

Données, empreinte et libertés

Une exploration des intersections
entre protection des données,
des libertés, et de l'environnement



ÉDITO

Dès 2019, la CNIL s'est engagée, conjointement avec d'autres autorités, à développer des collaborations prenant en compte les objectifs climatiques fixés par l'Accord de Paris tant dans ses orientations stratégiques que dans ses activités opérationnelles. Ces engagements traduisaient la conviction des régulateurs de pouvoir accompagner les évolutions nécessaires et de contribuer à éclairer la société face aux interrogations qu'elle exprime sur ces enjeux.

En 2021, nous avons lancé notre plan d'action développement durable dans le but d'engager la CNIL dans la transition environnementale en tant qu'organisation, pour notamment favoriser la mobilité durable, réduire les consommations et les déchets, mais aussi repenser les usages informatiques et numériques.

Ce 9^e Cahier Innovation et Prospective du laboratoire d'innovation numérique de la CNIL a pour vocation d'étudier les intersections entre la protection des données et la protection de l'environnement à l'heure où l'empreinte carbone du secteur numérique représente déjà près de 4 % des émissions globales (2,5 % en France). Si aucune mesure n'est prise, elle pourrait augmenter de 45 % sur le territoire national d'ici à 2030, selon des projections de l'ADEME et de l'Arcep.

Le Règlement général sur la protection des données (RGPD), et la Loi Informatique et Libertés, posent pour principe la minimisation des données personnelles et une certaine frugalité dans leur utilisation, d'où l'idée séduisante que cette réglementation pourrait naturellement réduire l'empreinte du numérique. C'est pourquoi ce cahier vise à appréhender de quelle manière ces règles peuvent agir en symbiose avec la protection de l'environnement. Aussi, ce cahier vise également à pointer les éventuelles contradictions ou compromis à établir entre ces deux objectifs : des technologies protectrices des données, comme par exemple le chiffrement, sont consommatrices en ressources et énergie et doivent être utilisées à bon escient. Il s'agit également d'anticiper sur de possibles tensions à venir sur nos libertés, quand de nouveaux dispositifs numériques seront déployés pour contrôler le respect des règles environnementales par les individus.

Ce cahier passe en revue ces enjeux et propose une série de recommandations, comme autant de petites briques et de contributions de la CNIL à ce grand défi du XXI^e siècle.

Marie-Laure Denis
Présidente de la CNIL

JUIN 2023

Directeur de la publication :
Louis Duthieillet de Lamothe
Rédacteur en chef :
Bertrand Pailhès
Rédacteurs de ce cahier :
Régis Chatellier, Martin Biéri,
Thomas Le Bonniec avec l'aide de
Mehdi Arfaoui, Audrey Pety, Vincent
Toubiana, Pauline Faget et Stéphanie
Chapelle.

Conception graphique :
Agence Linéal
03 20 41 40 76
Impression : DILA
04 71 48 51 05
ISSN : 2263-8881 /
Dépôt légal : à publication

Cette œuvre excepté les illustrations
et sauf mention contraire est mise à
disposition sous licence Attribution
3.0 France.

Pour voir une copie de cette licence,
visitez <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/fr/>

Les points de vue exprimés dans
cette publication ne reflètent pas
nécessairement la position de la
CNIL.

La CNIL remercie vivement
l'ensemble des membres du Comité
de la prospective et les experts
extérieurs interviewés ou rencontrés.

05 Numérique et environnement : données en balance

- 06 Écologie(s) du numérique et des libertés
- 08 Empreinte numérique ? Quelle empreinte du numérique ?
- 11 Les data center sont-ils vraiment des data bouillottes ?
- 13 Quelle part du numérique, présente comme future ?
- 17 Des controverses autour des chiffres

19 Des technologies et pratiques au tamis de l'environnement

- 20 L'Intelligence artificielle apprend-elle ?
- 23 Blockchain, « C'est compliqué »
- 24 Métavers, consommations virtuelles ou augmentées ?
- 26 La publicité – notamment ciblée – et l'environnement

29 Protéger les données protège-t-il la planète ?

- 31 Protéger, c'est verdier ?
- 35 Basse technologie (low tech) et « puissance en réserve »
- 36 Écoconception et privacy by design

39 Des libertés en transition ?

- 41 Qui contrôle – ou surveille – qui ?
- 44 Moyens du contrôle social... et nouveaux piloris environnementaux ?
- 46 Des libertés à géométrie variable
- 46 De la démocratie technique en temps de crise climatique

49 Partager les données pour protéger l'environnement

- 51 Les données environnementales existent-elles ?
- 52 Les moyens de vous faire collecter
- 55 Différents modèles de circulation et gouvernance

59 Des pistes pour rapprocher protection des données et de l'environnement

- 60 Promouvoir une informatique sobre et frugale
- 62 Renforcer, documenter et rendre interopérables les bonnes pratiques sectorielles
- 63 Engager un débat sur les libertés et la transparence
- 65 Fournir les moyens d'un partage vertueux des données environnementales
- 65 Poursuivre l'engagement de la CNIL dans sa transition environnementale

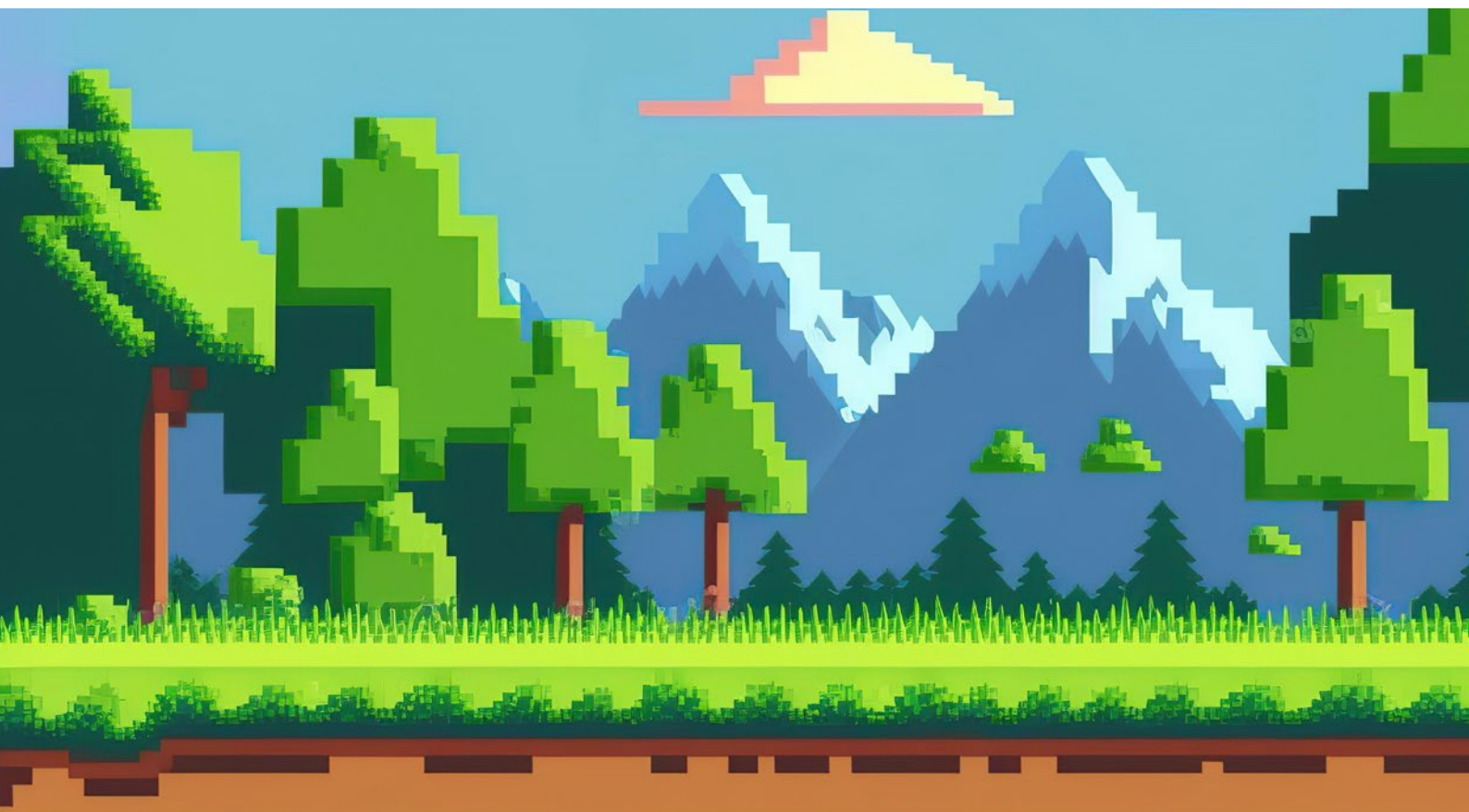
Numérique et environnement : données en balance

*« Le plus semble être le moins, en le déplaçant
simplement, en le déplaçant loin, très loin »*

John Maeda, The Laws of Simplicity (2006)¹

¹ • More appears like less by simply moving it far, far away. • citation reprise par : CARNINO Guillaume, MARQUET Clément, • Les datacenters enfoncent le cloud : enjeux politiques et impacts environnementaux d'internet •, Zilset, 2018/1 (N° 3), p. 19-62. DOI : 10.3917/zil.003.0019. URL : <https://www.cairn.info/revue-zilset-2018-1-page-19.htm>

Numérique et environnement : données en balance

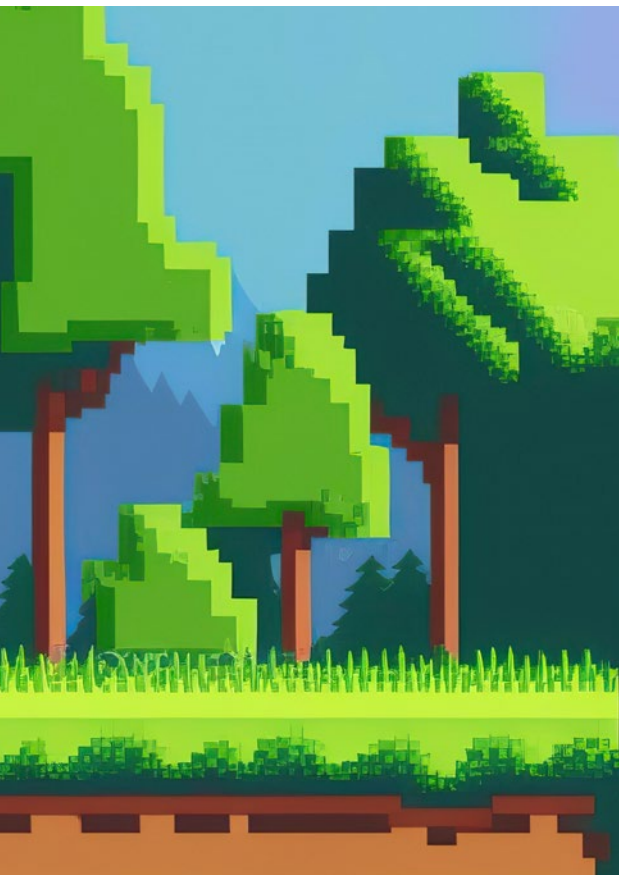


ÉCOLOGIE(S) DU NUMÉRIQUE ET DES LIBERTÉS

Adopter une approche environnementale du numérique suppose de s'interroger sur la notion « d'écologie », au sens étymologique et scientifique du terme, c'est-à-dire la compréhension de l'écosystème naturel entourant la production et la consommation de services numériques. En effet, au-delà de la mesure de l'empreinte de différents composants et services numériques, que nous tentons de décrire dans un deuxième chapitre, il est utile de s'interroger sur la relation entre nature et technologie, dans le prolongement de la prise de conscience

des relations entre les activités humaines et l'environnement. De la même manière, il est possible de comparer la manière dont on approche le numérique – et le sous-ensemble de la protection des données et des libertés – d'une part, de la protection de l'environnement d'autre part.

C'est d'abord l'invisibilisation du sujet qui rapproche ces deux domaines. Pour le citoyen lambda, intuitivement, la numérisation et l'immatériel sont synonymes d'allègement de l'impact



Adobe Stock

environnemental, car c'est bien l'effet qu'ils ont dans l'environnement proche de l'individu (moins de papier, moins de déplacements, etc.). La sémantique utilisée dans le débat public entretient cette perception d'un numérique flottant sans prise sur la réalité du monde : un numérique virtuel, dans le nuage, offrant une expérience « sans couture », prêt à disparaître complètement... Pourtant, ces données qui sont généralement considérées comme des biens immatériels et non tangibles n'existent pas sans des infrastructures, des systèmes

et des dispositifs, eux, bien matériels. La matérialité du numérique est multiple, comme nous le décrivons dans la partie suivante, centre de données, terminaux et réseaux en constituent l'infrastructure de base, mais aussi ce que les auteurs Khoespel et Zhu² décrivent comme la « matérialité continue » du code. Depuis les couches les plus basses jusqu'à des langages de programmation lisible par les humains, mais aussi la manière dont les sociétés en organisent la gouvernance et les usages, par des « codes » structurels, législatifs, sociaux et culturels. Le champ du numérique est aussi celui de ses « infrastructures », qui sont, selon Francesca Musiani³, « politiques, contestables et contestées, cibles et instruments de gouvernance, objets d'intérêt d'une myriade d'acteurs : des plus puissants et concentrés jusqu'à l'internaute lambda ».

D'une certaine manière, le champ écologique est lui aussi resté intangible dans nos sociétés modernes⁴. Bien que la notion d'écologie se soit développée dans les années 60 et 70, les premiers concepts de cette discipline se sont forgés en Europe dès le XIX^e siècle. Charles Darwin y fait référence en 1859, dans le préambule de *L'origine des espèces*, sous le nom de « économie de la nature ». Le terme écologie est inventé par le biologiste Ernst Haeckel en 1866 dans son ouvrage *Morphologie générale des organismes*, par la réunion des termes grecs signifiant maison, ou habitat (οἶκος / oïkos) et discours (λόγος / logos). L'historien étasunien Donald Worster situe l'entrée de l'humanité dans « l'âge écologique » le jour du premier essai d'une arme nucléaire, le 16 juillet 1945⁵, dans le désert du Nouveau Mexique, et sa continuité Hiroshima et Nagasaki. Des événements paroxystiques qui ont mis devant les yeux de l'humanité sa capacité à agir négativement sur la planète. Entrée dans le champ du débat politique dans les années 1970, avec notamment le Rapport du Club de Rome et des expressions politiques portées par des ONG ou des partis politiques, ce n'est que progressivement que les populations ont (re)pris conscience de la nécessité de s'organiser pour préserver l'environnement, en même temps que des événements climatiques et des catastrophes environnementales se sont succédées.

De l'invisibilisation à la prise de conscience, découle l'évolution de la perception du risque. La succession d'événements tragiques associée au développement de la circulation de l'information nous a fait basculer dans ce que Ulrich Beck a nommé *La société du risque* (2003). Alors que les risques auxquels étaient confrontées les populations étaient auparavant « naturels », sur lesquelles elles n'avaient pas prise, les nouveaux risques sont le plus souvent la résultante de l'activité humaine

² Khoespel Kenneth et Zhu Jichen, 2008, « Continuous materiality through a hierarchy of computational code », *Théorie, littérature, épistémologie*, n° 25, p. 235-247.

³ Francesca Musiani, « L'invisible qui façonne. Études d'infrastructure et gouvernance d'Internet », *Tracés. Revue de Sciences humaines* [En ligne], 35 | 2018, mis en ligne le 14 novembre 2018, consulté le 13 mars 2023. URL : <http://journals.openedition.org/traces/8419> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/traces.8419>

et de ce qu'il appelle le « surdéveloppement technique ». Des risques de plus en plus globaux, et de plus en plus invisibles, jusqu'à ce que qu'ils nous reviennent frontalement. De manière similaire, en matière de protection des données, la perception du risque par les individus a connu un tournant majeur avec l'affaire Snowden, qui a donné à voir les moyens de surveillance mis en œuvre grâce au numérique, puis avec Cambridge Analytica qui a rendu visible la circulation des données et le détournement de leur habitudes. Des affaires qui n'ont pas radicalement changé les usages : l'utilisateur de smartphone ne voit pas toujours les traitements de données personnelles réalisés « à son insu » pour bénéficier d'une app « gratuite » (tout comme il ne ressent pas directement les effets indésirables de l'extraction du cobalt au Congo, alors même que ce composant est indispensable pour faire fonctionner ledit smartphone). Ces événements ont pourtant rendu visible une part de l'infrastructure sous-jacente du numérique et nourri la volonté de renforcement des droits des personnes dans le RGPD. La notion de risque est d'ailleurs au cœur des mesures préconisées pour la protection des données depuis 2018, avec notamment l'introduction d'une obligation d'analyse d'impact relative à la protection des données (AIPD) pour certains traitements.⁶

Le rapport au progrès se retrouve également dans les deux champs, dans des formes parallèles. Pour certains, la science, les technologies et l'innovation permettront de sauver la planète, ou à minima l'humanité, à l'image d'Elon Musk qui prévoit déjà de coloniser Mars. Des fondations envisagent de leur côté de développer la géo-ingénierie pour « masquer le soleil » et réduire le réchauffement climatique⁷. En termes de technologies et libertés, le rapport est différent. La CNIL pointe souvent le risque du solutionnisme technologique dans ses décisions et avis, par exemple pour les usages de la reconnaissance faciale ou des caméras augmentées, qui mettent en péril les libertés des personnes sans que l'on soit en capacité d'évaluer leur efficacité réelle. Cette fascination des technologies – tout comme leur rejet complet –, associée à l'invisibilité des infrastructures du numérique tend ainsi à rendre les débats, soit très techniques, soit très clivés. Ce qui ne facilite pas une appréhension globale des enjeux et un débat éclairé sur les choix à faire, qui prennent en compte tous les éléments des structures socio-techniques des outils dont il est question.

Un dernier parallèle possible entre libertés et environnement tient aux mesures à apporter pour prévenir et dans certains cas corriger. La tentation est grande, dans le discours général, de déporter les responsabilités sur les seuls individus, et

de se concentrer sur des injonctions individuelles, parfois moralisantes : « pensez à nettoyer vos cookies et à trier vos déchets » (voir p. 17). Mais c'est au niveau des organisations que les mesures ont surtout porté. La perception du risque est devenue réelle pour les organisations lorsque la loi Informatique et Libertés, et surtout le RGPD, ont établi des niveaux de sanction importants pour les contrevenants, et imposé des mécanismes de contrôle interne. La bureaucratie a ainsi donné corps à un risque abstrait, et à son infrastructure (où sont vos données, qui y a accès). En produisant de la friction, la protection des données tend à rendre visible les systèmes. En légiférant, l'Union européenne a créé les conditions du dialogue dans les entreprises et institutions publiques, et avec leurs clients et usagers, sur un sujet jusque-là inconnu pour beaucoup. Les organisations sont devenues les premiers lieux de l'éducation à la protection des données⁸. Ce ne sont là que des parallèles et des pistes, mais il y a à gagner à produire de la comparaison entre ces champs apparemment si différents.

À ce titre, ce cahier propose une analyse au prisme de la protection des données, de quelle manière celle-ci peut agir en symbiose avec la protection de l'environnement, ou au contraire, quelles sont les contradictions entre ces deux objectifs, du point de vue de l'empreinte de la protection, mais aussi de la tension à venir avec nos libertés (partie 4, p. 39).

EMPREINTE NUMÉRIQUE ? QUELLE EMPREINTE DU NUMÉRIQUE ?

Le monde virtuel que l'on nous a si longtemps présenté n'a de virtuel que les projections de nos imaginaires. Il est l'affaire d'infrastructures matérielles, de centres de données, de câbles, antennes, logiciels et dispositifs permettant de s'y connecter. Le numérique se nourrit d'électricité, mais également de métaux et terres rares. Chacune de ces briques a sa propre empreinte environnementale et entre dans le cycle de vie des biens et services du numérique. Le calcul de celle-ci n'est cependant pas un exercice aisé, et reste une source de débats enflammés en 2023. Des débats qui portent notamment sur le calcul coûts/bénéfices environnementaux du numérique, quand ce ne sont pas les chiffres eux-mêmes qui produisent leur lot de controverses.

⁴ Les sociétés pré-modernes, et notamment les sociétés autochtones, ont développé une relation écologique évidente avec leur environnement naturel, source de subsistance comme de menaces, néanmoins cantonnée à une échelle locale.

⁵ Daniel Worster, *Les pionniers de l'écologie, Une histoire des idées écologiques*, Sang de la terre, Paris, 1992, p.365

⁶ Ce qu'il faut savoir sur l'analyse d'impact relative à la protection des données (AIPD), CNIL, <https://www.cnil.fr/fr/ce-qui-faut-savoir-sur-l-analyse-d-impact-relative-la-protection-des-donnees-aipd>.

⁷ « *Annals of a Warming Planet* » (en anglais), The New Yorker, <https://www.newyorker.com/news/annals-of-a-warming-planet/dimming-the-sun-to-cool-the-planet-is-a-desperate-idea-yet-were-inching-toward-it>

⁸ Antoine Courmont, « Le travail, premier vecteur de socialisation à la protection des données ? », LINC, février 2022 <https://linc.cnil.fr/fr/le-travail-premier-vecteur-de-socialisation-la-protection-des-donnees>

Une forte empreinte, « dès la conception fabrication »

Calculer l'empreinte du numérique est affaire complexe et aux méthodologies non consensuelles. Celui-ci peut se faire de plusieurs manières, par la mesure de l'empreinte énergétique, par la mesure de son empreinte carbone, en équivalent CO₂, ou en élargissant le calcul à l'empreinte environnementale globale du numérique. L'empreinte carbone correspond aux seules émissions en gaz à effet de serre produites par le numérique, pour la fabrication des équipements, les services, les usages, etc. Le calcul de l'empreinte environnementale est plus large, et s'effectue notamment par des analyses du cycle de vie (ACV), une méthode d'évaluation permettant de réaliser un bilan environnemental multicritère et multi-étape d'un système (produit, service, entreprise ou procédé) sur l'ensemble de son cycle de vie. L'objectif est ainsi de connaître et pouvoir comparer les impacts environnementaux d'un système, de l'extraction des matières premières nécessaires à sa fabrication (dont les terres rares, l'eau, l'énergie primaire...) à son traitement en fin de vie (mise en décharge, recyclage...), en passant par ses phases d'usage, d'entretien et de transport. Nous nous référons à ces types d'empreinte dans la suite de ce cahier, selon les modes de calculs mis en œuvre.

L'ADEME et l'Arcep - missionnées par le Ministère de la Transition écologique et le Ministère de l'Économie des Finances et de la Relance - ont remis en 2022⁹ un rapport commun dans lequel ils tentent de mesurer l'empreinte environnementale du numérique, et d'identifier des leviers d'actions et des bonnes pratiques pour la réduire. Le rapport étudie trois composantes de l'empreinte du numérique : les terminaux utilisateurs, les réseaux, et les centre de données (*data centers*).

Terminaux, principales pistes d'atterrissage pour l'empreinte

Les terminaux (écrans, téléviseurs, smartphones, box, consoles de jeu, etc.) représentent à eux seuls de 65 à 90 % de l'impact environnemental du numérique, les téléviseurs à eux seuls entre 11 % et 30 %. Le rapport met notamment l'accent sur le recours important aux énergies pour la fabrication des équipements. L'énergie mobilisée pour la fabrication est principalement produite dans des pays où le mix énergétique reste fortement carboné (comme en Asie ou aux États-Unis).

La phase de fabrication des équipements reste la principale source d'impact environnemental, du fait notamment de la consommation des ressources énergétiques, de son empreinte carbone, de l'épuisement des ressources abiotiques (minéraux et métaux), mais ces mêmes terminaux continuent à produire des impacts en phase d'utilisation, dès lors qu'ils sont consommateurs en énergie, ainsi qu'en fin de cycle de vie lorsqu'il s'agit au mieux de les recycler, au pire d'en traiter les déchets. C'est la raison pour laquelle il est souvent préconisé de ne pas changer trop souvent de matériel, et notamment de smartphone, dont l'ADEME estime que trois quarts de son empreinte est due à sa seule fabrication. Les smartphones sont constitués d'une cinquantaine de métaux, qui doivent être extraits dans différentes mines réparties sur la planète (voir encadré Métaux hurlants). En 2022, l'ADEME estimait que 63 % des smartphones utilisés avaient moins de deux ans¹⁰.

Les pratiques de réparation n'ont cependant pas attendu la prise de conscience de l'urgence environnementale, comme l'indiquait le socio-anthropologue des cultures numériques Nicolas Nova au LINC en 2021, dans le prolongement de la sortie de son ouvrage *Dr. Smartphones : une ethnographie des ateliers de réparation de téléphones portables*. « L'injonction à la numérisation et au remplacement régulier des dispositifs comme les smartphones a eu pour conséquence que les pratiques de réparation prennent de l'importance »¹¹, donnant lieu à l'éclosion d'ateliers de réparations (voir l'encadré p. 37). Cet art de la maintenance est exposé dans un ouvrage de Jérôme Denis et David Pontille¹², qui alertent sur le fait que le « *soin des choses est devenu superflu* », quand il faudrait au contraire œuvrer pour un véritable droit à la réparation, et valoriser ces pratiques et les personnes qui y participent. L'ADEME estimait en 2017 à seulement 14 % le pourcentage de Français qui tentent la réparation de leurs appareils¹³.

Réseaux

Parmi les réseaux, le rapport ADEME/Arcep distingue les réseaux fixes (xDSL, FFTx) et mobiles (2G, 3G, 4G, 5G). S'ils partagent certaines infrastructures communes, le rapport constate que les réseaux fixes génèrent en France 75 % à 90 % de l'empreinte contre 10 à 25 % pour le mobile, notamment parce qu'ils consomment plus d'électricité en phase d'utilisation, et requièrent plus d'équipements (dont les box installées chez les utilisateurs). Un constat à modérer par le fait que les réseaux fixes ont un coût environnemental moindre quand on le rapporte à la consommation par gigaoctet (Go) : les réseaux mobiles ont près de trois fois plus d'impact que les réseaux fixes par Go consommé.

⁹ Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective, ADEME/Arcep (PDF, 528 ko), janvier 2022, https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ade-me-arcep-note-synthese_janv2022.pdf

¹⁰ *Longue vie à notre smartphone !* (PDF, 1,6 Mo), ADEME, septembre 2022, <https://librairie.ademe.fr/cadic/7327/guide-longue-vie-smartphone.pdf>

Zoom sur...

Métaux hurlants

La question des matières premières nécessaires à la production des dispositifs numériques – métaux et terres rares –, est l'un des grands enjeux pour les années à venir, à plusieurs niveaux : géopolitique, social et environnemental.

Comme le recense le *think tank* Etopia dans un rapport de 2021¹⁴, les gisements de métaux rares (cobalt, cuivre, lithium, nickel, silicium, etc.) et leur extraction sont assez répartis sur le globe, mais l'Europe n'y contribue que faiblement. La Chine reste le premier producteur mondial des terres rares (un groupe de 17 métaux difficiles à extraire). En 2021, elle détenait encore 60 % de la part de la production, et plus de 30 % des réserves. La dépendance à la Chine tend à s'amenuiser, mais reste importante, dans un contexte de relations tendues à l'international. Les procédés d'extraction requièrent en effet l'usage de solvants et acides forts, et la consommation de grandes quantités d'eau et d'énergie, dès lors qu'ils s'effectuent à haute température¹⁵. Des pollutions qui ont des conséquences directes sur les populations : des fuites dans les cours d'eaux et eaux souterraines a notamment incité la Chine à renforcer la surveillance environnementale du secteur.

La question de la relocalisation de l'extraction de ces métaux et terres rares en Europe se pose aujourd'hui, dans un cadre où la dépendance aux importations implique des problématiques de sécurisation des approvisionnements, sujets à des crises politiques, sanitaires ou des restrictions commerciales. L'Europe tient à jour une liste des

« matières premières critiques », parmi lesquels des métaux rares tels que le cobalt et les MGP (métaux du groupe platine). Il s'agit, dans un souci de souveraineté européenne, de localiser la production. Même si des solutions plus vertueuses sont explorées – comme l'exploitation de mines à ciel ouvert –, les risques de pollution induite, la production de déchets et la consommation en eau restent des risques à contenir, auxquels la population est sensible. L'application des réglementations environnementales européennes ainsi que la réduction des transports tendraient à réduire l'empreinte, en même temps qu'elle la rendrait plus visible pour les populations européennes.

Un très important gisement d'oxyde de terres rares a par exemple été découvert dans l'extrême nord de la Suède en janvier 2023, de plus d'un million de tonnes. La mise en production demanderait dix à quinze ans pour se mettre en route, mais suscite déjà des débats, entre perspectives de développement économique bienvenues, et inquiétudes des populations locales, qui seront directement touchées par les effets négatifs de ces mines¹⁶. La France, qui avait rompu avec l'exploitation minière, ouvre de nouveaux sites. Des permis exclusifs de recherche de mines ont par exemple été accordés en Allier et en Alsace pour du lithium¹⁷. L'émergence de ces projets sera pour les sociétés européennes l'occasion de faire face concrètement à leur empreinte environnementale et de s'organiser en conséquence.

Centres de données

L'impact des centres de données (*data centers*) est, pour sa part, principalement dû au nombre de mètres carrés alloués

à des salles informatiques, au nombre de serveurs, à leur consommation électrique et pour certains à leur consommation en eau, comme nous le voyons plus bas. Leur empreinte est bien plus physique que virtuelle, le nuage a les pieds bien ancrés sur terre. Un état de fait non sans rappeler la citation de la FSFE - Free Software Foundation Europe : « Il n'y a pas

¹¹ Nicolas Nova : « Les ateliers de réparation ouvrent à la durabilité des objets numériques », interview pour le LINC, 10 juin 2021, <https://linc.cnil.fr/fr/nicolas-nova-les-ateliers-de-reparation-ouvrent-la-durabilite-des-objets-numeriques>

¹² Jérôme Denis, David Pontille, *Le soin des choses*. Politiques de la maintenance, Paris, La Découverte, coll. « Terrains philosophiques », 2022, 368 p., ISBN : 9782348064838.

