au travail, amplifiant le désengagement et l'insatisfaction des employés déjà observés aujourd'hui. Les outils numériques, bien que facilitateurs de certaines tâches, risqueraient d'accroître la surcharge d'informations et de communication, brouillant la frontière entre vie professionnelle et vie privée, et aggravant les troubles musculo-squelettiques et psychologiques. La quête de sens et le respect des valeurs professionnelles et personnelles deviendraient encore plus cruciaux, tandis que les entreprises peineraient à répondre aux aspirations croissantes des salariés pour un impact environnemental et social positif.

02

Partie

Quel objectif se fixer ? Situation désirable à horizon 2040.

Situation désirable – Le numérique au service de l'épanouissement professionnel en 2040.

En 2040, le numérique a continué à transformer les conditions de travail et la qualité de vie des salariés. **Les outils numériques sont devenus des alliés précieux.** Par exemple, grâce à des plateformes innovantes, les salariés ont désormais accès à des opportunités professionnelles en phase avec leurs aspirations, ce qui réduit l'insatisfaction professionnelle et favorise une plus grande flexibilité tant sur le plan professionnel que personnel. Le numérique permet notamment une meilleure accessibilité aux informations en interne ce qui permet à chacun d'être plus autonome dans la réalisation de son travail et dans ses apprentissages. Ces outils soutiennent également le développement des relations horizontales qui favorisent les pratiques de collaboration et d'intelligence collective. Parallèlement, les risques physiques et psychosociaux liés au travail sont en nette diminution grâce à une réduction de la pénibilité et de l'intensité du travail, rendue possible par une automatisation partielle des tâches répétitives. De plus, une meilleure gestion du temps de travail et une plus grande conciliation entre vie professionnelle et familiale sont désormais facilitées grâce à des horaires plus flexibles et à une utilisation efficace des technologies numériques. En termes de trajectoire professionnelle, le numérique favorise la formation continue et simplifie les transitions professionnelles, ouvrant ainsi la voie à des carrières plus enrichissantes et évolutives. Enfin, sur le plan de la représentation collective, les outils numériques permettent une consultation accrue des salariés et une meilleure représentation de leurs intérêts au sein des organisations.

Les raisons d'y croire : phénomènes émergents et signaux faibles en 2024.

En 2024, plusieurs signaux faibles indiquent déjà que nous pouvons évoluer vers une amélioration des conditions de travail et de la qualité de vie au travail, grâce au numérique. Tout d'abord, **l'information sur les métiers est de plus en plus accessible** via des portails, bien qu'un accès universel et simplifié reste à développer. L'accès au travail se fait donc de plus en plus via des plateformes numériques comme France Travail et d'autres qui répondent aux aspirations des travailleurs, telles que « *Jobs that make sense* ». Des outils comme Moralscore permettent aux chercheurs d'emploi de trouver des entreprises alignées avec leurs valeurs personnelles.

L'évolution des manières de travailler et de manager, par et avec le numérique, se fait également sentir. **Le numérique est devenu un facteur de résilience** face aux crises à venir, permettant une plus grande flexibilité du travail, rendant les tâches pénibles et répétitives plus faciles, et offrant de nouveaux outils et connaissances aux managers. L'expérience du télétravail durant la crise sanitaire en a démontré l'importance, tout en soulignant la fracture numérique qui existait entre les entreprises bien préparées et celles pour lesquelles le passage au télétravail a été une rupture. Le télétravail contribue également à l'évolution du mode de vie des salariés, en tant que vecteur d'autonomie. Cependant, il participe au développement des risques psychosociaux. Par exemple, on voit s'amplifier le phénomène de la « Zoom fatigue », qui désigne une fatigue mentale et physique résultant d'une utilisation prolongée des plateformes de visioconférence comme Zoom, fatigue causée par la surcharge cognitive, le manque d'interactions sociales naturelles, et le stress visuel lié à l'écran.



Par ailleurs, de **nouveaux outils numériques, tels que ceux basés sur l'IA et les modules de e-learning, optimisent le travail et facilitent la formation continue.** Les connaissances issues des sciences sociales et comportementales sur la psychologie des individus influencent la structuration des relations entre collaborateurs. Ainsi, des formes de collaboration spontanée et horizontale émergent, soutenues par les réseaux numériques, et les systèmes hiérarchiques traditionnels évoluent vers plus d'horizontalité.

L'évolution des programmes scolaires, avec l'introduction de la spécialité NSI au lycée, manifeste **une volonté de mieux préparer les futurs travailleurs aux défis numériques.** L'essor des communautés Open Source et le partage de pratiques, renforcés par la solidarité observée pendant la crise Covid-19, donnent lieu à la création de collectifs autonomes capables de proposer leurs services aux entreprises.

