

Proposition de Feuille de route de décarbonation de la filière numérique

Article 301 de la loi « Climat et Résilience »

REMARQUE LIMINAIRE : La feuille de route rassemble des propositions d'actions en faveur de la décarbonation du secteur du numérique qui reflètent la diversité des points de vue des acteurs consultés. L'objectif de la consultation n'est pas d'atteindre le consensus mais d'identifier l'ensemble des leviers de décarbonation. Les décideurs pourront ainsi sélectionner parmi les leviers identifiés les mesures les plus pertinentes pour atteindre les objectifs fixés.

L'article 301 de la loi du 22 août 2021 dite « loi Climat et Résilience » dispose que, pour chaque secteur fortement émetteur de gaz à effet de serre, une feuille de route est établie conjointement par les représentants des filières économiques, le gouvernement et les représentants des collectivités territoriales pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence.

Le numérique ne constitue pas un secteur au sens de la Stratégie Nationale Bas Carbone, la SNBC. Toutefois, ses émissions de GES ont fait l'objet d'études récentes soulignant leur importance et leur forte

dynamique, nécessitant leur prise en compte par les pouvoirs publics à travers l'élaboration d'une feuille de route de décarbonation.

La première étape des travaux de la feuille de décarbonation du numérique a démarré fin 2022, et s'est traduite par une **première proposition de feuille de route élaborée par les acteurs de la filière** et adressée aux pouvoirs publics dans le cadre de la planification écologique. Cette proposition contribuera à l'élaboration d'un objectif d'évolution de l'empreinte carbone du numérique et d'un **plan d'action associé dans le cadre de la prochaine SNBC**.



Bâtisseurs du numérique



Table des matières

I. Mot introductif des co-rapporteurs	3
II. Méthodologie	5
III. Contexte et présentation de la feuille de route de décarbonation du numérique	7
L’empreinte environnementale du numérique.....	7
Contexte des politiques publiques du numérique écoresponsable.....	8
Objectifs et gouvernance des travaux de la feuille de route de décarbonation du numérique.....	10
IV. Présentation de la chaîne de valeur du numérique	12
V. Présentation des leviers de décarbonation	14
Groupe de travail n°1 : terminaux.....	14
Groupe de travail n°2 : datacenters & cloud	22
Groupe de travail n°3 : sobriété et usages	30
Thématique transverse GT1 et GT3 : obsolescence.....	43
Groupe de travail n°4 : réseaux.....	46
Groupe de travail n°5 : Contributions du numérique à la (dé)carbonation d’autres secteurs	54
VII/ Annexes	62
Annexe 1 : Fiches levier	62
Annexe 2 : Participants aux groupes de travail et acteurs consultés dans la rédaction des fiches levier	242
Annexe 3 : Structures impliquées dans le cadre du comité expert.....	243

I. Mot introductif des co-rapporteurs

Cette feuille de route est un pari. Le pari de réunir l'ensemble d'une filière industrielle, le numérique, autour d'un enjeu environnemental précis, la réduction des émissions de CO2. Le pari de parvenir, en quelques mois seulement, à un ensemble d'actions concrètes et opérationnelles, élaborées collectivement.

Ce pari est relevé. Cette feuille de route de décarbonation de l'industrie (du) numérique est aujourd'hui la réponse de notre secteur à l'ambition nationale de décarbonation de la France, avec l'objectif de neutralité carbone du continent européen en 2050.

L'ensemble de la chaîne de valeur du numérique a ainsi répondu à l'appel des pouvoirs publics, à l'automne 2022 et s'est mobilisé pleinement pour contribuer, à son échelle, à la planification écologique de la France.

Ces travaux de décarbonation, menés de l'automne 2022 à l'été 2023 et placés sous l'égide du Haut Comité pour un Numérique Écoresponsable, participent à l'effort de consolidation et d'harmonisation des initiatives longtemps demandé par le secteur.

Les pilotes des 5 groupes de travail établis remercient chaleureusement tous les acteurs impliqués dans l'élaboration de cette feuille de route et saluent les pouvoirs publics pour la confiance et l'autonomie accordées tout au long des réunions de travail.

Cette feuille de route aura été unique. En plus des parties prenantes « traditionnelles » du secteur du numérique – producteurs d'équipements numériques, d'infrastructures réseaux, gestionnaire de data center, fournisseurs de cloud et de services numériques, éditeurs de logiciels – les pilotes ont pu compter sur les retours critiques d'acteurs divers : société civile, associations, chercheurs, régulateurs, autorités de l'Etat, collectivités territoriales. Même s'il n'y a pas toujours eu consensus, ces contributions font la richesse des réflexions menées dans le cadre des travaux.

Ce livrable, toutefois, ne constitue pas un point final à ces réflexions. Le numérique continue à être un sujet de premier ordre pour notre État et notre société et plusieurs pistes doivent encore être explorées.

D'une part, l'aspect environnemental traité dans cette feuille de route – les émissions carbone – ne constituent pas la seule composante de la transition écologique et d'autres indicateurs existent. Eau, biodiversité, ressources naturelles, artificialisation des sols : si la réflexion sur ces sujets a été amorcée grâce à l'étude conjointe ADEME-ARCEP sur l'empreinte environnementale du numérique, elle doit être poursuivie dans les prochaines années de façon à compléter nos connaissances et le panorama de l'empreinte de notre secteur.

Des chantiers parallèles ont été menés aussi, comme celui sur la sobriété énergétique, lancé quelques mois avant cette feuille de route, et amené lui aussi à poursuivre sa réflexion. Les liens entre décarbonation et baisse de la consommation énergétique sont en effet loin d'avoir été tous examinés.

La filière a aussi, à plusieurs reprises, noté la nécessité de tenir un débat plus large sur le rôle et la place du numérique dans notre société. Ses implications, à la fois environnementales et sociales, en termes d'inclusion, de parité, d'éducation, doivent être explorées

plus en détails. Ces travaux ont permis d'identifier le besoin de mener une réflexion afin d'établir un cap pour l'avenir du numérique dans notre société, et de définir la forme que prendra la transition numérique. Le cadre de l'article 301 s'étant malheureusement avéré insuffisant pour traiter toutes ces problématiques dans leur intégralité, les rédacteurs de cette feuille de route appellent à l'avènement d'un débat démocratique plus large, au sein d'une enceinte dédiée. Cette feuille de route, axée sur la décarbonation, constitue un premier jalon pour la détermination du futur environnemental du numérique.



II. Méthodologie

Groupe de travail n°1 : terminaux

Le groupe de travail n°1, portant sur les terminaux numériques, a été piloté par l'AFNUM – Alliance Française des Industries du Numérique. Son objet était d'étudier les actions susceptibles d'aider à réduire l'empreinte carbone des produits numériques tout au long de leur cycle de vie – fabrication, logistique, utilisation, réemploi, fin de vie. Tous les terminaux numériques,

aussi bien professionnels que grand public, ont été considérés durant les travaux de ce GT, à l'exception de certains équipements particuliers liés aux réseaux, qui ont été intégrés dans un groupe de travail dédié. Une attention toute particulière a été portée à l'internet des objets et aux objets connectés, avec la création d'un groupe de réflexion ad hoc.

Groupe de travail n°2 : datacenters et cloud

Le groupe de travail n°2 « datacenters & cloud » a été piloté par France Datacenter, l'association française de la filière regroupant toute la chaîne de valeurs du datacenter : concepteurs, cabinets d'architectes et bureaux d'études, constructeurs, équipementiers, hébergeurs et opérateurs (dont les fournisseurs de cloud) et exploitants. D'autres acteurs ont également contribué aux travaux :

associations (The Shift Project, Boavizta), collectivités territoriales, administration et agences de l'Etat notamment. Les six fiches présentées issues de plus de 15 réunions de travail abordent tous les leviers d'actions du secteur : infrastructure (bâtiment, équipements, refroidissement), serveurs (utilisation et durée de vie) et alimentation en énergies renouvelables.