¹³ Smartphone, une relation compliquée », infographie, ADEME, 2017, <https://multimedia.ademe.fr/infographies/smartphone-version-ademe/>

¹⁴ Des métaux pour une Europe verte et numérique, un agenda pour l'action », Etopia, 2021, <https://etopia.be/blog/2021/12/16/des-metiaux-pour-une-europe-verte-et-numerique-un-agenda-pour-laction/>

¹⁵ Marine Corniou, « La ruée vers les terres rares », [archive], Québec Science, 20 juillet 2012, <https://www.quebecscience.qc.ca/environnement/la-ruée-vers-les-terres-rares/> (consulté le 30 avril 2022).

¹⁶ Anne-Françoise Hivert, « Suède : la découverte d'un gisement de terres rares suscite l'inquiétude des populations autochtones », Le Monde, janvier 2023 https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/01/17/suede-la-decouverte-d-un-gisement-de-terres-rares-suscite-l-inquietude-des-populations-autochtones_6158170_3244.html

¹⁷ Marie Verdier, *La France lance la traque aux métaux rares*, La Croix, septembre 2022 <https://www.la-croix.com/Economie/France-lance-traque-metiaux-rares-2022-09-11-1201232684>



de nuage, seulement les ordinateurs d'autres personnes ».

LES DATA CENTERS SONT-ILS VRAIMENT DES DATA BOUILLIÈRES ?

S'attaquer aux liens entre protection des données et protection de l'environnement doit nécessairement s'envisager pour une autorité comme la CNIL sous l'angle des données, de leur circulation et de leur stockage, donc des centres de données. Ces derniers et notamment les plus gros, qui centralisent et traitent des très grandes quantités de données, sont souvent mis en avant comme les symboles de l'emprise numérique sur l'environnement. Du point de vue de la protection des données, des architectures décentralisées et le calcul sur des serveurs locaux, voire directement sur les périphériques (*edge computing*) est à encourager. Pourtant, les plus gros centres de données sont souvent mieux optimisés énergétiquement que les petites infrastructures.¹⁸ Paradoxalement, il pourrait être ainsi plus vertueux d'un point de vue environnemental de concentrer le stockage et le traitement de données plutôt que de promouvoir des architectures décentralisées même si ces dernières sont préférables pour la protection des données personnelles.

Les plus gros centres de données n'en font pas moins débat, dans le monde entier, d'autant plus depuis l'été 2022 et la

prise de conscience globale de la crise climatique.

Jusqu'à plus soif

Au Royaume-Uni, où des records de températures ont été battus, Google Cloud a par exemple signalé en juillet 2022 qu'il avait dû couper certains de ses services le temps de résoudre des une « panne liée au refroidissement » dans l'un de ses bâtiments londoniens hébergeant des « services cloud ».¹⁹ Au même moment, toujours à Londres, Oracle devait fermer certains de ses services pour « empêcher les pannes matérielles incontrôlées. » Amazon Web Service voyait un de ses centres de données tomber en panne suite à un « événement thermique. »²⁰

Aux Pays-Bas, les centres de données de colocation consumeraient 550 millions de litres d'eau par an, rapportés à 112 milliards de litres pour la consommation de la population²¹. Cette consommation d'eau est à l'origine d'une polémique entre Microsoft et la municipalité de Hollands Kroon, au nord d'Amsterdam. Alors que la firme étasunienne avait annoncé consommer 12 à 20 millions de litres d'eau pour le refroidissement de son centre de données, elle en aurait utilisé 84 millions de litres sur un an. Dès 2019 et jusqu'en 2020, afin d'élaborer une stratégie de développement urbain maîtrisé, les villes d'Amsterdam et Haarlemmermeer avaient décrété un moratoire sur l'installation des centres de données sur leur territoire, dont l'emprise sur l'espace et les besoins en électricité entraient de plus en plus en concurrence avec les activités et infrastructures locales. Selon Stijn Grove (Dutch Data Centers Association), cité par Guillaume Pitron, « À Francfort, dans la péninsule danoise du Jutland, à Londres, Paris et Dublin, les mêmes problèmes se posent.²² En 2021, Dublin et Francfort ont également lancé des moratoires afin de repenser leur approvisionnement énergétique.

Des questions d'aménagement du territoire

Les périphéries industrielles des métropoles sont souvent les lieux d'implantation des centres de données de colocation et de cloud. À Paris, par exemple, les anciens bâtiments industriels ou les grands magasins à structure métallique sont mobilisés. Mais les centres de données ne s'installent plus seulement dans les villes, comme l'indiquent Cécile Digue et Fanny Lopez dans un article de 2020, « le monde rural et les territoires périurbains intéressent fortement les opérateurs de grands centres de données, pour leur caractère isolé,

¹⁸ Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G », The Shift Project, 26 mars 2021, <https://theshiftproject.org/article/impact-environnemental-du-numerique-5g-nouvelle-etude-du-shift/>

¹⁹ Nat Rubio-Licht, « Google and Oracle data centers are melting in the UK heat wave », Protocol, July 19, 2022, <https://www.protocol.com/bulletins/google-oracle-cloud-uk-heat>

²⁰ Olivia Solon, « Hoses on Roofs Are Keeping UK's Data Centers Cool », Bloomberg, juillet 2022, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-07-19/how-to-keep-cool-in-heatwave-uk-data-centers-use-hoses-on-roofs>

²¹ François Tonic, « Microsoft, Google, la Hollande, et la consommation d'eau des datacenters », DCmag, août 2022, <https://datacenter-magazine.fr/hollande-microsoft-et-google-et-la-consommation-d'eau/>

²² Guillaume Pitron, *L'enfer numérique, Les liens qui lièrent*, Paris, 2012, p.154

leurs disponibilités foncières, mais aussi pour les avantages fiscaux que leur offrent les collectivités en recherche d'un nouveau souffle économique. »²³

En Île-de-France, un grand nombre de centres de données est réuni sur le territoire de Plaine Commune - Établissement public territorial (EPT), anciennement communauté d'agglomération qui regroupe 9 villes au nord de Paris, dont les villes de Saint-Denis et Aubervilliers. C'est notamment dans la zone stratégique proche du Stade de France que se sont installés ces centres, qui présentent les avantages de la disponibilité foncière et énergétique, et de la proximité de Paris. En 2015, Plaine Commune accueillait la première concentration européenne de centre de données, au nombre de 15, sur une surface de l'ordre de 180 000 m². Ces installations n'ont pas été sans conséquences localement. Leur développement s'était produit en silence, comme le décrivent Guillaume Carnino et Clément Marquet²⁴, sans que la population ni les élus n'en aient conscience. Ces derniers ne connaissaient pas les spécificités de ces installations, aussi énergivores que peu créatrices d'emplois, qui peuvent provoquer des nuisances sonores. Ils ont pourtant donné lieu à de nombreuses discussions quand le sujet est monté dans le débat public, notamment à propos de la saturation provoquée par ces installations dans l'approvisionnement énergétique du territoire, et le bouleversement des réseaux d'approvisionnement électriques. Dès 2015, l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France (devenu depuis l'Institut Paris Région) avait interpellé les services publics sur le nécessaire calibrage énergétique à l'horizon 2030 : « les datacenters devraient représenter à eux seuls le quart de l'augmentation des besoins en énergie du Grand Paris, soit 1 000 MW sur un total estimé entre 3 000 MW et 4 000 MW (+ 20 %). » Le stockage et la disponibilité des données ne sont pas que des sujets technologiques et de cybersécurité, mais ils influent autant sur les questions d'aménagement du territoire que de consommation énergétique.

Une structure de marché concentrée

La structure du marché des centres de données présente des particularités qui expliquent un certain retard d'innovation dans la manière dont ceux-ci sont conçus depuis une vingtaine d'années.

Si Amazon, Microsoft et Google opèrent à eux seuls plus de 50 % des plus gros centres de données dans le monde, ils ne les construisent le plus souvent pas eux-mêmes, mais louent

des capacités d'espaces auprès d'opérateurs spécialisés, dont les noms sont moins connus du grand public. Selon le Synergy Research Group²⁵, en 2021, 70 % de tous les centres de données *hyperscale* - dont la capacité de l'architecture technique permet de s'adapter rapidement à des demandes importantes de ressources - étaient situés dans des installations louées à des opérateurs de centres de données ou appartenant à des partenaires des opérateurs *hyperscale*. Le secteur des fabricants et fournisseurs de centres de données de colocation - qui proposent de louer un espace privé (baie entière) ou partagé (demi-baie), afin d'y héberger des serveurs informatiques ou des équipements de télécommunication - est très concentré. Les 15 plus gros fournisseurs comptent pour plus de 50 % du marché mondial²⁶. En 2021, le plus gros d'entre eux, Equinix, représentait à lui seul 11 % de ce marché de 54 milliards de dollars, selon le cabinet Structure Research. Si la plupart des leaders sont étasuniens, on retrouve également des acteurs chinois, du fait de la politique protectionniste, qui rend difficile l'installation d'acteurs non nationaux sur le territoire. D'où une forte croissance des entreprises chinoises, qui proposent des infrastructures par exemple pour Alibaba et Tencent. Le même cabinet, dans un rapport de 2022²⁷, note que l'*hyperscale* en est à un stade de développement précoce en France, mais qu'il devrait connaître un pic de croissance des infrastructures avant les Jeux olympiques de 2024, comme cela avait été constaté avec les Jeux de Tokyo. Il note également, à la suite du Brexit, un rapatriement des infrastructures en Europe continentale, porté par l'objectif de souveraineté. Il note enfin la spécificité du marché français, où opèrent des fournisseurs de cloud de taille intermédiaire, qui possèdent leurs centres de données, notamment OVH, mais aussi Scaleway, Oustscale et Orange.

À l'échelle mondiale, ce sont bien des acteurs différents qui agissent sur ces marchés des centres de données. Les promoteurs ont opéré historiquement sur des logiques financières immobilières, sans véritable contrainte légale la plupart du temps, mais des initiatives sont mises en œuvre par l'ensemble du secteur, et des solutions innovantes sont mises en place.

Innovation en cours

Dès 2021, des acteurs du secteur des centres de données ont signé un Pacte pour des centres de données climatiquement neutres (CNDCCP - Climate Neutral Data Center), qui regroupe 54 exploitants de centres de données et 22 associations professionnelles. Ils s'engagent à prendre des mesures pour « rendre les centres de données neutres sur le

²³ Cécile Digue, Fanny Lopez, « Territoires numériques et transition énergétique : les limites de la croissance », dans : Isabelle Laudier éd., *Prospective et co-construction des territoires au XXI^e siècle*. Paris, Hermann, « Colloque de Cerisy », 2020, p. 109-118. : <https://www.cairn.info/prospective-et-co-construction-des-territoires-9791037002143-page-109.htm>

²⁴ Guillaume Carnino, Clément Marquet, « Les datacenters enfoncent le cloud : enjeux politiques et impacts environnementaux d'internet », *Zilsel*, 2018/1 (N° 3), p. 19-62. : <https://www.cairn.info/revue-zilsel-2018-1-page-19.htm>

²⁵ Mark Haranas, « AWS, Google, Microsoft Are Taking Over The Data Center Market », in CRN, janvier 2021, <https://www.crn.com/news/data-center/aws-google-microsoft-are-taking-over-the-data-center>

²⁶ « Top 11 BEST Data Center Companies | Datacenter Services In 2023 », *Software Testing Help*, janvier 2023, <https://www.softwaretestinghelp.com/data-center-companies>

²⁷ Paris & Marseille DCI Report 2022: Data Centre Colocation, Hyperscale Cloud & Interconnection », Structure Research, 2022 <https://structureresearch.net/product/paris-marseille-dci-report-2022-data-centre-colocation-hyperscale-cloud-interconnection/>

plan climatique d'ici à 2030 », avec des actions sur l'efficacité énergétique, l'usage d'énergie propre, la consommation d'eau, l'économie circulaire et les systèmes d'énergie circulaire. Le CNDP a élaboré un cadre d'audit « permettant de vérifier la conformité avec les objectifs de durabilité du pacte », communiqué à la Commission européenne fin 2022 et « à disposition des cabinets d'audit indépendants ».

Ce type d'initiative est salubre, alors que le modèle encore majoritaire de régulation de la chaleur émise par les centres de données reste celui des climatiseurs, qui maintiennent la température autour de 22 degrés, toute l'année, quelle que soit la température extérieure. Des solutions alternatives à la climatisation permettent déjà de réguler ces usines à chaleur. Plusieurs opérateurs, parmi lesquels les acteurs français, proposent des solutions alternatives.

La société OVHcloud conçoit et assemble elle-même ses propres serveurs, et expérimente la technique du refroidissement par eau, qui consiste à refroidir directement les composants des serveurs par un circuit de refroidissement liquide, plutôt qu'un système de climatisation de la pièce. Dès la première année, les coûts énergétiques avaient baissé de 30 %, 50 % en 2011, sans avoir recours à la climatisation. En 2022, OVHcloud présente une nouvelle technique, le *Hybrid Immersion Liquid Cooling*, qui consiste à plonger les composants (carte mère, processeur, barrette de mémoire, etc.) dans un fluide diélectrique, qui ne conduit pas l'électricité, pour les refroidir directement. Orange Business Services a choisi pour ses centres de données situés en Normandie la méthode du *free cooling*, qui consiste à utiliser l'air ambiant, qui y dépasse rarement 26 degrés, pour refroidir les serveurs, mais qui nécessite d'être associé à un système de climatisation. La société Scaleway propose un troisième modèle avec son dernier centre de données hyperscale d'une superficie de 20 000 m², le DC5²⁸, qui mixe les solutions de *free cooling*, quand l'air extérieur est froid, et le refroidissement adiabatique, lorsque la température extérieure augmente. Cette technique de bioclimatisation repose sur la production de froid générée par l'évaporation de l'eau, qui peut engendrer une baisse de température jusqu'à - 10° par rapport à la température extérieure, sans avoir recours à la climatisation et sans consommation excessive d'eau (l'équivalent de la consommation de 10 foyers par an pour l'ensemble du centre de données). Dans une approche différente, la société Qarnot propose à ses clients une infrastructure distribuée de « calcul haute performance », dans laquelle les baies sont réparties dans des bâtiments et agissent comme des radiateurs dont la chaleur fatale est utilisée pour chauffer l'air ou l'eau, en fonction des besoins.

Encouragés par les projets et outils réglementaires européens,

notamment la révision de la directive sur l'efficacité énergétique de 2012 qui pourrait intégrer des éléments sur les centres de données, dans le cadre du European Green Deal²⁹, ou le code de conduite sur l'efficacité énergétique des centres de données de 2019, les GAFAM, mais aussi Equinix par exemple (tous signataires du Climate Neutral Data Center), ont notamment annoncé un plan pour connecter leurs principaux data centers aux réseaux locaux de chauffage. Avec comme limite le fait que les centres de données doivent se situer à proximité de ces réseaux, dans des zones urbanisées, et que les besoins en chaleur ne s'étalent que sur six mois dans les zones tempérées. D'autres solutions sont explorées par les et parties prenantes.

L'implantation des centres de données présente des enjeux fonciers, politique et sociaux, à l'image de Plaine Commune. La frugalité énergétique dans le traitement des données reste un champ encore à développer, et dans certains cas à étendre, qui laisse des marges importantes dans la réduction de l'empreinte énergétique du seul traitement des données.

QUELLE PART DU NUMÉRIQUE, PRÉSENTE COMME FUTURE ?

Quelle part du numérique dans l'empreinte globale ?

La définition de ce que l'on entend par secteur numérique est la première des grandes questions quand il s'agit de mesurer son empreinte. Comme le précise Gauthier Roussilhe sur son site³⁰, différentes méthodologies et manières de comptabiliser sont utilisées selon les études. Certains excluent les télévisions, certains la téléphonie fixe ou l'Internet des objets (IoT), d'autres pas, etc. Une équipe de chercheurs de l'université de Lancaster menée par Charlotte Freitag a tenté d'harmoniser les données, et estime ainsi la fourchette de l'empreinte carbone du secteur numérique en 2020 entre 2,1 et 3,9 % des émissions globales. La capacité à produire des chiffres précis bute cependant sur l'absence ou la faible disponibilité de données, dans un secteur qui pourtant est axé sur les données.

L'Arcep, qui collectait déjà des informations auprès des opérateurs télécoms, a élargi en mai 2020 son outil aux données environnementales (émissions de gaz à effets de serre des

28 • DC5 PARIS - Scaleway Datacenter », Scaleway, <https://pue.dc5.scaleway.com/fr/>

29 • *Delivering the European Green Deal* », Commission européenne, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

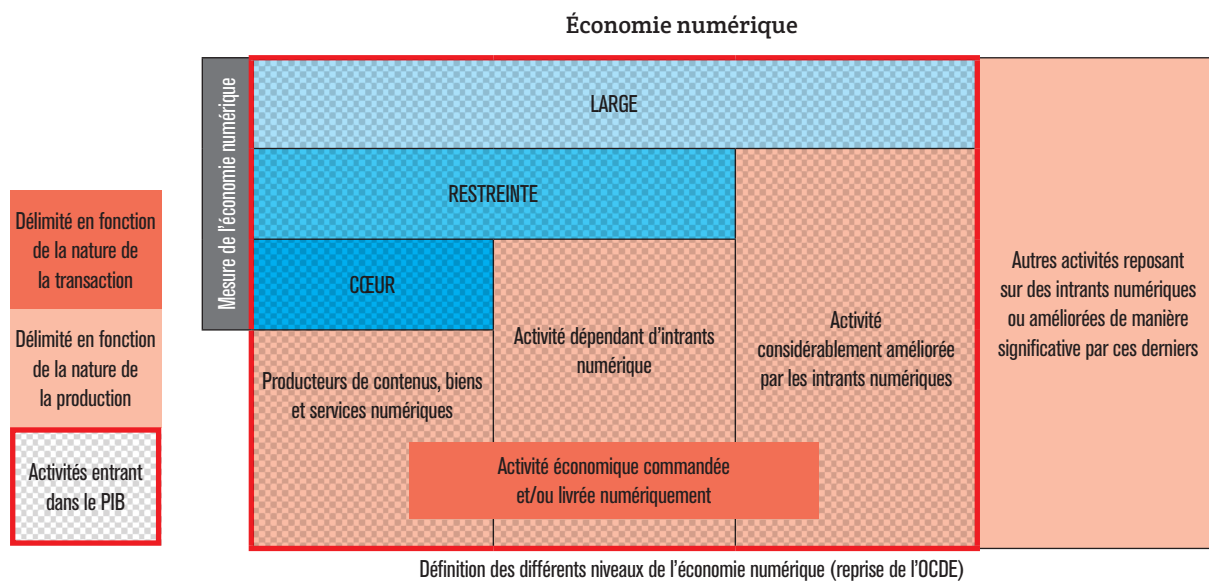
30 • Explications sur l'empreinte carbone du streaming et du transfert de données », Gauthier Roussilhe, janvier 2022, <https://gauthierroussilhe.com/post/explication-empreinte.html>

réseaux, et consommation des box clients), afin d'intégrer un volet environnemental dans son baromètre annuel de l'état d'Internet en France. Ce qui a donné lieu en avril 2022 à la publication de sa première enquête annuelle, « Pour un numérique soutenable ». La collecte est élargie depuis novembre 2022³¹ aux données des fabricants d'équipements terminaux (téléviseurs, ordinateurs, smartphones, écrans d'ordinateurs, tablettes), et aux opérateurs de centres de données. Les données pour les terminaux doivent concerner la quantité d'équipements en circulation et leur durée de vie, la mesure des émissions de gaz à effet de serre associées et les volumes de terres rares et métaux précieux utilisés pour leur fabrication. Les centres de données devront produire des données sur leurs émissions de gaz à effet de serre, leur consommation énergétique et les volumes et sources d'eau utilisés. L'ensemble doit permettre à terme de produire des mesures plus fines de l'empreinte environnementale du numérique.

Quelle place pour le numérique dans l'économie et la société ?

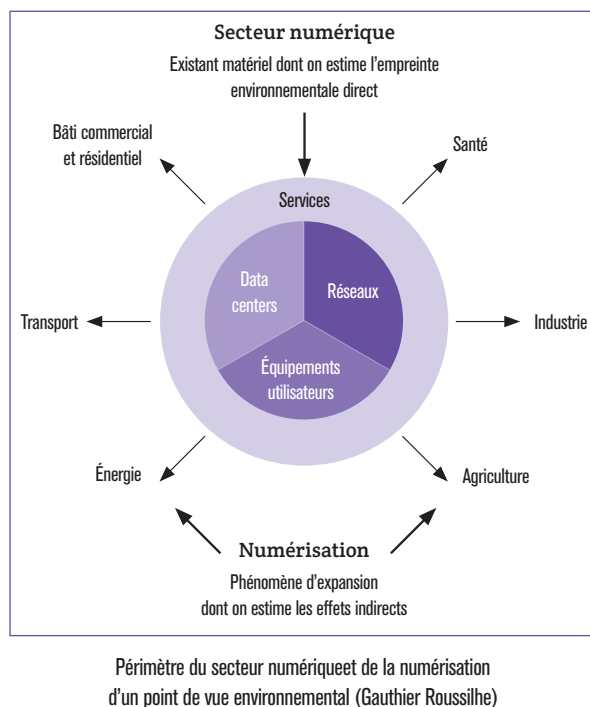
Au même titre que pour la constitution d'un gouvernement (faut-il ou non un ministère du Numérique ?), il devient de plus en plus compliqué de considérer le numérique comme un secteur, en silo, quand celui-ci irrigue et constitue de plus en plus l'infrastructure (matérielle, logicielle, servicielle) sur laquelle reposent les autres secteurs. À cet égard, la définition de l'économie numérique proposée par l'OCDE³² retient une approche échelonnée distinguant le cœur de l'économie numérique, le secteur « proche », le secteur « large » et la « société numérique » en général.

L'analyse de l'empreinte repose d'abord, comme dans l'étude Arcep / ADEME, sur trois pans du numérique qui relèvent principalement du « cœur » de l'économie numérique : centres de données, réseaux, équipements utilisateurs. Il faudra sans doute ajouter à l'analyse l'évaluation des impacts des services numériques, dans tous les secteurs, qui peuvent à la fois conduire à des réductions de consommation (en dématérialisant certaines activités), mais aussi à des effets rebonds associés au développement de briques ou services, en surplus de l'activité traditionnelle du secteur.



³¹ Décision n°2022-2149 de l'ARCEP du 22 novembre 2022 relative à la mise en place d'une collecte annuelle de données environnementales auprès des opérateurs de communications électroniques, de centres de données et des fabricants de terminaux, ARCEP, arcep.fr
https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/22-2149.pdf

³² A roadmap toward a common framework for measuring the digital economy, Report for the G20 Digital Economy Task Force (PDF, 9,4 Mo), OCDE, 2020 - 2020 - Chapitre 2.2 notamment - <https://www.oecd.org/sti/roadmap-toward-a-common-framework-for-measuring-the-digital-economy.pdf>



Quelle évolution dans les années à venir ?

Si la mesure de l'empreinte à l'instant T s'avère un exercice complexe, réaliser des projections d'empreinte s'avère encore plus ardu. La demande en termes de centre de données a explosé avec les usages du numérique depuis le début du XXI^e siècle, mais l'efficacité énergétique des centres de données a progressé sur la même période, et permis de stabiliser leur consommation sur dix ans. En France, l'empreinte carbone annuelle de la consommation de biens et services numériques en 2020 représentait en 2,5 % de l'empreinte carbone nationale en 2020.

Si rien n'est fait pour la réduire, l'Arcep et l'ADEME calculent que l'empreinte carbone du numérique en France augmenterait d'environ 45 % en 2030 par rapport à 2020 ce qui représenterait 25 Mt CO₂eq (millions de tonnes équivalent CO₂) contre 17,2 Mt CO₂eq en 2020.³³ Le Shift Project (voir encadré) prévoit également une augmentation de l'empreinte du numérique dans les années et décennies à venir, notamment du fait de l'augmentation en trafic de données généré par le développement de nouveaux services, le développement des usages actuels, l'équipement des personnes, mais

aussi à la baisse des progrès dans l'efficacité énergétique. À cela on peut ajouter un phénomène d'empilement des technologies qui plutôt que se substituer, tendent à s'ajouter. Par exemple, les réseaux téléphoniques (2G, 3G, 4G, 5G) se sont jusqu'à ce jour additionnés, même si déjà il est question de supprimer certains réseaux. Ainsi, aux États-Unis, le réseau 3G n'émet plus³⁴ : l'opérateur AT&T a commencé à débrancher le réseau 3G pour ses utilisateurs en février 2022, suivi par T-Mobile et Verizon. L'abandon de la 3G doit par ailleurs permettre un meilleur déploiement de la 5G, qui en reprend certaines fréquences.

Les projections sur le réseau 5G, par exemple, dans leurs versions optimistes, le présentent souvent comme une solution plus optimisée et moins consommatrice, notamment grâce au *slicing*, qui permet d'allouer certaines instances – ou tranches – de la bande 5G du réseau pour les dédiées à certains types d'usage. Si l'objectif premier n'est pas l'optimisation environnementale, mais économique, comme pour la virtualisation dans le monde informatique, le *slicing* permet une mutualisation des infrastructures et donc, potentiellement, un gain environnemental. Mais cela ne prend pas en compte l'effet d'addition des réseaux, et se fonde le plus souvent sur des projections d'utilisation optimale du réseau.

L'Internet des objets (IoT) figure également parmi les secteurs au potentiel de développement exponentiel : l'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime dans un rapport de 2019³⁵ que le stock du nombre d'objets connectés va passer de 20 milliards à environ 45 milliards en 2030. Comme le note France Stratégie, dans un rapport publié en février 2022³⁶, « la massification d'objets communicants, l'intensification de l'utilisation des réseaux et la création de nouvelles infrastructures de stockage et de traitement pour exploiter les volumes particulièrement importants de données produites conduisent inévitablement à une augmentation de la consommation énergétique et à une empreinte environnementale accrue du numérique ». Ces mêmes objets sont voués à l'obsolescence physique, par l'usure de leurs batteries, mais aussi logicielle dès lors qu'ils ont des usages très spécifiques. En revanche, il reste plus difficile, à ce stade, de mesurer les bénéfices environnementaux pourtant promis par l'Internet des objets, en matière d'optimisation des consommations, de gestion de la maintenance, etc.

Tous ces objets appellent la mise en place d'une infrastructure et la production de matériel, mais aussi des technologies, dont certaines en développement posent des défis spécifiques du point de vue de leur empreinte, par exemple l'intelligence artificielle, la blockchain, ou le métavers (p. 19).

³³ ADEME / Arcep, Evaluation environnementale des équipements et infrastructures numériques en France – analyse prospective à 2030 et 2050, mars 2023

³⁴ Mitchell Clark, « Farewell to 3G », The Verge, décembre 2022, <https://www.theverge.com/2022/12/31/23490721/3g-sunset-verizon-history-december-2022>

³⁵ Total Energy Model for Connected Devices, IEA 4E EDNA, programme de coopération technique de l'Agence internationale de l'énergie, juin 2019, https://www.iea.org/wp-content/uploads/2020/11/A2b_-_EDNA_TEM_Report_V1.0.pdf

³⁶ Rapport : Le monde de l'Internet des objets : des dynamiques à maîtriser, France Stratégie, février 2022, (PDF, 6,2 Mo), <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2022-rapport-iot-fevrier.pdf>

Zoom sur...

Scénarios prospectifs des impacts du numérique mondial (Shift Project)

The Shift Project, dans son rapport publié le 30 mars 2021, *Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G*, propose une série de scénarios prospectifs des impacts du numérique mondial en se basant sur deux types de variables : le « *taux de décroissance annuels des ratios d'intensité énergétique* », soit la consommation électrique unitaire des équipements et la consommation des réseaux et des data centers par unité de trafic, significatifs du progrès technologique et industriel ; le taux de croissance annuel des « volumes » numériques, divisé en production d'équipements d'une part, le trafic réseau et des data centers d'autres part, significatifs de l'évolution des usages.

SCÉNARIOS	Efficacité énergétique	Trafic de données	Production d'équipements
CONSERVATIVE	Rythme historique	Rythme modéré	Rythme modéré
GROWTH	Rythme historique	Rythme soutenu	Rythme soutenu
GROWTH LESS EE	Léger ralentissement	Rythme soutenu	Rythme soutenu
NEW SOBRIETY	Rythme historique	Décélération	Décélération

Tableau 1 : Description des scénarios du Forecast Model 2021.

(Les hypothèses différentes du rythme historique sont appliquées à la période 2020 - 2025 uniquement).

Parmi les quatre scénarios de croissance — ou de décroissance — de ces variables sur la période 2020-2025 (voir fig.1), seul celui basé sur la décélération du trafic de données et la décélération de la production d'équipements permet de se projeter vers une stabilisation de la part du numérique dans la consommation d'énergie primaire mondiale. Le Shift Project estime possible une stabilisation de la consommation d'énergie par le numérique, si nous parvenons à maîtriser nos pratiques de consommation (New Sobriety), notamment par plus de « *sélectivité dans les usages vidéo, durée de conservation des smartphones allongée, priorisation des cas d'utilisation de l'IoT, etc.* ». Ceci permettrait que la part du numérique dans consommation d'énergie primaire reste de l'ordre de 5 % jusqu'en 2025.

Les trois autres scénarios produiraient une augmentation jusqu'à 9 % de la part du numérique dans la consommation énergétique (Growth less EE), et 7 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales (contre un peu plus 3 % en 2020).

• Lire l'article complet : « Données et environnement : comment prévenir les marées noires du XXI^e siècle ? », LINC, 19 mai 2021, <https://linc.cnil.fr/fr/donnees-et-environnement-comment-prevenir-les-marees-noires-du-xxie-siecle>

• « Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G », The Shift Project, <https://theshiftproject.org/article/impact-environnemental-du-numerique-5g-nouvelle-etude-du-shift/>

DES CONTROVERSES AUTOURS DES CHIFFRES

L'impact réel du numérique sur l'environnement fait l'objet de débats nourris, notamment entre, d'un côté du spectre, ceux qui voient dans la numérisation le moyen et la solution pour optimiser et diminuer nos consommations en ressources et en énergie, et de l'autre, ceux qui considèrent le numérique comme un fardeau pour la planète. Les technologies numériques seraient – au même titre que les énergies fossiles – un « *commun négatif* », producteur de « *ruines, qui persiste à travers le temps* »³⁷. Au-delà de cette opposition, le calcul de l'empreinte et les mesures à adopter posent souvent question et ne permettent pas toujours une bonne prise de conscience par les personnes des coûts réels du numérique. La volonté de donner des moyens de comparaison, autant que l'usage de métaphores, tend à réduire et parfois simplifier les débats, sans nécessairement en améliorer la qualité.