L'influence croissante de la réglementation, avec des cadres comme le RGPD, le *Digital Market Act* et le *Digital Services Act*, oblige les entreprises à mieux cadrer les données des salariés, collaborateurs, utilisateurs et clients, assurant ainsi une meilleure protection et une plus grande transparence. Des sanctions historiques, comme celle infligée à Amazon France par la CNIL pour usage abusif de surveillance numérique, sont le signe d'un mouvement vers une plus grande responsabilité des entreprises en matière de protection des droits des employés.

Domaines et leviers d'amélioration pour y parvenir.

Pour parvenir à cette situation désirable, nous avons identifié cinq principaux leviers et domaines d'amélioration qui devront être pris en compte pour que le numérique contribue à l'amélioration de la qualité de vie au travail et de la qualité de l'emploi :

- Développer une réflexion transversale à l'échelle des organisations pour justifier, discuter et réguler les usages des nouveaux outils numériques, et ainsi éviter la surcharge de canaux et d'informations.
- Mettre en place des garde-fous pour éviter que le numérique soit responsable d'une interpénétration croissante entre vie professionnelle et vie personnelle, ce qui favorise les troubles psychologiques et mentaux.
- Lutter contre l'inertie organisationnelle et la résistance au changement qui ralentit l'adoption de nouvelles pratiques de travail favorables aux salariés dans les organisations.
- Au niveau des organisations : chercher à évoluer vers un modèle plus vertueux pour répondre à la quête de sens des collaborateurs.

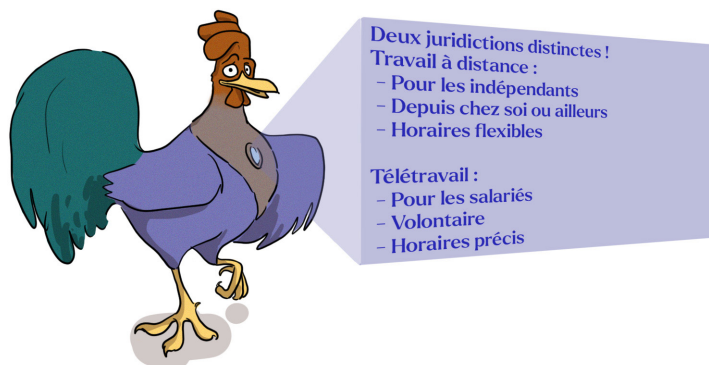
03

Partie

Et si, d'ici 2040...? Construction de scénarios alternatifs pour parvenir à la situation désirable.

Scénario 1- Un numérique qui favorise l'évolution des parcours professionnels.

Dès 2024, la pénurie de talents et de ressources humaines dans divers secteurs à l'échelle européenne tels que l'industrie, le numérique, la santé, l'aide à la personne et l'agriculture, pousse les parties prenantes à adopter des stratégies innovantes pour répondre à ces défis. Le développement des outils numériques, notamment l'intelligence artificielle, joue un rôle clé dans cette transformation, automatisant certaines tâches répétitives et améliorant les processus de profilage pour mieux identifier les candidats adéquats pour les missions appropriées.



2024 - 2030 : le numérique favorise la mobilité et la formation professionnelle.

De nombreux **États européens** élargissent l'accès aux formations publiques dans les secteurs touchés par la pénurie. Ils mettent en place des programmes attractifs pour les étudiants étrangers, visant à combler les besoins en compétences spécifiques. Parallèlement, **l'Union européenne** propose de lancer une plateforme commune à l'échelle européenne pour mutualiser les profils qualifiés et encourager la mobilité entre les États membres. Cette plateforme offre diverses options, allant des missions courtes sous forme de freelance ou d'intérim aux contrats à durée indéterminée (CDI), avec une aide à l'installation dans un nouveau pays de l'UE.

Le **cadre législatif du travail** évolue pour distinguer clairement le télétravail et le travail à distance. En effet, si le télétravail, impliquant une connexion constante avec l'entreprise *via* des outils numériques, est encadré juridiquement pour garantir les droits des salariés, le travail à distance en revanche, pratiqué par des indépendants, nécessite un encadrement spécifique pour protéger les travailleurs hors site. Des mesures de financement pour l'équipement numérique à domicile sont également mises en place pour soutenir cette transition.

Les **entreprises**, confrontées aux difficultés de recrutement, développent ou accélèrent leurs programmes de formation internes. Les grandes entreprises investissent dans la requalification de leurs collaborateurs actuels et dans l'attraction de nouveaux talents désirant acquérir de nouvelles compétences. Les petites entreprises, quant à elles, collaborent avec les écoles pour mettre en place des programmes d'apprentissage. Ces entreprises s'efforcent également d'améliorer l'équipement au bureau et à domicile, mettent à disposition des outils d'IA et créent des espaces de discussion *via* des chats en ligne. Les Directeurs des Systèmes d'Information (DSI) jouent un rôle crucial en accompagnant une utilisation raisonnée des outils numériques, prenant en compte la diversité des équipes et aménageant le temps de travail pour réfléchir et réguler les usages des technologies.

