

Les Cahiers du Digital

#4

Le numérique responsable

Tome 1 - Gestion des
données, sobriété et
inclusion numériques

La collection *Les Cahiers du Digital*

a pour but d'enrichir les enseignements prodigués au sein de HEC Liège, grâce à la contribution d'experts qui détiennent une connaissance de terrain reconnue sur des sujets phares liés à la transformation numérique.

Les cahiers sont rédigés dans un style clair et abordable, afin de permettre à nos étudiants de saisir correctement les enjeux majeurs de la transformation digitale et d'attiser leur curiosité, afin qu'ils souhaitent explorer davantage la thématique, par le biais, notamment, du travail de fin d'études.

TABLE DES MATIÈRES

Les auteur·e·s	5
Avant-propos	7
Introduction : Au cœur de la double transition numérique et environnementale	11
Prendre en compte le cycle de vie complet	11
Conséquences des avancées numériques	11
Diverses opportunités à saisir	12
Attention aux effets rebonds	12
L'usage du numérique fait toute la différence	13
Chapitre 1 - La sobriété numérique dans la gestion des données	17
L'empreinte grandissante de la digitalisation	17
Evolutions techniques	19
Une prise de conscience collective pour les entreprises	24
Conclusion	28
Chapitre 2 - La digitalisation pour l'environnement : le pouvoir du pragmatisme et de la sobriété	33
Des données pour le bien	33
Collecter les bonnes données	35
Stocker les données de manière durable et sûre	36
Utiliser les données pour l'efficacité énergétique	38
Perspectives d'avenir	39
Chapitre 3 - La fracture digitale et les enjeux de l'inclusion numérique	45
Etat des lieux de la fracture numérique en Belgique	45
Chiffres clés	45
Accompagner des personnes en précarité numérique	49
Conclusion	52

Belgian Institute for Sustainable IT asbl

Face à l'urgence climatique,
unissons nos compétences

Pour un numérique

+ inclusif

+ éthique

+ respectueux

de l'environnement

Rejoignez-nous !



Les auteur·e·s

Djida Bounazef

Docteure en business management et administration des affaires, Djida Bounazef est Experte Innovation Numérique à l'Agence du Numérique. Elle est en charge du programme « Recherche et Deep Tech » visant à fédérer les acteurs de l'innovation et de la recherche autour d'une vision commune, la stratégie intelligente de spécialisation de la Région. Elle s'intéresse au green IT et à l'IT for green et, dans ce cadre-là, elle a réalisé plusieurs études et analyses sur le numérique et l'environnement permettant d'identifier, notamment, un cadre méthodologique d'évaluation des impacts ainsi que les domaines d'actions importants pour la région. Elle est aussi à l'origine du projet « Digital Wallonia 4 Circular » dont l'objectif de soutenir les solutions numériques en faveur de la transition durable.

Arnaud Chavagne, Gregory Reuter & Lisa Chonglez

Arnaud Chavagne est Senior Expert in Information and Data Management chez ngage Consulting depuis 2017. Son intérêt pour la gestion des données a commencé pendant ses études en informatique et s'est développé au cours de sa carrière professionnelle dans le secteur des télécommunications. Parallèlement au travail avec les clients, Arnaud est l'un des principaux experts de la communauté de pratique « Business Technology » chez ngage Consulting et investit du temps et de la réflexion pour développer le pilier technologique de l'organisation. Aux côtés d'Arnaud, deux autres ngagers ont contribué à la rédaction de ce chapitre : Gregory Reuter et Lisa Chonglez.

Gregory Reuter a été diplômé de HEC Liège en 2017 avec un Master en Banking & Asset Management ainsi qu'un Master en Financial Audit & Analysis. Depuis, il a acquis une expérience professionnelle dans le secteur financier à travers les premières années de sa carrière chez BDO et BNP Paribas Fortis Factor.

Lisa Chonglez est récemment diplômée de la Katholieke Universiteit Leuven. Elle a obtenu un master en Administration des affaires en 2020, avec une spécialisation en gestion durable. Gregory et Lisa ont tous deux commencé à travailler chez ngage Consulting en avril 2021 et contribuent depuis lors, avec dévouement et enthousiasme, à la transformation numérique d'un grand importateur automobile belge.

Tanguy Detroz

Tanguy Detroz a obtenu son diplôme d'ingénieur en 1997 après avoir étudié en Belgique et en Allemagne. Il a d'abord travaillé pour plusieurs entreprises dans le domaine du contrôle des réseaux électriques avant de fonder Dapesco en 2002. Dapesco est considéré comme l'un des premiers acteurs à se concentrer sur le contrôle et l'optimisation de l'énergie. Tanguy a dirigé Dapesco jusqu'en 2021, lorsque METRON a acquis Dapesco pour accélérer sa croissance internationale. Il occupe désormais le poste de directeur général adjoint de METRON, en charge des territoires, au service des clients industriels & publics dans plus de 30 pays à travers le monde. Tanguy est également l'ancien président du Belgian Tweed Cluster (180 entreprises spécialisées dans les énergies renouvelables et l'eau) et a été chargé de cours dans différentes universités.

Danoucha Keusters

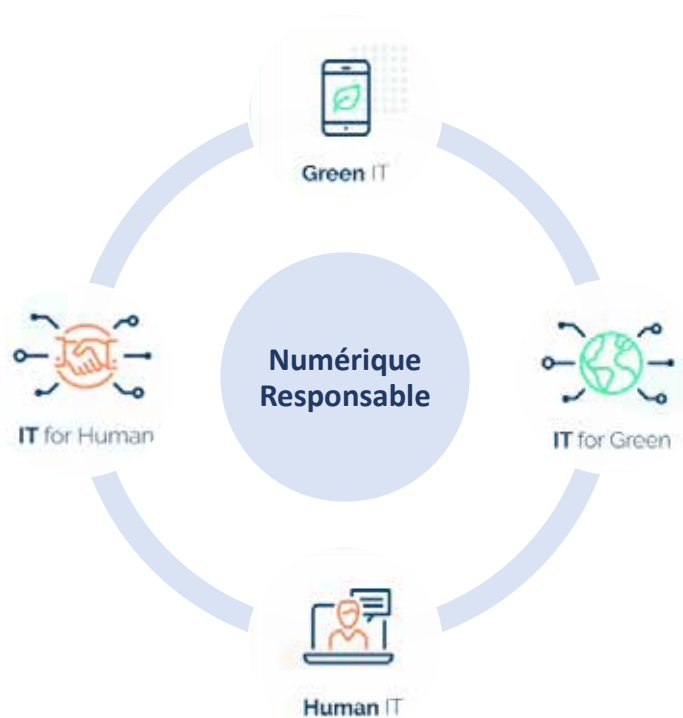
Danoucha Keusters a la fibre sociale. Après des études de communication à l'IHECS et un mémoire de fin d'étude sur les migrants, Danoucha est venue renforcer l'asbl WeTechCare où elle occupe une double casquette. Dans son rôle de communication, elle veille à faire connaître les activités de WeTechCare et exerce un travail journalistique de sensibilisation. En tant que formatrice, elle descend sur le terrain et forme des acteurs de première ligne à l'accompagnement des publics fragiles vers l'autonomie numérique.

Avant-propos

Olivier Vergeynst (ISIT-BE) & Nicolas Neysen (HEC Liège)

Les technologies numériques, aujourd'hui omniprésentes, sont souvent vues de façon simpliste comme la solution à tous nos problèmes, que ce soit économiques, sociaux ou environnementaux. La « transition digitale » est une priorité pour la majorité des organisations publiques comme privées. Nos données sont stockées et traitées dans le « Cloud », ce nuage qui laisse penser que le numérique est sans impact négatif. Et pourtant, quand on s'y intéresse, on apprend rapidement que ces impacts sont nombreux et très importants. Par exemple, le numérique mondial émet plus de gaz à effet de serre que l'aviation civile ! Pour autant, il est indéniable que le numérique rend de nombreux services. Alors comment combiner numérique et développement durable ?

En s'appuyant sur les « 3P » du développement durable (People, Planet, Prosperity) pour agir en faveur d'un numérique plus respectueux de l'environnement, au service de la société au sens large, il est possible de maximiser les bienfaits du numérique tout en minimisant ses impacts négatifs ; c'est ce que nous appelons le **numérique responsable** (ou « Sustainable IT » en anglais), qui repose sur 4 piliers (cf. schéma ci-dessous). Le premier pilier est celui du **Green IT**. Il s'agit ici de limiter l'impact du numérique sur l'environnement. Ensuite, il y a l'**IT for Green**, qui consiste à utiliser les technologies numériques pour réduire l'empreinte environnementale d'autres secteurs (gestion énergétique automatisée des bâtiments, drones pour réduire les besoins en irrigation ou l'aspersion d'engrais dans les champs, etc.). Le troisième pilier est le **Human IT**, qui porte sur l'impact sociétal du numérique et aborde des sujets tels que la protection des données, l'éthique en intelligence artificielle, mais aussi l'inclusion numérique ou encore l'accessibilité des sites web. Enfin, l'**IT for Human**, qui a pour but de créer des solutions informatiques au service de l'être humain, comme le « *text-to-speech* » par exemple qui permet aux non-voyants de lire un texte grâce à leur smartphone.



Nous avons reçu de nombreuses propositions de contributions à ce cahier dédié à la thématique du numérique responsable, si bien qu'au final, nous avons pris la décision de constituer deux tomes distincts. Aucune logique particulière n'a été privilégiée dans l'organisation des chapitres. Toutefois, il est intéressant de constater que les différents chapitres se rapprochent de l'une ou l'autre des dimensions évoquées ci-dessus, créant une réelle complémentarité dans l'analyse.

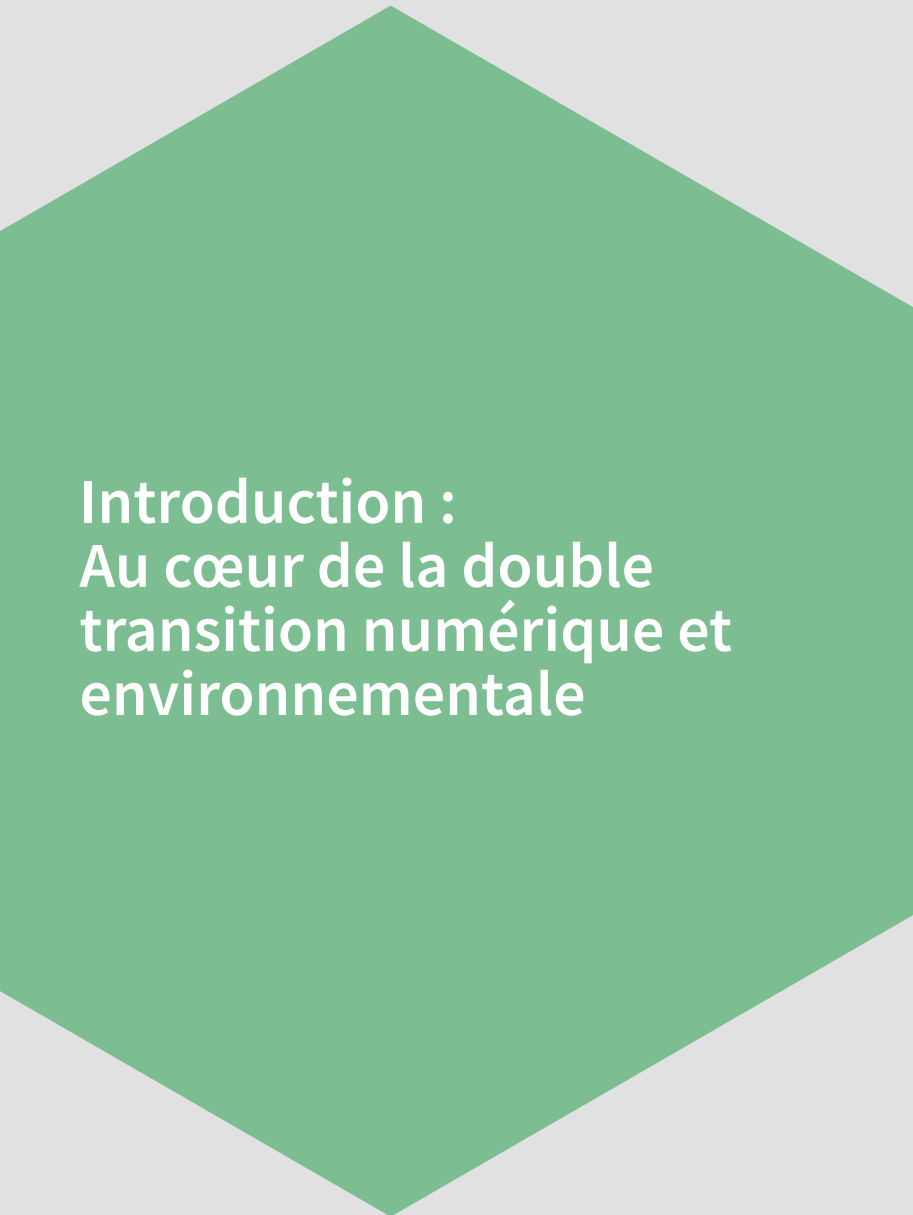
Voici un aperçu de la trame de ce premier tome. La courte introduction brosse un rapide tableau de la situation actuelle en matière de numérique et d'environnement. Les défis que cela pose, la nécessité de prendre en compte l'empreinte environnementale globale, les risques liés aux effets rebonds, etc., tout cela, sans toutefois occulter les nombreuses opportunités offertes par les technologies numériques en la matière et les solutions qu'elles peuvent apporter.

Le premier chapitre se concentre sur les impacts environnementaux de la croissance des données et sur le besoin de centres partagés accessibles via des services cloud (**Green IT**). A travers l'explication des principaux composants d'un data center et des actions mises en place pour réduire leur consommation d'énergie, l'objectif est de mettre en évidence que les solutions technologiques ne peuvent à elles seules suivre l'évolution de nos modes de consommation et l'augmentation des données qui en découle, soulignant la nécessité de changer nos habitudes de consommation du numérique. Ce premier chapitre est divisé en trois parties. La première partie est consacrée à l'impact de la digitalisation, soit comment les technologies numériques contribuent à la création de grandes quantités de données. La deuxième partie se concentre sur l'aspect technique des systèmes de stockage, ainsi que sur leur évolution et les innovations qui en découlent. Enfin, la dernière partie de ce premier chapitre souligne le fait que les entreprises et leurs employés ont un rôle clé à jouer dans la sobriété numérique, notamment en ce qui concerne la gestion du cycle de vie des données.