La manière dont on représente et explicite l'empreinte environnementale numérique varie donc selon les typologies d'acteurs. Alors que les milieux académiques adaptent une approche scientifique visant à mesurer, expliciter et débattre afin de parvenir à la stabilisation des connaissances de manière cumulative et consensuelle, les *think tanks* et les institutions ont un rapport plus ambivalent aux chiffres (Beauvisage, Beuscart, Coavoux)³⁸, et visent plutôt à produire des chiffres qui pourront être repris aisément dans les médias et par les personnes, afin d'outiller les débats politiques.

La comparaison kilométrique de la distance parcourue par un email est très souvent utilisée pour inciter les personnes à ne plus envoyer de messages qu'il faudrait considérer comme inutiles, tout comme l'envoi de pièces jointes qui serait à bannir, et le nettoyage des boîtes mail à promouvoir. Pourtant, la suppression des emails n'a que très peu d'impact : 85 % des emails qui circulent dans le monde sont des spams, pour un volume quotidien moyen de 122,33 milliards de messages³⁹. Parmi ceux-là, les spams les plus courants sont des messages publicitaires. La modification de nos comportements n'aurait un impact que très limité quand celui du secteur publicitaire pourrait effectivement réduire l'impact de l'envoi de mail. Ces chiffres ne remettent pas en cause les effets bénéfiques de certaines pratiques d'hygiène numérique, consistant à ne pas accumuler ni conserver indéfiniment des données inutiles. La mise à disposition de supports « virtuels » de stockage par des grands acteurs du numérique, par exemple Google Photos, a

en effet donné l'illusion du stockage infini aux utilisateurs, qui dès lors n'ont plus ressenti le besoin de trier, classer supprimer leurs prises de vues. En 2020, Google a déclaré stocker 4 000 milliards de photos, avec 28 milliards de nouvelles images mises en ligne chaque semaine⁴⁰. L'application des règles de fixation d'une durée de conservation limitée et de tri pour archivage peuvent également s'appliquer à nos données accumulées, qu'elles soient personnelles ou non.

De même, en mettant en avant les pratiques individuelles, par exemple le poids de la vidéo en ligne, ces acteurs tendent à pointer les comportements individuels, voire ajoutent « *l'opprobre environnemental à la stigmatisation morale* »⁴¹ lorsqu'ils s'attachent à mettre en avant le poids de certains contenus vidéos qui seraient moins « *souhaitables* » ou moins « *socialement utiles* » pour certaines personnes, que ce soit la pornographie, les vidéos de jeux vidéo ou les danses musicales en format court. Des manières de présenter les chiffres qui se concentrent moins sur les infrastructures et la fabrication, mais qui engagent un débat moral sur des usages légitimes, et illégitimes. Cette aspiration à déporter les responsabilités sur les comportements individuels n'est pas sans rappeler la manière dont est parfois – souvent – appréhendée la question de la protection des données. Comme nous l'écrivions dans le cahier IP 8, *Scènes de la vie numérique* : « *les politiques de prévention ne peuvent avoir pour objet de rendre responsables les personnes des préjudices qu'elles pourraient avoir à subir du fait du traitement de leurs données personnelles, ou de la visibilité de leur image et leur profil, par exemple. [...] Il y a ainsi un risque à se focaliser sur l'individu et ses pratiques plutôt que de mettre en cause les institutions et les structures qui placent les individus en situation problématique* ». Les pratiques individuelles ont bien sûr un rôle très important dans la part de l'empreinte globale, à commencer par l'acquisition de matériel et d'équipements informatiques, mais le tri entre les bons et les mauvais usages individuels du numérique ne saurait suffire à réduire les risques à court et long terme. Ils portent également en germe une société dans laquelle la sécurité environnementale deviendrait la première des libertés, et la surveillance et le contrôle des comportements généralisés. En environnement comme ailleurs, il s'agit de traiter et d'empoigner ces questions globalement.

³⁷ Alexandre Monnin, Les « *communs négatifs* » - Entre déchets et ruines, dans *Études* 2021/9 (Septembre), pages 59 à 68

³⁸ Thomas Beauvisage, Jean-Samuel Beuscart, Samuel Coavoux, « Mesurer l'empreinte environnementale du numérique : aux sources des chiffres et des controverses », Hello Future (Orange), décembre 2022, <https://hellofuture.orange.com/fr/mesurer-l'empreinte-environnementale-du-numerique-aux-sources-des-chiffres-et-des-controverses/>

³⁹ Nikolina Cvetičanin, « What's On the Other Side of Your Inbox – 20 SPAM Statistics for 2021 », DataProt, 11 février 2021, <https://dataprot.net/statistics/spam-statistics/>

⁴⁰ Matt Burgess, « Everyone Is Using Google Photos Wrong », Wired UK, décembre 2022, <https://www.wired.co.uk/article/google-photos-delete>

⁴¹ Ibid.

Des technologies et pratiques au tamis de l'environnement

*« La réalité, c'est ce qui ne disparaît pas
quand on arrête d'y croire. »*

*Philip K. Dick, How To Build A Universe That Doesn't Fall
Apart Two Days Later (1978)⁴²*

⁴² Reality is that which, when you stop believing in it, doesn't go away », citation de Philip. K. Dick, issue de l'anthologie *The Shifting Realities* (première publication en 1995).

Des technologies et pratiques au tamis de l'environnement



L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE APPREND-ELLE ?

Parmi les technologies et les dossiers souvent traités par la CNIL, certains portent des grandes questions en termes d'empreinte environnementale, nous choisissons ici présenter les cas particuliers de l'intelligence artificielle, de la blockchain, des métavers et de la publicité ciblée. Une liste non exhaustive, mais des cas concrets où l'on peut trouver des points d'intersection entre la protection des données et de l'environnement.

L'intelligence artificielle, que l'on utilise souvent au singulier, n'est pas une technologie, mais un domaine scientifique. Il concerne toute une série d'outils utilisés par les machines pour, selon le Parlement européen, « reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité ». La CNIL, qui a publié une série d'articles et ressources en avril 2022⁴³, et un plan d'action en mai 2023 à ce sujet, élargit cette définition à des outils dont les comportements, appliqués à certaines tâches, ne se limitent pas à reproduire les capacités humaines mais peuvent également les dépasser : « Tout système mettant en œuvre des mécanismes proches de celui d'un raisonnement humain pourrait ainsi être qualifié d'intelligence artificielle ».

⁴³ « Intelligence artificielle, de quoi parle-t-on ? », CNIL, 5 avril 2022, <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle/intelligence-artificielle-de-quoi-parle-t-on>



Adobe Stock

Ces systèmes et outils présentent de grands enjeux en termes de protection des données. S'ils présentent d'ores et déjà des succès notables, ils sont encore sujet à des défaillances, des attaques, et peuvent avoir dans certains cas des impacts insoupçonnés sur les individus et la société. Des raisons pour lesquelles la CNIL a engagé depuis 2017 des travaux afin d'accompagner le développement de ces technologies, pour pouvoir conseiller utilement les pouvoirs publics, les chercheurs et les entreprises, dans un contexte où le règlement IA est en voie de finalisation à l'échelon européen.

Pour reproduire voire dépasser des comportements humains, les outils de l'IA doivent eux aussi se nourrir. D'abord en données, la raison pour laquelle la CNIL s'y intéresse et a souvent l'occasion de se prononcer sur des systèmes qui

intègrent des algorithmes d'intelligence artificielle. Mais les IA sont également gourmandes en énergie, notamment pour l'entraînement des modèles par apprentissage et particulièrement par apprentissage profond. Des nombreux chercheurs tentent d'en analyser les impacts. Les IA, comme tout système informatique, pouvant être vues à la fois comme un moyen d'améliorer ou optimiser des consommations, et comme une source de consommation importante, sans que l'on soit toujours en capacité d'en mesurer réellement la balance.

La CNIL avait par exemple relevé en 2020 le cas de l'impact environnemental des assistants vocaux dans son livre blanc *À votre écoute - Exploration des enjeux éthiques, techniques et juridiques des assistants vocaux*, qui reprend le découpage que l'on connaît pour les objets numériques, en termes de production (par la fabrication massive de ces nouveaux dispositifs), de transit de données (par un fonctionnement se basant sur serveur distant) mais aussi par la capacité de calcul nécessaire au traitement de la voix. Le rapport note que si les modèles de langage naturel utilisés dans les assistants vocaux se sont considérablement améliorés, c'est au prix d'une augmentation considérable du coût énergétique. À titre d'exemple, l'entraînement du modèle de langage BERT mis à disposition par Google, a nécessité l'apprentissage de quelques 340 millions de paramètres pour un coût en électricité équivalent à la consommation d'un ménage américain pendant 50 jours⁴⁴. Le modèle de langage GPT-3 d'OpenAI utilisé pour ChatGPT compte 175 milliards de paramètres. Google annonçait 540 milliards de paramètre pour son modèle de langage Pathways.

Une équipe de chercheurs internationaux, dans un papier publié en juin 2022, *Aligning artificial intelligence with climate change mitigation*⁴⁵, cherche à comprendre la relation entre les systèmes d'IA et les émissions de gaz à effets de serre, qu'ils classent en trois catégories :

- Les impacts liés à l'énergie et au matériel nécessaire pour le calcul, le développement et l'exécution des algorithmes ;
- Les impacts directs provoqués par ces systèmes, positif lorsqu'il s'agit d'optimiser des consommations énergétiques de bâtiments par exemple, ou négatif lorsque cela a pour objet d'accélérer l'exploration de combustibles fossiles ;
- Les impacts indirects au niveau des systèmes causés par la manière dont les IA affectent les comportements humains par exemple au travers des systèmes publicitaires, ou avec les voitures autonomes. Si le développement des véhicules autonomes a pour effet de développer des systèmes de transports collectifs, alors les impacts pourraient être positifs. S'il s'agit de favoriser le modèle du véhicule individuel, alors les effets seraient délétères.

⁴⁴ Karen Hao, « Tiny AI models could supercharge autocorrect and voice assistants on your phone », MIT Technology Review, octobre 2019, <https://www.technologyreview.com/2019/10/04/132755/tiny-ai-could-supercharge-autocorrect-voice-assistants-on-your-phone/>

⁴⁵ L.H. Kaack, P.L. Donti, E. Strubell, et al., « Aligning artificial intelligence with climate change mitigation », Nat. Clim. Chang. 12, 518–527 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01377-7>

L'une des difficultés soulevées par les auteurs reste la difficulté à mesurer et anticiper les effets indirects du développement et de l'utilisation des systèmes d'IA, qui pourtant sont potentiellement plus importants, et dans certains cas occasionnent des effets rebonds.

En termes de données, la constitution de bases de données pour l'apprentissage et l'entraînement des algorithmes reste l'un des points cruciaux en termes de mise en œuvre des règles de protection des données. Les systèmes d'IA en effet, et en particulier ceux reposant sur l'apprentissage automatique (*machine learning*), nécessitent d'exploiter d'importants volumes de données lors de la phase d'apprentissage avant d'être appliqués à d'autres en phase opérationnelle. Ces bases de données sont le plus souvent constituées sous deux modalités différentes : « la collecte spécifique de données personnelles à cette fin et la réutilisation de données déjà collectées pour une autre finalité. Dans ce dernier cas, se pose la question de la compatibilité des finalités pour lesquelles les données ont été initialement collectées et des conditions dans lesquelles la base initiale a été constituée. » La gourmandise en données figure aussi parmi les questions importantes pour la protection des données, au regard de la minimisation imposée par le RGPD. Comme la CNIL l'indique, « si l'utilisation de quantités importantes de données est au cœur du développement et de l'utilisation des systèmes d'IA, le principe de minimisation n'est cependant pas un obstacle en soi à la réalisation de tels traitements », il s'agit alors, « d'évaluer de manière critique la nature et la quantité des données à utiliser. » La minimisation est plus stricte dès lors que l'on passe en phase de production, il est nécessaire alors de « resserrer la typologie des données personnelles aux seules qui se sont avérées indispensables à l'issue de la phase d'apprentissage et de décliner des mesures adaptées, les contraintes de production différant des contraintes de conception et de développement ». Des recommandations plus complètes sont disponibles sur le site de la CNIL⁴⁶.

Du point de vue de la gourmandise énergétique du *machine learning*, ce sont la manière dont les centres de données sont conçus et leur localisation qui entrent en jeu. Comme nous l'avons vu page 11, tous les centres de données ne se

valent pas, et il subsiste de fortes marges de progression pour une majorité. Un groupe de chercheurs a développé un outil afin de mesurer les émissions de carbone produites par des serveurs cloud quand ils entraînent des modèles de *machine learning*⁴⁸, basés sur trois critères : les kilowatts-heures nécessaires pour faire tourner les algorithmes, les émissions du réseau électrique local, et les émissions produites pour la fabrication et le traitement des déchets des équipements informatiques. Ils en concluent que l'entraînement des modèles dans des régions à faible émission comme la France ou la Norvège pourrait permettre d'économiser 70 % des émissions par rapport à des régions comme le centre des États-Unis et l'Allemagne. L'heure de la journée à laquelle les calculs sont effectués a également un impact significatif.

« L'IA est utilisée pour suivre l'évolution de la déforestation et pour la réduire, mais les systèmes publicitaires basés sur l'IA risquent d'aggraver les changements climatiques en accélérant la consommation. »

David Rolnick, Université McGill,
membre académique de Mila –
Institut québécois d'IA⁴⁷

Les utilisateurs de systèmes de *machine learning* pourraient donc réduire leurs émissions carbonées en choisissant où, et à quel moment ils font tourner leurs algorithmes. De même que les fournisseurs de cloud pourraient, pour leur part mettre en place des tarifications incitatives pour favoriser ces changements. Le fait de pouvoir choisir la localisation du traitement algorithmique à des fins environnementales rejoint ici les contraintes de localisation des données posées dans le RGPD, et plus encore à la suite de l'invalidation du Privacy Shield. Fournir les moyens aux

utilisateurs, responsables de traitements, de réellement choisir l'implantation et la localisation de leurs données et traitements produirait ici des effets vertueux, à plusieurs titres.

Au-delà d'une meilleure transparence de l'usage de l'apprentissage, la communauté scientifique se saisit de la consommation énergétique comme thème de recherche afin de développer des techniques d'entraînement plus frugales en énergie. Par exemple, certains modèles d'auto-configuration de réseaux de neurones (AutoML) sont réputés particulièrement gourmands, quand d'autres pratiques comme le *transfer learning* sur un modèle pré-entraîné – technique qui vise à appliquer des connaissances et des compétences, apprises à partir de tâches antérieures – peut être plus économes. On recense de nombreux travaux qui portent sur différentes possibilités et techniques pour alléger les systèmes : le choix de la fonction d'activation⁴⁹, la réduction du nombre de paramètres, l'introduction de la consommation énergétique comme

⁴⁶ IA : comment être en conformité avec le RGPD ?, CNIL, avril 2022, <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle/ia-comment-etre-en-conformite-avec-le-rgpd>

⁴⁷ « L'IA est-elle bonne ou mauvaise pour le climat ? C'est compliqué », Mila, 28 juin 2022, <https://mila.quebec.ca/ia-est-elle-bonne-ou-mauvaise-pour-le-climat-cest-complique/>

⁴⁸ Dodge, Jesse, et al., « Measuring the carbon intensity of AI in cloud instances », 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, 2022.

⁴⁹ Dans le domaine des réseaux de neurones artificiels, la fonction d'activation est une fonction mathématique appliquée à un signal en sortie d'un neurone artificiel.
[source Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_d%27activation]

une fonction d'optimisation des paramètres⁵⁰, la distillation de modèles (transfert de connaissances d'un grand modèle à un plus petit) ou encore le *few shots learning* (une méthode d'entraînement où la base de données contient des informations limitées). Des initiatives comme CodeCarbon (Data For Good) ou MLCO2 Impact visent à mesurer l'impact de l'entraînement et de la prédiction des algorithmes. Par ailleurs, une autre branche de l'intelligence artificielle, fondée sur des règles (intelligence artificielle symbolique), requiert un nombre très limité de ressources et peut s'avérer plus pertinent dans de nombreux cas (en plus de présenter des facultés d'explicabilité essentielles dans certains environnements).

Au-delà des systèmes, on peut s'interroger sur certains usages d'IA fortement consommatrices de ressources : la recherche d'avancées dans la détection de la mort subite du nourrisson semble par exemple plus prioritaire que la production de nouveaux filtres pour des images postées sur les réseaux sociaux. Dans le domaine numérique, les usages du *machine learning* pour optimiser la performance énergétique des centres de données⁵¹ peuvent également être considérés directement utiles à la lutte contre le réchauffement, à l'inverse de l'ajout de modèles d'optimisation de la publicité. Au final, l'impact environnemental de l'IA dépendra largement de son usage et une approche en cycle de vie reste à développer pour mesurer les effets globalement positifs ou négatifs de tel ou tel déploiement.

BLOCKCHAIN, « C'EST COMPLIQUÉ »

La blockchain, ou les chaînes de bloc, restent très haut dans le classement des technologies d'intérêts en 2023, bénéficiant d'une nouvelle popularité avec la vague des métavers décentralisés, les effets de bulles autour des NFT (voir plus bas), des cryptomonnaies, mais aussi plus généralement autour des applications du web3 (web décentralisé), organisations autonomes décentralisées (*decentralized autonomous organization, DAO*), ou finance décentralisées (DeFi), autant de services et pratiques qui proposent le futur d'un Internet décentralisé, basé sur des technologies blockchains, pourtant très consommatrices en énergie.

« La [forte] consommation électrique de Bitcoin n'est pas un bug, mais une caractéristique⁵² », selon Mickey Koss dans Bitcoin Magazine. La consommation électrique de la cryptomonnaie n'a cessé d'augmenter entre 2019 et 2022 selon le Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI), de 54TWh en 2019 à une estimation entre 100TWh et 120TWh pour l'année 2022. Pour les promoteurs du Bitcoin, c'est parce qu'il repose sur un calcul complexe, un mécanisme forcément énergivore, qu'il est aussi bien sécurisé, et réputé impossible à pirater.⁵³ La consommation énergétique du Bitcoin tient donc de cette *proof of work* (preuve de travail) sur laquelle il repose. Dans cette méthode, pour ajouter une preuve de travail, plusieurs participants, appelés « mineurs », entrent en compétition pour réaliser des opérations de calculs afin de chiffrer l'ensemble des transactions d'un bloc, ainsi que les transactions chiffrées de la chaîne de bloc précédente. C'est la prime au premier qui trouve la solution de chiffrement, qui remporte une récompense, et donc une rémunération. Mais la capacité de calcul à mettre en œuvre pour la validation d'un bloc est considérable et requiert d'importantes ressources, très consommatrices en électricité. À cette forte consommation énergétique, s'ajoute l'empreinte environnementale des équipements utilisés pour faire du minage. Ainsi, la bulle des cryptomonnaies a augmenté la demande de certains composants ce qui a conduit à mettre le marché des cartes graphiques sous tension.

Certains des usages des blockchains sont aujourd'hui mis en cause dans un contexte de crise énergétique et climatique. En janvier 2022, Erik Thedéen, le vice-Président de l'Autorité européenne des marchés financiers (AEMF) appelait dans une interview au Financial Times⁵⁴ à bannir la preuve de travail dans les chaînes de bloc, au profit de la preuve d'enjeu (*proof of stake*) qui est moins énergivore. Dans cette méthode, le mineur doit pouvoir prouver la possession d'une certaine quantité de crypto-monnaie pour prétendre valider des blocs supplémentaires et toucher la récompense. La probabilité d'être choisi comme validateur d'un bloc est proportionnelle à la quantité de cryptomonnaie possédée, et à la durée de cette possession, et non plus à la quantité de travail fourni. Le principe de fonctionnalité est établi par le fait qu'un mineur ayant beaucoup d'actifs dans une cryptomonnaie a toutes les raisons de vouloir que la chaîne de bloc se pérennise, et donc va « bien se comporter. » Dans une troisième méthode, la preuve d'enjeu déléguée, un petit nombre de validateurs élus par la communauté se coordonnent avec un algorithme simple pour valider.

⁵⁰ Lucas Heyberg Puvion de Chavannes et al., « Hyperparameter Power Impact in Transformer Language Model Training », in Proceedings of the Second Workshop on Simple and Efficient Natural Language Processing, pages 96–118, Association for Computational Linguistics, 2021.

⁵¹ Comme ces initiatives mises en avant par Google dès 2016 : <https://sustainability.google/intl/fr/progress/projects/machine-learning/>

⁵² Cyril Fievet, Opinion, « Bitcoin's Energy Use is a Feature Not a Bug », Bitcoin Magazine, juin 2022, <https://bitcoinmagazine.com/business/bitcoins-energy-use-is-a-feature-not-a-bug>

⁵³ Cyril Fievet, « 8 mythes et réalités sur l'impact écologique de Bitcoin, Clubic », août 2022, <https://www.clubic.com/bitcoin/dossier-427860-mythes-et-realites-sur-l-impact-ecologique-de-bitcoin.html>

⁵⁴ Interview : « EU should ban energy-intensive mode of crypto mining, regulator says », Financial Times, janvier 2022, <https://www.ft.com/content/8a29b412-348d-4173-8af4-1f38e69f28cf>

Les blockchains publiques qui n'utilisent pas la preuve de travail mais la preuve d'enjeu consommeraient entre 4 et 6 ordres de grandeur de moins d'électricité que le réseau bitcoin, le gain par transaction peut même atteindre 8 ordres de grandeur pour devenir négligeable, de l'ordre de la consommation du chargement d'une page web ou de l'envoi d'un mail par exemple⁵⁵. Selon Statista⁵⁶, une seule transaction Ethereum consommait en 2021 environ 60 % d'énergie en plus que 100 000 transactions effectuées par carte de crédit, une transaction Bitcoin moyenne consommait quatorze fois plus d'énergie que 100 000 transactions en carte de crédit. En septembre 2022, Ethereum a cependant choisi de migrer sur un mécanisme de preuve d'enjeu, lors d'une opération baptisée « The Merge ». Ce « changement de moteur » doit permettre de diminuer la consommation énergétique de chaque transaction de 99,5 %. Il devrait permettre également de traiter davantage de transactions à la seconde. La communauté Bitcoin a fait le choix pour sa part de rester sur le mécanisme de preuve de travail, « par conviction et par crainte de voir le réseau tout entier perdre en sécurité »⁵⁷.

La CNIL a publié une communication en 2018 sur les blockchains⁵⁸, et prend part aux travaux du comité européen à la protection des données (CEPD) en vue de futures lignes directrices. Du point de vue de la protection des données, les chaînes de blocs restent des objets qui posent des grands défis pour la régulation, notamment la mise en œuvre des obligations liées à la sous-traitance et aux transferts internationaux de données personnelles. Ces points nécessitent une vigilance particulière lorsqu'il s'agit de blockchains publiques. Dans ce même rapport, la CNIL précisait que la blockchain est une technologie dont il faut « *très concrètement apprécier l'intérêt réel au regard des objectifs et des caractéristiques de chaque traitement [...] s'interroger très tôt, en application du principe de protection de la vie privée dès la conception des produits et des services (Privacy by design), sur l'opportunité de recourir, pour la mise en œuvre de leurs traitements, à la technologie Blockchain plutôt qu'à une technologie alternative.* »

La même analyse vaut dans une approche environnementale, les blockchains publiques (notamment du fait de la preuve de travail), sont plus consommatrices que les blockchains à permission, ou que les blockchains privées. Si des usages

justifient d'utiliser des blockchains comme pour le bitcoin ou certaines cryptomonnaies, la mise en œuvre de blockchains privées, par exemple ne présente pas ou peu d'intérêt dès lors qu'elles reposent sur la centralisation et un acteur unique. Les acteurs peuvent tout à fait mettre en place des systèmes sécurisés, avoir recours à des technologies de chiffrement sans avoir recours à la validation par des algorithmes de consensus, et le travail de mineurs, que ce soit par la preuve de travail ou la preuve d'enjeu. L'approche « *privacy by design* », ici s'accorde avec une approche « *green by design* », d'autant que la conformité du système sera plus aisée à mettre en œuvre avec des systèmes centralisés simples, pour laisser les chaînes de bloc à des systèmes réellement décentralisés, ou a minima reposant sur des consortiums d'acteurs assez larges, pour qui la blockchain à permission et la preuve d'enjeu peut assurer une empreinte environnementale plus réduite. Ce type d'analyse est d'autant plus important à l'heure où de nouveaux usages des blockchains se dessinent dans ce que l'on nomme désormais le web3, et dans les « métavers ».

MÉTAVERS, CONSOMMATIONS VIRTUELLES OU AUGMENTÉE ?

La réalité virtuelle et la réalité augmentée ont fait leur grand retour dans l'actualité en 2021, puis en 2022, dans le prolongement de l'annonce en octobre 2021 par Mark Zuckerberg du pivot de Facebook, devenu Meta, vers « le métavers ». Le LINC a publié deux articles d'analyse sur le sujet des métavers⁵⁹. On y constate notamment que ces usages ne sont pas fondamentalement nouveaux, mais correspondent à une nouvelle forme d'accès spatialisé à Internet, en immersion dans un monde virtuel, ou au contraire par l'ajout de numérique dans l'espace physique, avec la réalité augmentée. Les

⁵⁵ Pierre Boulet, « Consommation énergétique des technologies blockchain », EcoInfo - CNRS-GDS, novembre 2021, <https://ecoinfo.cnrs.fr/2021/11/05/consommation-energetique-des-technologies-blockchain/>

⁵⁶ « Ethereum average energy consumption per transaction compared to that of VISA as of January 10, 2022 », Statista, 2022, <https://www.statista.com/statistics/1265891/ethereum-energy-consumption-transaction-comparison-visa/> ; « Bitcoin average energy consumption per transaction compared to that of VISA as of March 14, 2022 », Statista, 2022, <https://www.statista.com/statistics/881541/bitcoin-energy-consumption-transaction-comparison-visa/>

⁵⁷ Elsa Trujillo, « The Merge : tout savoir sur le grand bouleversement qui attend les cryptomonnaies », Le Figaro, 12 septembre 2022, [the-merge-tout-savoir-sur-le-grand-bouleversement-qui-attend-les-cryptomonnaies-20220912](https://www.lefigaro.fr/crypto/2022/09/12/the-merge-tout-savoir-sur-le-grand-bouleversement-qui-attend-les-cryptomonnaies-20220912)

⁵⁸ « Blockchain et RGPD : quelles solutions pour un usage responsable en présence de données

personnelles ? », CNIL, septembre 2018, <https://www.cnil.fr/fr/blockchain-et-rgpd-queles-solutions-pour-un-usage-responsable-en-presence-de-donnees-personnelles>

⁵⁹ Régis Chatellier, « Métavers : réalités virtuelles ou collectes augmentées ? », LINC, novembre 2021, <https://linc.cnil.fr/fr/metavers-realites-virtuelles-ou-collectes-augmentees> et Régis Chatellier, « Métavers : ce jeu dont qui sera le héros ? », Janvier 2022, LINC, <https://linc.cnil.fr/fr/metavers-ce-jeu-dont-qui-sera-le-heros>

SCÉNARIO PROSPECTIF PUBLIÉ SUR LINC.CNIL.FR

Mondes refuges de la planète dévastée

Poisons et remèdes, les métavers – super-consommateurs de ressources et d'énergie - ont largement contribué à l'explosion de la consommation énergétique sur la décennie 2020, dans le prolongement des non-engagements de la COP 26, qui avaient ouvert la voie à des modèles plus énergivores. Les pandémies se multiplient, dopées par la pression exercée sur la biodiversité.

En 2036, alors qu'ils ont contribué à l'apocalypse climato-sanitaire, les métavers maintiennent pourtant en vie la flamme des civilisations humaines. L'air n'est plus respirable, les rencontres physiques impossibles. Derniers à s'aventurer sous les rayons brûlants du soleil, des ouvriers s'activent à faire tourner les data centers et l'infrastructure nécessaire à la circulation sur les autoroutes de l'information.

Pourtant, les métavers offrent les derniers espaces d'interactions sociales, à moyenne et grande échelle. Des lieux de socialisation subsistent tel des bars, des salles de concert, des stades de e-sport, ou des salles de lecture de bibliothèques. Véritables expériences sensorielles, ou pis-aller des rencontres physiques, ces lieux n'en sont pas moins autant de fragments de survie d'une civilisation terrestre que seuls les plus âgés ont connu.

Inspirations :

- Ready Player One, Ernest Cline (2011)
- COP26 : Man announces he will quit drinking by 2050, 2021
- Wall-E, Andrew Stanton, 2008
- Rapport du GIEC, 2021
- Climat : la COP26 accouche d'un accord en demi-teinte, Le Monde, novembre 2021

différents types de métavers posent cependant de nouvelles questions en termes d'augmentation de la collecte de données personnelles, en quantité et en qualité. Les nouvelles interfaces des métavers posent des défis en termes de design, pour la mise en œuvre des principes de transparence et d'information, et de capacité à contrôler pour les autorités de régulation. D'un point de vue environnemental, c'est l'infrastructure nécessaire à la mise en œuvre de systèmes en 3D, immersifs, qui pose question, d'autant plus lorsqu'ils sont associés à des modèles décentralisés, basés sur la blockchain, à l'image de Decentraland ou the Sandbox. Dans ces versions du métavers, « les participants peuvent construire des lieux, ou objets, en y associant des titres de propriété, sous forme de NFT, basés sur la blockchain. Ces nouvelles formes de jetons cryptographiques fonctionnent comme des titres de propriété sur des objets numériques (image, audio, vidéo, objets 3D, etc.) rattachés à des personnes, dont la valeur dépend de l'offre et de la demande et peuvent se vendre et s'acheter sur des plateformes dédiées. Il s'agit ainsi de créer de nouvelles formes de propriété dans le numérique, distinctes des droits d'auteur ou des licences d'utilisation et de partage qui jusque-là étaient la norme pour les productions numériques. Ces jetons ne permettent pas non plus d'acquérir de droits sur la propriété intellectuelle, il s'agit bien de la seule possession d'un exemplaire d'un objet » composé en pratique d'une suite d'octets. Dans l'article LINC, nous précisons que « loin d'être un espace de communs, le mouvement des enclosures est pensé dès la conception des métavers. »

Ces types de transactions ajoutent ainsi une surcouche de consommation énergétique, associée à la blockchain, en plus de l'infrastructure à mettre en œuvre en termes de capacité de calcul pour la 3D, d'IA, et de données nécessaires pour faire tourner des univers virtuels.