Groupe de travail n°3 : sobriété et usages

Le groupe de travail n°3, intitulé « Sobriété et usages », a été créé pour appréhender le volet « non-matériel » de l'empreinte environnementale du numérique et identifier les leviers de décarbonation liés aux usages et aux services numériques. Ce GT a été copiloté par le Cigref (représentant les grands comptes utilisateurs de solutions et services numériques), la Fédération française des Télécoms et Numeum (représentant les entreprises

de services du numérique, les éditeurs de logiciels et les plateformes). Ce GT couvrant un champ particulièrement large (traitant des usages à proprement parler, mais également des services numériques, tant logiciels que vidéo en ligne, etc.), il a été décidé d'organiser les travaux en deux grands chantiers, l'un portant sur l'écoconception des services numériques au sens large, l'autre consacré à la sobriété des usages et à

la formation. Par ailleurs une nouvelle thématique autour de l'obsolescence a été identifiée au cours des travaux. Liée à la fois aux terminaux et aux services numériques, il a donc été décidé de créer un groupe de travail

Groupe de travail n°4 : réseaux

Le groupe de travail n°4, portant sur les réseaux, a été piloté par la FFT- Fédération Française des Télécommunications - et l'AFNUM – Alliance Française des Industries du Numérique. Son objet était d'étudier les actions susceptibles d'aider à réduire l'empreinte carbone de

ad hoc, réunissant les GT1 et les GT3 sur deux dimensions : l'obsolescence psychologique (ou culturelle) d'une part et l'obsolescence technique d'autre part.

l'exploitation des réseaux et des équipements les constituant. Les leviers identifiés seront à évaluer en perspective de ceux du GT3 et les externalités positives potentielles devront faire l'objet d'études ultérieures dans le cadre du GT5.

Groupe de travail n°5 : contribution du numérique à la (dé)carbonation des autres secteurs

Le groupe de travail n°5 s'inscrit dans un schéma différent des quatre premiers GT. Intitulé "Contribution du numérique à la (dé)carbonation des autres secteurs", ce cinquième groupe de travail, copiloté par InfraNum (représentant la chaîne de valeur du déploiement des infrastructures numériques : fibre, réseaux hertziens terrestres et satellitaires, datacenters) et Numeum (représentant les entreprises de services du numériques, les éditeurs de logiciels et les

plateformes), vise à appréhender le rôle que jouent les technologies numériques dans les politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre des autres secteurs économiques, en tenant compte des éventuels effets rebond que ces technologies peuvent entraîner. Les applications du numérique dans la décarbonation de l'économie étant multiples et protéiformes, il a été décidé de concentrer les travaux sur cinq secteurs d'activité majeurs.

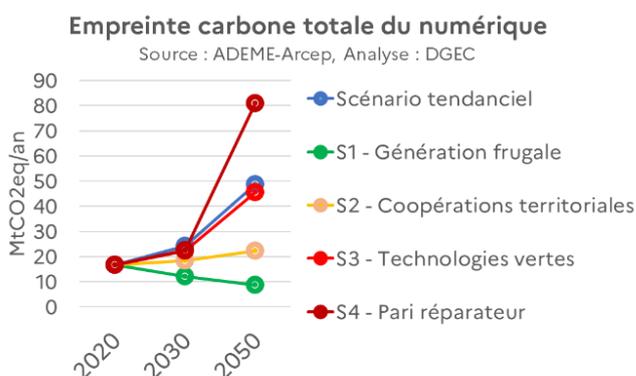
III. Contexte et présentation de la feuille de route de décarbonation du numérique

L’empreinte environnementale du numérique

Selon une étude ADEME-Arcep (2022-2023), le numérique en France représentent 10 % de la consommation électrique (50 TWh/an) et 2,5 % de l’empreinte carbone (17 MtCO₂e/an). Si ces impacts sont principalement liés aux terminaux pour 79% (smartphones, ordinateurs...), les centres de données gardent une part significative (16 % de l’empreinte carbone, 22 % de l’énergie finale) les réseaux arrivant en troisième position (5% de l’empreinte carbone). Ces trois composantes sont interdépendantes les unes des autres, et cette répartition des impacts doit s’accompagner d’une vision systémique du numérique. Cette interdépendance résulte des usages du numérique par ses utilisateurs.

L’impact carbone constitue un seul pan de l’empreinte environnementale du numérique à laquelle s’ajoute des impacts sur la consommation de matières premières (notamment de métaux rares), d’eau mais aussi d’artificialisation des sols. Malgré les progrès réalisés et en cours sur l’efficacité énergétique des usages numériques, **les trajectoires d’empreinte carbone et énergétiques sont tendanciellement en nette**

hausse, portées par l’augmentation de la taille du parc actif de terminaux, la hausse de la surface totale de datacenters et par des usages de plus en plus gourmands (vidéos 4K, réseau 5G...) qui sont plus énergivores et nécessitent un renouvellement plus fréquent des terminaux.



Selon les hypothèses considérées, les scénarios prospectifs à 2050 vont d’une division par deux de l’empreinte jusqu’à une multiplication par cinq. Les hypothèses les plus dimensionnantes sont l’intensité carbone du mix électrique utilisé par les équipements, l’évolution de la taille du parc en activité et l’évolution du niveau de performance énergétique de ces équipements.

Contexte des politiques publiques du numérique écoresponsable

Pour faire converger la transition numérique et la transition écologique, plusieurs actions et dispositifs ont été déployés par les pouvoirs publics.

- **Sur le plan législatif et réglementaire :**

Le thème du numérique responsable est d'abord apparu dans la **loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et l'économie circulaire (AGEC)** qui incite au rallongement de la durée de vie des équipements et à mieux informer les consommateurs.

Puis, un dispositif stratégique a été publié en février 2021 sous la forme d'une **feuille de route gouvernementale intitulée « numérique et environnement »**. Elle a notamment permis de formaliser les propositions formulées lors de la Convention citoyenne pour le Climat en faveur de la sobriété numérique. Cette feuille de route a par ailleurs enrichi et alimenté les travaux parlementaires (proposition de loi sénatoriale) ayant conduit à **l'adoption de la loi du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique (REEN)**.

Cette politique publique de numérique éco-responsable apparaît cruciale, car elle est au croisement des

problématiques de climat (émission de GES), de **préservation de la biodiversité et des ressources** (eau, terres rares), d'**économie circulaire et gestion des déchets**.

En complément, la loi Climat et Résilience du 24 août 2021, **impose aux secteurs fortement émetteurs de gaz à effet de serre d'établir une feuille de route de décarbonation** en associant les représentants des filières économiques, du gouvernement et des collectivités pour les secteurs dans lesquels ils exercent une compétence.

Ces feuilles de route rassemblent les actions mises en œuvre par chacune des parties pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre. La loi Climat et Résilience prévoit en effet une baisse globale des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990.

Ce livrable vise à répondre à cette exigence réglementaire pour le secteur du numérique.

- **Sur le plan du pilotage de la politique publique numérique écoresponsable :**

La mise en œuvre de cette politique publique fait l'objet d'un pilotage au plus haut niveau ministériel au travers du "Haut Comité Numérique Écoresponsable" (HCNE) dont la première réunion s'est tenue le 14 novembre 2022, et qui rassemble

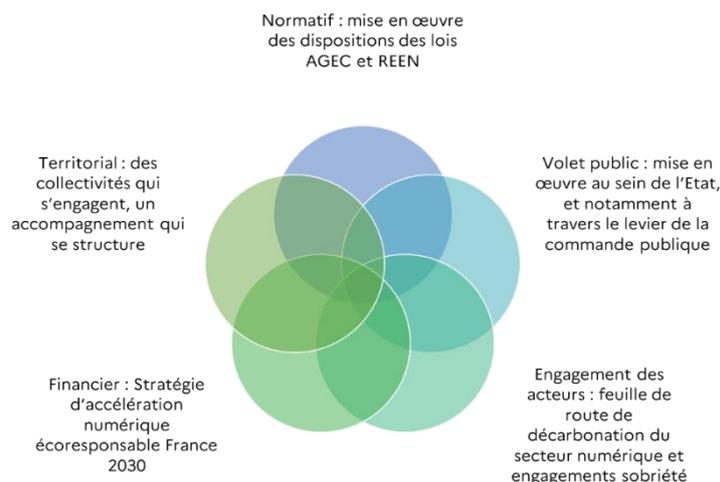
l'ensemble des parties prenantes concernées par le numérique écoresponsable.