Le second chapitre tente d'expliquer en quoi l'utilisation des technologies numériques permet aussi de contribuer aux objectifs environnementaux (**IT for Green**). Une référence au secteur de l'énergie permet d'illustrer cela plus facilement. Ce chapitre est construit en quatre parties. Tout d'abord, il est question de souligner la croissance exponentielle des données, leur impact grandissant et la façon dont nous devons être plus responsables dans un monde fini. Ensuite, viennent les propositions de méthodologies comprenant les facteurs à prendre en compte pour s'assurer que les bonnes données sont collectées. L'étape suivante consiste à examiner comment stocker correctement les données afin de réduire leur impact sur l'environnement. Enfin, l'exemple des systèmes de gestion de données dans le secteur de l'énergie est approfondi en pointant les outils numériques qui permettent de réduire considérablement notre consommation d'énergie.

Le troisième et dernier chapitre de ce premier tome est consacré à la question de la fracture numérique et aux solutions permettant de lutter contre cette douloureuse réalité (**Human IT** et **IT for Human**). En Belgique, selon le baromètre de l'inclusion numérique, publié en août 2020 par la Fondation Roi Baudouin, 40 % de la population (entre 16 et 74 ans) se trouve en situation de vulnérabilité numérique, toutes catégories sociales confondues. En effet, toutes les couches de la société peuvent être touchées par la fracture numérique : les jeunes, les seniors, les personnes en situation de précarité sociale, les personnes atteintes d'un handicap ou étant en situation d'illettrisme, les personnes ne travaillant pas avec les outils numériques au quotidien, etc. Ce chapitre a pour but, d'une part, de démontrer en quoi la fracture numérique n'est pas un phénomène binaire mais bien une réalité complexe avec un éventail de vulnérabilités numériques, et d'autre part, d'indiquer qu'il existe des solutions bien concrètes pour accompagner des personnes en précarité numérique.

Nous vous souhaitons une agréable lecture et espérons que vous trouverez dans les pages qui suivent de quoi alimenter vos réflexions et discussions à venir.



Introduction :
Au cœur de la double
transition numérique et
environnementale

Introduction : Au cœur de la double transition numérique et environnementale

Djida Bounazef (Agence du Numérique)

Le lien entre le numérique et l'environnement reste une thématique nouvelle et peu exploitée dans la revue de la littérature. Elle prend de l'ampleur depuis 2015 avec des sources traitant particulièrement d'aspects liés aux déchets, à l'énergie, aux gaz à effet de serre, aux matériaux et à la consommation d'eau. Ces travaux sont publiés majoritairement par des académiques, des institutions publiques et des industriels IT. En 2020, l'empreinte carbone de l'ICT est évaluée à 2-4 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde. Même si cela représente 1 ou 2 gigatonnes d'équivalent CO₂ (CO₂e¹), ce pourcentage reste minime sachant que plus de 95 % des émissions de GES sont générées par d'autres secteurs et d'autres facteurs.

Prendre en compte le cycle de vie complet

Tout produit fabriqué et vendu génère un impact direct sur l'environnement. Dans une logique d'écoconception, différents indicateurs sont mesurés afin de prendre conscience de l'ensemble des matériaux, ressources et énergies mobilisés sur l'ensemble du cycle de vie des technologies numériques depuis leur conception, leur utilisation jusqu'à leur traitement en fin de vie. Parmi ces indicateurs, la source d'énergie primaire et finale, le niveau de rareté des matériaux utilisés, le taux d'émissions de gaz à effet de serre, la quantité d'eau mobilisée, la toxicité de produits manipulés permettent aujourd'hui de mesurer et de comparer l'empreinte environnementale globale générée par un produit numérique.

Conséquences des avancées numériques

Le secteur numérique génère un impact direct sur l'environnement. Presque 55 millions de tonnes de déchets électroniques et électriques (DEEE) ont été générés en 2019 dans le monde. Les petites technologies numériques de type téléphone portable représentent presque 5 millions de tonnes et les technologies comme les écrans ou moniteurs représentent presque 7 millions de tonnes. Au vue des habitudes et tendances de consommation mondiale, les DEEE sont estimés à 75 millions de tonnes d'ici 2030, soit une augmentation de 40 % en 10 ans. Comme mentionné ci-dessus, l'empreinte carbone générée par le cycle de vie complet des technologies numériques dans le monde en 2020 est évaluée à un équivalent d'un à deux gigatonnes de CO₂e, soit, 2 à 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Ces émissions sont principalement générées durant la phase de production des technologies numériques.

A l'échelle de l'Europe, les pays membres utilisent annuellement presque 5800 tonnes de ressources, matériaux et métaux rares pour la fabrication de technologies numériques et presque 4000 pétajoules PJ (unité de mesure d'énergie) de ressources fossiles, soit 26,4 % de la consommation mondiale. Ils génèrent 185 millions de tonnes équivalent CO₂e pour le cycle de vie complet de leurs technologies numériques, soit 40,7 % des GES du secteur du numérique dans le monde. Ils exploitent plus de 570 millions de tonnes de matières premières pour la fabrication de technologies numériques et

¹ Un équivalent dioxyde de carbone, ou équivalent CO₂, est une mesure métrique utilisée pour comparer les émissions de divers gaz à effet de serre sur la base de leur potentiel de réchauffement global, en convertissant des quantités d'autres gaz en quantité équivalente de dioxyde de carbone avec le même potentiel de réchauffement global. (Source : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent)

produisent plus de 115 millions de tonnes de déchets de technologies numériques en fin de vie. En termes d'énergie, les pays membres de l'Europe consomment presque 4250 PJ d'énergie primaire pour la fabrication d'outils et de services numériques et presque 1050 PJ d'énergie finale pour l'utilisation journalière de l'ensemble des équipements numériques. Ces chiffres équivalent à une pollution de 370.000 allers-retours d'un avion entre Paris et New York, soit 63 années de liaisons actuelles, à une production de déchets numériques équivalente au poids de 1,87 milliards d'êtres humains, voire encore à l'équivalent d'une consommation électrique de 32,5 millions de systèmes de chauffage (de 1000 W) allumés en continue pendant une année.

Diverses opportunités à saisir

L'empreinte environnementale des technologies numériques ne représente qu'une fine partie des impacts environnementaux générés par l'activité humaine. Il est important d'être conscient de l'impact du numérique sur l'environnement dans une logique Green IT. Toutefois, il est tout aussi important de saisir toutes les opportunités des avancées technologiques numériques pour préserver l'environnement dans une logique d'IT for Green. A titre d'exemple, les réseaux électriques intelligents permettent d'économiser presque 150 millions de tonnes de CO₂e et jusqu'à 10 % de la consommation énergétique, l'efficacité énergétique des smart buildings économise presque 215 millions de tonnes de CO₂e, l'application du numérique dans une logique du smart farming, notamment grâce aux irrigations intelligentes, économise 650 millions de tonnes de CO₂e et l'industrie 4.0, principalement à travers la gestion intelligente de la chaîne d'approvisionnement et d'une vision plus orientée eco-factory, réduit l'équivalent de presque 240 millions de tonnes de CO₂e.

Outre ces gains non négligeables, les technologies numériques apportent de réelles solutions pour surveiller le climat et ses variations, s'adapter au réchauffement climatique et pour renforcer la sensibilisation et la mobilisation des acteurs autour de la cause environnementale en simplifiant la transmission de la bonne information et des bons gestes à adopter. Le numérique peut aider à contrer ou à mieux gérer des phénomènes météorologiques pouvant causer de graves dégâts pour la Wallonie, comme ce fût le cas en juillet 2021. Dès lors, il joue un rôle de prévention (pratiques visant à moins dégrader l'environnement) et d'anticipation (pratiques visant à mieux observer et comprendre les variations environnementales de sorte à agir en conséquence). Le numérique fait évoluer les relations traditionnelles de transition entre les vendeurs et les acheteurs. De nouveaux modèles basés sur la confiance et sur des solutions alternatives pullulent dans une logique de fonctionnalité et de circularité.

Attention aux effets rebonds

L'usage des technologies numériques apporte de réelles opportunités pour l'environnement. Toutefois, il est important de prendre en compte aussi les effets rebonds qui accompagnent un usage intensif d'une technologie numérique. Il existe trois types d'effets rebonds : le direct, l'indirect et le systémique. Le premier représente une augmentation d'utilisation d'un même produit. Par exemple, changer très fréquemment de téléphone portable pour acquérir les derniers modèles même si l'ancien appareil est encore opérationnel. Le deuxième se concrétise à travers une augmentation d'utilisation d'autres technologies numériques. Par exemple : la diminution du prix des ordinateurs (donc le gain en pouvoir d'achat) pousse les usagers à acquérir des tablettes même si l'usage d'un ordinateur portable pouvait répondre parfaitement à leur besoin. Le troisième correspond à la somme des effets rebonds directs et indirects qui induisent à terme un changement des modes

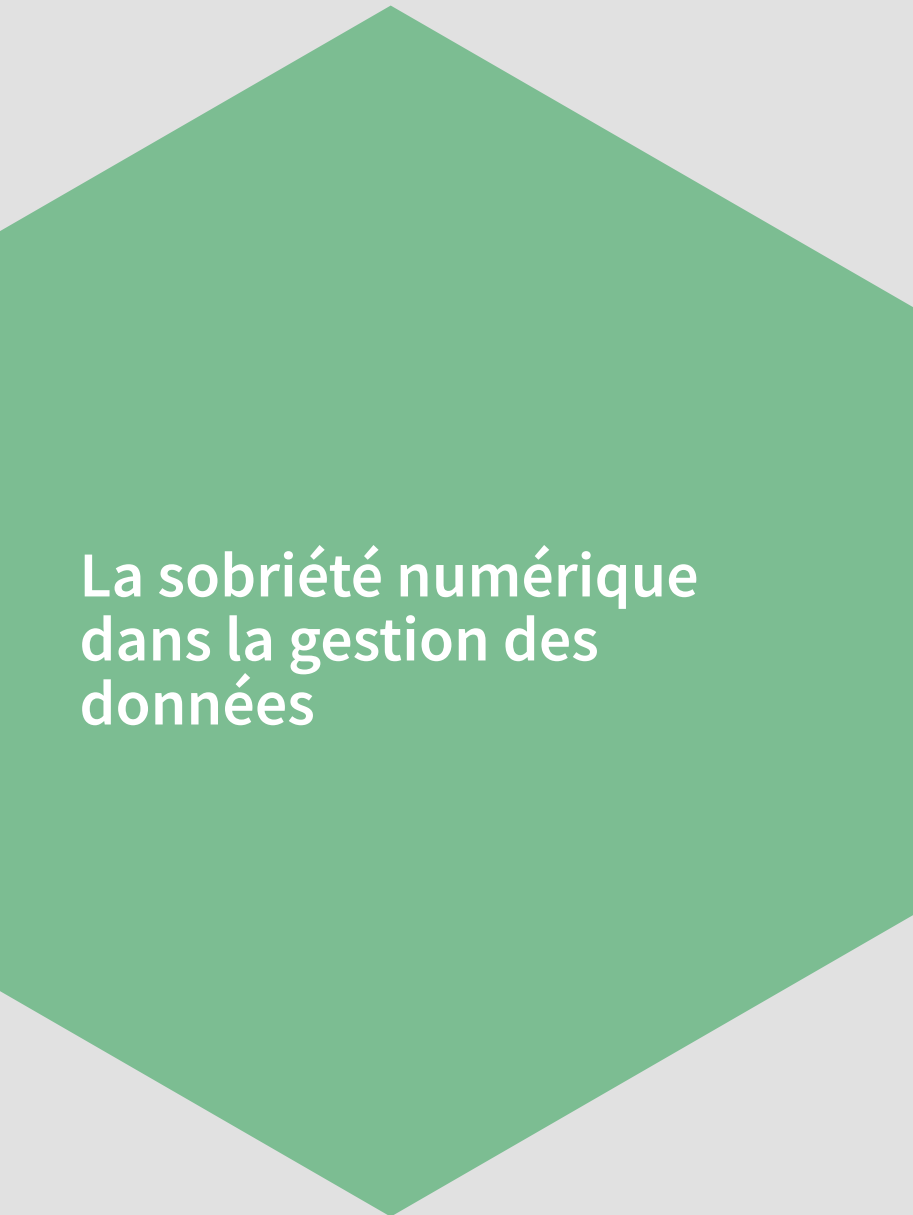
de consommation et de vie. Il est par exemple commun de disposer chez soi de plusieurs GSM fonctionnels rangés dans un tiroir, d'équipements électroménagers toujours emballés dans leur carton après plusieurs années, voire encore de vêtements achetés sur internet qui n'ont jamais été portés. Tout cela pour dire que les facilités apportées par le numérique incitent fortement à la surconsommation.

Parmi les effets rebonds qui accompagnent une réduction de l'empreinte environnementale du numérique, il y a principalement le cas des consommations énergétiques. En effet, l'utilisation de sources d'énergie plus verte comme les panneaux photovoltaïques induit une augmentation mondiale de consommation d'électricité de l'ordre de 130 %. De même, les économies réalisées grâce à l'efficacité énergétique des bâtiments entraînent une augmentation de 4 % de l'utilisation de technologies numériques dans ces bâtiments.

L'usage du numérique fait toute la différence

En soi, la digitalisation est davantage un processus humain et les outils numériques sont, comme l'indique le terme, des outils. Un outil peut être un facilitateur et/ou une barrière à l'adoption d'un mode de fonctionnement plus durable et, par conséquent, il doit être considéré et compris dans son intégralité (par exemple, les différents acteurs, les modes d'utilisation, le changement de comportement et d'habitude, la compréhension de la consommation, etc.) pour évaluer l'apport réel. Il est important de prendre l'aspect humain en compte pour s'adapter aux besoins et de comprendre les différentes manières de réappropriation et d'utilisation au quotidien de ces outils par les différents acteurs.

Dans l'ensemble, plus de 60 % des sources et des rapports analysant la balance entre les risques et opportunités du numérique arrivent au constat que les avancées technologiques apportent plus d'avantages que d'inconvénients. Néanmoins, l'enjeu important aujourd'hui reste de sensibiliser à des modes de consommation et d'usage durable de sorte à saisir toutes les opportunités du numérique tout en limitant ses effets rebonds et, dans une logique Green IT, son empreinte environnementale.