Dans la **société civile**, les travailleurs expriment leur demande d'une meilleure formation et sensibilisation aux bons usages du numérique par le biais de leurs représentations professionnelles ou syndicales. Par ailleurs, la quête de sens au travail s'intensifie. Les individus cherchent de plus en plus à équilibrer leur travail avec leur vie privée, refusant les carrières longues et préférant diversifier leurs expériences professionnelles. Les jeunes générations en particulier, s'engagent dans des parcours professionnels variés et prennent régulièrement le temps de se former pour acquérir de nouvelles compétences, ce qui leur permet de négocier de meilleures conditions avec leurs employeurs.

Pour soutenir cette dynamique, le **Cigref** participe à la mise en place de plateformes collaboratives pour cartographier les divers parcours professionnels et les compétences associées. Ces plateformes s'interfaçent avec des systèmes comme Parcoursup *via* des API, offrant une vue d'ensemble des formations disponibles. L'association travaille également avec les entreprises et les institutions pour promouvoir une meilleure intégration des technologies numériques dans les pratiques professionnelles.

2030-2040 : le numérique, comme outil de collaboration interprofessionnelle à travers l'Europe.

Entre 2030 et 2040, les besoins dans certains domaines, tels que le numérique, l'énergie, la santé et l'environnement, s'accroissent tandis que le contexte global se dégrade, notamment en raison des impacts du changement climatique. Cette période voit également l'émergence de ruptures technologiques significatives, comme le projet Neuralink d'Elon Musk, qui pourrait révolutionner la formation en permettant un apprentissage directement dans le cerveau grâce à des implants cérébraux d'interfaces directes neuronales.

L'**Union européenne**, en convergence avec les intérêts et les moyens des États membres et des entreprises, **lance une version test d'une plateforme de ressources humaines** co-financée. Cette plateforme recense les profils existants à l'échelle de l'UE dans divers secteurs et aide les individus à identifier des formations ou des entreprises proposant des opportunités de développement professionnel. Basée sur un système d'intelligence artificielle, la plateforme trie et sélectionne efficacement les profils et les offres de formation ou d'emploi, encourageant le travail à distance là où cela est possible et permettant une meilleure circulation des compétences au sein de l'UE.

Certaines **entreprises** adoptent des approches innovantes en s'appuyant sur cette plateforme européenne. Plutôt que de recruter des collaborateurs en CDI, elles forment des équipes internationales en fonction de leurs besoins spécifiques, sur un mode projet, en sélectionnant les profils les plus adaptés. Cette approche permet également de réduire le recrutement sur certains postes automatisables, optimisant ainsi l'utilisation des ressources humaines.

La **société civile** s'organise pour superviser la plateforme européenne. Des consortiums citoyens émergent pour contrôler les algorithmes qui régissent la plateforme et pour garantir une éthique dans le recrutement par les entreprises. Ils surveillent les conditions d'emploi et de travail proposées, assurant que les pratiques restent justes et équitables.

Les **États européens**, quant à eux, assouplissent leur droit du travail pour faciliter la transition vers une plus grande flexibilité de l'emploi. De nouveaux formats d'emploi émergent, permettant aux travailleurs de cumuler deux à trois métiers en alternance sur des périodes variables. Certains États cherchent, en plus, à renforcer l'attractivité de certaines régions en offrant des aides financières au logement, à la mobilité et au télétravail pour les nouveaux résidents.

Pour accompagner ce mouvement, le **Cigref** participe à des campagnes d'information du grand public, en direction des prescripteurs, sur les enjeux de la formation au numérique, stratégiques pour l'avenir du pays.

Avantages et limites de ce scénario.

Ce scénario présente plusieurs avantages notables. La flexibilité accrue de l'emploi permet aux individus de se réorienter plus facilement et de mettre à jour leurs compétences, réduisant ainsi les phénomènes de bore-out et de burn-out. Les compétences numériques sont mieux intégrées au sein des entreprises, ce qui permet aux employés d'être plus épanouis grâce à un marché du travail plus transparent et réactif. De plus, cette flexibilité offre une meilleure accessibilité aux personnes en situation de handicap, facilitant leur intégration dans le monde professionnel. L'utilisation des technologies numériques contribue également à diminuer la pénibilité de certaines tâches, créant un environnement de travail plus inclusif et dynamique.

Cependant, ce scénario n'est pas sans limites. Il semble principalement bénéfique aux métiers à col blanc, ce qui pourrait exacerber la dichotomie entre les classes sociales. Il existe également des risques liés au profiling par intelligence artificielle, notamment en termes de biais et de discrimination. De plus, le développement de contrats précaires, comme les missions freelance ou les postes d'intérim, pourrait les rendre plus courants que les CDI, entraînant une augmentation de l'instabilité professionnelle. Certains États membres pourraient également connaître un *brain drain*, en attirant les talents au détriment d'autres régions de l'Union. Enfin, la déshumanisation des métiers et services, ainsi que la pression sur les ressources planétaires, pourraient limiter la viabilité des actions prévues, tandis que l'intensification de l'utilisation des outils numériques pourrait avoir des conséquences néfastes sur la santé des collaborateurs.