Le HCNE est co-présidé par 3 ministres : le ministre de la Transition Écologique et de la Cohésion des

Territoires, la ministre de la Transition Énergétique, et le ministre de la Transition numérique et des Télécommunications. Il a pour vocation de se réunir 2 fois par ans, et

de réunir toutes les parties prenantes, entreprises et fédérations du numériques, ONG, représentants des collectivités territoriales, Instituts de recherche, et personnalités qualifiées.

Les enjeux et les leviers d'action du HCNE sont présentés dans le schéma ci-dessous :



Source : Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des territoires, Ministère de la Transition énergétique, Ministère de l'Économie, des Finances et de la souveraineté industrielle et numérique

Sous cette gouvernance, des groupes de travail ont proposé des mesures de décarbonation et d'économie d'énergie, portées par les acteurs économiques de la filière (à l'instar des travaux issus de l'article 301 de la loi

Climat & résilience pour d'autres secteurs). Ces travaux se matérialisent dans cette **feuille de route de décarbonation du numérique, et de sobriété énergétique du numérique** (volet engagement des acteurs).

- **Sur le volet financier et d'investissement :**

Dans le cadre du plan d'investissement « France 2030 », des travaux interministériels ont été menés pour élaborer une stratégie d'accélération dédiée au numérique responsable afin de répondre aux besoins en investissement de l'écosystème. Ces travaux ont permis d'identifier des enjeux forts pour **permettre le développement d'une offre**

compétitive plus sobre de produits et services numériques. Cette stratégie d'accélération vise notamment à répondre aux besoins en investissement des acteurs ayant élaboré cette feuille de route pour les accompagner dans la mise en œuvre des actions et des leviers qu'ils ont identifiés pour décarboner le secteur du numérique.

Objectifs et gouvernance des travaux de la feuille de route de décarbonation du numérique

La feuille de route de décarbonation du numérique, élaborée dans le cadre de l'article 301 de la loi Climat et Résilience, constitue le plan d'action commun aux acteurs de la chaîne de valeur afin de respecter les objectifs climatiques de la France. Cette feuille de route a été élaborée par les acteurs économiques eux-mêmes, avec le soutien de l'administration du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de la Transition Énergétique et de celui du ministère de l'Économie, des Finances, de la Souveraineté industrielle et numérique.

Cette démarche « *bottom up* » s'inscrit dans un ensemble plus large visant à cartographier les leviers de décarbonation des acteurs économiques qui alimenteront la SFEC (Stratégie Française pour l'Énergie et le Climat) et la SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone). Il s'agira donc d'identifier les leviers d'action, mais également les freins à lever, par et pour les acteurs de la filière et les pouvoirs publics pour atteindre les objectifs de décarbonation du secteur du numérique à l'horizon 2030 – 2050. La feuille de route de décarbonation du numérique a rassemblé l'ensemble des

acteurs de la filière autour de 3 groupes de travail organisés selon le découpage mis en évidence dans l'étude Ademe/Arcep sur l'impact environnemental du numérique :

- Terminaux (GT 1), piloté par l'Alliance Française des Industries du Numérique (AFNUM) ;
- Datacenters et cloud (GT 2), piloté par France Datacenter ;
- Réseaux (GT 4), piloté par la Fédération Française des Télécoms (FFT) et l'Alliance Française des Industries du Numérique (AFNUM).

À l'issue d'une première réunion d'échanges avec l'administration, les acteurs ont proposé d'ajouter deux groupes de travail supplémentaires, afin de couvrir l'ensemble des sujets :

- Sobriété et usages (GT 3), piloté par Numeum, le Cigref et la FFT ;
- Contribution du numérique à la décarbonation des autres secteurs économiques (GT 5), piloté par Numeum et Infranum.

Les travaux de la feuille de route de décarbonation du numérique se sont organisés selon le schéma suivant.



Source : Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des territoires, Ministère de la Transition énergétique, Ministère de l'Économie, des Finances et de la souveraineté industrielle et numérique

Après de nombreuses réunions étalées entre novembre 2022 et mars 2023, ouvertes à toutes et tous sur demande, les différents groupes de travail ont rendu leurs propositions de fiches leviers, qui sont présentées ci-après en format synthétique et dans les annexes sous forme exhaustive.

Les fiches leviers rédigées par les acteurs de la filière ont donné lieu à une analyse d'un comité d'experts — réunissant chercheurs¹, The Shift Projet, Green IT, Boavizta, l'ADEME et l'ARCEP— entre le 7 avril et la fin mai 2023. Ce comité d'expert a été mis en place pour formuler un avis indépendant sur les propositions de

leviers élaborés par la filière et des recommandations pour la suite des travaux.

Cette consultation a permis d'appuyer les pouvoirs publics dans l'identification de leviers prioritaires, c'est-à-dire des leviers d'action à la main de la filière du numérique, actionnables, et consensuels. Les leviers identifiés comme prioritaires devront faire l'objet d'une attention particulière notamment en ce qui concerne le plan d'action de la filière sur ces leviers. Ils feront notamment l'objet d'un suivi par les pouvoirs publics dans le cadre d'un comité spécifique.

¹ Institut Mines Télécom, Télécom Paris, Mines Alès, Mines Saint-Etienne, IMT business school, CNRS, GDS Eco info, INRIA, Université de

Bordeaux, CEA, INRIA, ENS Saclay, ENS Lyon, Aix-Marseille Université.

IV. Présentation de la chaîne de valeur du numérique

Le numérique est couramment divisé en trois composantes : les terminaux numériques, les centres de données et, enfin, les réseaux et infrastructures numériques. Cette division a été le fondement de la répartition des groupes de travail de cette feuille de route de décarbonation. La filière a aussi constitué un groupe de travail sur les usages : les terminaux, réseaux et centres de données sont en effet indissociables de l'utilisation qui en est fait. Cette approche transversale a permis d'aborder un certain nombre de problématiques complémentaires et de trouver des leviers d'actions supplémentaires. Enfin, un dernier groupe de travail a été constitué pour aborder la question des effets positifs du numérique dans d'autres secteurs de l'économie et de l'industrie, de manière à faciliter, accélérer ou permettre la transition écologique de pans de notre industrie tels le transport, la fabrication/production, l'agriculture, le bâtiment, etc.

Selon l'étude conjointe de l'ADEME et de l'ARCEP sur « [L'évaluation de l'impact environnemental du Numérique en France: État des lieux et pistes d'action](#) » complétée par son [volet prospectif](#) en mars 2023, 79% de l'empreinte carbone du numérique provient des équipements, environ 16% peut être attribuée aux centres de données et les 5% restant sont liés aux réseaux. En termes de phase de cycle de vie, la fabrication représente 78% de l'empreinte carbone du secteur numérique, contre 21% pour la phase

d'utilisation. Pour autant, les efforts et actions en faveur de la réduction des émissions de CO2 doivent être portés sur l'ensemble des composantes du secteur numérique et l'ensemble des phases du cycle de vie des équipements et outils numériques. Le volet prospectif de cette étude conclut également que sans action pour limiter la croissance de l'impact environnemental du numérique, son empreinte carbone pourrait tripler entre 2020 et 2050.