La sobriété numérique
dans la gestion des
données

CHAPITRE 1

Chapitre 1 - La sobriété numérique dans la gestion des données

Arnaud Chavagne, Gregory Reuter & Lisa Chonglez (ngage)

L'importance du Web et des technologies numériques au sens large dans notre vie privée et professionnelle a augmenté de manière exponentielle. Les technologies numériques ont révolutionné le monde des affaires et entraîné de profonds changements dans les secteurs de la production et des services. C'est encore plus vrai depuis le début de la crise du COVID-19 qui, à son tour, a accéléré l'avancée de la transformation numérique. Notons que cette transformation ne se traduit pas seulement par l'évolution des appareils, mais aussi et surtout par l'intégration de données intelligentes dans notre vie quotidienne. Le passage au travail à distance et l'explosion de la quantité de contenus en ligne contribuent à l'apparition d'un volume de données sans précédent.

Par ailleurs, la durabilité fait l'objet d'une attention mondiale croissante. Les individus, ainsi que les organisations, sont de plus en plus conscients des défis climatiques à venir. Même si l'accent a été mis principalement sur les secteurs de l'agriculture et des transports, le monde commence à pointer du doigt la consommation énergétique considérable des centres de données qui alimentent notre économie numérisée et l'impact environnemental de nos technologies numériques. Il existe un potentiel indéniable d'exploitation des technologies de l'information au profit de l'environnement, mais leurs impacts négatifs sur l'environnement doivent également être pris en compte et maîtrisés¹.

Régulièrement comparées au pétrole comme « le carburant du futur progrès économique », les données sont souvent considérées à tort comme n'ayant aucune forme physique et donc aucun impact sur l'environnement. Pourtant, si l'on considère la demande incessante de matériel et d'énergie pour faire fonctionner les centres de données, l'empreinte environnementale du secteur informatique est bien présente et en constante augmentation.

L'empreinte grandissante de la digitalisation

L'avidité des systèmes d'information

Les données sont accumulées à partir des fichiers journaux des serveurs, des réseaux GPS, des enregistrements d'appels, du trafic web et plus encore. Tout est enregistré, tout est stocké, quelque part. Et bien que les données soient désormais considérées comme l'un des plus grands atouts de toute entreprise, la plupart de ce qui est collecté par les organisations reste tout simplement inexploité. Selon une étude réalisée par TRUE Global Intelligence et Splunk (2020), 55 % des données d'une organisation sont « *dark* », ce qui signifie qu'elles ne sont ni quantifiées, ni utilisées².

De nombreuses organisations ont des difficultés à exploiter le plein potentiel de leurs données, en raison du manque de ressources, de processus et de compétences pour les valoriser. La plus grande partie de ces « *Dark Data* » sont non structurées, généralement classées comme des données qualitatives. Les données non structurées sont très difficiles à gérer et impossibles à analyser avec les outils de données classiques. Elles comprennent tout, des documents aux images, en passant par les systèmes vidéo et audio et même les messages sur les médias sociaux. Agrégés, ces types

¹ Sui, D., & Rejeski, D., "Environmental impacts of the emerging digital economy: The E-for-environment e-commerce?", *Environmental Management*, 29(2), 2002, pp. 155-163.

² *The state of Dark Data*. Splunk. (n.d.). Consulté le 27 février 2022, via <https://www.splunk.com/pdfs/dark-data/the-state-of-dark-data-report.pdf>

de données représentent plus de 80 % de l'univers global des données numériques (CIO, 2019³). Les entreprises ne connaissent pas exactement la quantité de données dont elles disposent, et certainement pas la vitesse à laquelle elle augmente.

Il y a ce désir commun de conserver et de stocker toutes les données qui ont été collectées, ce qui entraîne une croissance constante des magasins de données. Alors que les coûts de stockage ont baissé, la quantité de données stockées et les coûts associés augmentent considérablement⁴. Cela représente des dépenses importantes pour les entreprises, car elles doivent acheter davantage de capacité de stockage, mais aussi réaliser des investissements pour protéger les données, s'adapter aux réglementations en vigueur et rechercher de nouvelles technologies pour traiter leurs données.

En définitive, les entreprises continueront à exploiter les données pour améliorer leurs processus internes et créer de nouvelles sources d'avantages concurrentiels. Cependant, la manipulation de toutes les données collectées chaque jour semble être plus difficile que l'on ne le pense.

L'impact environnemental des données

Il faut une énorme quantité d'énergie pour fabriquer et alimenter nos appareils, nos centres de données et les infrastructures qui y sont liées. Comme le nombre d'utilisateurs d'Internet a explosé au cours de la dernière décennie, la demande de services de centres de données en a fait de même. Selon Whitehead et al. (2014⁵), l'industrie des TIC représente 2 % des émissions mondiales de CO₂, ce qui équivaut approximativement aux émissions directes de l'industrie aéronautique. En outre, de grandes quantités d'eau sont utilisées pour faire fonctionner les centres de données et fabriquer des équipements numériques, tant pour le refroidissement que pour la production indirecte d'électricité⁶.

Outre leur consommation d'énergie et leurs émissions directes, les centres de données sont également responsables des « émissions liées au cycle de vie », c'est-à-dire principalement dus à l'extraction des matières premières, à la fabrication, au transport et à l'élimination en fin de vie⁷. Premièrement, les mines utilisées pour extraire les terres rares sont très intrusives et constituent une source importante de pollution. Ensuite, la production d'appareils numériques est également à l'origine de niveaux élevés d'émissions nocives, causées par le transport sur de longues distances et les usines de production⁸. Enfin, la redondance technologique et l'obsolescence programmée contribuent à la formation de montagnes de déchets électroniques, souvent expédiés dans les pays à faible revenu, ce qui les oblige à traiter des polluants chimiques dangereux⁹.

3 Davis, D. (2019, 9 juillet). *AI unleashes the power of Unstructured Data*. CIO. Consulté le 13 avril 2022, via <https://www.cio.com/article/220347/ai-unleashes-the-power-of-unstructured-data.html>

4 *Companies collect a lot of data, but how much do they actually use?*. Priceonomics. (2019, 7 août). Consulté le 2 février 2022, via <https://priceonomics.com/companies-collect-a-lot-of-data-but-how-much-do/>

5 Whitehead, B., Andrews, D., Shah, A., & Maidment, G., "Assessing the environmental impact of Data Centres Part 1: Background, energy use and metrics", *Building and Environment*, 2014, 82, pp.151–159.

6 Siddik, M. A., Shehabi, A., & Marston, L., "The environmental footprint of data centers in the United States", *Environmental Research Letters*, 2021, 16(6), 064017.

7 *Data Centres and Data Transmission Networks*. IEA. <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>

8 Brennan, A. (2019, 4 juillet). *The Environmental Impact of Digitalisation*, European Data Protection Supervisor, Consulté, le 1^{er} février 2022, via https://edps.europa.eu/debatingethics-conversation-3-environmental-impact-digitalisation_en

9 Muggah, R., Rohozinski, R., & Goldin, I. (2020, 23 septembre). *The Dark Side of the digital revolution – and how to fix it*. World Economic Forum. Consulté le 27 janvier 2022, via <https://www.weforum.org/agenda/2020/09/dark-side-digitalization/>



La redondance technologique et l'obsolescence programmée contribuent à la formation de montagnes de déchets électroniques, souvent expédiés dans les pays à faible revenu, ce qui les oblige à traiter des polluants chimiques dangereux.

En résumé, la collecte excessive de données se traduit par des centres de données inefficaces et sous-utilisés qui consomment des quantités considérables d'énergie, représentent des coûts inutiles pour les entreprises et sont à l'origine d'énormes quantités d'émissions de CO₂. Personne ne peut nier l'importance de la capture des données. Cependant, les organisations doivent se concentrer sur la manière de capturer des données valables et de déployer des technologies de haute qualité pour les exploiter de manière intelligente et leur apporter une valeur commerciale. Sachant que la demande de services numériques va continuer à se renforcer, il est essentiel de commencer à prendre en compte ces conséquences.

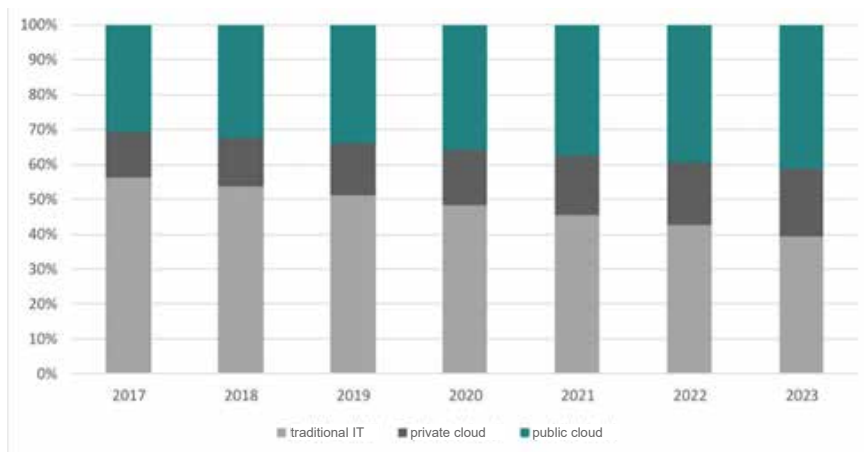
Evolution techniques

Des centres de données traditionnels aux services « cloud »

Pour répondre à l'explosion des données disponibles et à la demande croissante de services informatiques spécifiques (stockage, analyse de données, ...), les entreprises ont dû investir dans leurs propres centres de données. Cela signifiait qu'elles devaient acheter le matériel de serveur et de réseau nécessaire pour augmenter leurs capacités actuelles et en construire de nouvelles. Une marge de sécurité en termes de capacité a dû être prise pour garantir la disponibilité des services et répondre à la saisonnalité de la demande. Cela a été réalisé à un coût gigantesque tant pour les entreprises que pour l'environnement.

Pour atténuer ces coûts et accélérer la transformation numérique des entreprises, des services cloud hébergés dans des centres de données externes ont commencé à apparaître sur le marché. Les plus grands noms du secteur informatique, comme Microsoft, ont commencé à proposer leur catalogue de services existant dans le cloud plutôt que sur site. Suivant leur exemple, d'autres entreprises ont commencé à développer leur propre offre, comme Amazon ou Google. En Asie, de nouveaux acteurs tels qu'Alibaba ou Huawei ont rapidement accédé au statut de « géant du

web ». Ces organisations ont construit des centres de données qui sont désormais répartis dans le monde entier, afin de créer un réseau fiable capable de répondre à la demande en forte croissance.



Les dépenses en matière d'infrastructure informatique se répartissent entre informatique traditionnelle, cloud public et cloud privé¹⁰.

Comme le montre le graphique ci-dessus, de nombreuses entreprises commencent à adopter une « stratégie du cloud » et modifient leur architecture. Ce passage de l'informatique traditionnelle, exploitée localement par chaque entreprise, à un modèle de service où des spécialistes exploitent des centres de données partagés, offre des opportunités intéressantes :

- **Utilisation plus efficace du matériel informatique** : le partage des ressources entre les entreprises garantit un meilleur taux d'utilisation du matériel mis en œuvre (par exemple, un serveur). La possibilité d'augmenter ou de réduire les services en fonction de la demande évite à chaque entreprise de prévoir une réserve dans son infrastructure pour faire face aux pics. Selon l'agence américaine de protection de l'environnement, l'utilisation moyenne des serveurs dans le cas du cloud computing public est supérieure de 50 % à celle des centres de données traditionnels ou des services de cloud privé. Ce taux d'utilisation amélioré représente une réduction drastique du nombre de serveurs nécessaires pour fournir le même niveau de services.

- **Un meilleur rapport entre l'énergie utilisée et les services offerts** : une étude menée par le Lawrence Berkeley National laboratory en 2013, a révélé que l'énergie nécessaire aux applications à usage fréquent (par exemple, les courriers électroniques ou les logiciels de productivité) pouvait être réduite jusqu'à 87 % en les déplaçant vers le cloud public. Ce constat est directement lié à la meilleure utilisation du serveur mais aussi au fait que l'infrastructure est souvent plus efficace.

- **Plus de transparence** : le nombre limité d'acteurs fiables offrant des services de cloud public peut être considéré comme un risque car il pourrait être difficile de contraindre ces géants opérant dans le monde entier. Néanmoins, en imposant des normes pour opérer en Europe et en introduisant des cadres législatifs tels que les « marchés publics écologiques » visant à prendre en compte les impacts environnementaux lors de l'achat de matériel ou de services par le biais d'appels d'offres publics ou le « European Green Deal » et la « European Data strategy », l'UE est un facteur facilitant

¹⁰ European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, Montevecchi, F., Stickler, T., Hintemann, R. (2020). *Energy-efficient cloud computing technologies and policies for an eco-friendly cloud market: final study report*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/3320>

pour les autorités qui souhaitent obtenir plus de transparence concernant la pollution générée par les centres de données et s'associer avec des entreprises adoptant une approche écologique.

“

La demande mondiale d'énergie provenant des services informatiques s'intensifie chaque année et pourrait doubler d'ici 2030 par rapport à 2019.

”

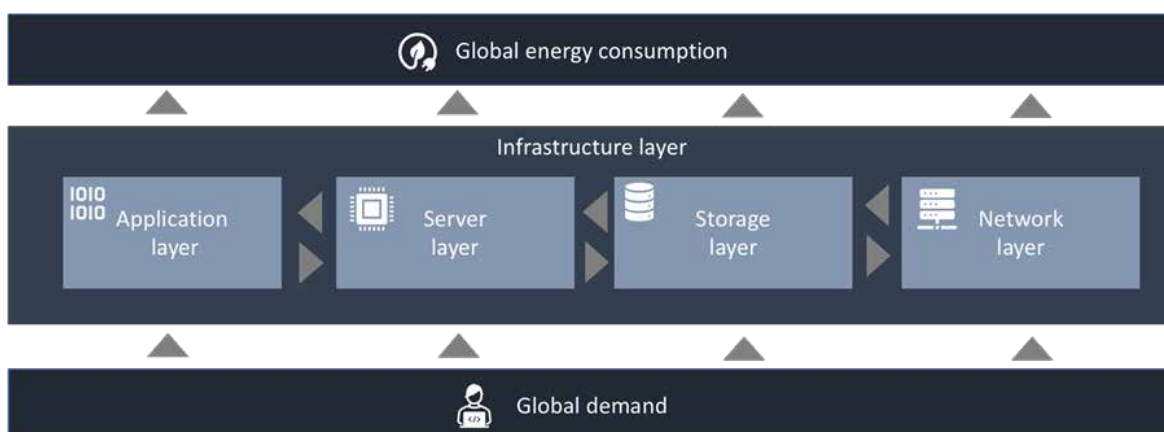
La demande mondiale d'énergie provenant des services informatiques s'intensifie chaque année, et certaines études prévoient qu'au rythme actuel de développement, elle pourrait doubler d'ici 2030 par rapport à 2019¹¹. Par exemple, la consommation d'énergie des centres de données dans l'UE28 est passée de 53,9 TWH/a à 76,8 TWH/a, entre 2010 et 2018, soit une augmentation de plus de 40 % et a représenté 2,7 % de la demande d'électricité pour cette dernière année seulement¹². Sachant que la demande va continuer à augmenter, qu'un objectif clé est de réduire la consommation d'énergie et de

garder sous contrôle les impacts environnementaux du secteur informatique, il est évident que les centres de données devraient être au cœur de notre stratégie vers une informatique plus verte.