Scénario 2 – Un numérique qui diminue la pénibilité au travail.

Entre 2024 et 2030, les problématiques de santé liées au travail deviennent de plus en plus visibles, exacerbées par le vieillissement démographique, le développement de maladies chroniques et les risques sanitaires découlant du changement climatique. Les troubles musculo-squelettiques et les risques cardiovasculaires liés aux postures assises devant écran, les troubles de la vision, et l'épuisement professionnel en raison de la pervasivité croissante des espaces professionnels et personnels sont des préoccupations majeures. De plus, les conditions de travail plus extrêmes dues à la hausse des températures, et les dangers liés au développement des interfaces humain-machine dans de nombreux secteurs, ajoutent à cette complexité. Parallèlement, le secteur de la santé est sous tension dans de nombreux pays, à cause des déserts médicaux, des fermetures d'hôpitaux, et des coupes budgétaires.

2024-2030 : la santé au travail se dégrade.

La santé n'est pas une priorité pour l'**Union européenne**, qui doit faire face à des tensions économiques, conséquences de crises géopolitiques comme la guerre en Ukraine. Les **États**, quant à eux, tendent à légiférer de plus en plus strictement sur la santé au travail, reportant la responsabilité de la santé des individus sur les entreprises. Les plans Santé se succèdent mais sont peu suivis d'effets concrets, en raison du manque de moyens du secteur public. Cependant, certains États européens prennent des mesures pour encourager l'utilisation de technologies numériques visant à évaluer les conditions de travail, dans le but de mieux comprendre et prévenir les risques liés à l'évolution des activités et des nouvelles formes organisationnelles et managériales.

Confrontées à ces risques sanitaires et à l'absence de réponse structurée des pouvoirs publics, les **entreprises** de tous les secteurs renforcent leurs politiques de suivi de santé des collaborateurs, pour éviter les burn-out, les arrêts maladie, et les démissions. Elles développent des outils et des indicateurs pour évaluer l'état de santé et le bien-être au travail. Certaines profitent d'un assouplissement juridique pour recueillir des informations précises sur les manières de travailler de leurs collaborateurs. Pour maintenir les capacités au travail de leurs salariés, les entreprises investissent dans des technologies qui automatisent certaines tâches pénibles, améliorent l'ergonomie des postes de travail, et favorisent des conditions de travail plus flexibles.

La **société civile**, représentée par de nombreux lanceurs d'alerte, s'inquiète de la privatisation de la santé, notamment en France, où une tradition d'aide publique au secteur existe depuis longtemps. Ces lanceurs d'alerte plaident pour un renforcement des politiques publiques de santé et un retour à un soutien financier plus substantiel pour le secteur public.

Le **Cigref** s'associe à des organismes spécialisés comme l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité) pour relayer leurs travaux et sensibiliser sur la pénibilité des métiers du numérique, notamment les dangers liés à la sédentarité et à la surexposition aux écrans. Ensemble, ils plaident également pour une meilleure régulation et une plus grande responsabilité des entreprises dans la gestion de la santé de leurs employés, tout en promouvant des pratiques de travail plus saines et plus équilibrées.

2030-2040 : l'Intelligence Artificielle pour un meilleur suivi de la santé des collaborateurs.

Entre 2030 et 2040, les avancées technologiques dans le domaine de l'intelligence artificielle continuent de révolutionner la prise en charge de la santé au travail. Les outils d'IA permettent désormais une personnalisation sans précédent des suivis et de la prise en charge santé, avec une amélioration significative des diagnostics. Parallèlement, des outils numériques sophistiqués sont mis en place pour prévenir et anticiper le burn-out, offrant ainsi une meilleure protection aux travailleurs.

Dans ce contexte, un nouveau service de santé privé adaptable voit le jour, permettant aux **entreprises** de personnaliser le suivi de la santé de leurs collaborateurs en fonction des spécificités de leur secteur, de leurs besoins et des risques auxquels sont exposés leurs employés. Grâce aux progrès de l'IA et à la virtualisation, ce service offre un suivi complet sur le plan physique et mental, avec des indicateurs permettant de prévenir toute détérioration de la santé des travailleurs. La plupart des rendez-vous et des diagnostics sont automatisés, mais des médecins humains sont toujours disponibles pour intervenir au besoin, suivant le modèle de la médecine du travail. La diversité des services proposés devient un facteur différenciant pour les organisations, en plus du salaire et des missions elles-mêmes. Dans les secteurs où la pénibilité des missions est élevée, l'IA intervient également dans la gestion des horaires de travail et propose des rotations d'équipes pour soulager les individus.