L'étude informe aussi sur les évolutions liées au numérique dans les prochaines années. Du côté des usages, les évolutions à venir portent sur l'augmentation du volume de données générées et échangées, l'arrivée de nouvelles applications telles les jumeaux numériques, le *métavers* ou l'informatique quantique. Du côté des évolutions liées aux technologies de réseaux et des centres de données, l'étude mentionne la démocratisation de *l'edge computing*, l'automatisation et la virtualisation des réseaux ainsi que l'arrivée de la *5G advanced* et de la *5G standalone*. Enfin, pour les équipements, les tendances de fonds identifiées par l'étude sont une augmentation de la taille des écrans pour certains équipements, une miniaturisation d'autres équipements, une augmentation du nombre d'équipements et d'outils liés au travail, notamment due à la généralisation du télétravail, ainsi que le développement des objets connectés.

Pour minimiser l'impact de ces évolutions, l'étude ADEME – ARCEP se focalise sur quatre indicateurs clés qui ont été repris au sein des fiches leviers de cette feuille de route :

- L'évolution de la taille du parc des équipements ;
- L'évolution de la durée de vie des équipements ;
- L'évolution de la consommation énergétique des équipements et outils numériques ;
- L'évolution de la quantité de données qui transitent via les réseaux et infrastructures numériques.

Les leviers identifiés par les différents groupes de travail devront intégrer ces indicateurs, qui permettront ainsi de faire ressortir les actions ayant le plus

de potentiel de réduction des émissions de CO2.

Lors de ces travaux, l'intégralité de la chaîne de valeur du numérique a été représentée.

Parmi les types d'acteurs présents figuraient des entreprises de services numériques, des éditeurs de logiciels, des plateformes, des opérateurs téléphoniques, des gestionnaires de centres de données, des fournisseurs de services d'informatique en nuage (*cloud*), des équipementiers réseaux, des producteurs d'équipements numériques, des acteurs du réemploi et de la seconde vie des équipements, des acteurs du recyclage et enfin des grands comptes utilisateurs du numérique et des représentants de la société au travers d'associations diverses pour la protection de l'environnement (annexe 2).

V. Présentation des leviers de décarbonation

Groupe de travail n°1 : terminaux

- **Introduction**

Le groupe de travail sur les terminaux (GT1), dont le pilotage a été confié à l'AFNUM – Alliance Française des Industries du Numérique – s'est réuni à neuf occasions et a produit neuf fiches leviers.

L'AFNUM tient à remercier chaleureusement tous les participants de ce groupe de travail, parties prenantes engagées pour la réduction de l'empreinte environnementale du numérique et incidemment de son empreinte carbone : producteurs

- **Méthode**

Fabrication, utilisation, fin de vie... ces grandes étapes du cycle de vie des produits numériques ont été le fil rouge des discussions du groupe de travail sur les terminaux. Partant du constat que la majorité des émissions d'un terminal sont liées à sa phase de fabrication (environ 70%), les leviers proposés et considérés comme prioritaires sont ceux visant à allonger la durée de vie des terminaux, pour encourager les utilisateurs à garder leur matériel, lui offrir une deuxième voire une troisième vie et ainsi éviter les émissions liées à la fabrication de nouveaux équipements.

Des leviers portant sur la fin de vie sont également nécessaires, en

d'équipements numériques, associations, acteurs du recyclage, éco-organismes, acteurs du réemploi et du reconditionnement...

Cette variété d'interlocuteurs et de contributions a permis d'aboutir à des leviers ambitieux et actionnables rapidement, avec l'aide des pouvoirs publics, pour réduire efficacement les émissions de gaz à effet de serre liées à la fabrication, à l'utilisation et à la fin de vie des produits.

commençant tout d'abord par le geste de tri. Il apparaît désormais primordial de faciliter la collecte, le tri et le recyclage afin de récupérer le plus de matière possible et, petit à petit, réduire la dépendance aux métaux précieux et terres rares issus de l'extraction minière, en utilisant des matières recyclées pour la fabrication.

Une réflexion dédiée à l'internet des objets a aussi été menée, avec la tenue de réunions spécifiques. De cette réflexion sont nés trois leviers qui visent à donner les clés à la filière de l'IoT pour parvenir à un développement sain. Les leviers sont à retrouver en annexe 1.

Synthèse des fiches leviers

Conception, extraction et fabrication

Le premier levier sur lequel le groupe de travail a réfléchi porte véritablement sur les premières étapes de fabrication des terminaux numériques et plus précisément le choix des matières. Sans vouloir réécrire la [feuille de route de décarbonation déjà existante pour le secteur de la mine](#) et de la métallurgie, les fabricants de produits numériques ont souhaité axer la réflexion sur l'intégration de matières premières recyclées au sein des terminaux.

L'objectif final choisi par la filière est celui d'une augmentation de 30% de la part de matériaux recyclés contenus dans les produits numériques d'ici 2030. Cet objectif est complété par un engagement de publication des taux actuels d'utilisation de matières recyclées via l'enquête annuelle pour un numérique soutenable, orchestrée par l'ARCEP.

Plusieurs freins seront néanmoins à lever dans les prochaines années : le développement d'un gisement de matières recyclées en quantité et qualité suffisantes ainsi que l'amélioration de l'accès à ce gisement et de la transparence de la chaîne de valeur. Ce levier a ainsi été pensé en lien étroit avec un autre levier concernant la collecte, le tri et le recyclage des DEEE, présenté plus bas.

Les actions à mener pour permettre l'atteinte de cet objectif peuvent être

mises en œuvre, pour un grand nombre de terminaux, dès l'étape de conception : les fabricants de terminaux numériques seront ainsi encouragés à sélectionner des matières premières hautement recyclables et à faibles émissions de gaz à effet de serre tout en étudiant les possibilités de diversification de leurs fournisseurs.

Couplé à l'ambition européenne de réduire sa dépendance aux terres rares et métaux précieux venant d'autres continents, ce levier mobilisera à la fois la chaîne de valeur du numérique mais aussi l'industrie de la mine et de la métallurgie, ainsi que l'industrie des forges-fonderies, qui disposent déjà d'une feuille de route de décarbonation.

Le deuxième levier lié à la phase de fabrication du produit porte plus précisément sur les emballages, leur conception et leur fabrication. Le groupe avait initialement porté sa réflexion sur la logistique et le transport, mais une feuille de décarbonation est déjà en construction par les acteurs de ce secteur. Par ailleurs, si le secteur du transport est l'un des principaux émetteurs de GES, cette phase du cycle de vie des produits numériques pèse moins que d'autres : elle ne représente que 4% des émissions, lorsque l'on considère son cycle de vie complet d'un produit.

Ainsi, nos travaux se sont recentrés sur les emballages eux-mêmes, en vue d'identifier des pistes de réduction les

émissions qui leur sont liées. Avec l'arrivée imminente du règlement européen sur les emballages et déchets d'emballages, **la filière n'a pas souhaité anticiper l'établissement d'objectifs harmonisés à l'échelle de l'Union européenne et donc opté pour un objectif d'augmentation de 30% de l'utilisation des matières recyclées dans les emballages, d'ici à 2030.**

D'autres actions font l'objet d'un engagement complémentaire de la part des acteurs de la filière : réduire le volume des emballages ; dans le secteur professionnel, privilégier, lorsque cela est possible, la distribution de produits en « bulk » ; encourager l'éco-conception des emballages des terminaux numériques pour éviter le suremballage, notamment lors de la vente en ligne ; augmenter l'utilisation de matières recyclées et de matières issues de ressources renouvelables pour la fabrication des emballages ; s'engager pour une élimination du plastique dans les emballages.