Quels sont les principaux composants d'un centre de données ?

Pour bien comprendre la consommation d'énergie d'un centre de données et la façon dont différents paramètres (demande, situation géographique, climat, technologie utilisée...) influencent la consommation d'énergie, il est important d'avoir une vision claire des principaux composants.

Dans un article publié en 2021, Martijn Koot et Fons Wijnhoven¹³ ont défini le modèle suivant qui donne un aperçu des principaux composants d'un centre de données et de leur impact sur la consommation d'énergie. L'image suivante est une représentation simplifiée mettant en évidence les différentes couches de composants que l'on trouve dans un centre de données.



Les composants d'un data center sous forme de couches (Koot & Wijnhoven, 2021)

11 Hintemann, R., & Hinterholzer, S. (2020, mai). *Energy Consumption of data centers worldwide: How will the internet become green?* Consulté le 27 février 2022, via https://www.researchgate.net/publication/341427004_Energy_consumption_of_data_centers_worldwide_How_will_the_Internet_become_green

12 European Commission (2020). *Op. cit.*

13 Wijnhoven, F., & Koot, M., Usage impact on data center electricity needs: A system dynamic forecasting model", *Applied energy*, 2021, 291, pp. 1-13.

- La **couche applicative** est définie comme « des activités telles que l'utilisation de serveurs de traitement de données à l'origine de charges de travail, le stockage de données et les transferts de données dans et entre les centres de données¹⁴ ». Cisco¹⁵ fait une distinction importante entre deux catégories d'applications, celles orientées vers les entreprises et celles orientées vers les consommateurs, car toutes deux ont des prévisions de croissance différentes et des actions distinctes doivent être prises.
- La **couche réseau** comprend tout le trafic entre les centres de données et les utilisateurs finaux, mais aussi entre les différents composants du centre de données.
- La **couche serveur** est constituée de l'infrastructure informatique physique ou virtualisée permettant le traitement de la charge de travail.
- La **couche de stockage** englobe toutes les unités de stockage.
- La **couche infrastructure** comprend « tous les besoins énergétiques des centres de données qui ne sont pas directement causés par les activités de traitement, de stockage ou de réseau des serveurs. Parmi les principaux composants de l'infrastructure figurent le refroidissement, l'éclairage, la sécurité et le chauffage des bâtiments¹⁶ ».

Ce modèle est important pour comprendre la complexité des centres de données et la manière dont des actions spécifiques doivent être menées sur chaque couche pour influencer les paramètres clés et les rendre plus écologiques.

Comment mesurer et améliorer l'efficacité énergétique d'un centre de données ?

Afin d'encourager la réduction des impacts environnementaux de son industrie numérique, la Commission européenne (dans le cadre de ses politiques énergétiques européennes) a introduit certaines directives relatives à l'efficacité énergétique des centres de données mis en œuvre dans ses limites. Le code de conduite européen reconnaît la nécessité de disposer de mesures stables pour contrôler l'efficacité des centres de données et a adopté la mesure « PUE » (Power Usage Effectiveness), communément acceptée dans le monde entier.

- **PUE** = *Puissance totale de l'installation / Puissance de l'équipement informatique*

Même si le ratio PUE est l'un des indicateurs les plus utilisés, il est important de noter que différentes métriques peuvent être utilisées pour évaluer l'efficacité des centres de données. Ces métriques devraient même être combinées pour avoir une meilleure compréhension des facteurs en jeu. D'autres indicateurs bien connus sont :

- **CUE** (Carbon usage effectiveness) = *Émissions totales de CO2 des centres de données / Puissance des équipements informatiques*
- **WUE** (Water usage effectiveness) = *Consommation d'eau des centres de données / Puissance des équipements informatiques*

Il est clair que le PUE moyen des centres de données européens est en baisse depuis 2009. Selon divers rapports, la pente descendante est moins prononcée que celle des centres de données américains. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il n'y a pas d'acteur européen majeur actif sur le marché et capable de rivaliser avec leur homologue américain, ce qui freine les entreprises européennes dans leur transformation numérique. Cela signifie que de nombreuses organisations

¹⁴ *Ibid.* Traduit de l'anglais par l'éditeur.

¹⁵ Cisco Systems. *Forecast and Methodology*, 2012–2017; 2013.

¹⁶ Wijnhoven, F., & Koot, M. *Op. cit.* Traduit de l'anglais par l'éditeur.

s'appuient encore sur des centres de données classés comme « de taille moyenne », dont les performances sont légèrement inférieures à celles des installations plus grandes.

Même si l'amélioration en termes d'efficacité énergétique des centres de données en Europe n'est pas aussi impressionnante que pour les centres de données américains, une étude récente menée par la Commission européenne met en évidence certaines des meilleures pratiques mises en œuvre qui commencent à donner des résultats :

- Systèmes de refroidissement plus efficaces
- Réutilisation de la chaleur
- Virtualisation des logiciels et taux d'utilisation optimal des serveurs
- Éco-conception pour l'efficacité des infrastructures
- Utilisation d'énergies renouvelables pour alimenter les centres de données
- Construction de centres de données dans des régions au climat froid pour bénéficier d'un refroidissement gratuit.

Les principaux acteurs de l'informatique commencent également à mettre en œuvre de nouvelles technologies au sein de leurs centres de données, ce qui devrait également avoir un impact positif. Voici quelques exemples de ces technologies :

- **L'intelligence artificielle** : pour optimiser la gestion globale des centres de données. L'utilisation de modèles de surveillance et de prédiction intelligents pourrait améliorer l'automatisation des processus, la prédiction des réparations, etc.
- **L'informatique en périphérie (edge computing¹⁷) et l'Internet des Objets (IoT)** : pourraient être exploitées pour augmenter la puissance de traitement à proximité des utilisateurs et réduire les données transmises.
- **Le déploiements de clouds hybrides** : devrait devenir la norme car les plateformes de conteneurs permettent de découpler les applications de l'infrastructure sous-jacente, rendant l'architecture sur site existante plus durable.

Comme indiqué précédemment, une augmentation marginale de la consommation d'énergie est maintenue par rapport à l'augmentation du volume des services fournis. Ce résultat a été obtenu principalement grâce à la mise en œuvre de nouvelles techniques de gestion de l'infrastructure et aux gains de la loi de Moore¹⁸.

Cependant, même si ce constat peut donner une certaine confiance sur l'avenir des centres de données, cela ne sera pas durable dans le temps. La plupart des modèles de prévision supposent qu'un point de basculement sera bientôt atteint, où les effets de l'augmentation de la demande ne seront plus compensés par les progrès techniques. Le graphique ci-

“

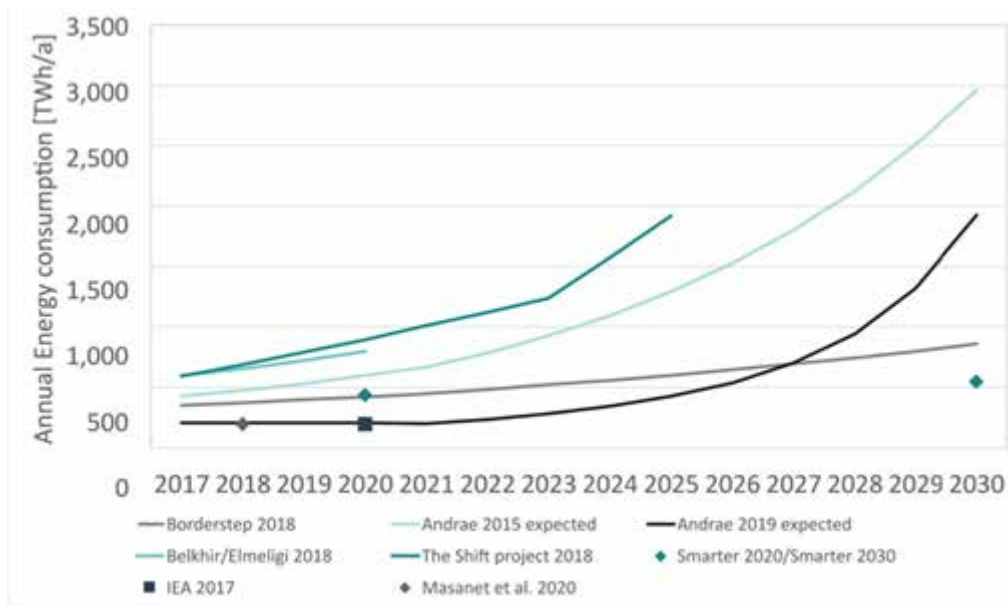
La plupart des modèles de prévision supposent qu'un point de basculement sera bientôt atteint, où les effets de l'augmentation de la demande ne seront plus compensés par les progrès techniques.

”

¹⁷ Pour plus d'informations sur l'edge computing, voir chapitre 2.

¹⁸ La loi de Moore est une théorie établie par l'un des fondateurs d'Intel, Gordon Moore, en 1965. Il a prédit que le nombre de transistors dans un circuit intégré dense doublerait tous les deux ans, sur base de l'économie du circuit intégré. Selon lui, « le coût par composant est presque inversement proportionnel au nombre de composants », donc plus le nombre de transistors est élevé, plus le coût par transistor est faible. (Source: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/moores-law/>)

dessous représente une collection des modèles de prévision les plus connus. Chacun d'entre eux varie considérablement et les différences s'expliquent par les hypothèses retenues. Cependant, la plupart s'attendent à une forte augmentation des besoins énergétiques en raison de nouvelles tendances telles que l'IoT, l'intelligence artificielle ou le Big Data.



Aperçu des études sur les besoins énergétiques actuels des centres de données dans le monde¹⁹

Pour conclure, il est clair que la réponse aux défis à venir ne peut être uniquement technologique. Il est donc essentiel de souligner l'importance des travaux sur les aspects comportementaux, la gouvernance d'entreprise et la stratégie en matière de données ou d'informatique qui doivent être entrepris par toutes les entreprises privées et publiques.

Une prise de conscience collective pour les entreprises

Une transition structurée

Comme présenté dans la section précédente, des solutions techniques pour diminuer la consommation d'énergie et de ressources liée à la digitalisation existent. Néanmoins, ces innovations doivent être présentées à bon escient. En effet, chaque entreprise et chaque individu doit avant tout réfléchir à sa création de données et à la gestion de leur cycle de vie.

Les gains d'efficacité liés aux innovations technologiques sont sur le point d'être dépassés par la création croissante et incontrôlée de données. Pour faire une brève comparaison, c'est comme boire un soda light : si le nombre de calories est 2 fois inférieur mais que vous en buvez 3 fois plus, vous finissez quand même par consommer plus de calories. La même chose se produit actuellement avec l'explosion de la création de données, et la consommation d'énergie qui en découle.

Le changement culturel est une condition préalable pour réussir la transition vers des entreprises et des individus plus responsables. Pour initier le changement nécessaire, il faut insuffler une conscience environnementale aux personnes et aux entreprises, en enseignant et parfois en imposant les bons comportements. Cette transition collective fondamentale ne peut être atteinte sans action publique,

¹⁹ European Commission (2020). *Op. cit.*

car les politiques doivent quantifier le problème et produire les bonnes directives et incitations pour forcer les entreprises à améliorer leur façon de travailler.

Historiquement, les transformations culturelles sont souvent motivées par un sentiment d'urgence commun. Pour que ce sentiment d'urgence apparaisse, les dirigeants d'entreprises doivent être sensibilisés et éduqués aux questions environnementales liées aux données. Ce n'est qu'alors qu'ils seront incités à changer. Une fois cette première étape franchie, ce nouveau souci de sensibilisation à l'environnement doit être validé par des objectifs stratégiques. Cela permettra de démontrer l'importance du sujet au sein de l'entreprise et de souligner en quoi il concerne chaque employé.

Les entreprises doivent se concentrer sur la valeur ajoutée essentielle de la digitalisation. Sans une transition structurée et réfléchie, les politiques publiques et les stratégies d'entreprise visant à déployer des outils numériques resteront des tentatives ratées de faire face aux défis physiques et sociétaux de ce siècle. La conséquence directe d'une transformation non planifiée sera une consommation d'énergie et de ressources qui aurait pu être évitée, et donc l'échec d'une transition vers la sobriété numérique.

Les clés de la sobriété numérique au sein des entreprises

La sobriété numérique consiste à prioriser l'allocation des ressources en fonction de leur usage, afin de faire face à la quantité limitée de ces ressources, tout en maintenant les apports sociétaux les plus précieux des technologies numériques. Cette idée encourage une utilisation des outils numériques plus réfléchie et responsable, sans les supprimer complètement, car elle reconnaît les contributions positives de ces technologies.

Selon une étude réalisée par Odoxa, environ 70 % des Français n'avaient jamais entendu parler du concept de sobriété numérique en avril 2021²⁰. Cela démontre simplement tout le travail qu'il reste à faire pour transformer la culture numérique et les habitudes des individus. Changer les comportements des utilisateurs est sans doute la tâche la plus difficile, mais elle est aussi parmi les plus importantes. Même la meilleure technologie combinée à la meilleure gouvernance et au meilleur plan de changement sera presque inutile si les utilisateurs ne font pas leur part et conservent leurs mauvaises habitudes.

Il est difficile d'évoquer la sobriété numérique sans parler de la gestion du cycle de vie des données (Data Lifecycle Management, ou DLM). Le DLM désigne la gestion des données tout au long de leur vie, de leur création à leur destruction. Chaque secteur ayant un cycle de vie des données qui lui est propre, il existe des définitions alternatives qui décrivent les différentes phases de ce cycle, qui est généralement divisé en 5 à 8 phases. Aux fins de ce chapitre, une version simplifiée du cycle de vie des données sera présentée, composée de cinq phases distinctes : création, stockage, utilisation, archivage et destruction. Chaque phase sera décrite et complétée par quelques bonnes pratiques et comportements qui contribueront à limiter la pollution numérique.