L'**Union européenne** maintient son rôle de gardien des libertés individuelles et de la protection des données personnelles, mais elle est confrontée à des dilemmes croissants quant à l'évaluation des coûts et des bénéfices de l'utilisation des données de santé par les entreprises. La balance entre protection de la vie privée et efficacité économique devient de plus en plus délicate à établir.

Cependant, face à la dégradation des services publics de santé, de plus en plus de **citoyens** choisissent désormais leur organisation de travail en fonction de la qualité de son accompagnement sur le plan de la santé physique et mentale. Cette évolution entraîne une mutation profonde de l'organisation du travail, avec une attention accrue portée au bien-être de chacun et à l'épanouissement des individus au sein de la collectivité que représente l'entreprise.

Avantages et limites de ce scénario.

Ce scénario offre une meilleure prise en charge des questions de santé au travail, avec une personnalisation croissante de l'accompagnement des individus. Grâce aux avancées technologiques, les travailleurs bénéficient d'un suivi médical adapté à leurs besoins spécifiques, ce qui contribue à réduire les risques de maladies professionnelles et de burn-out. De plus, l'amélioration nette de la prévention permet de réduire les coûts liés aux questions de santé, tant pour les entreprises que pour les systèmes de sécurité sociale, en favorisant une meilleure santé et une productivité accrue au sein des organisations.

Cependant, ce scénario comporte des risques potentiels, notamment en termes de surveillance massive exercée par les employeurs sur leurs collaborateurs. La collecte et l'exploitation de données de santé pourraient conduire à une intrusion excessive dans la vie privée des travailleurs, posant ainsi des questions éthiques et de respect des libertés individuelles. De plus, la privatisation croissante du système de santé au travail pourrait engendrer une exclusion des personnes ne travaillant pas, créant ainsi un système à deux, voire trois vitesses en fonction de l'organisation qui emploie, ce qui rappelle les dérives du modèle américain.

Point de vue

Mieux utiliser les outils numériques pour mieux travailler.

Les effets des technologies de l'information et de la communication (TIC) sur l'activité humaine ont toujours été profondément ambivalents. Platon qualifiait déjà l'invention de l'écriture de « pharmakon », à la fois remède et poison pour la mémoire humaine. Des siècles plus tard, le numérique continue de susciter des sentiments contrastés, entre enthousiasme et appréhension. Que ce soit en termes de soutenabilité du travail, de collaboration ou de flexibilité, les outils digitaux apparaissent autant comme une opportunité d'améliorer la qualité de vie au travail et l'efficacité des organisations, que comme une menace susceptible de les détériorer.

L'accélération de la digitalisation des entreprises durant la crise sanitaire a exacerbé ce tiraillement. La démocratisation forcée du télétravail, à une échelle et une rapidité inédite, a entraîné une multiplication des outils de collaboration à distance pour assurer le maintien des activités : aux traditionnels mails, se sont ajoutés les visioconférences, les *chat*, de nouvelles messageries professionnelles, des drives, etc. Si ces outils ont été d'une aide précieuse pour maintenir le travail collectif et les collectifs de travail, ils ont aussi ajouté à la surcharge informationnelle une surcharge de canaux de communication, formant un cocktail explosif pour les risques psycho-sociaux.

La crise sanitaire a également interrogé la place et le sens du travail, un autre cocktail explosif qui a éclaté à l'occasion de la reprise économique post-covid, où le marché de l'emploi s'est tendu : désormais en position de force, les travailleurs ont pu davantage faire valoir leurs aspirations à de meilleures conditions de travail, plus respectueuses de leur santé et de leur vie privée. Le télétravail fait évidemment partie des revendications, mais c'est une flexibilité bien plus globale qui est attendue : lieux de travail, temps de travail, autonomie dans la réalisation de son activité, parcours professionnel sur-mesure, personnalisation des pratiques RH et managériales.

Le travail à distance et la surabondance numérique qu'il a entraîné offrent justement l'occasion de réfléchir à de nouvelles formes d'organisations du travail en combinant trois niveaux d'analyse : i) le contenu des activités de travail et l'intensité relationnelle qu'elles nécessitent (tâches individuelles, activité d'équipe coordonnée, œuvre collective), ii) le lieux de travail (ce qui peut se faire à distance, ce qui doit se faire sur site) et iii) le temps de travail (ce qui doit se faire en synchrone, c'est-à-dire en même temps que les autres, et ce qui peut se faire en asynchrone, c'est-à-dire en temps différé). Cette réflexion sur l'organisation du travail peut aider à réguler l'usage des outils de communication numérique, au plus près des besoins opérationnels. Plus largement, elle permet de développer une diversité de formules pour répondre aux aspirations de chacun, pour peu qu'y soient associées les équipes de travail à travers un dialogue professionnel organisé. C'est en effet le travail réel, dans sa logique collective au plus près des besoins de chaque équipe, qui doit servir de guide pour la structuration des outils et des usages.