Dans le rapport Mission exploratoire sur les métavers⁶⁰ remis en octobre 2022, les auteurs (Adrien Basdevant, Camille François, Rémi Ronfard) précisent les principaux postes d'impact environnemental des métavers :

- Le stockage de données et leur traitement pour des univers en 3D navigables, et persistants, stockées dans des formats « peu économes en volume de données » ;
- L'entraînement des modèles d'intelligence artificielle ;
- La production de micro-processeurs puissants pour les équipements d'accès aux mondes virtuels ;
- L'impact environnemental des NFTs et des cryptomonnaies.

⁶⁰ Camille François, Adrien Basdevant, Rémi Ronfard, « Rapport public, Mission exploratoire sur les métavers », (PDF, 2,9 Mo) édité par : Ministère de la culture : Ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté numérique et industrielle, octobre 2022, <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/286878.pdf>

Les métavers, mot-valise pour décrire une série d'usages et de services assez larges, concentrent ainsi toutes les questions posées par le développement du numérique dans les années à venir, dans une version que l'on pourrait qualifier d'augmentée, tant les outils nécessaires à leur mise en œuvre sont consommateurs par nature. Comme pour d'autres technologies, certains prédisent que les métavers nous permettront de réduire nos consommations par ailleurs, notamment par la généralisation du télétravail et par des solutions comparables à de la télé-présence dans des événements et conférences, voire par le développement de nouvelles formes de tourisme virtualisé. Le LINC a proposé un scénario en ce sens, à lire en encadré. Les effets rebonds induits et la réelle diminution de l'empreinte réelle associée restent cependant à démontrer, pas seulement dans le méta-vers. Comme le rappellent les auteurs du rapport Métavers, « dans le domaine des transports, l'ouverture d'une nouvelle voie se traduit souvent par une augmentation du trafic, jamais une diminution ».

Il convient alors de s'interroger sur les intérêts de certains des usages que nous souhaitons y projeter et les analyser au prisme de leur empreinte environnementale autant que dans les analyses de risques à effectuer du point de vue de la protection des données, ces deux champs pouvant se rejoindre.

LA PUBLICITÉ – NOTAMMENT CIBLÉE – ET L'ENVIRONNEMENT

Le RGPD et la directive ePrivacy n'interdisent pas la publicité ciblée, ni les cookies, mais les soumettent le plus souvent au consentement. Ces textes donnent l'opportunité aux internautes d'accepter, ou de refuser le dépôt de cookie, ne pas recevoir de publicité ciblée, mais aussi indirectement de réduire l'empreinte énergétique imputable aux sites concernés.

Dès 2018 et l'entrée en application du RGPD, un développeur a comparé les versions étasuniennes et européennes du site USA Today⁶¹. Le quotidien avait créé une version dédiée au territoire européen, sans traceurs ni bandeaux publicitaires. La version européenne du site chargeait 500 kb de données, quand la version étasunienne, ses cookies et ses publicités nécessitait le chargement de 5,2 Mb de données. Dans une étude réalisée en 2015 sur l'outil « Tracking Protection » de Mozilla⁶², qui bloque les traceurs et cookies, des chercheurs avaient démontré que l'outil présentait des bénéfices en termes de performances des sites, avec une réduction moyenne de 44 % du temps de chargement des pages et une réduction de 39 % dans les données téléchargées à l'ouverture de la page. Ce qui représente, dans les termes de Frédérique Bordage (GreenIT), « 39 % de gras numérique sous la forme de publicités⁶³ ». Le chargement des publicités produit un effet direct sur la consommation de nos smartphones. Une équipe de l'INSA Lyon⁶⁴ a constaté que les publicités ont un fort impact sur la batterie, qui s'épuise jusqu'à trois fois plus vite sur certains sites entre des versions avec ou sans publicité. Ces résultats pourraient s'expliquer par la nature des publicités, souvent des fichiers volumineux à télécharger comme des images et vidéos. Des contenus qui consomment aussi de la puissance de calcul. La publicité ne pèse pas seulement sur l'attention, elle a un poids bien réel. Quand le trafic ne l'est pas toujours.

Début 2018, plusieurs sites du groupe Newsweek avaient reconnu avoir gonflé leur trafic par l'usage de bots afin de vendre des espaces⁶⁵, tout en niant avoir eu recours à la fraude publicitaire. En 2018, Adobe a estimé qu'environ 28 % du trafic sur le web proviendrait de robots et d'autres « signaux non-humains », de fermes à clic⁶⁶. En termes économiques, une étude publiée en 2017 par Forrester⁶⁷ démontrait que la fraude dans la publicité en ligne serait à l'origine de pertes de 7,4 milliards de dollars pour la seule année 2016, que cela pourrait s'élever à 10,9 milliards en 2021 si des mesures n'étaient pas prises. Au-delà de la seule fraude, la façon dont les publicités sont effectivement affichées est un angle mort du marché de la publicité en ligne, non sans lien avec sa consommation énergétique. Selon les normes de l'IAB et du MRC (Media Rating Council)⁶⁸, une publicité en ligne est considérée comme vue quand s'affiche au moins

⁶¹ Marcel Freinbichler (@fr3ino), 26 mai 2018, <https://twitter.com/fr3ino/status/1000166112615714816>

⁶² Georgios Kontaxis & Monica Chew, (2015). « Tracking Protection in Firefox For Privacy and Performance », Arxiv, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1506/1506.04104.pdf>

⁶³ Frédéric Bordage, « La publicité représente 39 % du poids des pages web », GreenIT.fr, septembre 2015, <https://www.greenit.fr/2015/09/01/la-publicite-represente-39-du-poids-des-pages-web/>

⁶⁴ Michael Saidani, Harrison Kim, Bernard Yannou, « Can Machine Learning Tools Support the Identification of Sustainable Design Leads From Product Reviews? Opportunities and Challenge (en anglais), in Engineering Conference, août 2021, Virtual, United States, <https://arxiv.org/abs/2112.09391>

⁶⁵ Craig Silverman, « The Publisher of Newsweek And The International Business Times Has Been Buying Traffic And Engaging In Ad Fraud », BuzzFeed, septembre 2018, <https://www.buzzfeednews.com/article/craigsilverman/the-publisher-of-newsweek-and-the-international-business>

⁶⁶ Alexandra Bruell, Fraudulent Web Traffic Continues to Plague Advertisers, Other Businesses, The Wall Street Journal, mars 2018, <https://www.wsj.com/articles/fraudulent-web-traffic-continues-to-plague-advertisers-other-businesses-1522234801>

⁶⁷ Brandon Verblow, « Forrester Data: Ad Fraud And Viewability Forecast, 2016 To 2021 », Forrester, mars 2021, Forrester.com, mars 2021, <https://www.forrester.com/report/Forrester+Data+Ad+Fraud+Ad+Viewability+Forecast+2016+To+2021+US/-/E-RES137686>

⁶⁸ Thierry Wojciak, « Un nouvel indicateur de visibilité des campagnes display et vidéo pour le Digital Ad Ratings », CB News, avril 2019, <https://www.cbnews.fr/digital/nouvel-indicateur-visibilite-campagnes-display-video-digital-ad-ratings-42873>

50 % de la surface de la bannière, pendant au moins une seconde en continu. Pour des vidéos, la durée s'élève à 2 secondes, mais la règle des 50 % de contenu visible reste la même. Cette méthode de comptabilisation est à mettre en relation avec le taux de clics. Les travaux menés par Jean-Manuel Beuscart⁶⁹ sont venus démontrer qu'à l'échelle de l'ensemble du marché de la publicité en ligne, le taux de clics est resté stable depuis dix ans, entre 0,05 % et 0,1 % pour les différents formats, soit un clic tous les 1 000 ou 2 000 affichages. On se retrouve ainsi dans une situation où si un million de personnes ont vu apparaître ne serait-ce qu'une portion de publicité pendant une seconde sur leur écran, on décomptera un million de vues pour la publicité. La persistance rétinienne est ainsi largement mise en avant comme critère d'efficacité de l'affichage de la publicité ciblée.

En termes environnementaux, la publicité pèse plus sur la balance de l'empreinte environnementale du numérique. À ce titre, la protection des données donne les moyens aux individus d'agir directement en refusant les cookies et en installant des logiciels bloqueurs de publicité, autant de petits gestes qui par des effets de masse peuvent bénéficier aux individus, et à la planète.

⁶⁹ Jean-Manuel Beuscart, « Les deux corps du consommateur numérique. Décrire et critiquer les accompagnements marchands », introduction de mémoire d'HDR, soutenue le 9 décembre 2019, https://www.academia.edu/41836247/Les_deux_corps_du_consommateur_num%C3%A9rique_D%C3%A9crire_et_critiquer_les_accompagnements_marchands

Protéger les données protège-t-il la planète ?

*« Nous devrions traiter les données
personnelles avec le même soin
et le même respect que le plutonium - elles
sont dangereuses, ont une longue durée de vie
et, une fois qu'elles ont fuité, il est impossible
de les récupérer. »⁷⁰*

Cory Doctorow, (2018)⁷¹

⁷⁰ • We should treat personal electronic data with the same care and respect as weapons-grade plutonium - it is dangerous, long-lasting and once it has leaked there's no getting it back ».

⁷¹ • Personal data is as hot as nuclear waste », The Guardian, 2008, <https://www.theguardian.com/technology/2008/jan/15/data.security>

Protéger les données protège-t-il la planète ?



Fin 2019, la CNIL s'était engagée dans un manifeste commun avec sept autorités administratives indépendantes, à « accompagner l'évolution des acteurs [...], éclairer la société qui les interpelle également sur ces enjeux », pour le respect des accords de Paris⁷². La CNIL a lancé une démarche de réflexion sur ses propres pratiques, en tant qu'organisation, afin de développer des actions pour le « développement durable », ou pour des économies d'énergies (voir p. 65), mais qu'en est-il de son cœur d'activité, la protection des données ?

Certains principes du RGPD, bien qu'ils n'aient pas été pensés dans cette optique, trouvent une résonance avec la protection de l'environnement, en particulier dans la recherche d'une certaine sobriété dans la collecte et le traitement des données.

Le règlement demande à fixer une finalité à tout traitement, et ce au préalable : l'objectif dans lequel les données sont collectées et/ou traitées doit être précisé et prédéfini. Cela permet de protéger d'une collecte indifférenciée et donc de stockage et traitements inutiles. Deux autres principes découlent ensuite de la définition de la finalité : la minimisation et la proportionnalité. Ceux-là imposent que seules les informations adéquates, pertinentes et strictement nécessaires au but préalablement fixé (la finalité) doivent être collectées et utilisées.

Le principe de limitation de la durée de conservation fait également écho à ces enjeux de sobriété : cette durée doit être fixée en amont et ne peut être illimitée. Elle est évidemment liée à la finalité, et ne doit donc dépasser le temps nécessaire à sa réalisation. Ce principe a ainsi entraîné un

⁷² « Les autorités publiques et administratives indépendantes développent leur collaboration vis-à-vis des défis posés par le réchauffement climatique », CNIL, 20 décembre 2019, <https://www.cnil.fr/fr/les-autorites-publiques-et-administratives-independantes-developpent-leur-collaboration-vis-vis-des>



Adobe Stock

recensement et une cartographie des fichiers, qui ont par la suite débouché sur des plans de nettoyage, voire la mise en place de « purge » (et parfois son automatisation) dans les entreprises. On pourrait toutefois souligner que cela comporte un risque d'effet rebond à travers le fait que les entreprises développent une culture des données et augmentent, après la cartographie de leurs données et une meilleure gestion, leur utilisation pour de nouvelles finalités.

Enfin, les droits individuels donnés par le RGPD et la loi Informatiques et libertés, comme le droit à la suppression de ses données, le droit d'opposition, mais également des droits connexes comme le droit à l'oubli ou le droit au déréférencement, permettent également un certain contrôle ou une manière de réduire le traitement ou l'accès à des contenus.

En pratique, l'ensemble de ces dispositions se mettent en place dans un « écosystème » d'acteurs chargé de veiller au bon traitement des données : les entreprises d'abord dont le contrôle interne sur le traitement des données personnelles s'apparente en partie à la RSE (Responsabilité Sociale et Environnementale), notamment via le principe de responsabilisation (*accountability*) ; l'autorité de contrôle qui précise les exigences et les contrôles ; les individus eux-mêmes enfin par l'exercice de leurs droits et leur information transparente. Cette exigence de transparence aux fins de veiller aux impacts des traitements de données rejoint également la nécessaire transparence environnementale mise en place depuis la convention d'Aarhus en 1998⁷³.

Loin de l'approche *big data* de l'infinie « abondance » de données, la protection des données impose ainsi une forme d'hygiène numérique qui peut, dans certains de ses aspects, contribuer aux objectifs de modération numérique et énergétique. Nous explorons différentes manières pour « verdier » nos données, notamment par des approches *low tech* (basse technologie), par l'écoconception.

À l'inverse, d'autres obligations du RGPD ou recommandations de la CNIL sont généralement perçues comme augmentant l'empreinte environnementale des traitements informatiques de données. Il en est notamment ainsi de l'obligation de sécuriser les données, notamment en recourant à la cryptographie. Il convient d'analyser leur coût carbone réel, et de le mettre en rapport avec leurs bénéfices.

PROTÉGER, C'EST VERDIR ?

Le parallèle entre frugalité numérique et sécurisation des systèmes s'inscrit dans un contexte où l'on constate de plus en plus de fuites de données, permises par la vulnérabilité des systèmes centralisés et les possibles conséquences en cas d'erreurs, de défaillances ou encore d'attaques. La fuite de données de 533 millions d'utilisateurs de Facebook révélée en avril 2021⁷⁴, mises à disposition sur des forums utilisés par des cybercriminels, ou celles des données de laboratoires d'analyses médicales⁷⁵, illustrent bien le parallèle avec les hydrocarbures. Ces données naviguant à la manière d'une nappe de pétrole sur l'océan peuvent provoquer des dommages. Des risques d'autant plus importants dans un contexte où la reconstitution des systèmes économiques au XXI^e siècle et l'émergence des grandes plateformes s'est fondée sur l'accumulation et la valorisation des données, à la manière dont les modèles industriels des XIX^e et XX^e siècles avaient reposé leur croissance sur

⁷³ « Convention d'Aarhus », Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Convention_d%27Aarhus

⁷⁴ « Document - Loi sur les données : Stockholm teste le degré de flexibilité des États sur le partage obligatoire avec le secteur public », Contexte, juillet 2017, <https://www.contexte.com/numerique/briefing/2021/04/07/#briefitem-129993>

⁷⁵ « Violation de données de santé : la CNIL rappelle les obligations des organismes à la suite d'une fuite de données massive annoncée dans les médias », CNIL, février 2021, <https://www.cnil.fr/fr/violation-de-donnees-de-sante-la-cnil-rappelle-les-obligations-des-organismes-la-suite-d-une-fuite-de>

l'extraction et l'accumulation des ressources naturelles. Dès lors, il convient de se poser la question d'une contradiction intrinsèque de la croissance de l'économie numérique, telle qu'elle s'est construite jusqu'à présent, et de la transition environnementale.

Quel poids pour le chiffrement ?

La CNIL recommande, dans la plupart des situations, d'avoir un recours à des méthodes cryptographiques (de différents niveaux de complexité selon les besoins ou le contexte) afin de protéger les données personnelles collectées ou traitées.

Non sans coût : le chiffrement augmente automatiquement la consommation énergétique, d'abord par le calcul nécessaire à cette opération, mais également pour le déchiffrement et le stockage (un « chiffré » étant généralement plus long que l'information originale). Cette surcouche a dès lors un impact au regard de la protection de l'environnement, car plus énergivore (augmentation de l'utilisation de la mémoire, du stockage, de la batterie, etc.)⁷⁶. Mais la cryptographie englobe de nombreuses traductions et formes concrètes, dans un spectre assez large de possibilités, allant de la « *lightweight crypto* » (la cryptographie « légère », comme celle embarquée sur les cartes à puce) jusqu'à des lourds calculs sur des données chiffrées, voire les possibilités offertes par la cryptographie quantique.

Les objectifs premiers de la cryptographie sont la sécurité et l'intégrité des données. Il s'agit, dans une démarche d'écoconception (voir p. 36), de mesurer la nécessité de son implémentation, notamment lorsqu'il s'agit de méthodes de chiffrement très consommatrices, comme le chiffrement homomorphe, et n'y avoir recours que lorsque cela est nécessaire.

Cependant, certaines pratiques de sécurisation peuvent également produire des externalités positives en termes de protection de l'environnement : la compression en parallèle du chiffrement des archives allègent leur poids sur les disques (des outils gratuits comme 7zip ou Zed! fonctionnent sur ce principe). Une conservation protégée et compressée, plutôt que des données brutes, permet de réduire la surface de stockage de manière drastique dans certains cas. De la même manière, des méthodes cryptographiques permettent de générer des preuves sans pour autant conserver le fichier en lui-même. Dans le cadre de la vérification d'identité, à

la place de conserver l'image ou le fichier (par exemple un scan de pièce d'identité), seule la preuve de sa fourniture, de son authenticité et de la vérification pourrait être conservée par l'organisme qui a besoin de procéder à cette vérification. À titre d'illustration, la CNIL demande à ce que ne soit conservé que les gabarits lors de la vérification d'attribut biométrique plutôt que l'entièreté de la preuve.

Ce sont donc bien des protocoles cryptographiques qui permettent de faire des économies en termes d'échanges d'information. Les preuves à divulgation nulle de connaissance (zero-knowledge proof ou ZKP) permettent de prouver la connaissance d'un secret sans connaître ledit secret (et donc de respecter le principe de minimisation).

Des recherches visent à aller vers plus grande efficacité des méthodes cryptographiques, en termes de performances et d'optimisation⁷⁷ : moins de temps de calcul, moins d'utilisation de la mémoire et de la batterie, etc. Si l'objectif n'est pas la protection de l'environnement, celui-ci pourrait avoir à y gagner.

De l'intérêt de protéger les systèmes

En 2017, les 156 sirènes d'urgence de la ville de Dallas se sont mises à sonner, pendant près de deux heures. Aucune urgence n'était à signaler⁷⁸. Des hackers avaient simplement réussi à se connecter au signal du contrôle à distance, et les rallumaient à chaque fois que la municipalité tentait de les éteindre. Déjà en 2013, des hackers avaient tenté de prendre le contrôle d'un barrage près de New-York.⁷⁹ En 2021 et 2022, plusieurs hôpitaux français ont été victimes d'attaques par rançongiciel, des situations dans lesquels les agresseurs bloquent les systèmes informatiques ou l'accès aux données, et réclament des sommes importantes pour le déblocage. En 2021 en Suède, 800 supérettes et supermarchés de la chaîne Coop ont dû fermer leurs portes suite à l'attaque par rançongiciel de son fournisseur de solution de trésorerie, rendant impossible le passage aux caisses enregistreuses. Ceci dans un contexte où la Suède a fait le choix de devenir une économie sans argent liquide, qui ne représente déjà plus que 6 % des transactions.

Dès 2015, la Russie, via le groupe hackers Sandworm, a tenté des attaques contre une centrale électrique en Ukraine. L'opération avait nécessité environ 19 mois de préparation pour provoquer une panne pendant six heures uniquement.

⁷⁶ Voir par exemple l'article « Économie d'énergie d'un programme informatique » sur Wikipédia (consulté le 20/12/2022) dans la partie Protocole de sécurité sur le SSL, https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conomie_d%27%C3%A9nergie_d%27un_programme_informatique

⁷⁷ Par exemple : Toldinas, J., Damasevicius, R., Venckauskas, A., Blazauskas, T., & Ceponis, J. (2014). « Energy Consumption of Cryptographic Algorithms in Mobile Devices ». *Elektronika Ir Elektrotechnika*, 20(5), 158-161. <https://doi.org/10.5755/j01.eee.20.5.7118>

⁷⁸ Régis Chatellier, « À Dallas, des hackers tirent la sonnette d'alarme de la smart city », LINC, avril 2017, <https://linc.cnil.fr/fr/dallas-des-hackers-tirent-la-sonnette-dalarme-de-la-smart-city>

⁷⁹ Michael Schwartz, Anton Troianovski, Yousur Al-Hlou, Masha Froliak, Adam Entous and Thomas Gibbons-Neff, « Putin's War: The Inside Story of a Catastrophe », *New-York Times*, décembre 2022, <https://www.nytimes.com/interactive/2022/12/16/world/europe/russia-putin-war-failures-ukraine.html>

Ce qui ne les a pas empêchés de lancer une nouvelle tentative en février 2022, au moment de l'invasion contre l'Ukraine, contre des ordinateurs du gouvernement ukrainien.

Ces exemples illustrent la manière dont la sécurisation des systèmes s'est imposée comme l'un des enjeux majeurs des années et décennies à venir, dès lors que des nouvelles formes de banditisme voire d'opérations de guerre aux effets environnementaux directs ou indirects pourraient se mettre en place, si des attaques venaient à cibler des installations de gestion des villes, par exemple.

Faut-il optimiser le code ?

Le rapprochement entre sécurité des systèmes, protection des données et de l'environnement était au programme en 2019 de la 36^e édition du Chaos Communication Congress, dont le mot d'ordre était « Resource exhaustion », en référence à une technique d'attaque informatique⁸⁰ et à la préservation des ressources. Parmi les solutions proposées, citées par Le Monde⁸¹, Hannes Mehnert, proposait avec son projet MirageOS, de réduire la taille des systèmes d'exploitation, réduire au minimum le nombre de lignes de codes, un moyen selon lui pour réduire le besoin en ressources, mais aussi de limiter les risques de failles ou d'erreurs dans le code. Plus généralement, la qualité du code a un impact qui peut dans certains cas être important sur la consommation énergétique, dès lors qu'un même problème peut être résolu avec plusieurs méthodes et une « complexité algorithmique » différente. Cette analyse de la complexité n'est pas récente, mais une pratique qui remonte aux années 1950, et consiste en l'étude formelle de la quantité de ressources, en temps et en espace par exemple, nécessaire à l'exécution d'un algorithme. La pratique de la revue de code (*code review*) reste répandue aujourd'hui, avec des outils dédiés comme par exemple la solution open source SonarQube, qui vise à « détecter, classer et résoudre les défauts dans le code ».

D'autres solutions sont orientées spécifiquement sur l'environnement, à l'image de Scaphandre⁸², un projet qui propose de mesurer la consommation énergétique des services numériques, et produire des métriques dont les organisations peuvent se saisir pour orienter leurs décisions en faveur de solutions plus frugales (voir p. 62).

Zoom sur...

GreenData, un référentiel proposé par OpendataFrance

L'association qui réunit des collectivités locales engagées dans l'open data a publié un référentiel destiné à accompagner les organisations (collectivités territoriales, institutions, associations...) dans leur maîtrise de l'impact environnemental de la donnée.

Co-produit lors d'ateliers avec des collectivités territoriales et experts, il offre des pistes dans l'élaboration de plans d'actions pour un numérique responsable, sur son volet data.

Des langages de programmation sont réputés efficaces énergétiquement. Les codes dans des langages de bas niveau compilés, sont de manière générale plus efficaces que des codes interprétés. Par exemples des langages comme C, C++ ou Rust, qui obtiennent toujours de meilleurs résultats que javascript, PHP, Python, Ruby ou Perl, par exemple⁸³. Le langage Rust a été conçu à l'initiative de Mozilla Research à partir de 2010 avec pour objectifs spécifiques la sécurisation maximum, notamment par la gestion de la mémoire « *by design* », et la légèreté obtenue grâce à sa performance d'exécution.

Cette approche par l'optimisation du code rejoint à certains égards la recherche du *low tech*, comme solution alternative pour répondre aux enjeux du XXI^e siècle.

⁸⁰ « Resource exhaustion attack » (en anglais), Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Resource_exhaustion_attack

⁸¹ Damien Leloup, A Leipzig, hackers et militants pour le climat font front commun, Le Monde.fr, décembre 2019, https://www.lemonde.fr/pixels/article/2019/12/30/a-leipzig-hackers-et-militants-pour-le-climat-font-front-commun_6024362_4408996.html

⁸² Scaphandre, GitHub, <https://github.com/hubblo-org/scaphandre>

⁸³ Edouard Pflimlin, « Le succès de l'argent mobile africain pourrait devenir mondial », Le Monde Afrique, 30 mai 2017, https://www.lemonde.fr/afrique/article/2017/05/30/le-succes-de-l-argent-mobile-africain-pourrait-devenir-mondial_5135946_3212.html

Zoom sur...

Le poids de la « vie réelle »

La numérisation et la dématérialisation des services et notamment publics reposent d'abord sur des arguments de simplification et d'optimisation. L'argument de la préservation de l'environnement est désormais mis en avant dans certains projets de loi, à l'image de la dématérialisation des tickets de caisse. La loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire interdit aux commerçants d'imprimer systématiquement certains tickets de caisse pour le client, à partir du 1^{er} août 2023⁸⁴. Il s'agit pour le législateur de s'attaquer à l'empreinte environnementale des 30 milliards de tickets de caisses et de paiements imprimés chaque année en France. Une mesure qui part du principe que le numérique est nécessairement plus léger, et optimal pour les usagers et clients.

S'il est certain que la non-impression d'un ticket est plus écologique que son impression, il convient en revanche de rester prudent sur les équivalences entre un ticket de caisse imprimé et sa version électronique envoyées par email. Certaines études ont estimé que l'envoi d'un email serait plus consommateur en CO₂ que l'impression d'un ticket de caisse, mais ce type d'évaluation reste extrêmement difficile à fiabiliser. En outre, les tickets papiers impliquent la question de leur coût en eau, sur les forêts et de la nocivité des encres, etc. La suppression du ticket physique ne signifie cependant pas la disparition de son coût environnemental, dans un contexte où la numérisation peut, si elle n'est pas bien conçue, produire des effets indésirables pour les consommateurs en termes de protection des données. D'autant que la dématérialisation des tickets de caisse pour des fins environnementales ouvre la voie à la collecte et l'usage des données des personnes (email ou téléphone) par les commerçants qui auront envoyé les reçus d'achat, sur la base légale de leur intérêt

légitime⁸⁵. Le législateur, avec cet article de loi, a transformé des actes d'achats analogiques en actes d'achats numériques, qui ouvre des devoirs pour les responsables de traitement, mais aussi des droits, dont celui d'envoyer de la prospection commerciale à leur client pour des produits similaires (les clients conservent la possibilité de s'opposer).

Dans le cas des services publics, la CNIL, comme nous l'indiquons dans le cahier IP8, *Scènes de la vie numérique* (p. 36), « recommande régulièrement dans ses avis la mise en place d'alternatives au numérique pour l'accès aux droits ou aux services publics, dès lors que celui-ci est associé à la collecte de données. » Une demande légitime dès lors qu'il s'agit de laisser aux individus le choix de consentir à la collecte de leurs données, mais aussi dans une logique d'inclusion : nous ne sommes pas tous égaux, ni agiles avec les services numériques. Pourtant d'un point de vue environnemental, si l'on cherche à refaire la balance environnementale entre différentes solutions, il n'est pas certain que le maintien d'un accueil physique des personnes soit plus optimal. Faut-il encore pouvoir le quantifier. Prendre son véhicule, rouler 10 kilomètres pour se rendre au guichet d'un service public aura une empreinte probablement supérieure à la réalisation de la démarche à distance, 2,2 kg de CO₂ en voiture thermique, 1,1 kg en bus, 0,1 kg à vélo, selon la Base Impact de l'ADEME⁸⁶. Mais conserver des espaces physiques dédiés aux services publics dans un maillage territorial resserré reste nécessaire pour l'équité d'accès aux services publics. Des territoires ruraux sont parfois confrontés à la disparition de guichets de proximité conjuguée à l'absence de couverture numérique de qualité⁸⁷.

⁸⁴ Décret n° 2022-1565 du 14 décembre 2022 relatif aux conditions et modalités d'application du IV de l'article L. 541-15-10 du code de l'environnement. Légifrance : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000046737771>

⁸⁵ « Fin de l'impression systématique du ticket de caisse : quelles solutions sont possibles et quelles sont les règles ? », CNIL, 10 mars 2023, <https://www.cnil.fr/fr/fin-de-limpression-systematique-du-ticket-de-caisse-queles-solutions-sont-possibles-et-queles-sont>

⁸⁶ Impact CO₂, <https://impactco2.fr/integration?type=transport>

⁸⁷ « Rapport d'information sur l'évaluation de l'accès aux services publics dans les territoires ruraux », Assemblée nationale, 2019, <https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/opendata/RINFANR5L15B2297.html>

BASSE TECHNOLOGIE (LOW TECH) ET « PUISSANCE EN RÉSERVE »

Le débat entre technologisation et environnement, que nous abordons dans la première partie de ce cahier, reste ouvert à certains égards, entre empreinte bien réelle et bénéfices liés à l'optimisation qui restent parfois à mesurer et démontrer. Souvent, la plus simple réponse apportée par certains aux problématiques de collecte abusive de données est de simplement « éteindre son téléphone », voire de « ne plus avoir de téléphone ». Des méthodes radicales qui ont leur part d'efficacité, mais ne protègent pas contre des dispositifs exogènes, telles les caméras de vidéosurveillance, ou de « caméras intelligentes ». Mais cette réflexion sur les besoins réels en termes de technologisation rejoint les grands principes de minimisation des données et de proportionnalité des traitements.