La sobriété numérique consiste à prioriser l'allocation des ressources en fonction de leur usage, afin de faire face à la quantité limitée de ces ressources, tout en maintenant les apports sociétaux les plus précieux des technologies numériques.



²⁰ *Des Français encore peu sensibles à leur empreinte numérique mais prêts à faire des efforts.* Odoxa. (2021, 5 mai). Consulté le 20 février 2022, via <http://www.odoxa.fr/sondage/francais-sensibles-a-empreinte-numerique-prets-a-faire-efforts>

1. Création

Dès qu'une donnée est générée, l'ensemble du cycle de vie des données commence. La génération de données se fait en permanence par les utilisateurs, les appareils, les applications et d'autres moyens. Il est important de noter que la plupart des initiateurs de la création de données n'en sont même pas conscients. Cette phase comprend également la collecte des données nouvellement créées, qui ne se produit que s'il existe un désir de collecter les données créées. Sinon, elles disparaissent immédiatement.

Pour réduire la création inutile de données, les utilisateurs devraient commencer à réfléchir à l'utilité de tout fichier. Qu'il s'agisse d'une copie locale ou d'un fichier partagé, la duplication de documents, d'images ou de vidéos presque similaires n'a pas beaucoup de sens. Une technique possible pour sensibiliser et changer les habitudes numériques de chacun consiste à quantifier l'impact d'une action donnée.

Par exemple, les communications professionnelles sont essentiellement constituées de courriers électroniques. Ces e-mails génèrent du CO₂, que ce soit lors de leur envoi ou de leur stockage ultérieur dans le cloud. Pour se rendre compte de l'importance d'une bonne gestion de la boîte de réception, il suffit de se référer à un chiffre effrayant : en 2021, environ 3,5 millions d'e-mails ont été envoyés chaque seconde²¹. Diminuer ce nombre est plus facile à dire qu'à faire. Cependant, limiter le nombre de destinataires et utiliser une signature textuelle, au moins pour les réponses aux e-mails, sont des astuces simples qui permettent de réduire la consommation d'énergie. En fait, les images ou les liens inclus dans les signatures sophistiquées sont comme des pièces jointes et, bien qu'ils aient généralement peu ou pas de valeur ajoutée, ils consomment plus d'énergie que les simples signatures textuelles.

La récente pandémie de Covid-19 a également favorisé l'essor des échanges par vidéoconférence, qui sont devenus un élément important de notre vie professionnelle et personnelle. Il est en effet plus convivial de voir ses collègues et managers lors d'une réunion d'équipe, que de simplement les entendre. Malheureusement, la consommation d'énergie liée à la vidéoconférence est plus élevée que celle des appels téléphoniques ou audio habituels, surtout lorsqu'ils sont enregistrés et stockés, alors qu'ils ne seront probablement jamais visionnés à nouveau. Néanmoins, l'impact négatif de la vidéoconférence peut être bien moindre que celui de certaines réunions en direct²².

2. Stockage

Si les données ont été collectées et traitées, elles doivent maintenant être stockées pour d'éventuelles utilisations futures. Les ensembles de données peuvent être stockés sur plusieurs types de supports, allant des disques aux CD, en passant par les disques durs, les serveurs et les clouds.

Les technologies du cloud sont un outil puissant qui peut contribuer à atténuer la pollution numérique. Pour que cela soit vrai, les utilisateurs doivent cesser de travailler sur des copies locales et commencer à travailler sur des fichiers partagés. De plus, lorsqu'ils envoient un document à quelqu'un, ils devraient penser à envoyer le lien vers ce fichier et non une copie.

Des choix responsables lorsqu'il s'agit d'investir dans du nouveau matériel sont un facteur clé pour atténuer la pollution numérique. Par « choix responsables », on entend la prise en compte de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement au lieu de rechercher uniquement l'option la moins chère, la plus rapide ou la plus puissante disponible. Les comportements responsables des acheteurs commenceront à forcer les fournisseurs de technologies à être plus transparents sur

21 *Number of sent and received e-mails per day worldwide from 2017 to 2025 (in billions)*. Statista (2021, 19 octobre). Consulté le 12 avril 2022, via <https://www.statista.com/statistics/456500/daily-number-of-e-mails-worldwide/>

22 Ong, D., Moors, T., Sivaraman, V. (2014, septembre). *Comparison of the energy, carbon and time costs of videoconferencing and in-person meetings*. Computer Communications, Volume 50. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2014.02.009>



Par « choix responsables », on entend la prise en compte de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement au lieu de rechercher uniquement l'option la moins chère.



leur propre chaîne d'approvisionnement. Cela va de la source de leurs matériaux rares à l'électricité qu'ils utilisent pour la production et l'approvisionnement en énergie des centres de données. À titre d'exemple concret, Oracle vise à utiliser 100 % d'énergie propre pour ses centres de données d'ici 2025²³.

La consommation d'énergie de la technologie choisie a son importance, tout comme la longévité de la technologie. Le renouvellement d'une technologie obsolète est parfois inévitable et même recommandé, car la technologie la plus récente peut être plus efficace, comme nous l'avons souligné précédemment dans cet article.

3. Utilisation et archivage

Les données stockées peuvent maintenant être utilisées en fonction de leur objectif. Il peut s'agir par exemple d'analyses, de rapports ou de présentations orales. L'utilisation des données peut également donner lieu à la création de données supplémentaires, qui doivent alors être stockées à nouveau et peut-être traitées ultérieurement.

À ce stade, il convient d'établir des politiques internes concernant l'utilisation de toutes les données stockées : « quel usage en ferons-nous et quand les consulterons-nous ? ». À partir du moment où les données ne sont plus utilisées activement, mais que l'entreprise établit qu'elles seront utilisées et utiles à l'avenir, celles-ci peuvent être archivées, jusqu'à ce qu'elles soient éventuellement récupérées ultérieurement.

4. Destruction

La dernière phase du cycle des données est la destruction des données, qui consiste à les effacer définitivement du matériel de stockage et/ou d'archivage. Une destruction efficace des données est au moins aussi importante que la création de nouvelles données.

L'élimination des données obsolètes, inutilisées ou inutiles est la clé de la sobriété numérique. Une attention particulière doit être accordée à ces données, de leur détection à leur élimination. Selon Antonio Neri, PDG de Hewlett Packard Enterprise²⁴, 6 % des données générées sont aujourd'hui utilisées. Les 94 % restants finissent dans une « décharge de données ». Les politiques internes doivent aller dans ce sens : si une donnée n'est pas nécessaire, elle ne doit pas être collectée ni conservée. Les données obsolètes doivent également être effacées.

Si nous revenons à notre exemple de communication professionnelle, les courriels doivent être supprimés si les informations qu'ils contiennent ne sont plus pertinentes ou si elles ont déjà été utilisées ou documentées ailleurs. Il en va de même pour les vidéoconférences qui auraient été enregistrées mais qui ne seront plus jamais regardées car les personnes ont très probablement reçu des informations actualisées ou sont passées à d'autres sujets.

L'élimination des données obsolètes, inutilisées ou inutiles est la clé de la sobriété numérique.

²³ Odoxa (2021). *Op. cit.*

²⁴ Schwarzer, S., & Peduzzi, P. (2021, novembre). *The Growing footprint of digitalisation*. Consulté le 3 février 2022, via <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37439/FB027.pdf>



Si une donnée n'est pas nécessaire, elle ne doit pas être collectée ni conservée. Les données obsolètes doivent également être effacées.

En plus des avantages environnementaux de la suppression des données inutiles, il existe également des avantages en matière de cybersécurité dont les entreprises peuvent bénéficier en réalisant une suppression en bonne et due forme. En effet, des données qui n'existent plus ne polluent pas, et les informations qu'elles contiennent ne peuvent pas être divulguées, ou tomber entre de mauvaises mains. Dans une autre mesure, cela peut éviter des problèmes potentiels liés au GDPR pour l'entreprise, car les fichiers ou les documents qui fuient suite à une cyberattaque pourraient contenir des informations sur les utilisateurs ou les clients.

La gestion du cycle de vie des données consiste donc à gérer l'ensemble de ce cycle. Cette gestion devient de plus en plus critique pour les entreprises afin de garantir le bon usage des bonnes données et d'atténuer l'impact écologique de toutes leurs actions liées à ce cycle de vie. Plus ce dernier sera efficace, moins il y aura de pollution numérique, pour une entité donnée. Chacun peut avoir un impact positif à chaque phase du cycle de vie des données.

Conclusion

La technologie a totalement changé notre façon de vivre et de travailler, souvent pour le mieux. Néanmoins, cette transformation rapide et nos nouvelles habitudes numériques s'accompagnent d'un coût environnemental important. L'utilisation de moyens numériques pour un nombre toujours plus important de nos activités a conduit à une explosion du volume de données générées et prêtes à être exploitées. Cependant, leur exploitation nécessite la mise en place de moyens techniques importants qui nécessitent la construction de data centers utilisant de nombreuses ressources rares et une quantité d'énergie considérable pour les faire fonctionner. Même s'ils sont de plus en plus performants grâce à la mise en place de nombreuses solutions techniques innovantes cela ne suffit plus à compenser l'augmentation de nos usages des services numériques.

La sobriété sera donc l'élément clé pour réussir notre transition écologique et énergétique afin de relever les défis climatiques de demain. L'usage des services numériques n'échappera pas à cette rationalisation et les entreprises doivent dès à présent revoir leur stratégie et leur gouvernance pour prendre en compte cette contrainte et anticiper les changements à venir. Cela passe par une meilleure gestion du cycle de vie des données et la transition du « Big Data » vers le « Small Data » lorsque cela est nécessaire, mais surtout par un changement culturel à tous les niveaux de l'organisation.

La digitalisation pour
l'environnement : le
pouvoir du pragmatisme
et de la sobriété

CHAPITRE 2

Chapitre 2 - La digitalisation pour l'environnement : le pouvoir du pragmatisme et de la sobriété

Tanguy Detroz (Metron)

Il ne fait aucun doute que nous devons opérer de grands changements en tant que société si nous voulons garantir des conditions d'habitabilité décentes pour les générations futures. Dans le dernier rapport du GIEC, il a été observé que « le changement climatique a déjà eu divers impacts négatifs sur les systèmes humains, notamment sur la sécurité de l'eau et la production alimentaire, la santé et le bien-être, ainsi que sur les villes, les établissements humains et les infrastructures¹ ». Cela ne surprend peut-être pas grand monde aujourd'hui, mais il y a encore des raisons d'espérer. Il existe déjà plusieurs technologies qui nous aident à réduire notre impact sur l'environnement et qui ont donné des résultats encourageants.

Les grands avantages des solutions numériques dans la tâche de réduction de notre impact sur l'environnement sont reconnus depuis de nombreuses années. Cependant, nous devons également être conscients de leur impact potentiel sur l'environnement, afin de pouvoir les exploiter de la manière la plus responsable possible. Il est vrai que certaines technologies numériques présentent des avantages limités, voire nuls, pour l'environnement, souvent en raison de l'explosion du nombre d'appareils numériques des utilisateurs finaux. Mais il existe également des solutions numériques dont les avantages dépassent largement les risques potentiels liés à leur empreinte environnementale, et qui peuvent nous aider à avoir un impact positif.

En 2017, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a reconnu qu'« au cours des prochaines décennies, les technologies numériques sont appelées à rendre les systèmes énergétiques du monde entier plus connectés, intelligents, efficaces, fiables et durables² ». En 2020, l'institut de recherche Capgemini a estimé que, « d'ici 2030, les cas d'utilisation de l'IA ont le potentiel d'aider les organisations à remplir 11 à 45 % des objectifs d'« intensité des émissions économiques » de l'Accord de Paris, selon l'ampleur de l'adoption de l'IA dans les différents secteurs³ ».

Les systèmes de gestion de l'énergie sont des exemples pertinents de solutions numériques qui peuvent avoir une influence positive sur notre relation avec l'environnement. Il s'agit d'outils qui nous aident à collecter des données relatives à la consommation d'énergie, afin que les organisations puissent suivre leur utilisation et prendre des mesures concrètes pour réduire les déchets et maximiser l'efficacité. Ces outils nous permettent de connaître des informations telles que l'ampleur de notre empreinte carbone et facilitent la mise en œuvre de stratégies de durabilité solides afin de la réduire. Cela peut s'appliquer à tous les secteurs, de l'agriculture aux transports en passant par la gestion des bâtiments.

Des données pour le bien

Les données sont devenues omniprésentes. Elles sont devenues essentielles dans nos sociétés et nous avons fini par accepter qu'elles constituent un élément clé de notre vie quotidienne. Dans cette réalité, la quantité de données existantes augmente de manière exponentielle. Cependant, les données ont un impact écologique important, qui a été largement sous-estimé car il est invisible.

¹ *IPCC report 2022 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. IPCC. Traduit de l'anglais par l'éditeur. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

² *Digitalisation and Energy*. IEA. Traduit de l'anglais par l'éditeur. <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>

³ *Climate AI: How artificial intelligence can power your climate action strategy*. Capgemini. Traduit de l'anglais par l'éditeur. <https://www.capgemini.com/research/climate-ai/>

C'est pourquoi il est plus important que jamais de prendre du recul et de réfléchir à la façon dont nous les collectons, les stockons et les utilisons. Dans ce contexte, l'utilisation des données via la digitalisation est un outil indispensable pour un avenir plus écologique. C'est pourquoi nous devons faire preuve de pragmatisme et de sobriété dans notre approche. Les données sont un outil puissant, mais nous devons garantir que nous continuons à poursuivre un objectif.

“

Les décisions guidées par le pragmatisme et la sobriété nous permettent de tirer parti du pouvoir des données pour avoir un impact positif.

”

L'utilisation de la digitalisation pour collecter des données crée de grandes opportunités. Elle nous permet d'avoir une meilleure compréhension de ce que nous pouvons faire pour agir de manière appropriée. Les décisions guidées par le pragmatisme et la sobriété nous permettent de tirer parti du pouvoir des données pour avoir un impact positif. Cela peut être facilité par l'utilisation de logiciels, tels que les systèmes de gestion de l'énergie, qui aident les entreprises à réduire leur consommation d'énergie et leur empreinte carbone. Au sens le plus large, nous pouvons décrire la digitalisation comme la conversion d'un paramètre physique en données virtuelles pouvant être traitées sur un ordinateur. Grâce aux

méthodes numériques, les données peuvent être soumises à des analyses plus complexes qui nous permettent de prendre les meilleures décisions possibles pour atteindre nos objectifs en matière de durabilité.