Utilisation et usages

La deuxième phase la plus émettrice de gaz à effet de serre pour les produits numériques est leur utilisation. Pour aider les utilisateurs à réduire les émissions liées à l'utilisation des produits numériques, la filière va établir trois leviers principaux qui concourent tous à l'allongement de la durée de vie des terminaux :

- Le premier consiste à donner aux utilisateurs les clés pour **mieux entretenir** leurs terminaux numériques

- Le deuxième vise à **optimiser la consommation énergétique** des terminaux numériques durant leur utilisation
- Le dernier levier entend **améliorer l'accès à une réparation de qualité** pour les équipements numériques.

Pour le premier levier, les actions sélectionnées par la filière permettent de maintenir les terminaux numériques en bon état de fonctionnement, à savoir :

- Des **mesures de protection** de l'intégrité du produit : l'ajout de coques protectrices, le stockage dans de bonnes conditions de température, d'humidité, la correcte installation auprès des utilisateurs professionnels ou des ménages, le nettoyage, etc.
- Des **mesures d'entretien technique** du produit : la bonne installation de mises à jour, la recharge du produit (s'il est rechargeable) ou la bonne gestion de la connexion réseau, etc.

En complément, les industriels du numérique s'engagent à :

- Améliorer en continu les produits et communiquer sur leur fiabilité, robustesse et réparabilité ;
- Améliorer la durée de disponibilité des mises à jour logicielles et encourager l'installation de ces mises à jour ;
- Mettre à disposition des ressources claires et exhaustives sur l'entretien des terminaux numériques : conditions d'utilisation, protections

physiques nécessaires, consignes de chargement, de mises à jour, etc. ;

- Partager dans les communications commerciales, via l'adoption des contrats climat, les ressources et conseils sur l'entretien des produits.

Concernant l'**optimisation de la consommation énergétique des terminaux numériques**, les actions plébiscitées par la filière comprennent :

- Encourager la conception de produits disposant d'un mode basse consommation lorsque cela est pertinent pour les terminaux considérés
- Développer des actions de communication sur les gestes qui permettent de réduire la consommation d'énergie des terminaux numériques
- Disposer d'indicateurs pour mieux connaître l'état de la batterie pour déterminer une date optimale de renouvellement de la batterie (cycle de vie et performance restante)
- Encourager les utilisateurs à débrancher les équipements qui peuvent l'être
- Encourager les utilisateurs à se servir des modes veilles et standby lorsqu'ils existent sur les terminaux
- Encourager des pratiques d'éco-administration des équipements, en choisissant des configurations économes en énergie

Enfin, concernant l'**accès à la réparation de qualité pour les produits numériques**, cette thématique faisant déjà l'objet de plusieurs dispositifs existants – fonds réparation et indice de réparabilité, entre autres – **les principales actions sont tournées vers la promotion de ces dispositifs auprès des utilisateurs**. D'autres solutions innovantes ont aussi été retenues par la filière pour permettre d'aller encore plus loin : développer la récupération de pièces détachées d'occasion / reconditionnées en amont du recyclage matière ; encourager l'évolution des modèles d'affaires des fabricants de terminaux numériques pour inclure des activités de réparation, d'économie de la fonctionnalité ; encourager le développement du recours à l'impression 3D ; mieux former les techniciens à la récupération de composants sans endommager leur intégrité.

Sur ces leviers, l'accompagnement et le soutien des pouvoirs publics sera déterminant afin d'établir un **cadre réglementaire clair et sécurisant** pour tous les acteurs souhaitant intervenir sur la phase d'utilisation du produit, mais aussi pour les activités de réemploi et de reconditionnement, qui font l'objet du levier suivant.

Seconde vie

Après avoir identifié les leviers permettant l'allongement de la première vie des terminaux, le groupe de travail s'est penché sur les enjeux de leur seconde, en adressant **les sujets du réemploi et du reconditionnement**.

Les acteurs de ces deux secteurs étant bien représentés lors des réunions de travail, la filière a pu élaborer une fiche levier riche qui vise **le développement d'activités de réemploi et de reconditionnement de qualité en vue d'allonger la durée de vie des équipements**. D'une part, le levier met en exergue les points à améliorer tels : le lien entre mises à jour et durée de vie, les freins financiers à la réparation, la qualité des activités et opérations réalisées, l'attractivité du prix du reconditionné versus le neuf, l'accès aux pièces détachées, la formation des professionnels, le manque de clarté juridique dans les dénominations, etc. D'autre part, des pistes concrètes dont les industriels peuvent se saisir ont été recensées : augmenter l'offre de produits de seconde main, développer des partenariats avec des structures spécialisées dans le réemploi et le reconditionnement, si possible localement, travailler sur des conceptions permettant des opérations de reconditionnement, développer des solutions de *trade in* lors des parcours d'achat.

La filière a aussi longuement discuté de la nécessité de **développer la notion de « taux de circularité »**, pour avoir un indicateur fiable quant à l'augmentation du nombre de terminaux faisant l'objet d'une deuxième ou d'une troisième vie. L'arrivée prochaine des nouvelles règles d'éco-conception au niveau européen, accompagnées de la mise en place du passeport produit permettra de mieux suivre les différentes utilisations des équipements ainsi que les opérations

qui sont réalisées durant la vie du produit numérique.

Pour ce levier, les propositions d'évolution des politiques publiques formulées par la filière sont parmi les plus nombreuses, témoignant de la nécessité de faire émerger un socle juridique adéquat pour le développement des activités de réemploi et de reconditionnement : besoins de financement, responsabilités des acteurs, clarification des régimes juridiques, élaboration de méthodologie d'évaluation...

Fin de vie

Dernière étape du cycle de vie du produit, la fin de vie est déterminante pour réduire les émissions liées aux équipements numériques : un produit correctement collecté, trié, recyclé et valorisé peut permettre d'éviter l'émission d'une quantité importante de gaz à effet de serre, notamment grâce au recyclage des différentes matières qui le composent.

Le groupe de travail a identifié un levier d'aide à la filière REP DEEE afin **d'augmenter la collecte, la réutilisation et le recyclage des terminaux numériques**, au travers d'un certain nombre d'objectifs :

- Adopter la notion d'éco-conception en vue du recyclage avec des possibilités d'extraire plus facilement des composants ;
- Développer des offres de terminaux numériques intégrant des pièces détachées d'occasion ;

- Développer auprès des clients et utilisateurs des messages autour de la collecte, de la réutilisation et de la fin de vie des terminaux pour une meilleure gestion des déchets d'équipements numériques ;
- Faciliter la collecte, la récupération, la réutilisation et le recyclage des terminaux, de leurs pièces et de leurs matériaux.

Des actions collectives doivent aussi être mises en place pour :

- Aider au développement de technologies innovantes et performantes pour le démantèlement et le recyclage des terminaux ;
- Faciliter le « geste de tri » pour le rendre le plus ordinaire possible par des actions de communication, de la pédagogie ;
- Participer à la création de nouveaux flux pour des produits ménagers fonctionnels ou réparables, à distinguer des déchets ;
- Etudier avec le soutien des éco-organismes les possibilités pour les fabricants de terminaux numériques de récupérer les métaux critiques au sein de leurs produits.

Ces actions devront être menées avec les acteurs complémentaires de la filière REP DEEE : les éco-organismes et les recycleurs.

Transparence et informations

Dernier axe de réflexion abordé par le groupe de travail, la transparence et la circulation d'informations - à la fois en amont, tout au long de la chaîne de production mais aussi auprès des utilisateurs d'équipements numériques - font l'objet de deux fiches leviers.

Le premier levier identifié doit permettre à la chaîne de valeur industrielle de **disposer de données environnementales fiables** pour une meilleure connaissance de l'empreinte des terminaux numériques, via deux actions principales : la publication annuelle des bilans carbone des entreprises et la publication des analyses de cycle de vie (ACV) des produits, ainsi que de leurs composants, lorsque cela est possible.