Philippe Bihouix, dans une contribution pour les Annales des Mines en décembre 2021⁸⁸, propose l'adoption d'une démarche « low tech », visant à « l'économie de ressources, à la sobriété à la source, aux réflexions sur le juste besoin ». L'ingénieur ne se pose pas ici en opposant aux technologies, mais souhaite plutôt que nous fassions collectivement preuve de « techno-discernement », pour n'utiliser les technologies que là où elles apportent un avantage indiscutable. Prenant l'exemple de la *smart city*, il précise que plus nous allons vers une technologisation des objets et services dans la ville, plus nous piochons dans les ressources, dans une logique extractiviste. Il prend l'exemple de la voiture autonome, qui pourrait selon lui générer plusieurs milliers de gigaoctets de données par jour et par voiture, que « *nul ne sait la proportion de ces données qui devra être archivée (à des fins sécuritaires, assurantielles, marketing...), et pour quelle durée* ». De même, on ne connaît pas à ce stade « *ce que consommeront les réseaux 5G, nécessaires aux applications nécessitant un temps de latence très faible (comme les véhicules autonomes) ou si la densité d'objets connectés dépasse un certain seuil* ».

Surtout, s'il est difficile de quantifier ou mesurer des effets positifs directs générés par le déploiement des services numériques en termes de gains d'efficacité en énergie ou en ressources, le risque d'effet rebond est documenté. L'efficacité technologique est en effet « *rapidement convertie*

en efficacité économique », associée à une baisse des prix. Une offre plus efficace et plus compétitive, crée sa propre demande, a pour conséquence de faire augmenter les volumes consommés, et ainsi la facture environnementale.

Innover autrement, penser une « alter-innovation » pourrait également figurer parmi les moyens de penser la technologie dans une version plus frugale, par choix ou par nécessité. Une voix explorée et décrite par Achille Mbembe dans son ouvrage *Brutalisme*, à partir de l'exemple africain, où « *on n'a pas le luxe de collapsologie* », et où « *le futur demeure ouvert* »⁸⁹ Il cite notamment l'exemple dans certaines régions du peu d'infrastructures pour développer l'accès à un internet filaire ou au travers d'antennes de réseaux mobile, qui a donné lieu à nouvelles formes d'innovation. Déjà, les réseaux téléphonique mobile avaient permis très tôt le développement de modes de paiements par SMS. Le système M-Pesa, créé en 2007 au Kenya, comptait 30 millions d'utilisateurs en 2017, qui l'utilisaient pour payer des biens et services, accéder à des prêts pu envoyer de l'argent à l'étranger⁹⁰. Achille Mbembe cite le cas des « réseaux tolérants aux coupures » (*Disruption-Tolerant Networks*) développés notamment pour pallier les coupures ou l'absence de réseaux dans certaines zones. Grâce à des « data-mules », il est possible de recréer des réseaux asynchrones de télécommunication à bas coût. Des dispositifs numériques de stockage, par exemple des téléphones Android, dotés de capacités de stockage et de connexion *wifi* ou *bluetooth*, sont envoyés en voiture ou moto, entre certains points du réseau, de village en village, pour récupérer les contenus numériques (emails, fichiers, bilans médicaux, etc.) que les habitants souhaitent envoyer. Ceux-ci sont alors envoyés sur le réseau Internet quand la « data-mule » rejoint une ville dotée d'un point de connexion. Les personnes peuvent même passer commande de page Internet, qui seront ouvertes au point de connexion, puis stockées sur le téléphone pour être ramenées ensuite au village. De même, Achille Mbembe nous invite à prêter attention aux pratiques développées en Afrique pour la réparation et la maintenance, à la capacité d'innovation et à ce qu'il appelle la « *puissance en réserve* » qui peut proposer des solutions d'avenir.

Ces exemples pourraient à certains égards sembler éloignés des préoccupations occidentales quant à la stratégie à adopter pour développer un numérique durable. On peut y voir au contraire des sources d'inspiration pour la production de modèles innovants, qui ne résideraient plus seulement sur la loi de l'offre, sont orientés vers des besoins et des « finalités ».

⁸⁸ Rui Pereira, et al., « *Ranking programming languages by energy efficiency*, *Science of Computer Programming* », Volume 205, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.scico.2021.102609>.

⁸⁹ Philippe Bihouix, « *Le mythe de la smart city écologique* », *Enjeux numériques*, N° 16, Décembre 2021, <http://www.annales.com/enjeux-numeriques/2021/en-16-12-21.pdf>

⁹⁰ Achille Mbembe, *Brutalisme*, Éditions La Découverte, 2020, p. 174

ÉCOCONCEPTION ET PRIVACY BY DESIGN

L'écoconception, selon la définition donnée en 2019 par le ministère de la Transition écologique, consiste à « *intégrer la protection de l'environnement dès la conception des biens ou services* », dans une « *approche préventive des problèmes d'environnement* ». Si le terme a d'abord été utilisé pour les biens et services « physiques », il s'est largement répandu depuis la fin des années 2010 aux services et outils numériques.

Depuis 2019, la MiNumEco (mission interministérielle numérique écoresponsable) œuvre au sein de la direction interministérielle du numérique (DINUM) à développer les pratiques éco-responsables dans les ministères et administrations étatiques. Des acteurs du monde associatif publient également des guides ou produisent différents travaux afin de sensibiliser l'ensemble des rouages de la société, à l'image par exemple de l'association GreenIT, qui, dès 2015, a publié un ouvrage sur les 115 bonnes pratiques de l'écoconception⁹¹ ; de l'Institut du numérique responsable qui a lancé un MOOC Numérique Responsable en janvier 2021⁹² ; ou de l'association Designers éthiques, qui a mis en ligne en 2022 un « guide d'écoconception de services numériques. »⁹³

Selon la MiNumEco, « *L'écoconception est une méthode qui vise à limiter les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service numérique en questionnant les besoins et en prenant en compte l'impact environnemental dès la conception et sur tout le cycle de vie, dans une démarche d'amélioration continue, en intégrant les principes de minimisation, stabilité, efficacité et maintenabilité* ». Il ne s'agit donc pas de la seule recherche d'optimisation ou d'efficacité, mais plus largement d'une réflexion globale sur l'usage des technologies. Il s'agit de se poser des questions « dès la conception », ou « *by design* » pour reprendre les termes utilisés dans le RGPD pour la protection des données afin de commencer par se poser la question de la raison d'être d'un service numérique avant de penser son développement : répond-il à un besoin ? Une alternative non numérique serait-elle envisageable, ou préférable ? Afin d'aider les acteurs publics – et les autres – dans leurs démarches, la Mission interministérielle a publié⁹⁴ en octobre 2021 un référentiel général d'écoconception de services numériques (RGESN)⁹⁵, dans lequel, sous la forme d'une FAQ, on peut trouver des réponses à une série de questions portant sur l'ensemble

des maillons de la chaîne du développement de services numériques (stratégie, spécifications, architecture, UX/UI, contenus, *frontend*, *backend*, hébergement). L'ensemble peut être utile dans une démarche plus globale d'analyse de risque sur la mise en œuvre de services, et de traitements de données personnelles, dès lors qu'éco-conception, cybersécurité et protection des données présentent des points de convergence.

Des convergences entre protection des données, cybersécurité et écoconception

La CNIL a participé, avec une série d'institutions (dont l'ANSSI ou le Campus Cyber), acteurs et experts, à un atelier visant à déterminer « *quelles sont les bonnes pratiques à mettre en place au sein des organisations pour faire converger des règles et référentiels souvent silotés et faire aller de pair sobriété, sécurité et protection des données ?* ».

Les trois approches se rejoignent, par exemple, sur ces points :

- Approche « *by design* » : nécessité de les intégrer très en amont dans le développement de projets ;
- Principe de minimisation : des données (prévues dans le RGPD), des fonctionnalités (essentielles et ajustées aux besoins des utilisateurs), du « moindre-privilege » (limitation des droits au strict minimum sur les postes clients, réduction du nombre de logiciels installés, etc.) ;
- Souveraineté : des systèmes et des données ;
- Conformité aux référentiels et réglementations : référentiel général de sécurité (RGS), règlement général sur la protection des données (RGPD), référentiel général d'interopérabilité (RGI), référentiel général d'écoconception de services numériques (RGESN), etc. ;
- Maîtrise du système d'information ;
- Approche « Cycle de vie » : appliquer les bonnes pratiques à chaque phase d'un projet (conception, usage, fin d'usage), notamment en matière de données pour la CNIL ;
- Démarche en amélioration continue ;
- Formation des personnes : montée en compétences individuelle et collective, internalisation des compétences.
- Autres pratiques synergétiques : analyse des risques, supervision, pas ou peu de dépôt de cookie, durée de conservation des données, site web statique ou sans exposition de base de données, code sur mesure ou logiciel libre.

⁹¹ Frédéric Bordage, *Ecoconception web : les 115 bonnes pratiques - Doper son site et réduire son empreinte écologique*, éd. Eyrolles, Paris, 2022 (4^e édition)

⁹² MOOC numérique responsable, Académie NR, <https://www.academie-nr.org/>

⁹³ « Le guide d'écoconception de services numériques », Designers éthiques, mai 2022, <https://eco-conception.designersethiques.org/guide/fr/>

⁹⁴ Avec le ministère de la Transition Écologique, l'ADEME et l'Institut du Numérique Responsable.

⁹⁵ « Référentiel général d'écoconception de services numériques (RGESN) », Mission interministérielle Numérique écoresponsable, mis à jour le 28 novembre 2022, <https://ecoresponsable numerique.gouv.fr/publications/referentiel-general-ecoconception/>

Très complémentaires, ces trois approches présentent tout de même quelques points de divergences, notamment vis-à-vis de l'écoconception. En effet, la cybersécurité et la protection des données requièrent de mettre en place des processus et des démarches consommatrices en ressources, par exemple les systèmes de défense en profondeur (mécanismes défensifs superposés afin de protéger des données et des informations sensibles), le chiffrement, la haute disponibilité des données (qui nécessite la duplication d'infrastructure,

d'information, une surcouche architecturale, etc.), le cloisonnement et la redondance (pour la sauvegarde des données, qui nécessite de multiplier les environnements). Des divergences qui ne permettent cependant pas d'établir, selon les conclusions de l'atelier, à une opposition entre protection des données et cybersécurité d'une part, et éco-conception d'autre part. Il s'agirait au contraire d'en renforcer les liens pour penser globalement la gestion des projets et services numériques, dans toutes leurs dimensions.

Zoom sur...

Le cas du reconditionnement

La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire du 10 février 2020 prévoit un certain nombre de mesures visant à « *agir contre l'obsolescence programmée* ». Les vendeurs d'équipements électriques et électroniques (y compris les vendeurs en ligne) doivent notamment, depuis le 1^{er} janvier 2021, afficher un indice de réparabilité certains produits, et un indice durabilité à partir du 1^{er} janvier 2024. Ils doivent également « *faciliter la réparation et favoriser l'utilisation de pièces détachées issues de l'économie circulaire* » des équipements et notamment des produits électroniques. Du point de vue logiciel, fabricants et vendeurs doivent « *améliorer l'information sur le maintien de la compatibilité logicielle* », notamment pour les smartphones en indiquant aux consommateurs la durée pendant laquelle un appareil pourra supporter des mises à jour successives. Le fabricant a également l'interdiction de contraindre la réparation ou le reconditionnement d'un appareil par quelque procédé que ce soit. Une mise à jour logicielle qui aurait pour conséquence de ralentir ou dégrader l'usage de l'appareil entre dans ces interdictions.

Une première décision avait précédé cette loi, non pas pour obsolescence programmée, dont le terme avait été rejetée par la justice, mais sur le fondement de « *pratiques commerciales trompeuses par omission* » : la direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) a infligé le 7 février 2020 une amende à Apple car « *des détenteurs d'iPhone n'avaient pas été informés que les mises à jour du système d'exploitation iOS (10.2.1 et 11.2) qu'ils installaient*

étaient susceptibles de conduire à un ralentissement du fonctionnement de leur appareil. »⁹⁶

La réparation et le reconditionnement des smartphones restent cependant soumis à des aléas. Par exemple, récupérer des téléphones bloqués et non réinitialisés par leur ancien propriétaires, notamment les iPhones, rend impossible leur reconditionnement. Dans une interview pour le LINC, Nicolas Nova, qui a réalisé une enquête ethnographique sur cinq années, dans des boutiques de réparation de téléphones en Suisse, explique comment ces derniers doivent parfois agir. Par exemple, récupérer des téléphones bloqués et non réinitialisés par leur ancien propriétaires, notamment les iPhones, rend impossible leur reconditionnement. « *Les réparateurs doivent faire, contre les industriels, une véritable rétroingénierie des dispositifs, afin de les comprendre pour mieux les réparer* », dès lors que les fabricants ne documentent pas la manière dont ils fabriquent leurs appareils. Cela donne lieu à « *la constitution d'une véritable documentation technique, constituée de photos, de vidéos, mais aussi de classeurs et de cahiers : de véritables rapports de déconstruction, en version hardware (matériel) et software (logiciel) dont certains peuvent se vendre entre 3 000 et 6 000 euros.* » S'il s'agit de projets entrepreneuriaux, l'objectif premier reste de gagner de l'argent, mais c'est dans ces boutiques, que « *l'on retrouve des actions concrètes et pragmatiques, avec des gens qui, sans faire de prosélytisme écologique, œuvrent à la durabilité des objets numériques, et donnent...*

⁹⁶ « Transaction avec le groupe APPLE pour pratique commerciale trompeuse », DGCCRF, février 2020, <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/transaction-avec-le-groupe-apple-pour-pratique-commerciale-trompeuse>

Zoom sur...

Le cas du reconditionnement

... des solutions pour résoudre des problèmes. Ils comprennent en tant que communauté qu'il faut changer la manière d'utiliser les objets numériques, avec la construction d'un discours environnemental qui commence à apparaître dans certaines espaces et pourrait prendre de l'ampleur. » Ils sont également les premiers, avec les acteurs du reconditionnement, à l'image des Ateliers du bocage⁹⁷ qui expérimentent concrètement la mise en œuvre de pratiques durables du numérique, sur le matériel et sur les données.

Remettre sur le marché un smartphone ou un ordinateur ne peut se faire sans avoir effacé l'ensemble des données et informations qui permettrait de remonter au précédent propriétaire. C'est le cas pour les particuliers, mais aussi pour les entreprises et institutions publiques, qui de plus en plus, remettent à disposition ou revendent du matériel déjà utilisé. Fournir de manière ouverte la documentation, les méthodes et outils adaptés pour la réparation, l'effacement des données sur les dispositifs électroniques devrait dès lors figurer parmi les priorités des acteurs du numérique, et en particulier les fabricants.

⁹⁷ Ateliers du bocage, <https://ateliers-du-bocage.fr/>

Des libertés en transition ?

« C'est étrange parce que des milliers d'écrivains habitent New York. Mais vous seriez bien en peine de trouver un film ou un roman qui se déroule pendant l'ouragan Sandy. Pourtant, il existe au moins sept ou huit romans sur New York inondée dans le futur. Mais sur l'inondation aujourd'hui, il n'y a rien. Cela en dit long sur la façon dont l'imaginaire du changement climatique a pris la forme d'un fantasme plutôt que d'une représentation de la réalité dans laquelle nous vivons déjà. »

Amitav Ghosh, écrivain, auteur de *Le Grand Dérangement* (2016)⁹⁸

⁹⁸ Sylvain Bourmeau, Interview de Amitav Ghosh : « La crise climatique est aussi une crise de la culture et de l'imaginaire », AOC, août 2021
<https://aoc.media/entretien/2021/08/20/amitav-ghosh-la-crise-climatique-est-aussi-une-crise-de-la-culture-et-de-l'imaginaire-2/>

Des libertés en transition ?



On assiste parfois à une forme de retournement entre défenseurs des libertés, hostiles aux systèmes de surveillance pour des fins de « sécurité », et défenseurs de l'environnement, favorables à ces systèmes voire aux dénonciations lorsqu'il s'agit de protection de l'environnement. De là apparaît une forme de légitimation des techniques de surveillance dès lors qu'elles sont utilisées pour cette cause. La définition de « bonne cause », ou « valeur » restant à la discrétion de chacun selon ses priorités. Le terme liberticide est symétriquement utilisé par certaines catégories de la population, certains pour le droit d'aller et venir librement dans l'espace public, d'autres pour le droit à utiliser librement les moyens de transport dont ils disposent, que ce soit un avion, un véhicule de forte cylindrée ou un scooter thermique.

Ces débats autour des libertés marquent de nouvelles formes de confrontation, et nécessitent de toujours repenser la mise en œuvre de nos libertés fondamentales.

Ils sont également encastrés dans des questions d'ordre socio-économiques et de capacité des personnes à répondre à des nouvelles obligations, comme le donne à voir le déploiement des zones à faible émission (ZFE) dans les métropoles. Des élus locaux, de tous bords politiques, résistent à la mise en place de ce dispositif, qui tend à pénaliser les populations les plus pauvres, pour qui acheter un véhicule récent et moins polluant est inaccessible.



Adobe stock

Ces débats s'inscrivent également dans un cadre où nous avons collectivement déployé, utilisé, alimenté des dispositifs de contrôle et de mesure de nos propres actions, ou de certains segments de la population. Des dispositifs qui n'ont pas été imaginés pour répondre à un éventuel contrôle des populations dans un cadre de transition environnementale, mais qui pourraient être utilisés à ces fins. De même le numérique et les outils déployés par les États et les collectivités nous invitent à questionner la démocratie technique, le positionnement, le rôle et le débat mis en place autour de systèmes dont il s'agit de s'assurer qu'ils ne portent pas atteinte aux

fondements des sociétés. La société civile elle-même tend à recourir au contrôle par les pairs, et à des formes de vigilantisme numérique, pour dénoncer les comportements de certaines personnes ou segments de la société. Faut-il voir dans ces nouveaux usages et face à l'urgence posée par le climat un risque pour des sociétés qui pourraient entrer dans l'ère du « contrôle anthropocénique » ?

QUI CONTRÔLE – OU SURVEILLE - QUI ?

Mettre les données au travail et au service de l'environnement, voici un probable slogan pour la transition environnementale. Tout l'arsenal numérique déployé depuis deux décennies pourrait avoir pour objet, non plus de nous déplacer plus vite, de consommer plus, de nous accompagner pour une meilleure santé, mais simplement de « sauver la planète ». Nous avons collectivement produit des systèmes qui par une simple redirection, pourraient se mettre au service de la mesure et du contrôle environnemental de nos propres comportements, à notre main, ou dans des versions incitatives portées par des acteurs privés et publics.

Du *quantified self* à l'auto-contrôle de l'impact

D'une manière générale, les outils numériques associés à la collecte de données, surtout depuis l'avènement du smartphone, ont été utilisés pour offrir des moyens de contrôle des usages et des comportements, à l'échelon individuel, ou collectif. Le mouvement *quantified self* (automesure connectée), que le LINC a étudié dans un cahier IP dès 2013⁹⁹, a par exemple offert aux personnes de « *mesurer le nombre exact de pas parcourus dans la journée, suivre son poids avec une balance connectée, mesurer la qualité de son sommeil avec un bracelet un podomètre ou une montre* », pour des usages de bien-être ou de contrôle personnel de leur propre santé.

Dans la ville, nos smartphones sont devenus autant les télécommandes par lesquelles nous faisons appel à un ensemble de services urbains, que les antennes par lesquelles nous recevons des « ordres » pour nous déplacer, tantôt à gauche, tantôt à droite, en bus ou en auto, (télé)guidées par l'usage d'applications, par exemple Waze ou CityMapper. Certains

99 • Cahier IP2 - Le corps, nouvel objet connecté », LINC, <https://linc.cnil.fr/cahier-ip2-le-corps-nouvel-objet-connecte>

de ces outils ont déjà mis en place des critères environnementaux dans les propositions d'itinéraire. Google Maps propose depuis mars 2022 au Canada, septembre 2022 en Europe¹⁰⁰, des « itinéraires écologiques » aux automobilistes, « en tenant compte de la circulation, de l'inclinaison de la route et de plusieurs autres variables, [pour] suggérer un itinéraire optimisé pour réduire sa consommation de carburant, permettant d'économiser l'essence ». Des applications proposent depuis longtemps des itinéraires à vélo, à l'image de GéoVélo.

Les applications de mobilité sont tenues par l'article 122 de la loi climat, précisé dans le décret n° 2022-1119 du 3 août 2022¹⁰¹ d'organiser « la mise en œuvre progressive d'un ensemble d'obligations pour les services numériques d'assistance aux déplacements afin de mieux informer les usagers ». Il s'agit notamment de « proposer aux utilisateurs un classement des itinéraires suggérés en fonction de leur impact environnemental, notamment en termes d'émissions de gaz à effet de serre », et de diffuser des messages afin d'encourager aux mobilités actives, partagées ou aux transports en commun, avec ce type de message incitatif : « Pour les trajets courts, privilégiez la marche ou le vélo », « Pensez à covoiturer », « Passer de 130 à 110 km/h sur autoroute réduit votre consommation de 20 % » et « Au quotidien, prenez les transports en commun ». L'objectif selon le gouvernement étant de « limiter les externalités négatives de ces services de mobilité », par un système d'incitation par l'information des utilisateurs.

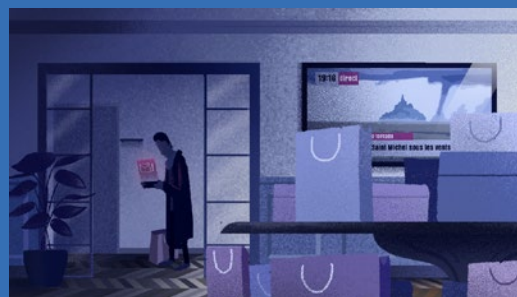
Des solutions collectives mises en œuvre par les collectivités

Certaines villes ont équipé les bacs à ordures individuels de capteurs de poids afin de mesurer et facturer au juste prix la collecte des déchets, tout en incitant à la modération. Il s'agit alors de « tarification incitative », sur le principe du pollueur-payeur. Selon l'ADEME, en 2016, la tarification incitative des ordures ménagères permettait de réduire la masse de déchets produite par foyer de 30 % à 50 %¹⁰². Cet exemple d'individualisation d'une politique publique locale, grâce à l'appui du numérique, montre que, de l'incitation au contrôle, se joue le niveau auquel on choisit de positionner le curseur pour les libertés.

Dans une enquête réalisée par le Forum Vies Mobiles pendant le confinement du printemps 2020¹⁰³, 53 % des personnes ont répondu qu'elles seraient favorables à des mesures de rationnement pour réduire le volume des déplacements, à condition que cette règle soit équitable et ne permette pas aux plus aisés d'y déroger. Quoi de mieux que les données des personnes pour mesurer, contrôler et limiter leur consommation environnementale ?

Dès lors, pourquoi ne pas mettre l'innovation au service de la transition environnementale, mettre à profit les données pour réduire l'empreinte de chacun, individuellement. La ville de Lahti, en Finlande, a expérimenté entre mai et décembre 2020 le rationnement du carbone émis par les déplacements de 350 habitants.¹⁰⁴ Les volontaires étaient

PAYABLE EN FUMÉE



Béranger Coletta

Et si la pollution devenait une monnaie ? On imagine ici un futur – à une vingtaine d'années d'aujourd'hui – dans lequel chaque compte bancaire se voit doublé d'un compte-carbone, tenant trace de la pollution générée par notre consommation. Ce compte limiterait nos actions en fonction de notre impact. Dans un contexte d'urgence climatique, ce compte va vite devenir un cauchemar pour le héros de cette courte histoire. Devant jongler entre les heureux événements et les mauvaises surprises, il va tenter de s'en sortir tout au long d'une année qui avait pourtant si bien commencé.

Lire le récit sur <https://www.climatopie.fr/>

¹⁰⁰ « Une conduite plus économique et écoresponsable grâce à Google Maps », Blog Google France, septembre 2023, Google, 7 septembre 2022, <https://blog.google/intl/fr-fr/nouveaux-produits/explorez-obtenez-des-reponses/une-conduite-plus-economique-et-ecoresponsable-grace-a-google-maps/>

¹⁰¹ Décret n° 2022-1119 du 3 août 2022 relatif aux services numériques d'assistance aux déplacements », Légifrance, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000046144256>

¹⁰² « Enquête de perception de la redevance incitative », ADEME, 2016, <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/2172-enquete-de-perception-de-la-redevance-incitative.html>

¹⁰³ « Enquête sur les impacts du confinement sur la mobilité et les modes de vie des Français », Forum Vies Mobiles & « Enquête sur les impacts du confinement sur la mobilité et les modes de vie des Français », Obsoco (Observatoire Société et Consommation), 2020, <https://forumviesmobiles.org/recherches/13285/enquete-sur-les-impacts-du-confinement-sur-la-mobilite-et-les-modes-de-vie-des-francais> <https://fr.forumviesmobiles.org/projet/2020/04/23/enquete-sur-impacts-confinement-sur-mobilite-et-modes-vie-des-francais-13285>

¹⁰⁴ « Lahti : La première expérimentation de rationnement du carbone appliqué aux déplacements locaux », Notes de recherches, Forum Vies Mobiles, 2021, <https://forumviesmobiles.org/recherches/13794/lahti-la-premiere-experimentation-de-rationnement-du-carbone-applique-aux-deplacements-locaux>

dotés d'une application mobile permettant de mesurer les émissions de chacun de leurs déplacements quotidiens et de gérer un budget carbone individuel. En Suède, la Baltic Sea Card¹⁰⁵ permet de calculer l'empreinte carbone des achats effectués en fonction du croisement des données du Merchant Category Code (MCC), l'équivalent du code NAF en France, et du Åland Index, un service de calcul des impacts CO₂ et de consommation d'eau des transactions financières.

La société Doconomy, qui avait expérimenté cette carte de 2018 à 2020, propose une API¹⁰⁶ et un SDK¹⁰⁷ qui offrent ces mêmes possibilités. Dans une première version, la carte pouvait même bloquer les transactions si celles-ci dépassaient un certain plafond¹⁰⁸. Des exemples qui ont inspiré le LINC, qui a publié Climatopie en janvier 2022 une série de récits fictionnels dont « Payable en fumée » (voir encadré).

L'ensemble de ces dispositifs et expérimentations s'inscrit dans un cadre de collaboration avec les populations, sur la base du volontariat ou par des systèmes d'incitation, y compris monétaire, pour réduire des consommations ou modifier des comportements. Ils visent à construire collectivement des solutions, acceptées par toutes et tous pour viser un objectif commun. Certains autres dispositifs, sans qu'ils soient tournés vers l'environnement, résultent de démarches plus coercitives, ou à visée de sanction.

Quelle évolution des modes de contrôle descendant (top-down) ?

L'utilisation de moyens numériques par l'État pour apprécier les comportements des personnes, ou pour effectuer des contrôles au regard de certaines obligations est déjà à l'œuvre dans différents domaines, notamment dans le champ fiscal, et pourrait se développer sur le champ environnemental.

Un dispositif inséré dans le projet de loi de finances 2020 (article 57) prévoyait par exemple la mise en place d'un dispositif expérimental de lutte contre la fraude, permettant à l'administration fiscale ainsi qu'à l'administration des douanes de collecter les données « librement accessibles » rendues publiques sur les réseaux sociaux ainsi que sur les « plateformes de mise en relation par voie électronique (comme par exemple Facebook, Le Bon Coin, Twitter, etc.) » pour les exploiter à l'aide de traitements « informatisés ». Cette expérimentation de trois ans vise à détecter les infractions des personnes à partir de l'analyse de leurs publications sur les réseaux sociaux. Les personnes voient ainsi leurs

comportements publics en ligne analysés afin de déceler d'éventuels manquements à des obligations fiscales, pour déterminer par exemple si leur train de vie est en accord avec leurs déclarations. La CNIL s'était prononcée dans un avis en septembre 2019¹⁰⁹ où elle formulait « plusieurs réserves de nature à préserver un strict équilibre entre l'objectif de lutte contre la fraude fiscale et le respect des droits et libertés des personnes concernées ». Elle craignait notamment qu'un tel système de collecte massive soit « susceptible de modifier de manière significative le comportement des internautes qui pourraient alors ne plus être en mesure de s'exprimer librement sur les réseaux et plateformes visés ».

La détection automatisée des piscines non déclarées, expérimentée dans neuf départements depuis 2021, est pour sa part généralisée à l'ensemble du territoire à partir du mois de septembre 2022. Le dispositif développé par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), Capgemini et Google permet à partir d'images satellitiques de détecter les constructions et aménagements tels que les piscines afin de vérifier s'ils ont été déclarés ou imposés à la hauteur voulue. On pourrait imaginer que le système, qui a permis de récolter 10 millions d'euros d'impôts non perçus, soit utilisé pour de nouvelles finalités dans le futur, dès lors que certains députés ont appelé en août 2022 à interdire les piscines privées, en réaction à l'été caniculaire et à la vague de sécheresse. Si l'accord politique sur une telle interdiction n'est pas à l'ordre du jour, les moyens technologiques pour sa mise en œuvre sont déjà opérationnels. Leur efficacité reste néanmoins à démontrer.

De la même manière, la surveillance des comportements sur les réseaux sociaux telle qu'expérimentée par l'administration fiscale pourrait être utilisée pour traquer des comportements déviants, ou demain illégaux, du point de vue de la protection de l'environnement, au-delà du *flight tracking* ou des opérations de vigilantisme (voir plus bas).

MOYENS DU CONTRÔLE SOCIAL... ET NOUVEAUX PILORIS ENVIRONNEMENTAUX ?

Le numérique et l'exposition que permettent notamment les réseaux sociaux sont utilisés depuis les années 2010 pour le militantisme et les actions politiques. La défense de

¹⁰⁵ The Baltic Sea Card (en anglais), Baltic Sea Project, <https://en.itamierprojekti.fi/baltic-sea-card/>

¹⁰⁶ Application Programming Interface ou Interface de programmation

¹⁰⁷ software development kit, ou kit de développement logiciel

¹⁰⁸ Marie Privé, « En Suède, une carte de crédit permet de calculer l'empreinte carbone de chaque achat », Géo, juin 2019, <https://www.geo.fr/environnement/en-suede-une-carte-de-credit-permet-de-calculer-l-empreinte-carbone-de-chaque-achat-196038>

¹⁰⁹ Délibération n° 2019-114 du 12 septembre 2019 portant avis sur le projet d'article 9 du projet de loi de finances pour 2020, <https://www.legifrance.gouv.fr/cnil/id/CNILTEXT000039167079/>

Zoom sur...