Si nous voulons réduire notre performance énergétique dans l'industrie, par exemple, la digitalisation de l'énergie est essentielle. Elle permet de convertir des données agrégées à partir de plusieurs points en données à haute valeur ajoutée dans un système virtuel modélisé. Une fois digitalisées, les données contextualisées permettent d'établir des modèles de référence et de mettre en évidence des axes d'amélioration de la performance via l'expertise d'ingénieurs énergéticiens et de data scientists⁴. Compte tenu des avantages de la digitalisation et des données, et face aux besoins pressants de réduction de la consommation d'énergie, il devient évident que le secteur de l'énergie doit accélérer sa digitalisation. Si nous ne disposons pas de suffisamment de données liées à la consommation d'énergie, comment pouvons-nous espérer la réduire ?

Par rapport à d'autres secteurs, comme la banque et les systèmes médicaux, le secteur de l'énergie a été plus lent à se lancer dans la digitalisation. Cela s'explique par deux raisons principales : premièrement, l'énergie était autrefois beaucoup moins chère qu'aujourd'hui, surtout dans les années 1980, et deuxièmement, le processus peut être profondément complexe et souvent unique, ainsi que les contraintes techniques liées à la collecte et au stockage des données. La digitalisation de l'énergie signifie aujourd'hui la collecte sécurisée de données énergétiques physiques (relatives à la température, la pression, la vitesse, les dimensions et les contraintes du produit) ainsi que de données externes (prix de l'énergie, informations météorologiques, etc.).

Grâce à l'invention du cloud, qui a facilité l'utilisation du Machine Learning et de la Data Science, il est devenu plus facile d'exploiter les données énergétiques. L'implémentation d'outils puissants a été facilitée et les industriels ont compris la nécessité de les utiliser pour le suivi de l'énergie. La maturité numérique s'est développée, grâce à l'installation de capteurs et d'écrans de contrôle destinés à analyser les données relatives à l'énergie.

⁴ [Interview] *Understanding the role of Data Science in industry*. METRON. <https://metron.energy/blog/interview-data-science-industry/>

Collecter les bonnes données

Il est clair que la digitalisation présente des avantages, mais nous devons nous assurer de l'utiliser de la bonne manière. Nous devons tirer le meilleur parti de l'infrastructure existante, tenir compte des indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators, ou KPI) pour collecter les données les plus pertinentes, et choisir la bonne granularité dans la collecte des données afin d'éviter le stockage de données inutiles qui consomme de l'énergie.

Nous devons être pragmatiques et utiliser l'infrastructure existante pour collecter les données. Il ne sert à rien d'installer un maximum de capteurs pour collecter des données superflues. Nous devons obtenir une première carte de ce qui existe et installer d'autres capteurs uniquement lorsque les données sont manquantes. Il ne faut pas négliger l'impact environnemental du matériel. Selon Capgemini, « en 2020, 55,5 millions de tonnes de déchets électroniques ont été générés dans le monde - une augmentation de 20 % en cinq ans et 89 % des organisations recyclent moins de 10 % de leur matériel informatique⁵ ».



Il ne sert à rien d'installer un maximum de capteurs pour collecter des données superflues.

Nous devons collecter les bonnes données, ce qui se traduit par des données de qualité. Dans un document sur la Data Science et le Machine Learning dans un contexte industriel, publié par DNV, l'un des plus grands cabinets de conseil technique et de supervision du secteur de l'énergie, il est souligné que la qualité des données est « la racine de (presque) tous les maux ». Ce document explique que les données de qualité supérieure sont des données adaptées à un objectif spécifique – « la qualité des données est déterminée par l'utilisation qui en est prévue⁶ ». Cela signifie que nous devons être sûrs de l'utilisation des données que nous collectons pour garantir que nous collectons les bonnes données et qu'elles sont d'une qualité suffisante. C'est pourquoi les indicateurs clés

⁵ *Is Enterprise IT ready to become Sustainable IT?*. Capgemini. Traduit de l'anglais par l'éditeur. <https://www.capgemini.com/2021/06/is-enterprise-it-ready-to-become-sustainable-it/>

⁶ *Data science and machine learning in an industrial context*. DNV. Traduit de l'anglais par l'éditeur. <https://www.dnv.com/article/data-science-and-machine-learning-in-an-industrial-context-130312>

de performance sont essentiels à une collecte de données efficace. Ceux-ci peuvent être liés aux feuilles de route de décarbonisation, par exemple. Le processus de collecte des données est également essentiel. L'utilisation d'outils numériques facilitera ce processus - il sera plus rapide et plus précis car la marge d'erreur sera réduite.

Les stratégies de digitalisation doivent être conçues en tenant compte de l'énergie. Un prestataire accompagnant cette digitalisation doit avoir une connaissance suffisante du contexte pour pouvoir collecter les bonnes données et informations à valeur ajoutée, effectuer des analyses et obtenir la meilleure performance énergétique, tout en veillant à ne pas déclarer de données inutiles⁷. Avec les bonnes données, les acteurs peuvent obtenir des aperçus, un suivi en temps réel, des alertes pour permettre des réactions rapides et minimiser les impacts des anomalies, des outils de simulation pour anticiper les besoins énergétiques optimisés du site, etc. Les problèmes sont rapidement identifiés et une action rapide est possible, avec une nette différence observée à la fin de l'année⁸.

Sachant que les données ont une empreinte écologique, il faut accepter que la collecte de trop de données n'est pas durable car elle nécessite non seulement plus d'énergie pour le stockage, mais aussi plus d'équipements de stockage dont la fabrication et la fin de vie ont un impact environnemental important. Nous devons donc être pragmatiques et sobres dans notre collecte de données. Pour cette raison, nous devons décider quelle granularité nous devons utiliser pour collecter nos données. Si nous collectons des données trop souvent, elles ne seront pas durables. En revanche, si nous n'en collectons pas assez, la précision des référentiels, etc. sera réduite. Il est également important de disposer de l'expertise humaine adéquate pour soutenir votre collecte de données, ce qui signifie que les bons fournisseurs doivent être sélectionnés avec soin. Les données sont le carburant incontournable pour prendre les décisions les plus fortes.

Stocker les données de manière durable et sûre

Une fois que nous avons collecté les données de la manière la plus durable possible, nous devons nous assurer que nous les stockons également de manière efficace. Avec notre interconnectivité accrue et cette augmentation exponentielle de la quantité de données, il existe un besoin croissant d'installations de stockage des données. Selon Capgemini, « le nombre d'appareils connectés devant atteindre 55,7 milliards d'ici à 2025, le volume de données qu'ils génèrent continuera de croître, tout comme le besoin de capacités de stockage toujours plus importantes⁹ ». Cette électricité peut provenir de différentes sources qui ont des impacts carbone différents, mais en l'état, cela peut être difficile à mesurer. Par exemple, en France, l'empreinte peut être plus faible car il est probable que l'électricité provienne de l'énergie nucléaire, alors qu'en Pologne, elle peut être beaucoup plus importante car il y a plus de centrales au charbon qui produisent de l'électricité localement.

Nous devons décider des données à stocker et nous poser des questions telles que leur durée de conservation, afin de ne pas utiliser inutilement des ressources. Nous devons être pragmatiques dans notre approche. Lorsque l'on parle d'informatique durable, « stocker des données, c'est comme stocker des produits ou des matières premières dont on sait qu'on ne les utilisera pas forcément, mais que l'on range dans un coin, au cas où. Le poids de ce stockage et de ce trafic n'est pas très bien mesuré, alors qu'il a un impact sur la planète, consommant des quantités considérables d'énergie pour des usages qui peuvent être très discutables. Le danger est d'empiler massivement les informations, sans qu'il soit possible de démêler leur utilité réelle¹⁰ ». Si nous accumulons trop

7 [Interview] *Understanding the role of digitalization in industry*. METRON. <https://www.metron.energy/blog/interview-digitalization-industry/>

8 *Ibid.*

9 Capgemini, *Op.cit.* Traduit de l'anglais par l'éditeur.

10 Vincent Sciandra, CEO & Founder of METRON. Traduit de l'anglais par l'éditeur.

“

Si nous accumulons trop de données, il sera d'autant plus difficile d'en extraire celles dont nous avons le plus besoin et qui peuvent apporter le plus de valeur aux entreprises, mais aussi au grand public.

”

de données, il sera d'autant plus difficile d'en extraire celles dont nous avons le plus besoin et qui peuvent apporter le plus de valeur aux entreprises, mais aussi au grand public.

Il existe deux grandes méthodes de stockage des données : le stockage sur site (edge computing) et l'utilisation d'un service en nuage (cloud computing). On parle d'edge computing lorsque les données sont stockées dans une infrastructure locale, ou en d'autres termes, plus près des sources de données. Cela nécessite plus d'infrastructures, qui à leur tour demandent beaucoup d'énergie pour être

créées, construites, transportées, etc. En revanche, l'informatique dématérialisée nécessite moins d'infrastructures, peut être mise à l'échelle plus facilement et est plus efficace car les données peuvent être mises en commun. En outre, les services cloud sont souvent plus sûrs, car ils peuvent être fréquemment mis à jour, et parce qu'il peut être difficile de trouver le savoir-faire approprié en matière de sécurité pour les solutions sur site. Il est important d'en tenir compte, étant donné que, comme pour toute autre forme de communication et d'interactivité, la sécurité peut constituer une menace.



Les services « en nuage » ne sont pas non plus immatériels, quels que soient leurs avantages. Il y a toujours une infrastructure derrière eux qui consomme de l'énergie.

Contrairement à ce que nous aimerions croire, les services « en nuage » ne sont pas non plus immatériels, quels que soient leurs avantages. Il y a toujours une infrastructure derrière eux qui consomme de l'énergie. C'est un aspect qui passe souvent inaperçu lorsque notre interconnectivité semble « invisible » et « sans fil ». Cependant, le fait que les entreprises paient pour les services de cloud computing les incite à pratiquer la sobriété. Il est également encourageant de constater que les plus grands fournisseurs de services cloud actuels, tels qu'Amazon, investissent massivement dans les énergies renouvelables. En effet, dès 2020, « Google¹¹ (12 TWh en 2019), Apple¹² (1,7 TWh dans

11 <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2020-environmental-report.pdf>

12 https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2021.pdf

l'exercice 2020) et Facebook¹³ (7 TWh en 2020) ont acheté ou généré suffisamment d'électricité renouvelable pour correspondre à 100 % de leur consommation électrique opérationnelle¹⁴ ». Ces entreprises doivent continuer à investir dans la R&D et à travailler avec leurs serveurs hôtes pour construire des solutions robustes et plus durables afin de surmonter les défis créés par des bases de données croissantes.

Utiliser les données pour l'efficacité énergétique

Une fois que nous avons collecté les bonnes données et trouvé le moyen le plus durable de les stocker, nous pouvons utiliser les technologies de la Data Science pour améliorer la manière dont nous utilisons l'énergie. Par exemple, nous pouvons combiner ces données à l'IA pour nous aider à réduire nos émissions de carbone. Nous pouvons utiliser l'informatique pour analyser la consommation d'énergie et améliorer l'efficacité à différents niveaux, du plus local au plus global.

L'un des principaux problèmes auxquels l'environnement est confronté aujourd'hui est notre consommation d'énergie. Nos principaux objectifs sont liés à la consommation d'énergie et à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), principalement le CO₂. Bien que de nombreux facteurs influencent notre relation avec l'énergie et ces émissions, nous devons regarder à la source. Nous devons collecter des données relatives à la manière dont l'énergie est utilisée et consommée, afin de savoir comment améliorer cette consommation. Les systèmes de gestion de l'énergie font partie des outils les plus puissants pour atteindre l'efficacité et la sobriété énergétiques afin de réduire les émissions de GES. Et même pour les processus utilisant des énergies renouvelables, la sobriété est toujours essentielle, c'est pourquoi l'IT for Green et les technologies connexes continueront d'être importantes. En d'autres termes, nous avons besoin d'une énergie propre et nous devons consommer moins d'énergie.

La première étape consiste à transformer les données en connaissances. Nous devons trouver la bonne façon de visualiser les données que nous avons recueillies, afin de pouvoir les utiliser pour les étapes suivantes. Une grande partie des données est invisible. Comment pouvons-nous savoir ce que nous gaspillons et où nous pouvons améliorer notre consommation d'énergie si nous ne disposons pas des données et si nous ne pouvons pas les lire et les analyser de la bonne manière ? Nous numérisons tous les électrons et molécules d'énergie qui sont utiles lorsque nous développons des produits, et donc pour pouvoir mesurer son empreinte carbone. Il s'agit de convertir des paramètres physiques en données virtuelles à l'aide d'outils électriques, afin de pouvoir les afficher puis les étudier à l'aide d'outils informatiques. En analysant les bonnes données, nous pouvons atteindre l'efficacité énergétique.

Comme l'observe Matthieu Vivier, Industrial Digitalization Manager chez METRON, « la transition énergétique est devenue une réalité – et même une priorité – pour les industriels, qui cherchent des solutions pour décarboner leurs émissions et réduire leurs coûts énergétiques. Ils peuvent désormais choisir de consommer moins, ou de consommer mieux et au bon moment, grâce aux analyses des données énergétiques et aux arbitrages des marchés énergétiques dérégulés (par exemple, en Amérique latine¹⁵, mais aussi de plus en plus en Europe). Cela contribue non seulement à l'efficacité énergétique mais aussi à la performance industrielle, via une consommation plus efficace des matières premières, des standards de qualité élevés et une réduction des pertes et des rejets¹⁶ ».

13 https://sustainability.fb.com/wp-content/uploads/2021/06/2020_FB_Sustainability-Report-3.pdf

14 *Data Centres and Data Transmission Networks*. IEA (2021, novembre). Traduit de l'anglais par l'éditeur. <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>

15 *Overview of the Brazilian Energy Market*. METRON. <https://www.metron.energy/blog/overview-brazilian-market/>

16 METRON. *Op.Cit.* Traduit de l'anglais par l'éditeur.

Ces données peuvent être analysées à un niveau supérieur grâce à la Data Science. Aujourd'hui, cette dernière joue un rôle clé dans la transformation des données énergétiques industrielles en ressources opérationnelles pour optimiser l'efficacité des processus en termes de facteurs externes et internes. Plus concrètement, la Data Science est le domaine qui intègre l'intelligence artificielle, l'extraction de données, le Big Data, le Machine Learning et le Deep Learning. C'est la clé de la transformation des données brutes en connaissances pouvant être utilisées à des fins positives.