Pour que ce levier soit efficace, il sera impératif que les plus petites structures soient accompagnées pour la réalisation de leurs premiers bilans carbone et ACV. La protection des données industrielles sensibles sera aussi un enjeu pour la bonne mise en œuvre de ce levier. Couplée à l'arrivée du passeport produit, la publication de ces données pourra contribuer à établir un panorama précis de l'empreinte environnementale du numérique et constituera un exemple pour les autres pays de l'Union européenne.

Le second levier identifié vise à **mieux faire correspondre les besoins des utilisateurs avec les usages et les fonctionnalités** proposées par les terminaux numériques. En effet, le groupe de travail a pu constater

qu'une partie de l'empreinte des terminaux étaient due à une inadéquation entre les équipements utilisés et les besoins réels des utilisateurs. Si dans le monde professionnel, le concept de profil utilisateur est déjà largement utilisé, la filière estime que les utilisateurs particuliers gagneraient aussi à considérer de plus près les fonctionnalités des produits proposés par les industriels, en fonction de leurs besoins réels.

Les actions identifiées préconisent des démarches collaboratives avec les distributeurs et les annonceurs, afin de mettre en adéquation les besoins réels

des utilisateurs (puissance, autonomie, mémoire...) avec des produits adaptés à leurs usages. Les industriels ont aussi identifié des actions en vue de communiquer davantage sur les fonctionnalités des produits et d'avoir recours aux outils de « profil utilisateur » pour mieux orienter les utilisateurs vers les produits qui leurs correspondent.

Les réflexions du groupe de travail ont également identifié d'autres façons de répondre aux besoins des utilisateurs, en utilisant par exemple des concepts et solutions de *low-tech* et *slow-tech*.

FOCUS : Internet des objets

Les équipements Internet des Objets (IoT) utilisés dans un contexte professionnel relèvent d'une catégorie du numérique qui présente des caractéristiques particulières – par leur nombre et leur croissance actuelle, leur nature (équipés de capteurs et actionneurs, réseaux dédiés, etc.), leurs conditions de fonctionnement (utilisation en extérieur, en mobilité, etc.) et parfois par une exigence de durabilité bien plus longue que pour les terminaux dits « grand-public », ils ont une durée de vie de 5 à 15 ans, souvent en toute autonomie et en limitant le besoin d'intervention pour maintenance.

Ces spécificités ont mené à la création d'un groupe de travail dédié à l'IoT, enfant du groupe de travail sur les terminaux (GT1), dont le pilotage a été confié à Mavana, en collaboration avec l'AFNUM.

Une douzaine d'entreprises majeures du secteur de l'IoT en France ont ainsi été rassemblées pour contribuer à ce groupe, menant pendant près de 5 mois différentes sessions de travail thématiques autour des différentes phases de cycle de vie des terminaux IoT.

Au terme de ces travaux, le groupe a élaboré trois fiches-leviers qui s'inscrivent particulièrement dans le cadre des Scénarios d'éco-conception (horizon 2030) et des Scénarios Génération Frugale S1 ou Scénarios Coopérations Territoriales S2 (horizon 2050) tels que définis dans le rapport ADEME/ARCEP de Janvier 2023 sur l'impact environnemental du numérique en France.

Un effort particulier a été entrepris pour :

- Inclure des actions concrètes et exécutables par les professionnels du secteur de l'IoT ;
- Identifier les freins à leur mise en œuvre ;
- Proposer des évolutions de politiques publiques pour faciliter leur déploiement.

Ainsi, ces fiche-leviers présentent une série de mesures identifiées dans l'objectif de favoriser l'adoption de pratiques d'écoconception (matérielle, mécanique, logicielle), d'éco-administration et d'évaluation environnementale des objets connectés (en excluant le réseau et les services web, sujet des autres groupes de travail). Les mesures préconisées viennent en complément des autres leviers identifiés par le groupe de travail parent « Terminaux », qui s'appliquent également aux terminaux IoT. Ces mesures comportent différents volets de bonnes pratiques, regroupant notamment :

- Les choix des composants et matières premières,
- La conception mécanique ;
- Les procédures de fabrication et les modes de distribution ;
- Les choix de composants logiciels (pour réduire la consommation électrique et l'empreinte matière) ;
- Les bonnes pratiques de configuration pour réduire la consommation électrique et la consommation de données ;
- Les procédures et scénarios d'usage qui permettent une consommation plus raisonnée en électricité et en données.

Groupe de travail n°2 : datacenters & cloud

En préambule, la filière datacenter souhaite rappeler qu'elle est tout à fait consciente du défi que représente la maîtrise de l'empreinte environnementale du numérique et mène des efforts depuis maintenant plus d'une décennie sur les questions environnementales et énergétiques.

De nombreuses actions ont été mises en place par l'ensemble de la chaîne de valeur (concepteurs, constructeurs, exploitants, opérateurs) pour limiter les déperditions et optimiser au mieux les infrastructures. La consommation énergétique représente jusqu'à 50% du coût global de fonctionnement d'un datacenter sur 10 ans. En matière d'économie d'énergie, l'intérêt est donc environnemental mais aussi financier pour les entreprises : il pèse d'ores et déjà dans les arbitrages quant au choix et à la mise en place de projets. Pour poursuivre la logique d'économies d'énergies, le principal levier reste la mutualisation de l'hébergement des données via des infrastructures modernes et des serveurs efficaces en matière de consommation.

Le groupe de travail « Datacenters & cloud », après plusieurs mois d'échanges et de nombreuses réunions avec toutes les parties prenantes (acteurs de la filière, représentants de la société civile, collectivités

territoriales, administration), a souhaité proposer 6 fiches leviers présentées ci-dessous dans l'ordre d'impact et d'importance dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre par la filière. Cette présentation rédigée, sous forme synthétique, vise à mettre en avant les objectifs de la filière pour chaque levier. Les freins à leur mise en œuvre identifiés lors des réunions ne sont pas développés ici afin de ne pas surcharger la lecture, mais sont bien explicités et disponibles en annexes de la feuille de route.

Les 6 fiches leviers proposées sont les suivantes :

- **Efficacité énergétique – Refroidissement et fluides frigorigènes ;**
- **Efficacité énergétique – Urbanisation des salles ;**
- **Économie circulaire ;**
- **Efficacité énergétique – Récupération de chaleur fatale ;**
- **Outils et méthodologie en matière d'information environnementale à destination des clients ;**
- **Énergies renouvelables.**

Synthèse des fiches leviers

Mettre en œuvre des systèmes de refroidissement des datacenters adaptés et limiter l'utilisation de gaz frigorigènes pour accroître l'efficacité énergétique – Levier identifié comme prioritaire

Les systèmes de refroidissement, cruciaux dans la consommation énergétique :

L'efficacité énergétique pour un datacenter implique de multiplier des actions qui, chacune d'entre elles, contribuent au résultat global. Il faut optimiser chaque équipement, chaque processus en fonction de la charge et des données climatiques variables pour améliorer la performance du datacenter.

Actuellement, le refroidissement peut représenter jusqu'à 40% de la consommation énergétique d'un datacenter. Différentes technologies existent et s'améliorent continuellement pour réduire cet impact sur la consommation énergétique ; elles peuvent être déployées différemment en fonction des sites.

Les objectifs définis par la filière sont les suivants :

- Optimiser les infrastructures selon les meilleures technologies existantes en matière de refroidissement en innovant, ceci avec des objectifs de réduction de

PUE (*Power Usage Effectiveness*, indicateur de performance énergétique) pour les datacenters existants ;

- Utiliser du matériel plus efficace : transformateurs, UPS avec éco conversions (onduleurs) ;
- Augmenter les températures en salles serveurs, lorsque cela est possible techniquement et lorsque les températures actuelles sont en dessous des recommandations de l'ASHRAE (l'organisation internationale qui émet des normes techniques dans le domaine des génies thermiques et climatiques). Il faut noter toutefois que cette augmentation peut entraîner un changement de matériels qui peut impacter négativement l'indicateur environnemental lié aux terminaux.