AskGPT3

**Qu'est-ce qui est prioritaire ?
La protection des libertés,
ou la protection de l'environnement ?**

« Il n'est pas possible de dire qu'une chose est prioritaire par rapport à l'autre, car la protection des libertés et la protection de l'environnement sont toutes deux importantes. Les libertés et les droits fondamentaux des individus sont essentiels pour garantir la justice et la dignité humaine, tandis que l'environnement est vital pour notre bien-être et notre survie à long terme. Il est donc important de trouver un équilibre entre ces deux aspects et de travailler ensemble pour atteindre un compromis qui protège à la fois les libertés et l'environnement. »

GPT3, openai.com, mercredi 4 janvier 2023

l'environnement n'y déroge pas, et on assiste de plus en plus à des actions en ligne pour promouvoir certaines pratiques, ou en dénoncer. Il s'agit parfois de cibler les comportements de certaines catégories de personnes, voire de personnalités, à l'image des comptes de réseaux sociaux qui utilisent le *flight tracking* pour des actions de dénonciation.

Nouvelles formes de vigilantisme numérique

Le numérique a déjà démontré sa capacité à renforcer le « pouvoir d'agir » (*empowerment*), et l'usage des dispositifs sociotechniques a contribué à stimuler l'action individuelle ou collective pour l'action politique, que nous explorons dans le Cahier IP 7, *Civic tech, données et demos*. On peut notamment citer les « Printemps arabes », ou les « Gilets jaunes » parmi ces mouvements organisés notamment à l'aide d'outils numériques et des réseaux sociaux. D'autres formes plus radicales sont décrites par Benjamin Loveluck¹¹⁰, comme le vigilantisme numérique, qui peut renvoyer à des pratiques de « justiciers hors-la-loi », « *Il s'agit [...] non seulement d'alerter*

les autorités ou l'opinion publique, mais également de 'se faire justice soi-même' en engageant des formes actives de surveillance, de répression ou de dissuasion ciblées, qui passent avant tout par un surcroît d'attention non sollicitée ou de publicité négative ». Dans certains cas, ces pratiques tournent à des chasses à l'homme numériques agressives contre des individus.

Le vigilantisme tient ses origines des États-Unis du XVIII^e et XIX^e siècle, et des mouvements d'autodéfense de communautés locales, qui s'inscrivaient autant dans des conflits de classes que dans des dynamiques d'affirmation communautaire et ethno-raciale. Ce que l'on peut définir par vigilantisme a muté. D'une part, le « *régime de visibilité auquel le numérique est associé* » implique que les données et informations partagées en ligne peuvent aisément être partagées, et diffusées, au service de la cause militante. D'autre part, la propension à l'autorégulation des comportements en ligne organise l'espace public numérique, depuis l'ancienne nétiquette aux règles organisant les échanges sur les forums, jusqu'au signalement et la détection de contenus haineux ou illicites sur les réseaux sociaux, conditionnés par les conditions générales d'utilisation. Ce régime d'autorégulation tend à évoluer dès lors que les États membres européens se sont accordés en juillet 2022 sur le Digital Services Act, qui impose des nouvelles règles et des obligations de transparence aux plateformes sur la gestion des contenus.

L'espace public numérique est ainsi devenu un lieu de dénonciation critique et de formation de l'opinion publique. Il peut parfois devenir le théâtre de procès collectifs, basés sur la « preuve » (fournie par des images ou des données), voire un instrument de coercition directe notamment par l'anathème, autour de quatre grandes formes d'auto-justice en ligne : le signalement, l'enquête, la traque, et la dénonciation organisée. Les exemples sont légions, dans tous les domaines ; ils tendent aujourd'hui à se développer sur le sujet de l'environnement.

Du *shaming* comportemental au *shaming* horizontal

L'été 2022 a été le théâtre des débats autour du *flight tracking*, une pratique ancienne développée au départ par des férus d'aviation consistant à cartographier en temps réel et de manière dynamique les vols des avions commerciaux et militaires. Depuis le printemps 2022, des comptes de réseaux sociaux ciblent directement les trajets des jets privés, détenus par des grands chefs d'entreprises ou des

¹¹⁰ Benjamin Loveluck, « Le vigilantisme numérique, entre dénonciation et sanction. Auto-justice en ligne et agencements de la visibilité », *Politix*, 2016/3 (n° 115), p. 127-153, <https://www.cairn.info/revue-politix-2016-3-page-127.htm>

LE PROFIL DE L'EMPLOI



Béranger Colette

2029, deux ans après la COP 34 et ses résolutions. Si l'urgence climatique est toujours là, le comportement des jeunes générations a changé. Plus responsables, plus concernés par les dérèglements climatiques, le changement de mode de vie des nouveaux actifs semble cette fois durable. Même si les causes de cette révolution des usages ne sont pas forcément les bonnes.

Lire le récit sur <https://www.climatopie.fr/>

célébrités, afin de dénoncer l'empreinte environnementale des plus puissants, au moment où les populations sont confrontées aux retours de bâton du dérèglement climatique, et sont sommées de modifier leurs comportements, comme l'a décrit le LINC dans un article du mois d'octobre 2022, « *Le grand détournement* » : les données de vol et les jets privés¹¹¹.

Ces pratiques ont ceci de spécifique qu'elles visent une frange très spécifique de la population – 1 % de la population mondiale émet plus de la moitié des émissions de CO₂ imputables au transport aérien¹¹² – et vise à encourager le débat et demander plus d'équité dans les efforts que chacun devra consentir. Un débat et des actions dont la légitimité tient au droit à l'information, mis en balance avec le droit à la protection de leurs données de personnalités publiques. Si les données personnelles accessibles publiquement en ligne restent soumises au RGPD, le droit à la protection des données personnelles n'est pas absolu, et peut s'articuler avec d'autres droits fondamentaux. Dans le cas du *flight*

tracking, c'est la balance entre le droit à la protection des données et le droit à l'information qui est en jeu, notamment l'exemption journalistique, tel que prévu dans l'article 85 du RGPD : « *Les États membres concilient, par la loi, le droit à la protection des données à caractère personnel au titre du présent règlement et le droit à la liberté d'expression et d'information, y compris le traitement à des fins journalistiques et à des fins d'expression universitaire, artistique ou littéraire.* »

Les actions de dénonciation sont déjà très répandues en ligne à l'encontre de personnes qui émettent des opinions, ou ont des comportements, qui soulèvent des indignations de certains groupes de population, sur des fondements moraux, religieux, ou politique par exemple. Greta Thunberg elle-même a fait l'objet de nombreuses violences en ligne, comme dans le monde réel (un mannequin à son effigie a été retrouvé pendu sous un pont en 2019¹¹³). Ces dénonciations et ces formes d'auto-justice en ligne portent en germe des risques, non pas seulement en termes de protection des données et des libertés, mais aussi au regard de l'intégrité des personnes concernées, psychologiquement et physiquement. Luc Boltanski, dans son ouvrage *La dénonciation*¹¹⁴, paru en 1984, fait le parallèle avec la violence cette fois bien réelle : « *accuser publiquement une ou plusieurs personnes, c'est, en toute hypothèse, leur faire violence en s'en prenant à leur réputation, à la reconnaissance dont elles pouvaient bénéficier jusque-là ou, dans un langage passé de mode, à leur "honneur". Mais c'est aussi, le plus souvent, réclamer une violence d'une autre nature, une violence physique, considérée comme nécessaire pour mettre l'adversaire hors d'état de nuire.* »

DES LIBERTÉS À GÉOMÉTRIE VARIABLE

L'impact des technologies sur les libertés doit aussi se lire au regard de la notion de liberté, et de l'évolution des attentes des individus et du monde social dans des sociétés démocratiques.

Ainsi, les libertés les plus fondamentales, comme la liberté d'aller et venir, la liberté de manifester, de se rassembler, ou encore la liberté d'expression semblent particulièrement protégées depuis plus de 200 ans. Elles connaissent

¹¹¹ Thomas Le Bonniec, « Le grand détournement : les données de vol et les jets privés », LINC, octobre 2022, <https://linc.cnil.fr/le-grand-detournement-les-donnees-de-vol-et-les-jets-prives>

¹¹² D'après une étude parue en 2020 dans la revue scientifique *Global Environmental Change*.

¹¹³ « AFP, Rome : Un mannequin à l'effigie de Greta Thunberg pendu sous un pont », 20 minutes, octobre 2019, <https://www.20minutes.fr/monde/2622311-20191007-rome-mannequin-effigie-greta-thunberg-pendu-sous-pont>

¹¹⁴ L. Boltanski, Y. Darré, M-A Schiltz, « La dénonciation », *Actes de la recherche en sciences sociales*, 51, 1984 et L. Boltanski, *L'amour et la justice comme compétences. Trois essais de sociologie de l'action*, Paris, Métailié, 1990.

néanmoins un débat permanent sur leurs limites, qui évolue au gré des abus, des possibilités nouvelles de contrôle mais aussi des nouvelles opportunités.

Dans l'histoire récente, plusieurs exemples illustrent l'apport de la technologie aux libertés et à leur exercice :

- les moyens de transports (vélo, train, voiture, avion) ont étendu à la planète la liberté d'aller et venir et ont modifié profondément la perception de ce à quoi un individu peut légitimement accéder ;
- l'internet, après plusieurs années de débat, a constitué une extension radicale de la liberté d'expression, à l'image de la libération de la presse à partir de la fin du XVIII^e siècle ;
- les nouveaux moyens de production d'électricité, comme les éoliennes ou surtout les panneaux solaires, ont constitué une nouvelle opportunité pour les individus de contribuer et gérer eux-mêmes leur consommation et leur production. Il n'est toutefois pas évident de l'autoriser compte tenu des contraintes de gestion d'un réseau électrique fortement centralisé et dont l'équilibre est sensible et stratégique.

Dans le même temps, le consensus de la société concernant certaines pratiques a aussi radicalement évolué : il n'est ainsi plus autorisé de fabriquer son propre alcool ou de fumer dans des espaces publics fermés. En matière de transports, la liberté offerte par la technologie a crû en même temps que se sont développées les réglementations et les interdictions (ceinture, limitation de vitesse, contrôle technique, vérification des bagages à l'aéroport, etc.).

Il est patent que les questions de santé sont celles qui ont conduit aux plus fortes limitations de libertés individuelles, comme l'a encore illustré la pandémie de COVID-19. Ces préoccupations ont à la fois conduit à encadrer très lourdement l'activité économique et la liberté d'entreprendre et, dans le même temps, à exiger des mesures de transparence avancée, d'abord vis-à-vis des autorités, puis plus largement vis-à-vis du grand public¹¹⁵.

Le même phénomène a touché les questions environnementales, d'abord pour la protection des populations contre des projets industriels (de l'industrie chimique notamment), puis avec l'essor de la société industrielle, les projets d'infrastructures. En France, si l'enquête publique a été mise en place dès 1810 pour l'implantation de sites industriels et son contrôle confié à l'autorité de l'État via le préfet, à partir des années 1980¹¹⁶ apparaît le besoin de renforcer la transparence et la participation citoyenne pour déterminer le bon point d'équilibre entre liberté d'entreprendre et de modifier l'environnement et désirs des individus et collectivités.

En 1995, la création de la Commission nationale du débat public, sur le modèle québécois du bureau des audiences publiques, consacre cette nécessité de transparence et de débat. Ces évolutions de la perception des libertés, ainsi que cette transparence accrue, illustrent la difficulté croissante à déterminer, de manière univoque, la notion de liberté et les protections à y apporter.

Enfin, l'extension de ce désir de transparence de la part de la population, relayé par les pouvoirs publics comme un nouvel outil de politiques publiques en substitution de l'autorisation ou de l'interdiction vient se confronter directement au souhait de plus grande protection des données personnelles, créant une sorte de « *privacy paradox* » collectif à l'échelle de la société.

DE LA DÉMOCRATIE TECHNIQUE EN TEMPS DE CRISE CLIMATIQUE

Dans un contexte d'urgence climatique, des initiatives visant à modifier nos comportements pour plus de sobriété ou pour moins de consommation sont pertinentes dès lors qu'elles ont un impact positif, que les participants sont volontaires, ou que leur déploiement a fait l'objet d'un véritable débat démocratique. Il s'agit cependant de ne pas les actionner de manière à remettre en cause les principes même de la vie démocratique et d'un certain contrat social.

Vers des tickets de rationnements numériques ?

Dans un chapitre de l'ouvrage *Repenser les libertés*¹¹⁷, Jacques-François Marchandise prévient sur le risque de transformer le numérique en « *tickets de rationnement* » de demain. Avec les « *capteurs dans la ville, compteurs intelligents, péages urbains et portiques écotaxe, pesage des déchets : le numérique fournit dès aujourd'hui d'importants moyens de contrôle pour accompagner la raréfaction des ressources et la nécessité de changements radicaux* ». Mais, ajoute-t-il, « *Si nous n'y prenons pas garde, l'état d'urgence écologique ne sera pas beaucoup plus sympathique que l'état d'urgence terroriste ou l'état d'urgence sanitaire, et il puisera dans les mêmes quincailleries numériques, qui seront les dispositifs de technopouvoir des crises de demain* ».

¹¹⁵ Voir par exemple le registre de transparence des médecins qui permet à tout citoyen de savoir les cadeaux offerts aux praticiens par des laboratoires pharmaceutiques : <https://transparence.sante.gouv.fr/pages/accueil/>

¹¹⁶ Notamment avec l'adoption de la loi Bouchardeau - <https://www.cairn.info/revue-responsabilite-et-environnement-2016-1-page-6.htm>

¹¹⁷ *Repenser la Liberté*, ouvrage collectif sous la direction de Philippe Lemoine, éditions Descartes, 2022

Si l'on peut voir dans le rationnement un moyen vertueux de modifier les comportements, comme dans ces travaux de l'IDDRI¹¹⁸, « *En faisant le choix d'allouer à chacun, quels que soient ses revenus, le même droit à émettre en se déplaçant, le rationnement des déplacements carbonés se veut plus juste que la taxe carbone. Cette politique fait porter l'effort principal sur les personnes dont le mode de vie est le plus émetteur* », le dévoiement de ces tickets de rationnement pourrait très vite avoir pour conséquence un déséquilibre dans leur distribution, et le déploiement de mesures de contrôle des libertés pour certaines catégories de la population. Imposer des quotas et des normes comportementales implique de pouvoir les contrôler et de faire des progrès en termes de démocratie technique.

Comme en matière de sécurité, il s'agit d'opérer une balance entre des injonctions différentes : l'impératif de protection de l'environnement d'une part, et la protection / la préservation de nos droits fondamentaux d'autres part. Il ne s'agit pas de renoncer aux libertés, mais de les adapter au contexte. Pierre Charbonnier, dans son ouvrage *Abondance et Liberté*¹¹⁹, précise : « *Qui voudrait d'une écologie autoritaire ou d'une liberté sans lendemain ?* » Il s'agit selon lui de réinventer la liberté à l'âge de la crise climatique, et de sortir de l'idée qu'une liberté infinie dans un monde fini serait possible.

Vers des sociétés de contrôle anthropocénique ?

« *La montée de l'autoritarisme est inévitable. [...] les démocraties ne résolvent pas les problèmes existentiels de notre temps – dérèglement climatique, réduction des réserves énergétiques, érosion des sols, écart croissant entre riches et pauvres, etc. Doit-on réduire les libertés individuelles pour cela ? [...] Les libertés individuelles sont déjà restreintes et je pense que cette tendance va se poursuivre inévitablement* »¹²⁰. Cette citation, qui date de 2019, est celle du scientifique Dennis Meadows, co-auteur du Rapport commandé par le Club de Rome en 1972¹²¹, qui déjà annonçait les limites de la croissance dans un monde fini.

Si les tensions entre libertés, droit à la protection des données et de la vie privée, et transition environnementale tendent à se développer, ce sont les régimes politiques

eux-mêmes qui sont ici mis en question. Certains pointent déjà le risque de « dictature verte », ou « d'écocratie », des régimes où la défense de la nature prendrait le pas sur la préservation des droits des personnes.

La démocratie représentative et libérale serait inefficace pour relever les défis de l'urgence climatique dès lors qu'elle repose sur des temporalités très courtes et un calendrier électoral resserré, favorable au court-termisme et à des mesures « *séduisantes dans l'immédiat, mais potentiellement dommageables sur le long terme* »¹²². L'écologie, que certains disent punitive, se voit régulièrement reprocher de réduire les libertés individuelles, dès lors qu'il s'agit de taxer, interdire ou simplement contrôler techniquement¹²³. Mais comme le rappelle Emeline Baudet, ces arguments sont « *mis en avant surtout par des groupes sociaux qui craignent de voir disparaître leurs privilèges* ».

Une Chine plus complexe qu'il n'y paraît

Le modèle chinois revient souvent comme exemple à cette relation entre les régimes autoritaires et la transition écologique. Le pays serait selon Stéphane Grumbach¹²⁴, Directeur de recherches à l'INRIA, « *le pays le plus avancé en matière de contrôle anthropocénique, de contrôle des personnes, des institutions et des espaces en lien avec l'environnement global* ». La notion de « civilisation écologique » – et son caractère contraignant – a été inscrite dans la Constitution en 2018. Le concept de sécurité en Chine englobe ainsi des systèmes de surveillance écologique, pour « *gérer les ressources naturelles, protéger les écosystèmes naturels et promouvoir des modes de croissance et des modes de vie respectueux de l'environnement* ». Ces orientations s'inscrivent dans un pays où le contrôle des populations par l'usage des technologies est déjà largement en cours, comme l'ont démontré la lutte contre le COVID ou les expérimentations autour du crédit social chinois.

Pourtant il ne s'agit pas de caricaturer, Stéphane Grumbach le précise également, le volontarisme du gouvernement chinois est concomitant au développement de mouvements de contestation de la population sur des questions environnementales ou de pollution locale¹²⁵.

¹¹⁸ « Rationner les déplacements carbonés : une alternative d'avenir à la taxe carbone ? » (IDDRI, 2020, projet étudiants) <https://fr.forumviesmobiles.org/projet/2020/12/07/rationner-deplacements-carbones-alternative-davenir-taxe-carbone-13515>

¹¹⁹ Pierre Charbonnier, *Abondance et liberté*, La Découverte, Paris, 2020.

¹²⁰ Dennis Meadows, scientifique, co-auteur du rapport Meadows (1972) sur les dangers de la croissance « La montée de l'autoritarisme est inévitable », Libération, https://www.liberation.fr/france/2019/07/29/dennis-meadows-scientifique-coauteur-du-rapport-meadows-1972-sur-les-dangers-de-la-croissance-la-mon_1742741/

¹²¹ Donella Meadows, Dennis Meadows, Jørgen Randers et William W. Behrens, « *The Limits to Growth* », Universe Books, 1972 (ISBN 978-0-4510-9835-1) / Les Limites à la croissance (dans un monde fini), éd. Rue de l'échiquier, 2012)

¹²² Emeline Baudet, « Dictature verte, la tentation », *Revue Projet*, 2021/3 (N° 382), p. 46-49. DOI : 10.3917/pro.382.0046. URL : <https://www.cairn.info/revue-projet-2021-3-page-46.htm>

¹²³ « Le contrôle technique des « deux-roues » doit être mis en oeuvre, Décision n° 466125 », Association Respire et autres, du 31 octobre 2022, Conseil d'État, <https://www.conseil-etat.fr/actualites/le-controle-technique-des-deux-roues-doit-etre-mis-en-oeuvre>

¹²⁴ Stéphane Grumbach, « Gouvernance numérique et changement climatique », *Hérodote*, 2020/2-3 (N° 177-178), p. 17-31. DOI : 10.3917/her.177.0017. URL : <https://www.cairn.info/revue-herodote-2020-2-page-17.htm>

¹²⁵ Concepcion Alvarez, « En Chine, 500 manifestations quotidiennes contre la pollution. » Novethic, 19 juillet 2016, <https://www.novethic.fr/actualite/environnement/pollution/isr-rse/en-chine-500-manifestations-quotidiennes-contre-la-pollution143976.html>

Comme l'indique Éric Vidalenc¹²⁶ dans une note pour la Fabrique écologique¹²⁷, « *ces mouvements sont des espaces d'expression 'démocratiques' autres que les élections* », et le pouvoir n'a pas intérêt à laisser de développer de tels mouvements, mais « *plutôt à 'écouter' la population* ». Les régimes autoritaires, comme les démocraties représentatives, sont soumis à des pressions de court terme par la population et cherchent à maintenir le régime en place. Les régimes autoritaires ne sont pas nécessairement mieux armés pour répondre à ces enjeux, bien au contraire, et la dictature verte reste encore une expression sans fondement. Il n'en reste pas moins que les démocraties devront ouvrir de nouveaux débats autour de la mise en place de nécessaires règles communes et partagées par toutes et tous, notamment pour adapter nos modes de vie et de consommation, parfois avec l'appui de moyens technologiques.

¹²⁶ Responsable du Pôle transition énergétique à la Direction Régionale Hauts de France de l'ADEME

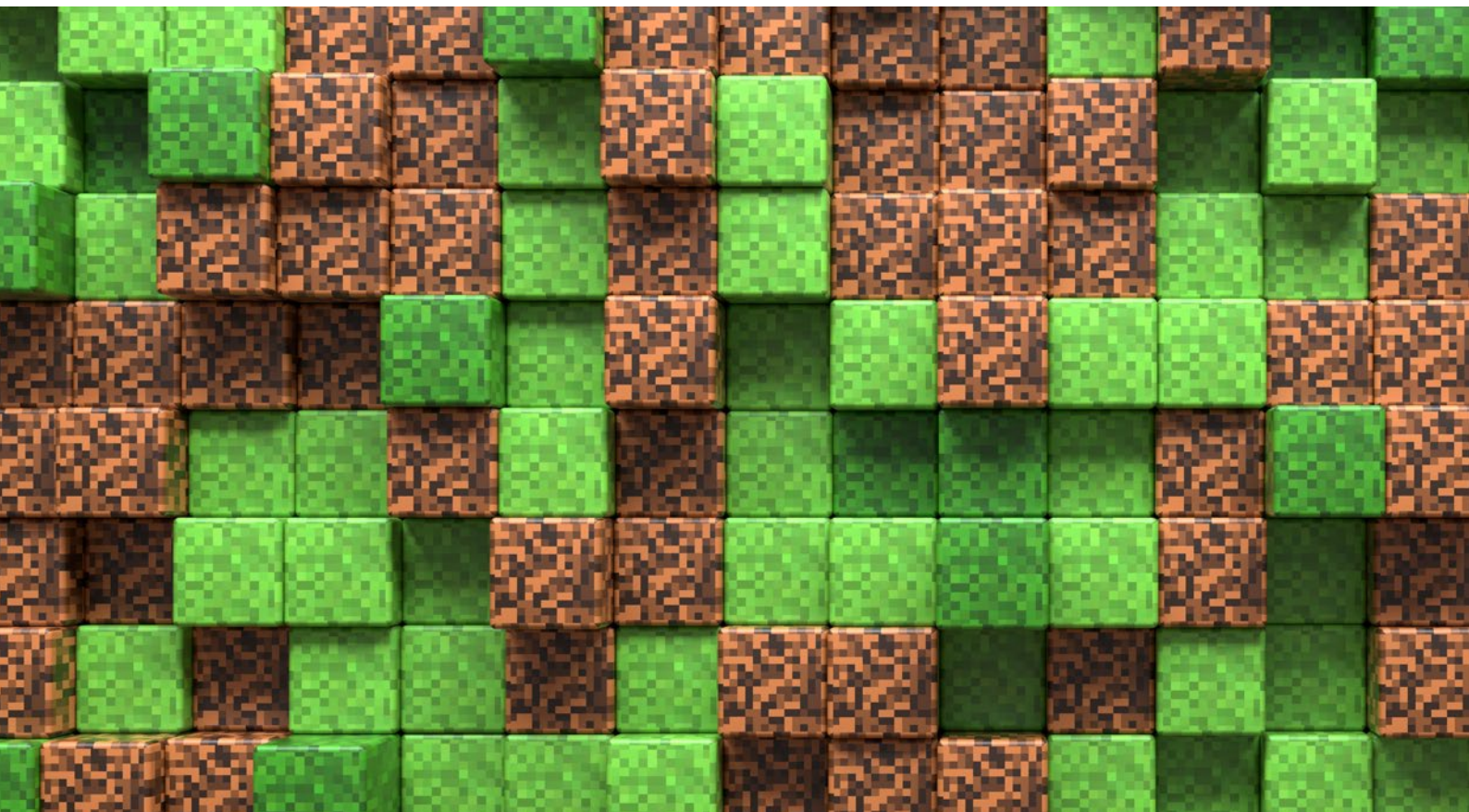
¹²⁷ Éric Vidalenc et al., « Gouverner la transition écologique, démocratie ou autoritarisme ? », note pour La Fabrique écologique, 2020.

Partager les données pour protéger l'environnement

*« Depuis des siècles, disaient-ils, l'A-Io
devançait toutes les autres nations
dans le domaine du contrôle écologique
et de l'administration des ressources
naturelles. Les excès du neuvième millénaire
appartenaient au passé, leur seul effet
durable restant la pénurie de certains
métaux, qui par chance pouvaient être
importés de la Lune »*

Ursula K. Le Guin, Les dépossédés, 1974

Partager les données pour protéger l'environnement



Si peu s'accordent sur les bénéfices réels du numérique pour la transition environnementale, chacun se retrouve sur l'intérêt de collecter, utiliser et réutiliser certaines données pour mieux comprendre, analyser et quantifier nos impacts, tant à l'échelle individuelle que collective, pour engager des actions, et prendre des décisions en conséquence.

Ces données environnementales proviennent de diverses sources, et pour la plupart, à l'image de celles produites pour la gestion de la ville, vont se croiser très souvent avec des données personnelles. Comment tirer profit de

ces informations pour des finalités d'intérêt général, sans remettre fondamentalement en question les droits des personnes, voici l'un des objectifs à explorer. Nous avons vu dans la partie 4 (p. 39) que l'utilisation des données personnelles à des fins environnementales peut se faire au détriment des droits des personnes, ou dans certains cas remettre en cause la balance entre des droits collectifs et individuels. Travailler sur la notion de données environnementales et à un partage vertueux reste un objectif possible à atteindre, dès lors que l'on y applique les principes de la protection des données dès la conception (*by design*), ou

LES DONNÉES ENVIRONNEMENTALES EXISTENT-ELLES ?



Adobe Stock

que l'on construit des modèles et modalités de partage et circulation qui produisent de l'adhésion et la confiance de la population¹²⁸.

Dans un rapport publié en juillet 2020¹²⁹, « Faire des données environnementales des données d'intérêt général », le CNNum propose une définition du concept de « données environnementales » reposant sur différents textes. Cette notion repose notamment sur la convention d'Aarhus, de 1998, sur « l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement », et en France sur l'article L. 124-2 du code de l'environnement qui en donne une définition extensive, soit « toute information disponible, quel qu'en soit le support », qui a pour objet l'état des éléments de l'environnement et leurs interactions (air, atmosphère, eau, sol, terres, paysages, etc.) ; les décisions et activités susceptibles d'avoir des incidences sur ces éléments (énergie, bruit, déchets, émissions, etc.) ; l'état de la santé humaine, dès lors qu'elle peut être altérée par des éléments de l'environnement ; l'analyse des coûts et avantages pour prendre des décisions ; et les rapports établis par les autorités publiques en lien avec l'environnement.

Cette définition très large traduit bien le caractère transversal des questions environnementales, et leur lien avec de nombreux champs, dont celui de la protection des données personnelles. Le CNNum propose, à la manière dont la CNIL a défini les données personnelles de santé, de différencier les données environnementales par nature des données environnementales par destination¹³⁰. Les données environnementales par nature sont, par exemple, les données et métadonnées géographiques, directement produites pour la connaissance et l'analyse du territoire. Les données environnementales par destination sont alors des données collectées et traitées au départ pour des usages qui ne sont pas en lien direct, mais qui peuvent renseigner sur des aspects de l'activité humaine. On retrouve dans cette catégorie les données de mobilité et de déplacements multimodaux, les données sur la consommation d'eau et d'énergie, etc. Ces données environnementales peuvent provenir de plusieurs sources : d'acteurs privés comme nous le développons plus bas, mais aussi d'acteurs publics, déjà encadrés par plusieurs textes de loi.

¹²⁸ Cette partie est en partie reprise, avec des ajouts et modifications, d'un article publié sur le site Linc. cnil.fr : Environnement : des données, des capteurs et des captés, Régis Chatellier, LINC, septembre 2021. <https://linc.cnil.fr/fr/environnement-des-donnees-des-captés-et-des-captés>

¹²⁹ Faire des données environnementales des données d'intérêt général, avis du Conseil National du Numérique, juillet 2020, <https://cnnumerique.fr/files/uploads/2020/CNNum%20-%20Avis%20Donnees%20environnementales%20d%20interet%20general.pdf>

¹³⁰ « Qu'est-ce qu'une donnée de santé ? », CNIL, <https://www.cnil.fr/fr/quest-ce-que-une-donnee-de-sante>

Les données environnementales, à la manière des données de la ville numérique, que nous explorons dans notre cahier IP5 *Plateforme d'une ville*, ont donc la particularité de se composer d'une multitude de données. Elles peuvent entrer dans le champ de la protection des données et du RGPD dès lors que celles-ci sont reliées directement ou indirectement à une personne, par exemple lorsqu'il s'agit de données de mobilité ou de données de santé. La question de leur partage pour l'intérêt général, que nous développons dans la partie recommandation prospective¹³¹, doit alors s'effectuer dans le respect des droits des personnes.