Mais cette réflexion sur l'organisation du travail nécessite un temps long qui se heurte à l'accélération croissante de notre société, que ces technologies numériques alimentent directement. Elles qui nous promettent toujours de gagner du temps nous plongent dans un monde où nous avons l'impression d'en avoir de moins en moins. À peine avons-nous commencé à tirer les enseignements de la précédente vague technologique des outils collaboratifs que nous voilà déjà à l'aube d'une nouvelle révolution numérique avec l'IA générative. Ici encore, on entend beaucoup dire qu'elle va nous permettre de gagner du temps grâce à l'automatisation des tâches répétitives. Mais pour le moment, l'IA générative est peu déployée en entreprise et ses effets restent incertains. N'y a-t-il pas un risque d'aggraver la surcharge cognitive en éliminant les activités répétitives qui sont aussi des moments de récupération mentale ? Ces technologies « génératives » ne vont-elles pas au contraire déplacer les compétences des travailleurs vers des tâches de révision pouvant être perçues comme rébarbatives ?

Et si, plutôt que d'utiliser ces technologies pour travailler plus et plus vite, on s'appuyait sur elles pour travailler mieux ? Analyser l'usage réel de ces différents outils permet en effet de mieux saisir l'évolution des pratiques de travail tant sur le plan individuel que collectif en objectivant leurs impacts sur les compétences, les manières de communiquer et de collaborer.

Suzy Canivenc, Docteure en communication organisationnelle, Chercheure à la Chaire FIT² (Futurs de l'Industrie et du Travail) de Mines Paris - PSL et Chercheure à l'observatoire de l'infobésité et de la collaboration numérique (OICN)

Agir dès aujourd'hui : quelques recommandations.

Dans ce rapport, nous avons travaillé sur cinq thématiques de manière distincte. L'objectif était de faire ressortir les différentes trajectoires possibles pour parvenir aux situations désirables que le Cigref et ses membres se sont données comme objectifs pour chacun des grands enjeux identifiés.

Cependant, ces thématiques ne sont pas disjointes les unes des autres. Au contraire, elles contribuent ensemble à l'advenue d'un numérique durable, responsable et de confiance. Pour y parvenir, il est donc nécessaire de ne pas travailler en silo, mais bien de comprendre qu'un axe d'amélioration sur l'un de nos cinq sujets stratégiques peut également être bénéfique pour les autres. Ainsi, cette partie vise à mettre en lumière un ensemble de recommandations qui permettront aux membres du Cigref et plus globalement aux lecteurs de notre rapport d'agir dès aujourd'hui pour tendre de manière homogène et structurée vers nos cinq situations désirables.

Afin d'accompagner les différentes trajectoires proposées dans ce rapport, **cinq grandes catégories d'actions** peuvent être déployées dès aujourd'hui par les organisations publiques et privées.

01

Les **stratégies et politiques RH** seront des facteurs clés pour atteindre les différents objectifs stratégiques mentionnés dans ce rapport :

- Mieux sensibiliser les fonctions RH aux enjeux numériques, par des formations régulières et une meilleure communication en interne sur ces sujets encore souvent perçus comme « trop techniques ». Cette communication peut passer par la mise en place, au sein de l'organisation, d'« ambassadeurs du numérique » dont l'objectif serait d'accompagner leurs collaborateurs dans la compréhension puis l'adoption des technologies.
- Constituer les équipes de travail avec des profils variés, en mixant les générations et en intégrant des profils IT à l'ensemble des départements de l'organisation pour faciliter les échanges et permettre une meilleure compréhension et adoption des technologies.
- Recruter des profils spécialisés : spécialistes en *Green IT*, experts dans les technologies vertes spécifiques à chaque secteur, compétences juridiques sur les différentes réglementations impactant le numérique (environnementales, cyber, sur la protection des données sensibles...), profils IA/cloud/data...
- Embaucher des réparateurs de matériels informatiques et des responsables QSE (Qualité, hygiène, sécurité, environnement).
- Développer d'ores et déjà des capacités de formation interne, consolider les équipes dédiées aux enjeux cyber ou les créer si elles n'existent pas déjà.
- Augmenter, en parallèle, les rémunérations sur les postes les plus critiques.
- Réaliser un bilan de compétences et un suivi personnalisé des employés pour s'assurer que chacun suive l'évolution des technologies, et ainsi ne pas accroître la fracture numérique.
- Élaborer des politiques de gestion de carrière personnalisées pour réinvestir le temps libéré par l'automatisation de certaines tâches de manière pertinente et utile pour chaque collaborateur.
- Quand cela est possible, recruter des spécialistes en santé psychologique, en management de groupes, en médiation de conflit.
- Produire une cartographie des compétences en interne et des process RH pour mieux gérer des contrats de travail devenus de plus en plus personnalisables.
- Réaliser des enquêtes internes dans les entreprises pour suivre les indicateurs de QVCT.
- Mieux organiser les temps de travail et prévoir des temps de réflexion sur l'utilisation des outils numériques au sein des équipes, et de manière globale dans toute l'organisation.