L'impact des fluides frigorigènes dans les groupes froids :

Les fluides frigorigènes HFC (Hydrofluorocarbures) font l'objet d'un encadrement, voire d'une interdiction au niveau européen. Ils sont progressivement remplacés par des fluides plus performants. Les solutions existent pour passer en fluides non HFC, pourvu que les groupes froids soient situés en extérieur, ou bien avec des maintenances de type industriel et probablement des moyens de lutte spécifiques contre les risques associés. Cela vaut pour les productions de froid centralisées, à eau glacée.

La fuite de fluides HFC est un risque qui a longtemps été considéré comme faible pour les datacenters. Mais cette sous-estimation procède d'un monitoring incomplet sur ce sujet, jusque récemment. La mise en place de détecteurs de fuites (« renifleurs ») et l'amélioration de la maintenance ont permis de mieux appréhender cette problématique, qui représente une part importante des émissions de gaz à effet de serre du scope 1.

Les objectifs d'ici 2030 sont les suivants :

- Poursuivre le remplacement des fluides frigorigènes et la migration vers les gaz à faible GWP, en lien avec les protocoles de Montréal et de Kyoto ainsi qu'avec la directive F-gas, en vue d'une réduction de 80% des émissions de HFC d'ici à 2030 (par rapport à 2015) ;
- Etablir un bilan carbone entre les anciens et les nouveaux fluides frigorigènes ;
- Renforcer la maintenance des datacenters et la détection des fuites de fluides frigorigènes, inciter les opérateurs à tenir une comptabilité propre de leurs climatisations et à être performants dans leurs opérations (maintenance et contrôle périodique).

Nous estimons l'impact de la réduction du PUE à 1.3 à 790 581 TeqCO2 évitées d'ici 2030.

Améliorer l'urbanisation des salles serveurs

L'organisation des baies, leur implantation, leur confinement et les éventuelles partitions physiques pour canaliser les flux d'air font partie de ce que l'on appelle l'urbanisation du datacenter. On vise ainsi une répartition optimale des puissances à l'intérieur du datacenter pour éviter les points chauds ; et des flux d'air bien distingués de manière à éviter absolument du recyclage, c'est-à-dire à éviter que de l'air chaud – que l'on veut évacuer - se mélange à de l'air froid. Cette bonne pratique est largement appliquée aujourd'hui mais elle demande une attention continuelle. En effet, le datacenter vit et accueille de nouveaux serveurs, qui travaillent plus ou moins selon le déploiement des applications qu'ils hébergent par exemple.

Dans le cadre de cette fiche levier, la filière s'engage à :

- Viser 100% de partitions physiques couloir froid/couloir chaud pour tous les datacenters utilisant les techniques de refroidissement par air (qui exclut donc ceux utilisant le *direct liquid cooling* et le refroidissement immersif, car cette partition n'est pas pertinente dans le cas de ces types de refroidissement). Il faudra associer les clients des datacenters à la mise en place de l'urbanisation des salles ;

- Encourager le plus possible les retours d'expérience, et inciter à l'adoption des bonnes pratiques en matière d'urbanisation des salles ;
- Former et accompagner l'ensemble des opérateurs et clients des datacenters à l'urbanisation des salles, notamment avec la diffusion du *Code of conduct* européen (révisé chaque année). Il fait l'objet d'une communication auprès des acteurs ;
- Promouvoir la Fiche CEE BAT-TH-153 : Système de confinement des allées froides et allées chaudes dans un datacenter.

Réutiliser les friches industrielles, utiliser du béton bas-carbone et allonger la durée d'usage des équipements dans une logique d'économie circulaire - Levier identifié comme prioritaire

L'économie circulaire est un vaste sujet, qui peut être décliné dans la filière des datacenters via quatre grandes phases :

- La conception avec un objectif d'écoconception du bâtiment et des équipements (durabilité et réparabilité), en prenant en compte l'ACV élargie et la fin de vie ;
- La fabrication/construction, qui représente environ 80% de l'empreinte carbone du numérique : souveraineté matière et utilisation de matériaux recyclés ;

- L'utilisation/exploitation, qui représente environ 20% de l'empreinte carbone du numérique, avec les notions d'efficacité énergétique et de réemploi ;
- La fin de vie : la réutilisation, le recyclage et le traitement des déchets.

Dans le cadre de ce groupe de travail, la filière a décidé de se focaliser sur deux aspects fondamentaux de l'économie circulaire : le bâtiment (lors de la phase de conception et de construction) et les équipements (pour les phases d'utilisation et de fin de vie).

Réutiliser les friches industrielles en phase de conception :

Il faut veiller à privilégier la réutilisation de friches industrielles dans les projets d'implantation de nouveaux datacenters. Les objectifs inclus dans la logique « ZAN » (zéro artificialisation nette) vont déjà largement dans ce sens. La rénovation de friches/bâtiments existants (*'brown field'*) est à mettre en avant plus que la construction d'installation neuve (*'green field'*). Privilégier la rénovation de bâtiments (changement d'usage) est donc une orientation pertinente pour 2030.

Utiliser du béton bas-carbone en phase de construction :

Dans la mesure du possible, la filière s'engage à utiliser du béton bas carbone et des matériaux recyclés pour l'implantation, la construction, l'extension et la rénovation de datacenters, et à recycler effectivement les matériaux via les

éco-organismes agréés dans le cadre de la REP bâtiments. Nous estimons les émissions de gaz à effet de serre évitées d'ici 2030 à 883 690 TeqCO2.

Allonger la durée d'usage des équipements en phase d'exploitation :

L'extension de durée d'usage matérielle est primordiale, parce que d'une part les émissions à la construction du matériel sont très conséquentes en proportion de l'utilisation en France (électricité bas carbone) et que d'autre part les autres impacts environnementaux (pressions sur les ressources, pollutions notamment) sont importants. La gestion écoresponsable du parc de serveurs est indispensable pour parvenir aux objectifs de décarbonation. Ces objectifs doivent s'inscrire dans les discussions en cours au sein du *Climate Neutral Data Center Pact* et du « lot 9 » du règlement éco-conception.

Des analyses en cycle de vie devront être menées afin de juger la pertinence et l'utilité de remplacer les serveurs anciens peu efficaces par des nouveaux plus efficaces en termes de consommation énergétique. En effet, il convient de faire la balance entre, d'une part, la consommation énergétique réduite d'un nouveau serveur et, d'autre part, l'utilisation supplémentaire de matériaux et minerais nécessaires à sa fabrication. La mise en place d'une méthodologie pour évaluer cette balance coût/bénéfice est nécessaire. Il sera également important de mettre en place des indicateurs de consommation et de performance

standardisés pour les clients tant sur la partie IT que sur la partie non IT.

Quelques mesures seront mises en place :

- Dresser un inventaire actualisé annuellement des équipements IT et non IT présents dans les datacenters en fonction de leurs durées de vie et de leurs actes de maintenance ;
- Disposer d'une ACV de référence pour tout projet de construction ou de rénovation de datacenter ;
- Privilégier l'achat d'équipements IT et hors IT ayant une bonne durabilité

Valorisation de la chaleur fatale informatique des datacenters

Les datacenters contiennent des matériels informatiques (serveurs et switches) qui utilisent l'énergie électrique et la convertissent en chaleur, qu'on appelle chaleur fatale informatique. Il faut évacuer cette chaleur sous peine d'endommager les matériels. Les groupes froids sont équipés le plus souvent de ventilateurs pour disperser cette chaleur dans l'air, en terrasse. Dans ce cas, la chaleur est perdue. Il est néanmoins possible de récupérer cette chaleur, par exemple pour chauffer des logements, des bureaux, des équipements municipaux comme les piscines ou pour des process industriels.