LES MOYENS DE VOUS FAIRE COLLECTER

Smartphone, arme individuelle de collecte massive

La diversité de ces données environnementales se retrouve dans leur processus de production et de captation. Si des capteurs de données à grande échelle sont développés et installés pour mesurer la température, la qualité de l'air ou repérer des changements à l'échelle macro, les smartphones en ce domaine comme ailleurs, restent une source potentielle de données très riches et très granulaires. Comme nous le décrivons dans la première partie de ce cahier (p. 5), les smartphones sont des dispositifs particulièrement lourds en termes d'empreinte environnementale. Ils peuvent cependant être utilisés pour collecter des données précieuses pour l'analyse et la compréhension de certains critères environnementaux, grâce aux nombreux capteurs dont ils sont dotés. Cette méthode de captation avait reçu le nom de *pocket-sourcing*, par la revue Wired, pour qualifier « l'utilisation des smartphones présents dans les poches des gens comme des capteurs passifs pour crowdsourcer des informations sur leur environnement et leur déplacement »¹³².

Chacun des capteurs disponibles dans les smartphones est en capacité de collecter des données que Moez Krichen, du Laboratoire ReDCAD de l'Université de Sfax (Tunisie)¹³³, liste

et décrit dans un rapport de recherche publié en 2021. Ces dispositifs peuvent renseigner sur des déplacements, mouvements et l'état de santé des personnes (GPS, capteur de proximité, LiDAR Sensor, podomètre, fréquence cardiaque), mais aussi sur des données directement environnementales. Le micro peut renseigner sur un niveau sonore ambiant, et de nombreux smartphones sont équipés d'un baromètre. Si chaque smartphone est livré avec un thermomètre intégré pour contrôler la température à l'intérieur de l'appareil et éviter tout dommage, certains sont équipés de thermomètres supplémentaires pour mesurer la température ambiante. Plus rare, certains téléphones disposent d'un capteur de l'humidité de l'air ambiant. Au Japon, le Softbank Pantone 5, lancé en 2012 après la catastrophe de Fukushima, a été le premier (et le seul ?) smartphone doté d'un compteur Geiger, capable de mesurer le niveau de radiation ambiant dans la zone environnante¹³⁴. La mesure de la radiation avait fait à l'époque l'objet de cartographie participative, à partir de données mesurées par les citoyens, ou republiées de sites officiels¹³⁵. En 2020, Google a lancé le Android Earthquake Alerts System. Les accéléromètres des smartphones y sont utilisés comme autant de mini sismomètres afin de créer un réseau mondial de détection. Des informations de localisation sont envoyées dès lors que le système embarqué croit reconnaître la secousse d'un tremblement de terre¹³⁶.

Les données collectées par les smartphones sont aussi utilisées de manière indirecte pour l'aménagement urbain et la promotion du vélo en ville, comme le proposait dès 2016, l'application Strava. Le réseau social de partage de parcours sportifs propose Strava Metro aux villes et collectivités locales, qui peuvent avoir accès aux données agrégées de déplacement des cyclistes, qu'elles peuvent utiliser pour l'amélioration et l'adaptation de leurs infrastructures.

Le même service avait fait la une des médias quand en 2018, des données publiées en open data de cette même plateforme avaient permis d'identifier assez précisément les activités à proximité de bases militaires « secrètes ». Le service Waze propose également sa plateforme de partage de données Waze Connected Citizen depuis 2015.

Si ces données ne sont pas collectées pour des impératifs écologiques, leurs usages « par destination » leur confèrent le statut de donnée environnementales, dont la source première reste les smartphones.

¹³¹ Régis Chatellier, « [IP5] Engager un rééquilibrage privé/public par les données », LINC, 10 octobre 2017, <https://linc.cnil.fr/fr/ip5-engager-un-reequilibrage-priv-public-par-les-donnees>

¹³² La plateforme d'une ville (PDF, 1,7 Mo), CNIL, Cahier IP5, Plateforme d'une ville, p. 25

¹³³ Moez Krichen, « Détection des anomalies environnementales via les capteurs des smartphones », Sfax University - ReDCAD Laboratory, 2021, <https://hal.science/hal-03214225>

¹³⁴ Alexandra Chang, *SoftBank Unveils World's First Phone With Radiation Detection*, Wired, mai 2012, <https://www.wired.com/2012/05/softbank-unveils-worlds-first-phone-with-radiation-detection/>
[softbank-unveils-worlds-first-phone-with-radiation-detection/](https://www.wired.com/2012/05/softbank-unveils-worlds-first-phone-with-radiation-detection/)

¹³⁵ Jean-Christophe Plantin, « The Politics of Mapping Platforms: Participatory Radiation Mapping after the Fukushima Daiichi Disaster », *Media, Culture & Society*, Vol. 37, No. 6, pp. 904-921, 2015, <https://ssrn.com/abstract=2797115>

¹³⁶ « Earthquake detection and early alerts, now on your Android phone » (en anglais), Google, <https://blog.google/products/android/earthquake-detection-and-alerts/>

Collectes citoyennes et personnelles

Des projets se basant sur le *crowdsourcing* de données de niveaux sonore ambiant sont développés et mis à disposition du public sous forme d'application (NoiseTube, NoiseSpy, WideNoise). Ces services collectent les données audios captées par le micro des téléphones, associés aux données GPS pour créer des cartes de la pollution sonore en temps réel. Ces capteurs s'intègrent ainsi dans les infrastructures numériques en place (serveurs informatiques, applications mobiles, sites web) qui facilitent la circulation, le traitement et la mise en forme de ces données crowdsourcées et/ou citoyennes.

Les projets de captation participative et citoyenne de données par des profanes n'ont pas attendu l'apparition des smartphones pour être utilisés par des groupes ou des personnes qui souhaitent rendre visibles les préjudices environnementaux ou sanitaires qu'ils subissaient. Gwen Ottinger, dans une étude publiée en 2010¹³⁷, étudiait notamment une mobilisation citoyenne en Louisiane aux États-Unis : des afro-américains vivant dans des zones défavorisées utilisaient des seaux pour aspirer l'air ambiant à proximité d'une usine afin de le faire analyser, et ainsi démontrer aux autorités la réalité des pics de pollution qu'ils souhaitent dénoncer.

Ces formes de collecte ont été nommée sous l'expression « Captologie citoyenne » par la sociologue Laurence Allard en 2015¹³⁸, pour recouper les pratiques consistant à « *produire ses propres outils de captation et savoir interpréter des propres données dont on reste maître dans un scénario socio-technique sécurisé* ». Les personnes ont de plus en plus souvent recours à des dispositifs spécifiques en complément des smartphones dont les capteurs, s'ils sont nombreux, ne couvrent pas tous les besoins et sont d'une qualité variable. Dans certains cas, le mobile est associé à des capteurs supplémentaires pour surveiller la qualité de l'air, les ultraviolets, etc. et intervient comme une « passerelle et un contrôleur », pour collecter des données et les transférer vers des serveurs distants. Les données remontées sont alors directement reliées à la personne.

La collecte citoyenne a longtemps rencontré la réticence des acteurs traditionnels et officiels de la production de données environnementales. Les sociologues Sylvain Parasie et François Dedieu¹³⁹ rappellent que « *ces capteurs numériques*

produisent en effet des mesures selon des procédés et des standards qui n'ont rien à voir avec ceux sur lesquels s'appuient les stations officielles – ces dernières mobilisant non seulement des équipements plus lourds et plus coûteux, mais aussi un ensemble de procédés métrologiques garantis par le droit et par des professionnels. [...] Aussi bien aux États-Unis qu'en France, les autorités de surveillance de la qualité de l'air ont émis de profondes réserves à l'égard de ces dispositifs de mesure ». Ils notent dans leur étude menée auprès de trois associations californiennes engagées dans des projets de mesure citoyenne de la qualité de l'air, dont les membres co-construisent des protocoles de mesures avec l'autorité de régulation environnementale (EPA) et des universitaires, que « *le fait d'étalonner les capteurs citoyens par rapport aux stations du gouvernement doit permettre de convaincre les autorités officielles de la robustesse des mesures* ». Ce rapprochement a été possible grâce au California Assembly Bill 1550, qui en 2016 a imposé à l'EPA de consacrer 25 % de ses budgets aux communautés défavorisées. « *[Ces] capteurs citoyens [ont alors présenté] une opportunité pour les instances officielles de Californie, puisqu'ils permettent de produire des mesures de la qualité de l'air à l'échelle de ces populations, et ce à un coût beaucoup plus faible que celui qu'implique la construction d'une nouvelle station officielle.* »

L'intérêt de cet « activisme par la donnée » ne réside pas non plus dans la précision de chacun des capteurs, même s'il est possible de les étalonner. Il réside avant tout dans la dissémination des capteurs et leur capacité à relever finement les changements dans le temps et dans l'espace, avec des niveaux de mesures disponibles à l'échelon individuel. Ce nouveau type de collecte de données personnelles environnementales vient alors répondre à des besoins individuels et collectifs en matière de lutte contre la pollution. Il représente également une opportunité en termes de santé, en particulier pour le domaine scientifique de l'exposologie (*exposure science*), qui vise à objectiver les conditions réelles dans lesquelles les individus sont exposés aux polluants. Alors que traditionnellement, la mesure de la pollution résidait dans la mesure macro et meso, ces nouveaux dispositifs permettent des mesures micro et localisées.

En France et en Europe, de tels dispositifs existent. À Paris avec AirCitizen, à Rennes avec le LabFab, des ateliers sont organisés pour promouvoir les capteurs citoyens. L'association LabFab (Laboratoire de fabrication) anime depuis 2018 des ateliers de construction de capteurs

¹³⁷ Gwen Ottinger, *Buckets of Resistance: Standards and the Effectiveness of Citizen Science*, In *Science, Technology, & Human Values*, vol. 35, no. 2, 2010, pp. 244–70. <http://www.jstor.org/stable/27786204>

¹³⁸ Laurence Allard, « L'engagement du chercheur à l'heure de la fabrication numérique personnelle », *Hermès - La Revue*, 2015, <https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2015-3-page-159.htm>

¹³⁹ Sylvain Parasie et François Dedieu, « À quoi tient la crédibilité des données citoyennes ? », *Revue d'anthropologie des connaissances* [En ligne], 13-4 | 2019, mis en ligne le 01 décembre 2019, consulté le 09 janvier 2023. URL : <http://journals.openedition.org/rac/2554>

environnementaux¹⁴⁰, et propose un modèle basé sur le capteur Sensor Community (d'abord développé en Allemagne), dont les mesures sont rendues disponibles sur une carte¹⁴¹. L'association annonçait en 2020 que si elle n'avait au départ « *pas de réelles garanties sur la fiabilité des mesures et donc des données [...] avec plus d'une vingtaine de capteurs installés par des citoyens sur Rennes Métropole, [elle a] pu valider la qualité des mesures* », notamment par la comparaison avec le niveau de mesures officielles. Le projet Sensor Community s'est développé dès 2014 dans le cadre de l'opération "Code For" de l'Open Knowledge Fondation (OKF) Germany, afin de promouvoir les données libres, les logiciels open source et la transparence de la vie politique. En 2016 un financement participatif a permis l'installation de 300 capteurs dans l'agglomération de Stuttgart, l'une de villes les plus polluées en Allemagne où il n'y avait que peu de données. Le projet a depuis essaimé et été traduit en 26 langues. Les données produites commencent à être reconnues par les instances officielles, le Ministère de l'environnement des Pays-Bas en reprend même les données sur ses cartes officielles.¹⁴² En France, Atmo Nouvelle Aquitaine a réalisé en 2020 une étude exploratoire de la fiabilité du capteur proposé.¹⁴³ Des capteurs sont également développés par des entreprises, par exemple la startup française Plume Labs, qui commercialise un capteur de pollution portable, associé à un système de cartographie.

Le secteur de la santé est également un terrain fertile au partage des données. En Allemagne, une l'initiative Datenspende.de lancée par l'institut Robert Koch en avril 2020, pendant le COVID, en est un exemple. Les citoyens qui téléchargent l'application partagent les données produites par des bracelets connectés et applications de santé à l'institut : il s'agit notamment des fréquences cardiaques ou du nombre de pas effectués chaque jour. Celles-ci sont utilisées ensuite pour suivre l'évolution de l'épidémie de coronavirus dans le temps, ainsi qu'à identifier et cartographier nouveaux foyers d'infection. En 2020 et 2022, cinq cent mille personnes ont participé à l'expérimentation, en donnant leur consentement pour la collecte et le traitement de leurs données de santé. Un blog publie des comptes rendus réguliers, donnant ainsi à voir les finalités du traitement de ces données aux contributeurs.

En termes de mobilités, la Fabrique des mobilités a développé l'application TraceMob, expérimentée à La Rochelle, pour permettre à ses utilisateurs de collecter leurs traces de mobilité, disposer de leur historique de déplacements, ceci en vue de les partager avec les collectivités afin de les aider à mieux planifier les infrastructures et les services

de transport, tout en respectant la vie privée des utilisateurs. Une forme à la croisée la participation citoyenne, des logiques de mesure de soi – *quantified self* – et d'incitations dès lors que ces données sont associées à des comptes personnels et à des mécanismes d'incitation (p.41).

Transparence dès la conception

L'ensemble de ces dispositifs se croise toujours plus ou moins avec la collecte de données personnelles. Dès lors que ces capteurs sont associés à un smartphone, à une adresse IP ou une adresse personnelle, les données produites entrent dans le champ de la protection des données personnelles et des libertés, et donc du RGPD, si la variable mesurée dit quelque chose de la personne physique qui utilise le téléphone. Les usages environnementaux « par destination » de certaines données, par exemple des données de mobilité collectées par des applications dédiées, doit respecter le cadre juridique applicable leur transfert puis leur traitement. Il doit faire l'objet d'une base légale, a minima d'une information des personnes, de l'anonymisation et/ou du respect des droits des personnes. Il reste nécessaire dans tous les cas de garantir la transparence des différents dispositifs et de leurs finalités afin d'engager les citoyens dans le partage de leurs données.

Si le volontariat et l'activisme des personnes impliquées dans la captation citoyenne permettent d'amener les personnes à comprendre et accepter, voire cocréer les politiques de confidentialité de ces solutions, le développement de processus de captation crowdsourcée et citoyenne doit dépasser le cercle des activistes afin d'atteindre la masse critique. Convaincre de nouvelles personnes ne peut passer que par la mise en œuvre de systèmes dont non seulement la valeur ajoutée directe ou indirecte est perceptible, mais aussi leur caractère transparent et respectueux des données personnelles. En tout état de cause, l'ampleur et la durée de la collecte dépendent largement de la manière dont les données sont agrégées et réutilisées, soulignant à nouveau le rôle clé de la manière (gouvernance, plateformes, acteurs, etc.) dont sont centralisées ou exposées ces données dans le dispositif.

¹⁴⁰ « Faire son capteur ...et ensuite ? », LABFAB, mars 2019, <https://labfab.fr/blog/faire-son-capteur-et-ensuite>

¹⁴¹ Map SensorCommunity, <https://maps.sensor.community/#5/49.604/7.031>

¹⁴² Samenmeten (en néerlandais), <https://samenmeten.rivm.nl/dataportal/>

¹⁴³ « Mesure des particules fines PM10 et PM2.5 par micro-capteurs - Étude exploratoire - 2020 », Atmo Nouvelle-Aquitaine, 24 février 2021, <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/publications/mesure-des-particules-fines-pm10-et-pm25-par-micro-capteurs-etude-exploratoire-2020>

DIFFÉRENTS MODÈLES DE CIRCULATION ET GOUVERNANCE

Les données, carburant de la planification écologique ?

Les détours de l'histoire ont vu reparaître dans les discours publics et politiques des termes un temps oubliés. Le plan, et plus particulièrement la planification écologique, sont redevenus « d'ardentes obligations.¹⁴⁴ »

La planification de l'après-guerre en France est une politique d'État, qui cherche à organiser la production nationale et les entreprises d'État autour d'objectif déclinés par une organisation centralisée. Ce principe d'organisation a perdu de la vitesse, jusqu'à voir la fin du Commissariat au Plan en 2006. Le terme revient en septembre 2020 avec la création d'un poste de Haut-commissaire au plan, il est largement repris dans la campagne présidentielle de 2022. Un secrétariat à la Planification Écologique a été constitué en juin 2022. Des signes d'un regain d'intérêt pour ce mode d'organisation des pouvoirs publics, dont l'efficacité repose en grande partie sur la capacité à collecter les données nécessaires au pilotage centralisé.

Conjuguer numérique, données et planification écologique reviendrait donc en 2023 à penser et organiser la collecte et la circulation des données (sur des modes centralisés, mais aussi décentralisés) afin d'être en capacité de mesurer, prévoir, et donc planifier. Ce que l'on nomme la planification n'est d'ailleurs pas le seul fait de l'État ou des acteurs publics. Des entreprises font usage de méthodes similaires pour anticiper leurs besoins et leurs objectifs, comme l'expliquent Razmig Keucheyan et Cédric Durand dans leur article *Planifier à l'âge des algorithmes*¹⁴⁵, grâce par exemple à des progiciels de gestion intégrés, « auxiliaires indispensables offrant aux dirigeants une vision panoptique et cohérente des activités des firmes et renforçant leur capacité de contrôle en temps réel, » associés à des indicateurs de suivi d'objectifs. La planification est ainsi devenue un mot générique, qui recoupe toute volonté d'anticiper, prévoir et s'adapter. La pandémie de COVID et le fort engouement pour les chiffres et les statistiques en ont été un exemple concret, partagé de manière inédite avec la population. Dès lors, la capacité à maîtriser les données devient centrale pour les acteurs concernés, et notamment les acteurs publics.

Pourtant, et c'est une grande différence avec la planification mise en œuvre après-guerre, une grande partie des données utiles sont d'abord produites par des acteurs privés et les pouvoirs publics organisent de plus en plus leur propre accès à des données privées plutôt que la mise en place d'infrastructures ad hoc, ce qui soulève à la fois des questions de transparence (exigence de l'action publique) et de protection du secret des affaires. Dans ce contexte, le secteur public tend à perdre la maîtrise de certaines des données qui lui seraient utiles pour la « planification » et par exemple l'aménagement du territoire, comme nous le pointions déjà en 2017 dans notre cahier IP5. En effet, nous proposons d'engager « un rééquilibrage privé/public par les données », dès lors que les nouveaux services de la ville numérique, et désormais tous les services, s'appuient sur des données personnelles, collectées et traitées pour un service commercial par des acteurs privés. Les données « qui n'entrent pas dans le périmètre organique du Service public (régie directe, concession, ...) ont [...] une interaction forte avec les enjeux de service public, voire sont précieuses pour remplir des missions de service public », pour la transition environnementale, voire la « planification écologique ». Parmi les quatre scénarios, le LINC proposait d'étendre la notion de données d'intérêt général développée dans la loi République numérique de 2016, restreinte aux entreprises concessionnaires de service public, pour l'étendre à des acteurs privés hors relations contractuelles avec la collectivité. Ce scénario s'articulait avec des solutions complémentaires de mise à disposition de données par des acteurs privés sur base contractuelle, au moyen de plateformes techniques de partage et de processus de portabilité citoyenne. Des axes sont également repris dans le rapport du CNNum, qui propose pour les données du secteur privé des mesures d'incitation, par projet ou par le contrat, ainsi que des mesures d'imposition, législative ou par la jurisprudence.

De nombreux textes en France et en Europe prévoient déjà d'encadrer la circulation des données publiques, mais aussi le partage du privé vers le public.

Des initiatives françaises et européennes

En France, la loi du 7 octobre 2016 pour une République numérique a contribué à encadrer les politiques d'ouverture des données (*open data*), de partage et de réutilisation des données. D'autres textes sont venus la compléter, par exemple dans la feuille de route numérique pour l'environnement, publiée par le ministère de la Transition écologique en février 2021, le gouvernement envisageait de « favoriser

¹⁴⁴ Il faut que les objectifs à déterminer par le Plan [...] revêtent pour tous les Français un caractère d'ardente obligation. », Charles de GAULLE (1890-1970), Allocution radiotélévisée, 8 mai 1961

¹⁴⁵ Cédric Durand, Razmig Keucheyan, « Planifier à l'âge des algorithmes », *Actuel Marx*, 2019/1 (n° 65), p. 81-102. DOI : 10.3917/amx.065.0081. URL : <https://www.cairn.info/revue-actuel-marx-2019-1-page-81.htm>

l'émergence d'espaces communs de données pour accélérer le partage de données entre acteurs privés et/ou publics », notamment pour « éclairer les politiques publiques à partir des données, en particulier dans les secteurs clés de l'agriculture, de la mobilité/logistique et de l'économie circulaire ». Il souhaitait également « réaliser un plan d'action pour la mobilisation de sources de données environnementales complémentaires afin de consolider les bases de données environnementales publiques gérées par l'ADEME ».

La loi du 22 août 2021, dite « loi Climat et Résilience », qui impose dans son article 109 aux acteurs numériques de la mobilité de partager leurs données aux pouvoirs publics chargés de la gestion et de la planification des transports. D'autres agences disposent d'une compétence explicite sur le sujet et collectent des données auprès des entreprises dans un but explicitement environnemental, à l'image de l'Arcep (voir p. 9), qui calcule un « baromètre environnemental du numérique » depuis que la compétence lui a été attribuée avec la loi du 23 décembre 2021¹⁴⁶, et récupère des données agglomérées par les acteurs du numérique concernés.

En septembre 2021, les ministères de la Transition écologique, de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales, et de la Mer ont publié une « Feuille de route de la donnée, des algorithmes et des codes sources », dans laquelle ils listent une série d'objectifs visant à « exploiter les données pour mener des politiques publiques plus pertinentes et efficaces », « partager les données, les algorithmes et les codes sources pour renforcer l'impact écologique des politiques publiques », « s'inscrire dans la démocratisation de la gestion de la donnée, des algorithmes et des codes sources pour une plus grande transparence de l'action publique et davantage d'innovation ». Cette feuille de route est notamment portée par le laboratoire d'innovation Ecolab, au sein du commissariat général au développement durable (CGDD), pour en priorité « organiser et réussir le partage de jeux de données avec les collectivités territoriales, les opérateurs publics, les entreprises, les associations, les communs numériques (ex. : OpenStreetMap, Open Food Fact) et les particuliers ».

Ces exemples, non exhaustifs, démontrent que l'état français, comme les collectivités territoriales, déploient des stratégies pour avoir la maîtrise de données environnementales clés, pour se mettre en capacité à les exploiter afin d'œuvrer à la transition environnementale. Il s'agit, au cas par cas, d'évaluer les risques en termes de protection des données et d'adopter les mécanismes nécessaires à la protection des droits des personnes.

Au niveau européen, des initiatives similaires se développent, avec notamment les espaces européens de données dont quatre concernent directement les questions environnementales (Green Deal, Mobilité, Energie, Agriculture)¹⁴⁷.

Altruisme de données, à la recherche des incitations

À l'échelon européen, la directive européenne INSPIRE, vise à établir une infrastructure d'information géographique dans l'Union européenne pour favoriser la protection de l'environnement (2007), dans le prolongement de la convention d'Aarhus de 1988. Le Règlement sur la gouvernance des données (Data Governance Act, ou DGA), adopté en mai 2022, applicable en septembre 2023, prévoit par ailleurs de mettre en place des règles et des moyens pour un « altruisme de données », qui vise à la « mise à disposition de données sans rétribution, pour un usage strictement non commercial qui profite à des communautés ou à la société dans son ensemble. [...] L'objectif est de créer les conditions appropriées pour que les particuliers et les entreprises aient confiance dans le fait que, s'ils partagent leurs données, elles seront traitées par des organisations de confiance, sur la base des valeurs et des principes de l'UE. » Les données environnementales, par nature ou par destination pourraient entrer dans ce cadre. Le texte pose deux conditions principales pour pouvoir qualifier ce mode de partage d'altruiste : il doit être sans contrepartie et à des fins d'intérêt général. S'il s'agit de données personnelles ce partage doit faire l'objet d'un consentement spécifique.

Le texte propose ainsi de créer un registre d'organisations « altruistes » agréées par les pouvoirs publics. Des acteurs publics ou privés, parfois associatifs qui peuvent devenir les destinataires de ces données, pour des projets et des traitements de données à des fins d'intérêt général. Ce mécanisme d'altruisme de données part notamment du constat que la contrainte des acteurs privés au partage de leurs données n'est pas la seule option, mais qu'un mécanisme plus incitatif, reposant sur le consentement des personnes, et à destination de acteurs non-concurrents, pourrait faciliter la circulation des données pour l'intérêt général. Le DGA prévoit également l'encadrement des « intermédiaires de partage de données », dont l'objectif est d'établir une relation commerciale entre plusieurs types de personnes : entre détenteurs et utilisateurs de données (ex. : plateformes d'échanges « B to B ») ; entre personnes concernées et les utilisateurs (ex. : système de gestion des informations personnelles) ; avec les coopératives de données (ex. : mutualisation des données en vue d'une gestion commune).

¹⁴⁶ « Loi du 23 décembre 2021 visant à renforcer la régulation environnementale du numérique par l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse », Vie publique, 24 décembre 2021, <https://www.vie-publique.fr/loi/282223-loi-regulation-environnementale-du-numerique-par-larcep>

¹⁴⁷ « Commission staff working document on Common European Data Spaces », European Commission, février 2022, <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/83562>

Ces mécanismes et les différentes possibilités offertes par les outils du *Data Governance Act* s'inspirent en partie des projets de l'écosystème MyData, notamment pour les intermédiaires de partage des données, que la CNIL et le LINC ont suivi depuis ses origines en 2016. Le collectif international MyData¹⁴⁸, vise notamment à promouvoir les outils et solutions qui donnent « *aux individus les moyens d'utiliser leurs données personnelles, les aidant ainsi, avec leurs communautés, à développer leurs connaissances, à prendre des décisions éclairées et à interagir plus consciemment et plus efficacement entre eux ainsi qu'avec les organisations.* »

Du point de vue de l'articulation entre altruisme de données et protection des données, l'EDPB avait émis quelques points d'attention en 2021 dans un avis, sur la définition de l'intérêt général, sur la base de laquelle les organisations pourront obtenir le label altruiste. Il prévenait que cela « *pourrait conduire à une insécurité juridique, ainsi qu'à un niveau plus faible de protection des données à caractère personnel au sein de l'Union* », dès lors que l'intérêt général n'est pas en soi une finalité au sens du RGPD et le consentement ne peut s'appliquer de manière générale. Le texte prévoit la mise en place d'un formulaire de consentement. Sa mise en œuvre et son articulation avec le caractère spécifique et univoque du consentement sont les conditions du succès de ces nouveaux mécanismes et de l'adhésion des personnes.

L'autre défi pour le *Data Governance Act* et notamment l'altruisme des données réside dans la capacité à inciter des acteurs privés à ouvrir la voie au partage de leurs données pour l'intérêt général, sans que cela ne comporte pas de caractère obligatoire. Le texte prévoit la possibilité de compensation des coûts de mise à disposition, voire d'incitations économiques au partage de ces données par les acteurs privés. Autant de modèles qui restent encore à définir et à construire. La CNIL a publié en février 2023 une étude économique de ces intermédiaires de partage des données¹⁴⁹, sur la manière dont pourrait se traduire concrètement la règle de la neutralité économique des intermédiaires afin de parvenir à une labellisation « tiers de confiance » crédible. Plusieurs modèles d'affaires sont ainsi possibles, correspondant à plusieurs configurations pour les fournisseurs et les clients. Il s'agit pour le développement de ces solutions d'apporter de la sécurité juridique, une vision simple de l'interopérabilité, et une action spécifique en faveur du droit la portabilité, tant pour les personnes dont les données sont concernées que pour les acteurs publics et privés. Pour cela, les données environnementales constituent des cas d'usages à explorer.

Les Communs de données à la rescousse

Troisième voie du partage des données pour l'intérêt général, la constitution de communs de données environnementales pourrait permettre des formes d'organisation et de gouvernance propices à l'incitation au partage et à la confiance dans le système.

Politologue et économiste étasunienne, première femme avoir reçu le prix Nobel d'économie en 2009, la prix Nobel Elinor Ostrom a théorisé les « communs »¹⁵⁰, à propos des ressources naturelles en proposant des modes de gestion commune de ces ressources limitées, par une organisation collective permettant d'en éviter leur surexploitation. Une notion que l'on a depuis appliqué au numérique et à ce que l'on appelé les « communs numériques », dont l'exemple le plus abouti reste celui de Wikipedia, mais aussi Open Street Map. La décennie 2020 pourrait marquer la réunion de ces deux applications dans les « communs de données environnementales ».

La spécificité de la gestion par les communs repose sur la mise à disposition de ressources collectives gérées sur la base de règles de gouvernance partagées, par toutes les parties prenantes, qui édictent des règles communes de gestion. Les données n'entrent ainsi ni dans le régime des données publiques, gérées par la puissance publique, ni dans le régime du marché. Les communs numériques supposent donc de considérer les données produites et leur exploitation, comme une forme de gestion et contrôle commun des données concernées. Des faisceaux de droit y sont associés, qui déterminent les droits d'accès et d'exploitation pour les acteurs souhaitant accéder à la ressource¹⁵¹. En dernier lieu, une organisation se consacre spécifiquement à la gestion du commun et des droits qui y sont associés. La principale difficulté liée à la mise en place de tels espaces est toutefois de créer ou soutenir des acteurs capables de produire les règles, de maintenir l'infrastructure et de fournir des conseils. Le développement de ces communs demande non seulement un consensus, mais aussi des investissements afin de déboucher sur des initiatives concrètes qui permettent le passage à l'échelle de ces pratiques.

L'initiative lancée par l'Institut Géographique National (IGN) en 2021 pourrait faire figure d'exemple. Après avoir ouvert ses données en 2021, l'IGN a lancé une initiative pour la constitution de géo-communs, « *un ensemble de bases de données d'information géographique (production) et d'outils numériques (diffusion) accessibles au plus grand nombre* ».