02

Les **processus de travail de l'entreprise** ainsi que l'engagement des collaborateurs devront être revus pour accompagner les transformations nécessaires :

- De manière générale, solliciter les équipes IT sur davantage d'enjeux de l'entreprise, et pas seulement sur les questions IT, afin de diversifier les points de vue.
- Mettre en place des processus favorisant le numérique responsable, en simplifiant et optimisant les infrastructures IT.
- Privilégier un management transversal et participatif : chaque collaborateur doit avoir une vision globale de la stratégie de l'organisation. Pour cela, il faut encourager l'expérimentation managériale/organisationnelle, *via* la mise à disposition de budgets si nécessaire. Par exemple, il serait possible de mettre en place des *shadow comex*, constitués de jeunes collaborateurs des entreprises qui donnent leurs préconisations aux vrais comex ou d'instituer une politique de la « chaise libre » dans les Codir et Comex pour permettre à tous les collaborateurs de venir s'exprimer.

03

La **responsabilité des organisations dans leurs choix stratégiques IT** sera de plus en plus mise au défi :

- Développer des politiques d'achat privilégiant des produits à faible empreinte carbone, en prenant en compte des critères d'acceptation environnementale lors de l'évaluation des produits numériques.
- Adopter une politique de réemploi, recyclage et intégration dans une économie circulaire pour les matériels informatiques.
- Favoriser l'utilisation d'outils européens conformes aux réglementations, privilégier l'open source autant que possible, et éventuellement créer le poste de « garant de l'autonomie stratégique » pour s'assurer du suivi de cette démarche.

04

La **collaboration de l'ensemble de l'écosystème numérique européen** sera nécessaire, entre entreprises, et en partenariat avec les pouvoirs publics français et européens, afin de mettre en place une stratégie adaptée et cohérente pour parvenir aux ambitions communes définies dans ce rapport :

- Mettre en commun des données stratégiques liées à la cybersécurité, voire créer un organisme dédié à la *threat intelligence* entre entreprises (ce projet pourrait être soutenu par une instance européenne, comme l'ENISA dans le cadre du *Cyber Resilience Act*).
- Développer une politique industrielle européenne commune en matière numérique pour faire émerger un consortium d'entreprises aptes à concurrencer les « Big Tech ».
- Formaliser des plaidoyers pour demander une meilleure régulation par les pouvoirs publics et de plus gros investissements européens dans les moyens de sécurité, mais aussi pour sensibiliser les citoyens sur les enjeux cyber.
- Multiplier les exercices de gestion de crise, entre entreprises ou entre États, *via* la mise en place d'une entité dédiée, nationale ou européenne, à but non lucratif.

05

Les entreprises, au même titre que les pouvoirs publics, devront mettre en place les moyens nécessaires pour **soutenir la recherche et développement** dans tous les domaines technologiques traités dans ce rapport : nouvelles technologies de stockage des données, IA, informatique quantique, solutions de cybersécurité, inclusivité du numérique... Ces moyens passent par le financement de programmes de recherche et par une rémunération adéquate des chercheurs impliqués dans ces programmes, pour éviter un phénomène croissant de *brain drain*.

Membres du Conseil d'Orientation Stratégique

Membres du Cigref

Jean-Michel ANDRÉ - GROUPE SEB

Lionel CHAINE - BPI FRANCE

Sylvain GERON - CARREFOUR

Jean-Claude LAROCHE - ENEDIS

Bastien MIRAULT - UNIBAIL-RODAMCO-WESTFIELD

Emmanuel SARDET - CRÉDIT AGRICOLE

Personnalités qualifiées

Suzy CANIVENC - MINES PARISTECH

Tristan NITOT - OCTO TECHNOLOGY

Julien NOCETTI - IFRI/GEODE

Arno PONS - DIGITAL NEW DEAL FOUNDATION

Membres du Conseil d'Orientation Stratégique Jeunes

Constitué en 2023, le Conseil d'Orientation Stratégique Jeunes est constitué de 71 collaborateurs de moins de trente ans, issus de 40 organisations membres du Cigref.