La Data Science est la clé de la transformation des données brutes en connaissances pouvant être utilisées à des fins positives.

Perspectives d'avenir

Il est évident que la digitalisation fait partie intégrante des feuilles de route de la décarbonisation. Mais nous devons l'exploiter de la manière la plus productive possible. Il est impératif de trouver le bon équilibre, afin de l'utiliser pour la réduction des GES, tout en restant conscient de son propre impact environnemental. C'est la seule façon d'assurer un résultat positif de la digitalisation dans la transition énergétique.

Cette évolution vers la digitalisation ne doit pas être réservée aux seuls acteurs de la tech qui guident la voie. Les groupes industriels et de services qui utilisent déjà le numérique et le Big Data dans un plus grand nombre d'aspects de leur activité devraient également franchir le pas. Intégrer l'efficacité dans la conception de leurs produits pour un avenir plus durable est une façon prometteuse de commencer.

Nous pouvons déjà constater que ces solutions numériques encouragent des initiatives inspirantes qui montrent les avantages sociaux plus larges que les solutions informatiques plus durables peuvent apporter. Par exemple, l'hébergeur allemand neutre en carbone Windcloud fait fonctionner son centre uniquement à partir d'énergies renouvelables. Il s'appuie principalement sur le vent, en raison de son abondance dans le district local. Ses émissions de chaleur alimentent également une ferme d'algues sur le toit, qui absorbe le dioxyde de carbone. Non seulement, l'entreprise fait des

économies, mais de plus, les algues peuvent être vendues pour être utilisées dans la production de nourriture et de cosmétiques.

Un autre exemple est celui d'un centre de données situé dans le nord de Paris, qui a pu extrapoler des informations spécifiques concernant la chaleur émise par son matériel, puis l'utiliser pour transférer cet excédent d'énergie afin de chauffer les bâtiments locaux. De cette manière, l'entreprise a pu transformer ses frais généraux en matière première, et les bâtiments locaux ont pu éliminer toute utilisation inutile d'énergie. De telles innovations peuvent inspirer toutes les entreprises à trouver des solutions innovantes pour relever les défis numériques à toutes les échelles et rendre l'informatique plus durable.

Nous devons également nous rappeler que, même si l'IT for Green fait partie d'une grande transition numérique, elle reste humaine. Nous pouvons progresser en unissant l'expertise humaine et les bonnes habitudes de production aux nouvelles technologies afin de décarboner les territoires et de créer un avantage compétitif basé sur l'efficacité et l'innovation. Cela me permet de connaître les particularités de ma production et de me mesurer à mes propres résultats (par opposition à une norme générale qui ne tient pas compte de l'ensemble des variables et des situations propres à mon usine, mon territoire et mon organisation¹⁷).

“

Nous pouvons progresser en unissant l'expertise humaine et les bonnes habitudes de production aux nouvelles technologies afin de décarboner les territoires.

”

Indépendamment des résultats concrets et des possibilités qu'apporte cette technologie, nous devons reconnaître que nous devons changer au niveau sociétal et mondial si nous voulons éviter les effets radicaux et potentiellement irréversibles du changement climatique. Nous devons repenser notre façon de consommer afin de pouvoir tirer parti de cette technologie et transformer la consommation en matière première. Nous devons être prêts à prendre des risques, et cela est particulièrement vrai pour les investisseurs. Actuellement, « on a un peu l'impression que les choix verts sont des choix symboliques, avec un clin d'œil au zeitgeist populaire des questions écologiques, mais sans une véritable motivation pour faire la différence, ou même pour rendre le financement plus largement disponible¹⁸ ». Les « technologies vertes » ne doivent plus être différenciées des technologies traditionnelles. Nous assistons à des changements encourageants, et le marché se développe comme jamais auparavant. Si nous regardons deux des entreprises les plus performantes de l'indice boursier français, le CAC40, ce sont des entreprises axées sur l'efficacité du secteur énergétique. Ce sont en fait des entreprises à la croissance exceptionnelle. L'efficacité signifie tout sauf la décroissance.

17 [Opinion] *The Future of Industry is Digital, but also Human*, METRON. <https://www.metron.energy/blog/opinion-digital-culture/>

18 Sciandra Vincent, "Clean energy won't save us", *United Tech of Europe 2021 – Values*, France Digitale, 2021. Traduit de l'anglais par l'éditeur.



La fracture digitale et
les enjeux de l'inclusion
numérique



CHAPITRE 3

Chapitre 3 - La fracture digitale et les enjeux de l'inclusion numérique

Danoucha Keusters (WeTechCare)

La numérisation des services ne cesse de croître. Parmi les conséquences problématiques, on sait qu'énormément de personnes sont laissées de côté, ce qui les empêche d'exercer leurs droits fondamentaux. Pour les personnes étant déjà dans des situations précaires, ce manque d'accès aux technologies numériques est souvent vécu comme une double peine. En effet, la digitalisation accrue de la société leur ferme de nombreuses portes, ce qui crée énormément de frustration et renforce leur situation de précarité. Être en situation de précarité numérique, c'est perdre du temps, manquer d'autonomie et prendre le risque de se retrouver isolé socialement.

Les opportunités offertes par le numérique ont été mises en avant par la pandémie de Covid-19, qui a accéléré le mouvement de transformation digitale, par ailleurs déjà fortement amorcé par les pouvoirs publics et les opérateurs de services essentiels. Presque toutes nos activités ont dès lors basculé en ligne. La transition vers une société numérique va se poursuivre à un rythme soutenu, ce qui souligne la nécessité de ne laisser personne de côté et d'accélérer l'accompagnement des personnes en situation de précarité numérique.

En effet, la dématérialisation des services ferme énormément de portes pour un grand nombre de personnes, mais peut également en ouvrir certaines. Afin de faire bénéficier les publics qui peuvent y avoir accès des opportunités que le numérique peut leur offrir, il est important de travailler sur les leviers de motivation de ces personnes. Par exemple, en identifiant les usages bénéfiques qu'ils pourraient retirer du numérique en s'adaptant à leur situation et à leurs besoins tout en étant à l'écoute des freins.

Dans ce chapitre, nous analysons ce problème qui représente l'une des facettes du numérique responsable, moins souvent abordée par rapport à celles qui sont davantage liées aux enjeux environnementaux.

Etat des lieux de la fracture numérique en Belgique

Chiffres clés

Parmi les 40 % de personnes dans la population qui se considèrent être en difficulté sur le plan numérique¹, commençons par explorer les différents niveaux de vulnérabilité. Huit pour cent des personnes appartiennent à ce que l'on appelle la fracture du premier degré. Ces personnes n'ont pas accès à du matériel connecté et n'ont aucune compétence numérique, elles sont donc totalement exclues du numérique. Les enjeux principaux pour ces personnes vont être, dans un premier temps,

“

Huit pour cent des personnes appartiennent à ce que l'on appelle la fracture du premier degré : elles n'ont pas accès à du matériel connecté et n'ont aucune compétence numérique.

”

¹ Chiffres Fondation Roi Baudouin.

de les équiper et dans un deuxième temps, de les assister dans leurs démarches quotidiennes, car elles n'ont pas les compétences nécessaires pour réaliser leurs démarches en ligne seules.

Ensuite, 32 % de la population est en situation de précarité numérique forte et appartient à la fracture du 2^e degré. Le problème est ici davantage de l'ordre du manque de compétences : ces personnes ont accès à du matériel, mais ne savent pas s'en servir. L'enjeu principal va être de les former, de les faire monter en compétence, en autonomie. En effet, de plus en plus de services se dématérialisent et passent au numérique. Il faut donc pouvoir les mettre en capacité, les former aux compétences nécessaires afin qu'elles deviennent autonomes dans leurs démarches quotidiennes.

Les 40 % évoqués plus haut sont donc la somme des 32 % et des 8 % de personnes appartenant aux fractures du 1^{er} et du 2^{ème} degré. À côté de ces deux groupes, on retrouve également 22 % de personnes qui sont en précarité faible. Celles-ci disposent en général du matériel nécessaire, ainsi que certaines compétences pour réaliser leurs démarches en ligne, mais ont de temps en temps besoin d'un petit coup de pouce. Que ce soit pour leur redonner confiance, les remotiver, ou encore les aider dans l'une ou l'autre démarche, à la suite, par exemple, d'une mise à jour qui aurait changé l'interface d'un site administratif (exemple : sur un logiciel d'envoi d'e-mails, le bouton « Envoyer » a changé de place et la personne se retrouve perdue et ne sait plus comment envoyer un e-mail).

Enfin, seulement 38 % de personnes se considèrent complètement autonomes et n'ont pas besoin d'aide dans leurs démarches quotidiennes actuelles. Tous ces chiffres sont évidemment amenés à évoluer au vu de la rapidité à laquelle les services se dématérialisent.

Facteurs d'exclusion et freins à l'utilisation du numérique

Parmi les principaux facteurs d'exclusion, on identifie : l'âge, le revenu, le niveau de diplôme, l'accessibilité au réseau dans les territoires enclavés, l'illettrisme, la barrière de la langue et les personnes atteintes d'un handicap. Les freins à l'utilisation des nouvelles technologies sont eux aussi divers : la difficulté d'accès à l'équipement ou à la connexion pour des raisons financières ou géographiques, le manque de compétences numériques ou encore les freins psychologiques.

Ces derniers font partie des principaux freins à l'utilisation du numérique. On y retrouve la peur d'Internet, des craintes liées à la sécurité en ligne, la peur de ne pas y arriver, le refus d'utiliser le numérique, le fait de vouloir garder le contact humain avant tout et de ne pas vouloir entrer dans ce monde « déshumanisé ».



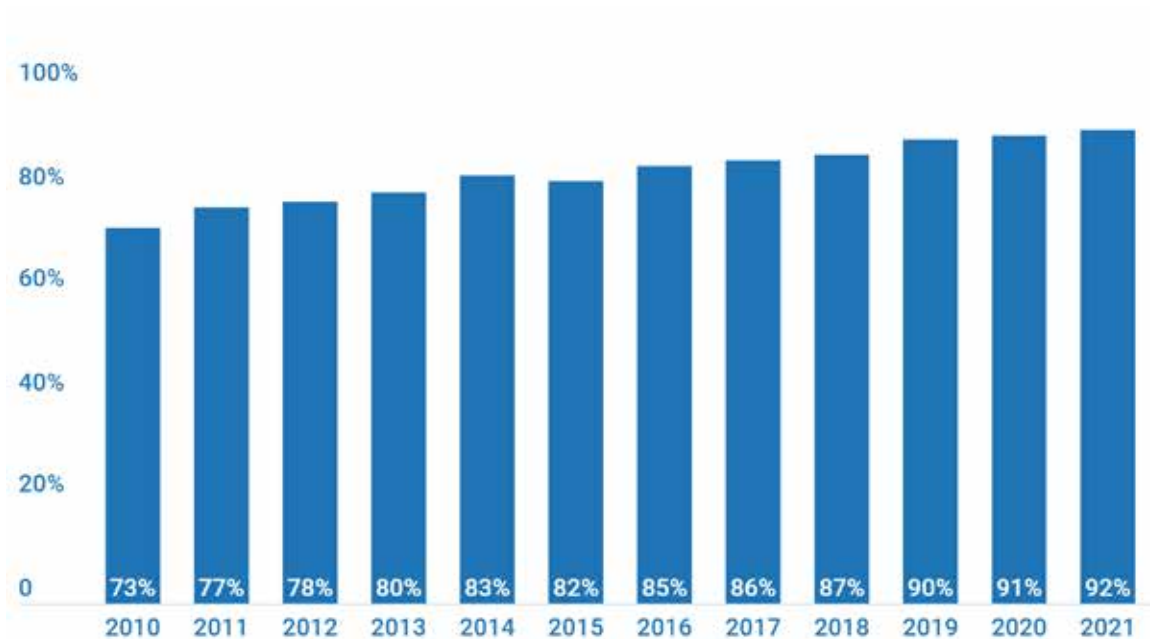
Les freins à l'utilisation des nouvelles technologies sont divers : la difficulté d'accès à l'équipement ou à la connexion pour des raisons financières ou géographiques, le manque de compétences numériques ou encore les freins psychologiques.



L'accessibilité au numérique

Selon StatBel, le service fédéral belge des statistiques, 8 % des ménages belges n'ont pas de connexion à Internet. Ce pourcentage est plus élevé en Wallonie (11 %) qu'à Bruxelles et en Flandre (7 %). Les groupes de population dont le taux de connexion à Internet est le plus faible sont les ménages dont les revenus se situent dans le quintile le plus bas (76 %) et les personnes seules (83 %²).

² Enquête Statbel sur l'utilisation des TIC auprès des ménages. <https://statbel.fgov.be/fr/themes/menages/utilisation-des-tic-aupres-des-menages>



Disponibilité de l'Internet dans le ménage 2010-2021³

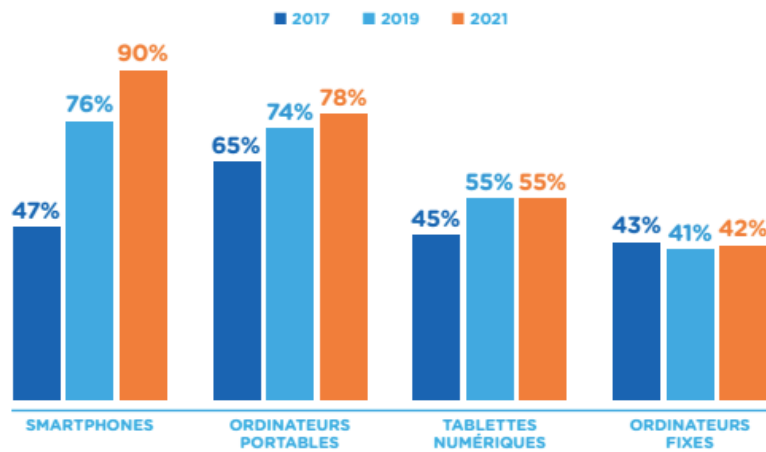
D'après une étude du Baromètre 2021 de maturité numérique des citoyens wallons, qui dresse un bilan des changements dans l'équipement des ménages, de l'évolution des usages et de la progression des compétences, 96 % des ménages⁴ wallons disposent d'au moins un terminal numérique (smartphone, ordinateur, tablette) et entre 2019 et 2021, le nombre de foyers possédant au moins un smartphone est passé de 76 % à 90 %. Cependant 4 % des ménages n'ont toujours aucun terminal numérique. Il s'agit principalement de couples de personnes âgées et de personnes seules.