¹⁴⁸ MyData, <https://oldwww.mydata.org/declaration/french/>

¹⁴⁹ « Les enjeux économiques de la mise en œuvre du règlement sur la gouvernance des données », CNIL, février 2023, <https://www.cnil.fr/fr/les-enjeux-economiques-de-la-mise-en-oeuvre-du-reglement-sur-la-gouvernance-des-donnees>

¹⁵⁰ Elinor Ostrom, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, 1990

¹⁵¹ *ibid.*

Ces données environnementales (par destination selon la typologie du CNNum) auront vocation à être produites, diffusées puis gérées collectivement par une communauté selon un ensemble de règles de gouvernance, tout en reposant sur les capacités opérationnelles d'un acteur établi. C'est également une perspective envisagée par le Ministère de la transition écologique dans sa Feuille de route numérique et environnement de 2021 : « *accélérer la constitution d'espaces communs de données dans les secteurs de l'environnement, de la logistique et de l'agriculture* ». Engager des processus pour le partage des données environnementales pour l'intérêt général engage les mêmes questions que le partage de données urbaines ou de santé. Le champ des données environnementales est vaste, les moyens et les dispositifs techniques de collecte mis en place pour leur traitement sont par conséquent très divers. La question de leur partage, de leur ouverture ou de création ne va pas sans risques associés à la protection des données et des libertés, d'autant plus lorsque les citoyens deviennent capteur, de manière proactive ou plus encore sans en avoir conscience directement. En ce domaine comme ailleurs, la prise en compte de la protection des données ne doit pas être perçue comme un frein, mais comme un levier pour engager la participation et l'adhésion des citoyens.

Des pistes pour rapprocher protection des données et de l'environnement

*« Personne n'est trop petit pour avoir
un impact et changer le monde, alors faites
ce que vous pouvez. »*

Greta Thunberg (2019)

Des pistes pour rapprocher protection des données et de l'environnement



PROMOUVOIR UNE INFORMATIQUE SOBRE ET FRUGALE

Considérer la protection des données comme naturellement et entièrement protectrice de l'environnement reste, nous l'avons vu dans ce cahier, un raccourci dans lequel il ne faut pas s'engager. Pourtant, dans la manière dont s'appréhende la

mise en œuvre de la conformité au RGPD, les responsables de traitements – entreprises, organisations publiques, associations – trouvent des leviers utiles pour aller vers la mise en œuvre de systèmes dont l'empreinte est moindre, notamment en cherchant à produire des systèmes frugaux en données, par la minimisation, et des systèmes robustes, afin de limiter notamment les failles et les fuites de données. De la même manière, penser la sécurité et la disponibilité des données n'est pas par nature contradictoire avec la recherche de performance environnementale. Les principes d'éco-conception, comme nous le voyons plus bas, y contribuent également.



Adobe Stock

plus complexes (virtualisation, orchestration, redondance, etc.). Face à ces enjeux, certaines pratiques peuvent être valorisées : la recherche de « sobriété fonctionnelle » pour produire des systèmes justement dimensionnés, les pratiques de revue voire d'ouverture de code pour s'assurer de son efficacité, ou encore l'emploi modéré et maîtrisé de bibliothèques et composants « sur étagère ».

La CNIL demande depuis sa création de veiller à ce que l'informatique n'exclue pas certains publics et soit conçue comme un service supplémentaire au service de chaque citoyen. En prévoyant un régime d'autorisation pour certains traitements (le NIR, les interconnexions de fichiers), la loi informatique et libertés a d'ailleurs même été initialement prévue pour éviter certains types de traitement perçus comme dangereux. Plus récemment, la CNIL a régulièrement rappelé la nécessité de prévoir une alternative aux services numériques destinés à toute la population pour éviter une forme d'exclusion numérique. Cette histoire d'une régulation de l'informatique visant à en limiter l'impact fait directement écho à la première étape du référentiel général d'écoconception des services numériques : « Éviter le service numérique inutile : si le service numérique ne s'inscrit pas dans au moins l'un des objectifs de développement durable (ODD), l'un des enjeux de limites planétaires ou tout autre référentiel du même type, l'intégralité des impacts environnementaux qu'il génère est futile, donc à éviter. »

Ainsi, les projets informatiques pourraient d'abord être évalués en pure opportunité, en évaluant si leur apport contribue positivement aux enjeux environnementaux ou si une alternative sans informatique est susceptible de fournir le même service sans impact environnemental. Si l'opportunité est validée, une approche reposant sur la sobriété fonctionnelle et applicative pourrait être favorisée pour garantir un impact aussi limité que possible.

Par ailleurs, un des enjeux majeurs de l'informatique moderne est l'arbitrage entre des développements efficaces et rapides, de plus en plus souvent associés à des méthodes dites « agiles » et la maîtrise de « l'héritage » (le « *legacy* ») laissé par ces développements, qui peuvent souvent conduire à maintenir des systèmes obsolètes, tournant sur des machines dédiées. Du point de vue de l'administration de systèmes, la même contradiction existe entre le souhait d'architectures plus simples à opérer (telles que « *docker* ») mais également offrant de meilleures garanties de disponibilité et supposant des sous-jacents techniques

RENFORCER, DOCUMENTER ET RENDRE INTEROPÉRABLES LES BONNES PRATIQUES SECTORIELLES

Rapprocher pratiques d'éco-conception, de protection des données et de cybersécurité

L'atelier organisé par la DINUM en 2022 avec les acteurs de l'écoconception, de la protection des données et de la cybersécurité (voir p. 36) a permis de mesurer qu'il n'y a pas d'opposition de fait entre ces trois pratiques des services numériques. Chacune de ces trois approches repose sur la nécessité de les pratiquer « *by design* », ou « dès la conception ». Les contraintes nécessaires à la protection des données, mais aussi à la cybersécurité, en s'intégrant à des pratiques d'éco-conception auraient pour vertu la prise en compte globale des enjeux, qui bénéficierait à chacun des objectifs. Il s'agirait de renforcer les liens entre ces trois approches pour penser globalement la gestion des projets et services numériques, dans toutes leurs dimensions, par l'interopérabilité des outils et référentiels communs, notamment le référentiel général de sécurité (RGS), référentiel général d'interopérabilité (RGI), référentiel général d'écoconception de services numériques (RGESN), et bien sûr le règlement général sur la protection des données (RGPD).

Un chantier d'intégration de ces différents besoins, dans une approche de sobriété fonctionnelle et applicative, pourrait permettre de cumuler les effets vertueux sur l'ensemble des objectifs visés et sur l'empreinte de services numériques concernés.

Articuler la « Régulation environnementale des communications électroniques » avec la protection des données

L'article 25 de la loi visant à Réduire l'empreinte environnementale du numérique en France (REEN) complète le

code des postes et des communications électroniques d'une section sur la « Régulation environnementale des communications électroniques ». Celle-ci prévoit, que l'Arcep, l'Arcom et l'ADEME « définissent le contenu d'un référentiel général de l'écoconception des services numériques », qui concernera « notamment l'affichage et la lecture des contenus multimédias pour permettre de limiter le recours aux stratégies de captation de l'attention des utilisateurs des services numériques. » Ce référentiel et ces critères d'écoconception pourrait intégrer explicitement les dispositions relatives à la protection des données qui rejoignent ce cadre, notamment la recommandation sur les cookies (voir « Des technologies et pratiques au tamis de l'environnement », p. 26), mais aussi les designs trompeurs – notamment sur les réseaux sociaux—qui incitent les utilisateurs à partager plus de données et génèrent des traitements parfois non voulus, etc. La CNIL pourrait ainsi être plus directement associée à l'élaboration du référentiel, et serait en capacité de l'articuler avec ses recommandations en matière de cybersécurité et de protection des données personnelles

Documenter les bonnes pratiques pour la réparation et le reconditionnement

Alors que les terminaux prennent une part très importante de l'empreinte environnementale du numérique (voir p. 9), le développement des pratiques de réparation et de reconditionnement reste l'une des pistes à promouvoir en priorité. Des organisations, publiques et privées s'engagent dans de tels processus, par exemple en permettant à leurs employés de reprendre du matériel, en revendant ou en donnant des dispositifs numériques. Dans le secteur public, l'article 7 de la loi REEN de novembre 2021, visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France, prévoit que « les équipements informatiques fonctionnels dont les services de l'État ou les collectivités territoriales et leurs groupements se séparent sont orientés vers le réemploi ou la réutilisation ». La cession et le ré-usage des PC, smartphones et autres dispositifs doit cependant se faire dans le respect de la protection des données. Il conviendrait alors de fournir des guides, bonnes pratiques et outils¹⁵² pour les organisations afin de les accompagner dans l'effacement des données sur les dispositifs électroniques.

De même, fournir de manière ouverte la documentation, les méthodes et outils adaptés pour la réparation devrait dès lors figurer parmi les priorités de l'ensemble des acteurs du numérique, et en particulier les fabricants.

¹⁵² L'Anssi a notamment certifié Blancco en 2021, un logiciel d'effacement des données
https://www.ssi.gouv.fr/entreprise/certification_cspn/blancco-drive-eraser-version-6-12-0/

Frugaliser l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle prend de plus en plus de place dans le numérique et dans nos sociétés à mesure que nous prenons conscience de l'impérative mise en œuvre d'une transition environnementale. IA consommatrice ou IA réparatrice, les points de vue divergent comme pour le numérique en général et l'impact global de l'IA et de son intégration reste à évaluer. Les acteurs du secteur, concepteurs, et utilisateurs, gagneraient cependant à aller vers la recherche de frugalité des systèmes d'IA, dès lors que cela est possible.

L'intégration de critères environnementaux dans les projets de labélisation des IA figure à ce titre parmi les bonnes pratiques. L'association Labelia Labs a par exemple inséré dans son « Référentiel cadre d'évaluation de la Data Science responsable et de confiance »¹⁵³ une section visant à « *Anticiper, suivre et minimiser les externalités négatives de l'activité data science* ».

Parmi les solutions envisageables pour réduire l'impact, un ingénieur de Google propose la stratégie des 4M¹⁵⁴ : *Model*, consistant à choisir des architectures de modèles d'apprentissage efficace et connus pour être moins consommateurs en énergie ; *Machine*, avoir recours à des processeurs et systèmes optimisés ; *Mechanization* : favoriser le calcul dans les cloud, avec des centres de données souvent mieux optimisés que des serveurs installés in situ ; *Map Optimization*, choisir la localisation des traitements en fonction des performances énergétiques, et notamment du mix énergétique utilisé par les centres de données. Cette localisation des traitements algorithmiques rejoint les contraintes de localisation des données posées dans le RGPD. Par ailleurs, les centres de données pourraient contribuer en proposant des tarifications incitatives en fonction du moment auquel les calculs sont effectués. Des solutions existent également pour mesurer l'impact de l'entraînement et de la prédiction des algos comme CodeCarbon¹⁵⁵, projet de Data For Good initié par Yoshua Bengio, prix Turing pour ses travaux fondateurs du Deep Learning, ou MLCO2 Impact¹⁵⁶, initié au Québec.

Les concepteurs de solutions de *machine learning* devraient publier leur consommation d'énergie et leur empreinte carbone, ceci afin d'encourager la concurrence entre les différents modèles d'apprentissage et donner les moyens de faire des choix éclairés. À cet égard, une déclinaison de l'analyse en cycle de vie, adaptée au cas de l'entraînement et de l'usage d'algorithmes par apprentissage, pourrait faciliter ce type de publication. Une publication qui pourrait être fondée

sur la base du volontariat, mais aussi passer par la contrainte réglementaire, à l'image de la capacité donnée par la loi en 2020 à l'Arcep de collecter des données des opérateurs de télécommunication. La CNIL se dote, quant à elle, en 2023 d'un service dédié à l'intelligence artificielle, au sein de sa Direction des technologies et de l'innovation. Un service qui pourra intégrer ces différentes approches et critères dans ses réflexions et actions, avec celles de la protection des données.

ENGAGER UN DÉBAT SUR LES LIBERTÉS ET LA TRANSPARENCE

Engager un débat autour des libertés en période de crise climatique

Nous l'avons vu dans la partie 4 (p. 39), la protection des données et des libertés est déjà mise en balance avec d'autres droits.

Cette question de la balance des droits et des libertés pourrait être amenée à évoluer avec la crise climatique, les gouvernements amenés à proposer la mise en œuvre de textes de loi et ou de solutions visant à encadrer les comportements des personnes, sur la base de leurs données personnelles, voire limiter leur capacité à aller et venir, comme cela a déjà été fait à l'occasion de la pandémie de COVID. L'acteur public pourrait alors invoquer un principe de responsabilité pour le développement d'outils de surveillance ou de bridage des comportements et consommations. Il s'agirait alors d'engager de vrais débats afin d'évaluer collectivement la manière dont les populations pourraient renoncer à certaines libertés, dans un contexte où les mouvements des Bonnets rouges et des Gilets jaunes ont tous les deux démarré sur la base du rejet de politiques environnementales.

Ces réflexions pourront se faire au fil de l'eau, et pour ce qui concerne les données personnelles, au fil des dossiers qui sont soumis à la CNIL. Cependant des projets gagneraient à être évalués et discutés en amont, avec les parties prenantes, par exemple au moyen d'analyses d'impact. L'établissement d'un cadre et d'un régime pérenne de gestion des urgences climatiques, et plus largement de la transition environnementale pourrait également être envisagé pour prévenir et encadrer le

¹⁵³ « Data science responsable et de confiance - Référentiel d'évaluation », GitHub, <https://github.com/LabeliaLabs/referentiel-evaluation-dsrc>

¹⁵⁴ « Good News About the Carbon Footprint of Machine Learning Training » (en anglais), [ai.googleblog.com](https://ai.googleblog.com/2022/02/good-news-about-carbon-footprint-of.html), 15 février 2022, <https://ai.googleblog.com/2022/02/good-news-about-carbon-footprint-of.html>

¹⁵⁵ CodeCarbon (en anglais), <https://codecarbon.io/>

¹⁵⁶ ML CO2 Impact, <https://mlco2.github.io/impact/>

développement de dispositifs qui auraient des incidences sur les libertés, à l'image d'un projet de loi non présenté devant le parlement sur lequel le Conseil d'État a produit un avis en décembre 2020¹⁵⁷. Ce projet avait cela d'intéressant qu'il prévoyait un cadre pour l'anticipation des crises, avec des niveaux d'intensité plus ou moins aigus, associés à des mesures en rapport. Le cadre d'analyse devait porter sur la mesure – et l'exactitude – de la menace, la durée pendant laquelle les mesures seraient prises, leur proportionnalité. La Loi cadre établissant une forme de contrôle de proportionnalité sur un catalogue de mesures envisageables, qui devraient être mis en œuvre par des décrets d'application, le contrôle pouvant se faire au cas par cas par le juge administratif. Engager une telle démarche sur les questions environnementales, non plus seulement pour traiter l'urgence, mais pour mettre en œuvre des solutions pour le long terme pourrait permettre d'éclairer et de parvenir à des formes de consensus – d'autant plus s'ils sont associés en amont à des processus de type Convention citoyenne – et ainsi prévenir tant les risques pour les libertés, que les risques d'inflammation et de rejets par des pans de la société sur les mesures à mettre en œuvre, au moment où celles-ci s'avèrent nécessaires.

Adopter des démarches réellement expérimentales et produire des études d'impact fiables

Si les enjeux soulevés sur des projets qui pourraient advenir restent prospectifs, l'expérience de la CNIL en d'autres domaines doit nous amener à prévenir sur l'usage de l'expérimentation par les porteurs de projet, et pousser pour l'adoption de démarches expérimentales sincères.

Il conviendrait alors de mettre en place des processus d'expérimentation qui impliqueraient notamment une limitation dans le temps et dans l'espace, une identification exacte des objectifs poursuivis, de leurs critères de réussite et, dans le cas de l'environnement, de mesure des bénéfices, mais aussi des externalités parfois négatives. La définition de ces modalités d'évaluation devrait être rigoureuse, contradictoire, pluridisciplinaire et menée dans des délais raisonnables.

De la même manière, les études d'impact devraient entrer dans ce même cadre et orienter les politiques dans les choix à faire, en connaissance de cause afin de mesurer les conséquences de décisions, parfois apparemment éloignées comme dans le cas de la suppression des tickets de caisse (voir encadré p. 34).

La CNIL aurait son rôle à jouer pour les missions qui lui incombent, mais il s'agirait également, comme le préconise le Conseil d'État dans une étude en 2019¹⁵⁸, d'associer le plus grand nombre : « *le public, les fonctionnaires, les élus, les organisations professionnelles, syndicales ainsi que les associations concernées [devraient être] le plus possible associés à la conduite des expérimentations, et la plus grande transparence appliquée* ». La transparence et la lisibilité des expérimentations permettraient d'une part de mesurer l'adhésion des populations, notamment quand elles sont directement touchées par celles-ci, et d'autre part de les sensibiliser aux enjeux environnementaux et aux conséquences de certaines décisions sur leur vie quotidienne.

Engager des processus de concertations citoyennes autour de l'usage des données pour la transition environnementale

La convention citoyenne pour le climat, qui en 2019 avait réuni 150 participants tirés au sort et représentatifs de la diversité de la société, sur six week-ends de trois jours, a démontré qu'il est possible de co-construire des solutions avec la population. Sur un modèle comparable, la délégation numérique en santé a animé en 2021 un « comité citoyen du numérique en santé » sous la forme d'une conférence de consensus citoyenne, pour produire un rapport sur le projet « Mon espace santé ».

La CNIL a eu l'occasion de produire dans son Cahier IP7 sur les *civic techs*¹⁵⁹ des recommandations sur l'usage des technologies afin d'organiser le débat public et la participation citoyenne en ligne, en poussant notamment à chercher des formes d'hybridation entre dispositifs *high tech* (haute technologie) et *low tech* (basse technologie) pour enrichir le débat public. De telles instances de débats ont également pour vocation à éviter que « *les réseaux sociaux ne deviennent les instances officielles de participation politique* ».

Il s'agit alors de mettre en place des processus et des arènes de participation en portant une attention particulière à la transparence et aux droits des utilisateurs, pour ce qui concerne les droits des personnes, mais aussi comme nous le voyons plus haut de produire de la transparence sur les solutions elles-mêmes, leurs différents effets et impacts afin d'engager collectivement la population dans la transition, de manière à produire des choix aussi éclairés que possible.

¹⁵⁷ « Avis sur un projet de loi instituant un régime pérenne de gestion des urgences sanitaires », Conseil d'État, 21 décembre 2020, <https://www.conseil-etat.fr/avis-consultatifs/derniers-avis-rendus/au-gouvernement/avis-sur-un-projet-de-loi-instituant-un-regime-perenne-de-gestion-des-urgences-sanitaires>

¹⁵⁸ « Améliorer et développer les expérimentations pour des politiques publiques plus efficaces et innovantes », Conseil d'État, 3 octobre 2019, <https://www.conseil-etat.fr/actualites/ameliorer-et-developper-les-experimentations-pour-des-politiques-publiques-plus-efficaces-et-innovantes>

¹⁵⁹ *Civic tech, données et Demos* (PDF, 4 Mo), LINC, https://linc.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/cnil_cahiers_ip7.pdf

FOURNIR LES MOYENS D'UN PARTAGE VERTUEUX DES DONNÉES ENVIRONNEMENTALES

Proposer des solutions pour un partage vertueux des données

Comme nous l'avons vu dans la partie 4, p. 39, le partage des données à des fins environnementales constitue un moyen intéressant pour les acteurs, publics et privés, engagés dans la transition environnementale pour évaluer, mesurer et mettre en œuvre des politiques publiques et/ou des actions et projets.

La CNIL a lancé en 2022 un groupe de travail sur les données librement accessibles en ligne, afin de préciser le cadre de leur réutilisation dans le respect des droits des personnes. Ce groupe de travail poursuit ces travaux en 2023 sur la définition du cadre du partage des données, avec pour objectif de produire des éléments de droit souple qui serviront de guide aux organisations qui souhaitent s'engager dans ces processus. Des nombreux projets réglementaires ouvrent déjà la voie au partage, aux niveaux français et européens, d'autres ne manqueront pas d'être votés. Le *Data Governance Act* notamment (voir p. 55), a pour objet de permettre la circulation des données, avec l'altruisme de données, les intermédiaires de partage des données et un « formulaire de consentement européen ». Le *Data Act* prévoit également le partage de données du secteur privé avec l'acteur public, sous certaines conditions.

Les organisations bénéficieront ainsi d'une clarification du cadre et d'outils qui leur permettront d'engager les personnes et les entreprises dans un partage vertueux. La CNIL a son rôle à jouer pour produire les outils, recommandations, voire des référentiels qui pourront accompagner des processus de circulation des données vertueux et respectueux des droits des individus.

Clarifier la position des autorités de protection des données sur les communs

Les communs de données sont parfois présentés comme des outils incompatibles avec les règles de la protection des

données, comme s'il existait un antagonisme par nature des deux concepts. Pourtant les communs de données, en tant que processus de mise en œuvre de gouvernance partagée de données, entre des organisations et/ou des individus, consistent à produire des règles internes transparentes pour les participants, et négociables selon des modalités propres à chaque commun. Les principes de la protection des données ne sont pas contradictoires avec cette ambition.

La question la plus sensible dans les différents projets de communs impliquant des données personnelles concerne l'application du principe de finalité des traitements de données personnelles : en effet, dans ce type de projet, les finalités sont par nature multiples et variables afin de permettre une valorisation maximale du commun ainsi constitué. Appliqué aux données personnelles, la gestion d'un commun amène à questionner la structure de gouvernance afin de mettre en place des systèmes d'acceptation par le contrat pour tout ou partie des finalités, associée à des logiques de consentement lorsque cela est nécessaire.

POURUIVRE L'ENGAGEMENT DE LA CNIL DANS SA TRANSITION ENVIRONNEMENTALE

Poursuivre les démarches du plan d'action développement durable lancé en 2021

La CNIL s'est engagée dès 2020 dans des réflexions et actions concrètes pour sa transition environnementale. Un plan d'action qui vise notamment à « Favoriser la mobilité durable », par la mise en place d'un plan vélo ou du forfait mobilité durable. Le plan a également pour objectif de réduire la consommation de papier, réduire les déchets plastiques, renforcer le tri des déchets et réduire la consommation électrique de la CNIL.

Ce plan d'action comporte également un volet numérique, formalisé dans un groupe de travail « *repenser nos usages informatiques et numériques* ». Dans ce cadre, la CNIL a étendu à cinq ans le temps d'usage des ordinateurs portables pour les agents, ces derniers ont en outre la possibilité de devenir propriétaire d'un ordinateur lors du renouvellement du parc informatique, ceci afin de prolonger encore la vie du matériel. Le groupe de travail a également poussé

des actions pour sensibiliser les agents sur leurs usages numériques, leur proposer des actions concrètes sur les écogestes numériques.

Dans le prolongement de ce plan d'action, la CNIL qui a dépassé les 250 agents en 2022 va réaliser son bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES), prévu et encadré par l'article L. 229-25 du code de l'environnement, et produira un « *plan d'action volontaire visant à les réduire tous les trois ou quatre ans* ».

Engager des travaux pour évaluer l'empreinte des recommandations de la CNIL

Dès lors que la CNIL est amenée à effectuer des recommandations sur des technologies et des usages, elle pourrait engager une réflexion et des travaux pour intégrer des formes d'évaluation environnementales de ses recommandations.

La CNIL recommande le chiffrement comme élément de base de la protection et sécurisation des données. Pourtant les méthodes de chiffrement demandent des capacités de calcul qui engendrent une consommation énergétique supplémentaire. La CNIL pourrait dans ses recommandations veiller à pousser les solutions les plus vertueuses de ce point de vue, sans remettre en cause la protection des données, par exemple en indiquant des critères reconnus par ailleurs pour chacune des méthodes préconisées. De même, comme nous le voyons plus haut, ces éléments pourraient figurer dans des recommandations sur d'autres champs technologiques comme l'Intelligence artificielle, ou le stockage et le traitement des données en cloud.

Si elle n'a pas en interne les compétences pour réaliser ce type de mesure et d'évaluation, la CNIL pourrait reprendre des grilles d'évaluation externes, produite par la recherche, s'associer avec des acteurs en mesure de produire de véritables évaluations.

Ajouter une composante environnementale aux décisions de la CNIL

Le Collège de la CNIL pourrait ajouter une composante environnementale à ses décisions, en complément de l'analyse juridique et de conformité des projets numériques. La CNIL introduit régulièrement des observations et une composante éthique à ses décisions et avis, en complément de l'analyse en conformité juridique et technologique. Ceci afin de mettre l'accent sur des éléments qui ne sont pas directement de son ressort et de ses compétences, mais pour pointer par exemple qu'un dispositif, s'il est juridiquement conforme et que la CNIL ne peut pas l'empêcher, soulève des questions éthiques qui mériterait d'être étudiés par les porteurs du projet.

De la même manière, la CNIL pourrait, dès lors que cela est pertinent, ajouter des composantes d'analyse environnementale des systèmes qu'elle a à analyser et sur lesquels elle doit se prononcer.

Le Comité de la prospective

La CNIL anime un comité de vingt-et-un experts aux profils et horizons variés, pour enrichir les réflexions prospectives et contribuer aux débats sur l'éthique du numérique. Être plus à l'écoute et plus ouverte sur l'extérieur, travailler en partenariat avec le monde de la recherche et de l'innovation, tels sont les objectifs poursuivis par la CNIL avec ce Comité.

Placé sous la présidence de la présidente de la CNIL, **Marie-Laure Denis**, le comité est composé des personnalités suivantes :

EXPERTS EXTÉRIEURS

Pierre Bellanger,
pionnier des radios libres,
entrepreneur et expert de l'Internet.

Pierre-Jean Benghozi,
directeur de recherche émérite
au Centre National de la Recherche
scientifique (CNRS)
et à l'École polytechnique.

Françoise Benhamou,
économiste, Professeure émérite à l'université
Sorbonne Paris Nord et à Sciences Po Paris,
Présidente du Cercle des Économistes

Stefana Broadbent,
psychologue, anthropologue, professeure
associée au département de design de l'école
polytechnique de Milan.

Isabelle Bordry,
entrepreneuse, pionnière de l'industrie
française des médias numériques.

Dominique Cardon,
sociologue, directeur scientifique du Médialab
de Sciences Po Paris, membre du comité
de rédaction de la revue Réseaux.

Xavier de La Porte,
journaliste, producteur de radio,
notamment du podcast « Le code a changé »
sur France Inter.

Milad Doueïhi,
philosophe, historien des religions

Célia Hodent,
psychologue spécialiste de l'application
de l'expérience utilisateur dans la conception
de jeux vidéo.

Claude Kirchner,
directeur de recherche Inria, directeur
du Comité national pilote d'éthique,
du numérique (CNPEN), conseiller
du Président d'Inria.

Philippe Lemoine,
entrepreneur et essayiste, Président du Forum
Action-Modernités.

Lionel Maurel,
directeur-adjoint scientifique à l'Institut
national des Sciences Humaines et Sociales
du CNRS - InSHS Institut des Sciences
Humaines et Sociales, auteur du blog S.I.Lex,
sur les transformations, du droit à l'heure
du numérique.

Cécile Méadel,
sociologue, professeure de l'Université
Panthéon-Assas, responsable du master,
Communication et multimédia. Chercheuse
au CARISM, chercheuse associée au Centre
de sociologie de l'innovation (Mines-CNRS).

Tristan Nitot,
entrepreneur, auteur et conférencier
sur le thème des libertés numériques, a fondé
et présidé Mozilla Europe.

Éric Pérès,
secrétaire général de FO-Cadres, membre
du Conseil économique, social
et environnemental (CESE).

Antoinette Rouvroy,
juriste, chercheuse FNRS au Centre
de Recherche Information, Droit et Société
(CRIDS) de Namur.

Henri Verdier,
Ambassadeur pour le numérique.

Nicolas Vanbremeersch,
entrepreneur, président et fondateur
de l'agence Spintank, président
de Renaissance Numérique.

Célia Zolynski,
Professeure agrégée de droit privé à l'École
de droit de la Sorbonne - Université Paris 1
Panthéon-Sorbonne - Personnalité qualifiée
au sein de la CNCDH et du CSPLA,
Membre du Comité national pilote d'éthique
du numérique.

MEMBRES DE LA CNIL

Bertrand Du Marais,
Conseiller d'État.

Valérie Peugeot,
chercheuse au sein du laboratoire de sciences
sociales et humaines d'Orange Labs.

Collection Cahiers Innovation et Prospective

Au sein de la Direction des technologies et de l'innovation de la CNIL, l'équipe innovation, études et prospective pilote des projets d'études et d'explorations de sujets émergents liés aux données personnelles et à la vie privée. Ses travaux se situent à la rencontre entre innovation, technologies, usages, société, régulation et éthique.

La collection des cahiers IP, pour Innovation & Prospective, a vocation à présenter et à partager les travaux et études prospectives conduits par la CNIL. Il s'agit ainsi de contribuer à une réflexion pluridisciplinaire et ouverte dans le champ Informatique & Libertés et de nourrir les débats sur les sujets d'éthique du numérique.

Ce numéro est le 9^e de cette collection :



CAHIER IP 1 - Vie privée à l'horizon 2020

Paroles d'experts.



CAHIER IP 2 - Le corps, nouvel objet connecté

Du Quantified Self à la M-Santé : les nouveaux territoires de la mise en données du monde.



CAHIER IP 3 - Les données, muses et frontières de la création

Lire, écouter, regarder et jouer à l'heure de la personnalisation.



CAHIER IP 4 - éd. Comité de la prospective : Partage !

Motivations et contreparties au partage de soi dans la société numérique.



CAHIER IP 5 - La plateforme d'une ville

Les données personnelles au cœur de la fabrique de la smart city.



CAHIER IP 6 - La forme des choix

Données personnelles, design et frictions désirables.



CAHIER IP 7 - Civic Tech, données et Demos

Enjeux de données personnelles et libertés dans les relations entre démocratie, technologie et participation citoyenne.



CAHIER IP 8 - Scènes de la vie numérique

Des situations problématiques aux chemins du droit, une exploration du rapport quotidien à la protection des données et de la vie privée.

Retrouvez-nous aussi sur l'espace éditorial LINC (<http://linc.cnil.fr>).



Juin 2023

Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

3 place de Fontenoy

TSA 80715

75334 PARIS CEDEX 07

Tél. +33 (0)1 53 73 22 22

ip@cnil.fr

www.cnil.fr

linc.cnil.fr