AIOUAZ Selma - FONDATION DE FRANCE
AMMAR Dhia Eddine - CNAM
ANDRE Joan - STELLANTIS
ANDRIAMANAMISAT Toky - TRANSDEV GROUP
ARNOULT Maxence - EDF
ASNACIOS Youri - MINISTÈRES TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
AUBARET Auriane - ORANGE
BARASCUD Aude - AIR FRANCE-KLM
BERNARDIE Jade - MINISTÈRE DES ARMEES
BERNARDO Christelle - MINISTÈRES SOCIAUX
BIGANT Etienne - BRED
BIHAN Alexis - GROUPE SAVENCIA
BLIN Nicolas - CAISSE DES DÉPÔTS
BOURGEAT Lauriane - AXA
BOUSSAHABA Marvin - BANQUE DE FRANCE
BROTHIER Coline - ENEDIS
CALLEBERT Océane - CAISSE DES DÉPÔTS
CALVIER Mickaël - AGIRC ARRCO
CASTANET Delphine - BRED
CAUET Bérenger - MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR
CHAUMONT Kévin - EDF
CONSTANS Thibaut - CAISSE DES DÉPÔTS
COVILLE Romain - ENGIE
DAYAUX Guillaume - ESSILORLUXOTTICA
DE LAVENNE Charles - AIR FRANCE-KLM
DE PRADIER D'AGRAIN Maxime - TASMANE
DELAUNAY Clément - SODEXO
FOUCARD Maxime - ORANGE
GALOUZEAU DE VILLEPIN Côme - KERING
GERMÉ Allan - AG2R LA MONDIALE
GODART Arthur - THALES
GUILHEN Lucas - MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR
HAMON Fanny - MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR
HERWAL Sahar - BNP PARIBAS
JEMETZ Maël - HARMONIE MUTUELLE
JOUARDET Sylvain - FRANCE TRAVAIL
KOBESSI Victor - AXA
KONATE Kani - CAISSE DES DÉPÔTS
LAFFITTE Merlin - BANQUE DE FRANCE
LAVANANT Clément - MINISTÈRES SOCIAUX
LEFRANCOIS Alexandre - FRANCE TRAVAIL
LOVICHU Hugo - GROUPE SEB
MARILLEAU Mallik - COVÉA
MARTINET Thomas - AGIRC ARRCO
MARTINS GONCALVES Amandine - BNP PARIBAS
MAZARS Alexandre - ABEILLE ASSURANCES
METAYER Pauline - EIFFAGE
MILLEVILLE Camille - AXA
MOTYL Jules - IDEMIA
MOUITY-MOUIITY Miche-Brozdhov - ABEILLE
ASSURANCES
NACIRI Jad - AIR FRANCE-KLM
NGUYENTICH Bao - SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
NKAM NKAM Charlotte - CAISSE DES DÉPÔTS
PAWLOWSKI Maxence - CNAM
PEDINOTTI Thomas - ABEILLE ASSURANCES
PROST Maxime - EDF
RAULT Noëly - THALES
RICHARD Solène - AIR FRANCE-KLM
SANTERRE Laurent - AGIRC ARRCO
SCHWERTZ Alexis - VEOLIA
SEBAH Carole - DASSAULT AVIATION
SIMON Clément - SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
TAOUINT Ania - BRED
TOMASI Anne-Mathilde - MINISTÈRES TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
TRAN Hang - WORLDLINE
VASAPOLLI Julien - SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
VESVAL Clara - AGIRC ARRCO
WANG Nathalie - AMUNDI
WIERTELAK Félix - AMUNDI
WILLAERT Thomas - AIRBUS
WU-POMPIGNE Yang - VALEO

Remerciements

Le Cigref souhaite chaleureusement remercier les membres du Conseil d'Orientation Stratégique, du Conseil d'Orientation Stratégique Jeunes et tous les membres du Cigref pour leur contribution riche et stimulante.

Pour la cinquième année consécutive, nous remercions également l'équipe de Futuribles, partenaire historique du Cigref, pour son accompagnement sans faille dans l'élaboration de cette vision prospective. Destiné tout d'abord aux membres du Cigref, ce rapport s'adresse également à l'ensemble de l'écosystème du numérique et à toutes les personnes intéressées par les enjeux numériques et une approche géopolitique et prospective de ceux-ci.

Rédaction

Aurélie Chotard, Directrice de mission
Henri d'Agrain, Délégué général

En collaboration avec Futuribles

François de Jouvenel, Directeur
Marie Ségur, Directrice d'études
Morgan Paglia, Chargé d'études

Contributions équipe Cigref : Aymeric Bourdin, Flora Fischer, Frédéric Lau, Marine de Sury, Elena Silvera

Relecture : **Chantal de Bardies**, Directrice des contenus, Cigref

Communication : **Émilie Grange**, Chargée de communication, Cigref

Direction artistique et graphismes : **Baptiste Chauveau**, Chargé de communication, Cigref

Illustrations originales : **Alice Colson** (<https://alicecolsonillustrations.com/>)

Ce rapport a été réalisé par HandiPRINT, entreprise adaptée qui emploie 120 personnes en situation de handicap, dans la gestion globale de documents imprimés. Plus d'informations : www.handi-print.fr

Cigref
RÉUSSIR
LE NUMÉRIQUE

Cigref
www.cigref.fr
21 avenue de Messine, 75008 Paris
+33 1 56 59 70 00
cigref@cigref.fr