La pandémie de Covid-19 a contribué à renforcer l'équipement des ménages. En effet, 18 % des ménages ont acquis des appareils : principalement des ordinateurs, mais aussi des tablettes, des smartphones, voire des écrans ou webcams. Les raisons de ces acquisitions sont diverses : principalement les nécessités des études des enfants (57 %) ou du télétravail (42 %), mais parfois aussi pour garder le contact avec les proches (12 %). Cependant, 10 % des ménages actifs avec enfant(s) signalent que l'équipement disponible reste insuffisant pour les besoins du télétravail et des études de tous les membres du foyer⁵.

³ *Ibid.*

⁴ Etude Digital Wallonia sur *les changements dans l'équipement des ménages, de l'évolution des usages et de la progression des compétences* du Baromètre 2021 de maturité numérique des citoyens wallons. <https://content.digitalwallonia.be/post/20210916135353/2021-09-Barome%CC%80tre-Citoyens-2021-Complet.pdf>

⁵ *Ibid.*



Ménages wallons disposant de ces terminaux numériques (tous les ménages)⁶

Toutefois, avoir accès à Internet ou à du matériel ne garantit pas forcément de pouvoir retirer des bénéfices de la numérisation des services. En effet, la digitalisation des services ne signifie pas pour tous la simplification de ceux-ci, contrairement à l'argument de « simplification administrative » avancé pour justifier cette numérisation massive.

Certaines interfaces ne sont pas pensées pour les publics cités précédemment. Dans le cas des personnes n'ayant pas de compétences numériques suffisantes, car étant atteintes d'un handicap visuel ou en situation d'illettrisme par exemple, même si le matériel et la connexion sont à leur disposition, certaines interfaces ne leur seront jamais accessibles. Comme le cite la Fondation Roi Baudouin dans son étude sur l'accès aux services numériques essentiels, « veiller à l'accessibilité et à la facilité d'utilisation des services numériques est essentiel. Tout comme le fait de continuer à garantir d'autres formes d'accès à ces services ».

“

Veiller à l'accessibilité et à la facilité d'utilisation des services numériques est essentiel. Tout comme le fait de continuer à garantir d'autres formes d'accès à ces services.

”

Les effets de la digitalisation des services peuvent conduire à exclure encore davantage de personnes déjà exclues, à renforcer leur situation de précarité et à les rendre encore plus invisibles. En effet, pour ces personnes, la digitalisation des services administratifs, qui ne rime pas toujours avec la simplification de ceux-ci, est ressentie comme une double peine. Afin de pouvoir chercher du travail, un logement, faire des demandes de bourses, déclarer leurs revenus, s'inscrire au chômage, etc., elles n'ont aujourd'hui pas d'autre choix que d'utiliser les services en ligne et ont donc d'autant plus besoin d'avoir des compétences numériques afin de réaliser leurs démarches.

⁶ *Ibid.*

Les inégalités en termes de compétences numériques

Selon le Baromètre wallon de la maturité numérique des citoyens wallons, le niveau global des compétences est en hausse, mais de manière lente. Entre 2019 et 2021, il a progressé surtout chez les femmes (+4,7 %) et un peu moins chez les hommes (+0,3 %) (les répondants ont été invités à déterminer leur niveau de compétences numériques en indiquant dans quelle mesure ils se sentaient à l'aise avec 15 tâches représentatives).

Ces compétences ne sont jugées suffisantes que par 76 % de la population active et sont considérées comme insuffisantes par 20 %. En 2021, 35 % des Wallons souhaitaient suivre des formations pour améliorer leur maîtrise du numérique (+11 % par rapport à 2019).

La part des usagers ayant une maturité numérique faible s'est réduite de 20,6 % à 17,9 %. Mais la part des citoyens ayant une maturité numérique élevée s'est aussi réduite de 16 % à 10,7 %. Les maturités les plus faibles sont surtout le fait des personnes de plus de 50 ans et principalement de plus de 75 ans. Le nombre d'éloignés du numérique (ayant peu confiance et l'utilisant très peu, voire pas du tout) est de 32 % en Wallonie et 18 % en Flandre, ce qui confirme une fracture numérique plus importante au sud du pays.

La pandémie de Covid-19 a aussi entraîné une forte augmentation de l'échange numérique de données avec l'administration. Cinquante-deux pour cent de la population a rempli et envoyé des formulaires en ligne au cours de l'année écoulée, soit 12 % de plus qu'en 2019 avant la crise. Par ailleurs, 48 % de la population adulte n'a toujours pas de contact numérique avec les services publics. Quelles en sont les raisons ? Le problème ne se situe pas spécialement du côté de l'offre : seuls 4 % ont indiqué qu'il n'était pas possible d'obtenir ou de fournir des informations en ligne. Le manque de contacts personnels (18 %), le manque de compétences (16 %) et une plus grande confiance dans les formulaires papier (15 %) sont les raisons les plus fréquemment citées pour ne pas utiliser l'administration en ligne.

Accompagner des personnes en précarité numérique

À l'heure où la digitalisation a envahi de nombreux espaces de notre vie quotidienne, le constat reste inquiétant et beaucoup de personnes sont encore exclues de la société, par manque d'accès et/ou de compétences numériques. Comment pallier ces inégalités ? C'est la question que s'est posée Jean Deydier, fondateur de WeTechCare.

En 2018, La Fondation Roi Baudouin a identifié l'inclusion numérique comme un axe de travail prioritaire pour lutter contre la pauvreté en Belgique et s'est tournée vers ses voisins européens pour identifier des solutions nationales efficaces. C'est à ce moment-là que l'antenne belge de WeTechCare a vu le jour. A la base, cette start-up sociale est née du constat du manque d'outils et de moyens mis à disposition des acteurs de première ligne pour faire face aux demandes d'aides de plus en plus nombreuses sur le numérique.

Afin d'aider ces acteurs de terrain dans l'accompagnement de personnes en difficulté sur le numérique, et afin de leur fournir les outils pour faciliter leur accompagnement, l'entreprise propose différentes solutions.

La plateforme Digit

La plateforme 123Digit.be est une plateforme gratuite et collaborative qui a pour but de faciliter l'accompagnement des aidants en leur donnant accès à plus d'une centaine de ressources pédagogiques afin de faire monter en compétences les publics en précarité numérique. Cette

plateforme est destinée d'une part aux acteurs de première ligne, acteurs sociaux, aidants numériques (professionnels de la formation, agents de CPAS, agents aux guichets des communes, ..) et d'autre part aux personnes en difficulté numérique, désireuses de se former.

La plateforme est adaptée à tout type de public et d'aidant, débutant, intermédiaire ou avancé, et permet une utilisation à la carte en fonction des besoins de chacun. Afin de définir ces différents niveaux, la plateforme s'est basée sur le cadre de référence européen des compétences numériques Digcomp. On y retrouve différents formats d'accompagnement qui répondent à différents besoins : des outils de formation, des exercices d'apprentissage, des simulateurs en environnement sécurisé (bancaire, smartphone, ordinateur) ainsi que des thématiques très variées (ordinateur, smartphone, santé, administration, bancaire, mobilité, ...).

Il est également possible d'interagir avec la communauté d'aidants numériques présente sur la plateforme via le forum si l'une ou l'autre question émerge lors du parcours sur la plateforme ou simplement dans un but de partage de connaissances et de bonnes pratiques.

A côté de cette plateforme, citons également quelques autres pistes pour réduire la fracture numérique :

- Mettre à disposition du matériel numérique gratuit ou moins cher.
- Donner accès librement à des espaces pouvant accueillir les personnes en précarité numérique (exemple : les Espaces Publics Numériques).
- Assister et développer les lieux d'assistance et ainsi le nombre de personnes pouvant offrir de l'assistance.
- Développer l'offre de formation en ciblant les publics qui en ont besoin, ce qui nécessite de pouvoir détecter les personnes en précarité numérique et de pouvoir leur proposer une formation adaptée.
- Poursuivre la lutte en faveur de l'accessibilité numérique.

L'accompagnement et les postures de l'aidant

Afin de savoir quelle posture adopter avant d'entamer un accompagnement, il est primordial de réaliser un diagnostic numérique des compétences et des besoins de la personne qui se trouve en face de nous afin de lui proposer l'accompagnement le plus adapté. Il est possible de réaliser ce diagnostic de différentes manières, soit en posant quelques questions comme « Avez-vous un smartphone, une tablette, un ordinateur ? » afin de savoir si la personne est connectée. Si oui, « Pour quelles utilisations ? A quelle fréquence ? » etc. Il est également possible de mettre la personne derrière un ordinateur et de voir si elle arrive à utiliser une souris, un clavier, à naviguer sur Internet, etc.

Afin de faciliter l'accompagnement des aidants et de les guider dans l'évaluation des besoins et des compétences des personnes en difficulté numérique, un diagnostic sous forme d'exercice et un diagnostic sous forme de questionnaire sont disponibles sur la plateforme 123Digit afin d'estimer en quelques minutes le niveau d'autonomie d'une personne. Après avoir réalisé ce diagnostic, les aidants peuvent adopter différentes postures lors de leur accompagnement numérique.

Les trois postures principales sont les suivantes:

- La première est celle du « **faire pour** », quand on fait « à la place de », ici pour les personnes exclues du numérique en raison des différents freins mentionnés plus haut et qui ne peuvent pas ou ne savent pas utiliser les outils numériques.



Afin de savoir quelle posture adopter avant d'entamer un accompagnement, il est primordial de réaliser un diagnostic numérique des compétences et des besoins de la personne qui se trouve en face de nous afin de lui proposer l'accompagnement le plus adapté.

- La seconde est celle du « **faire avec** », pour les personnes éloignées du numérique, qui sont en capacité d'apprendre à faire une recherche sur internet, à envoyer un e-mail, ...
- Et enfin, celle du « **laisser faire** » pour les personnes qui sont proches de l'autonomie numérique et qui ont juste besoin d'un petit coup de pouce, d'être rassurées, de bénéficier d'une démonstration, d'une aide ponctuelle, etc.

Quatre étapes importantes sont à retenir dans le cadre d'un accompagnement numérique :

- **Engager la conversation** : voir comment vous pouvez aider la personne, comprendre son besoin.
- **Réaliser un diagnostic numérique** : détailler le besoin et le contexte numérique de la personne (matériel à disposition, usage des outils numériques, motivation, autonomie,...)
- **Accompagner dans l'urgence** : commencer par traiter la demande urgente du/de la bénéficiaire. Sur base du diagnostic, adapter votre posture (« faire pour », « faire avec », « laisser faire »)
- **Évaluer pour orienter vers une solution durable** : une fois la demande urgente traitée, essayez d'évaluer les compétences. Pour délivrer un diagnostic complet et fiable, l'aidant-e a besoin d'observer la personne en action.

Durant la pandémie de Covid-19, l'accompagnement des personnes en fracture numérique a été radicalement interrompu. Avec les confinements successifs, les acteurs de première ligne ont dû cesser en partie ou en totalité leurs activités d'accompagnement. A l'inverse, si certaines structures sont restées ouvertes, les citoyen-ne-s n'étaient pas autorisé-e-s à sortir. Certaines structures se sont cependant adaptées pour proposer de l'aide à distance, de l'aide à domicile et/ou du prêt ou don de matériel.

Conclusion

Nous l'avons vu, le spectre des vulnérabilités numériques est large, de nombreux freins existent et empêchent l'accès au numérique pour énormément de personnes.

Si la situation ne change pas, si la société continue d'accroître la numérisation de ses services sans prendre en compte l'amélioration de l'accès à ceux-ci, le nombre de personnes en précarité numérique est amené à fortement augmenter au cours des prochaines années. Se former à l'accompagnement numérique est donc essentiel afin de pouvoir accompagner ces personnes en difficulté et les amener au plus proche de l'autonomie numérique.

La société est amenée à évoluer, mais pour que cette évolution se passe au mieux, il faut pouvoir garantir un accès égal à tous les services pour permettre à chaque individu d'accéder à ses droits fondamentaux. Et ce dans le but d'éviter de renforcer les inégalités existantes, de permettre à chacun de prendre part à la vie en société et de soulager le travail des acteurs de terrain.

“

Il faut pouvoir garantir un accès égal à tous les services – numériques ou non – pour permettre à chaque individu d'accéder à ses droits fondamentaux.

”

Le numérique responsable - Tome 1

Gestion des données, sobriété et inclusion numériques

Les Cahiers du Digital - N°4

HEC Digital Lab - HEC Liège Management School - Liège Université

Auteurs : Djida Bounazef, Tanguy Detroz, Arnaud Chavagne, Gregory Reuter, Lisa Chonglez, Danoucha Keusters

Date de publication en ligne : Juin 2022

Coordination : Nicolas Neysen

Communication & Design : Roxanne Thonnard

Crédits images : Page de garde : weerapat1003/Adobe Stock ; p. 19 : Pixabay/Pexels, p.28 : Andranik123/Adobe Stock, p.35 : Dan Cristian Pădureț/Unsplash, p.37 : Ivan/Adobe Stock, p.39 : Artem/Adobe Stock, p.51 : FotoArtist/Adobe Stock.

Le HEC Digital Lab tient à remercier tout particulièrement le **Belgian Institute for Sustainable IT asbl**, partenaire de ses initiatives en matière de numérique responsable, pour collaboration dans la composition de ce Cahier.

Publication gratuite - Ne peut être vendue ou utilisée à des fins commerciales. Ce *Cahier du Digital* est une publication du HEC Digital Lab. Vous êtes libre de reproduire, de distribuer et de communiquer cette création au public dans le respect des droits moraux des auteurs, à condition de citer vos sources et de ne pas en faire un usage commercial.

Avec le soutien de :





.AGORIA

Sustainable AI In Business

Qu'avez-vous besoin pour la mise en place durable de votre **projet d'IA**?

Démarrer le cours en ligne →



L'intelligence artificielle est **plus qu'un simple projet IT**. En effet, elle peut avoir des implications **humaines, juridiques, opérationnelles et éthiques**. En étiez-vous conscient? Si vous voulez développer un projet d'IA durable au sein de votre organisation, vous devrez prendre tous ces aspects en compte.

Ce cours en ligne gratuit (1h30) élaboré avec des experts du domaine vous permettra de vous **familiariser rapidement et de manière ludique avec des conseils et outils** qui vous aideront à planifier votre projet d'IA. Il aura une influence positive sur l'ensemble des personnes impliquées aussi bien sur le court que sur le long terme. Il n'est donc **pas nécessaire d'être un expert** en la matière, bien au contraire.

agoria.be/sustainable-ai

CONTACT

www.digitallab.be

hecdigitallab@uliege.be