Dans certains cas, la conception du groupe froid, combinée au bon choix

de liquide frigorigène, permet d'atteindre des températures suffisamment élevées et directement exploitables pour les usages en aval. La récupération de chaleur fatale est plus facile et très pertinente sur des sites utilisant l'immersion *cooling* ou le *direct liquid cooling*. Les datacenters utilisant la technologie DEC (refroidissement par évaporation directe) peuvent quant à eux récupérer la chaleur à une température plus basse et cela induit donc une chaleur récupérée moins utile. Le levier de la récupération de la chaleur fatale doit ainsi être examiné en lien avec celui du refroidissement.

Si la récupération de chaleur fatale est un enjeu important, elle doit s'étudier au cas par cas en fonction des projets et des spécificités locales d'implantation. Ainsi, la filière s'engage sur les points suivants :

- Fournir aux collectivités qui le demandent le premier livre blanc de France Datacenter sur la chaleur fatale informatique publié en juin 2022 ;
- Participer aux interviews de l'étude de l'Ademe sur la récupération de chaleur fatale, en disséminer les résultats tant aux datacenters qu'aux collectivités publier des informations sur les gisements de chaleur disponible qui seront dans l'étude ;
- Etudier l'opportunité de projets de récupération de chaleur fatale sur les datacenters existants ainsi que pour les nouveaux datacenters et plus généralement les analyses de cycle de vie globales de ces projets,

en accord avec la directive efficacité énergétique ;

- Poursuivre des efforts de recherche et développement sur la gestion et récupération de la chaleur ;
- Poursuivre les échanges avec les collectivités territoriales et les représentants des réseaux de chaleur.

Amélioration des outils existants et des méthodologies en matière d'information environnementale à destination des clients des datacenters et du cloud

Le référentiel « Services d'hébergement d'équipements informatiques en centre de données et services cloud » (ou « PCR » datacenters et cloud) publié par l'ADEME en 2023 propose de décliner des indicateurs environnementaux par unité fonctionnelle (exemple : mettre à disposition une base de données). Basé sur l'analyse de cycle de vie (ACV), son objectif est de proposer des méthodes communes dans des périmètres et un dimensionnement définis pour réaliser l'analyse du cycle de vie de ces services (ou unités fonctionnelles), et ainsi avoir une communication aux utilisateurs de l'ensemble de la chaîne de valeur leur permettant de réellement comprendre leurs impacts environnementaux. Il s'inscrit dans une démarche globale de transparence également visible dans la réglementation française (collecte de données environnementales via

l'Arcep) ou européenne (révision de la directive européenne sur l'efficacité énergétique).

Dans ce contexte, la filière s'engage sur plusieurs points :

- Mise en application et amélioration du PCR datacenters et cloud, qui permettra de mettre à disposition des données d'impact environnemental par service pour les utilisateurs ;
- La granularité des données sera à définir avec les clients (par exemple, consommation énergétique par baie/PDU dans le cas de la colocation et dans le respect du secret des affaires) ;
- Une logique de partenariat fournisseur/client devra prévaloir dans la mise en œuvre du PCR ;
- Des POC (Proof of Concept) devront être effectués et les démarches adaptées à la taille des entreprises ;
- Enfin, il s'agira de mettre en place la transparence sur la méthodologie employée et les hypothèses utilisées.

Développer les énergies renouvelables, encourager le recours aux carburants bas carbone des groupes électrogènes, favoriser la production sur site en autoconsommation

Les datacenters doivent fonctionner 24 heures/24 et 7 jours/7 et donc être alimentés en électricité de manière continue. Le mix électrique de la France, largement décarboné via le nucléaire (plus de 70% de ce mix), permet aux datacenters d'émettre directement peu de gaz à effets de serre -scope 2-, dans leur phase utilisation/opérationnelle. Par ailleurs, l'utilisation d'énergies renouvelables reste majoritairement dépendante de la production disponible (éolienne, photovoltaïque, hydraulique, etc.). Pour autant, la filière s'inscrit pleinement dans la démarche consistant à augmenter la part d'énergies renouvelables dans sa consommation énergétique.

Dans ce cadre, trois axes de développement ont été relevés par la filière :

- Augmenter la part d'énergie bas carbone et/ou renouvelable à hauteur de 100% de la consommation électrique des datacenters (via les PPAs - à la fois virtuels et physiques - et les certificats d'origine garantie, pris en compte dans la méthodologie SBTI) ;

- Utiliser au maximum les carburants bas-carbone pour alimenter les groupes électrogènes ;
- Mettre en place, lorsque c'est réalisable, une part d'autoproduction/autoconsommation issue d'énergies renouvelables : photovoltaïque principalement, hydroélectrique, *géo-cooling* ou encore micro-éolien plus rarement.

La mise en œuvre de ces leviers nécessitera la mise en place d'indicateurs de suivi qui sont précisés dans les fiches disponibles en annexes. La filière du datacenter est pleinement mobilisée pour la réussite du processus de décarbonation du numérique, en lien et en accord avec les autres briques de cette proposition de feuille de route (terminaux, réseaux, usages).

Groupe de travail n°3 : sobriété et usages

Le GT3 *Sobriété et usages* vise à identifier des leviers de décarbonation applicables aux services numériques et aux usages qui en sont faits. Ces travaux couvrent un champ potentiellement très large d'activités, comprenant tant les moyens d'améliorer la performance environnementale des services numériques que les bonnes pratiques et encadrements à envisager en matière d'usages. Dans ce cadre, les

travaux du groupe de travail ont été répartis en deux grands chantiers : un premier chantier consacré à l'écoconception au sens large - c'est-à-dire les moyens d'améliorer la performance environnementale des services numériques - et un second chantier consacré à la réduction des impacts des usages numériques et aux enjeux de formation que cette dernière soulève.

Synthèse des fiches leviers

Chantier 1 : écoconception

L'écoconception consiste à intégrer la protection de l'environnement dès la conception des biens ou services en vue de réduire leurs impacts environnementaux, et ce tout au long du cycle de vie. En matière de services numériques, l'écoconception vise à « *réduire ou limiter les impacts environnementaux de ces services, de l'expression des besoins jusqu'à leur fin de vie²* ». Selon la mission interministérielle Numérique écoresponsable (MiNumEco), « *l'écoconception des services numériques n'est pas uniquement une recherche d'optimisation d'efficacité ou de performance mais une réflexion plus globale sur l'usage des technologies. Il est important d'intégrer les impacts environnementaux du numérique dans la conception des services numériques en visant*

directement ou indirectement à allonger la durée de vies des équipements numériques, à réduire la consommation de ressources informatiques et énergétiques des terminaux, des réseaux et des centres de données³ ». Suivant ce cadre, le groupe de travail s'est attelé à identifier des leviers de décarbonation tout au long du « cycle de vie du service numérique ». Plusieurs leviers ont été ainsi formalisés :

- Une recommandation générale visant à une plus grande diffusion et appropriation des référentiels d'écoconception, pour tendre à terme vers une écoconception *by design* de tous les services numériques.

² AFNOR SPEC 2201 *Écoconception des services numériques*, avril 2022.

³ MiNumEco, Référentiel général d'écoconception de services numériques, A propos, [lien](#).

- Deux leviers durant la phase d'utilisation et à destination des fournisseurs de services numériques :
 - Un levier relatif au support des applications et des logiciels, pour allonger la durée d'utilisation du service par les terminaux.
 - Un levier portant sur la fourniture de données environnementales par les *cloud providers*, condition nécessaire pour massifier l'écoconception des services par numériques.
- Une recommandation sur la fin de vie du service numérique, phase durant laquelle l'écoconception est mise en œuvre de manière très hétérogène.

Promouvoir et mettre en œuvre les référentiels d'écoconception des services numériques

Descriptif

Plusieurs référentiels d'écoconception des services numériques ont été élaborés par l'écosystème et le monde associatif ([Référentiel général d'écoconception des services numériques](#) de la DINUM/ADEME, les [115 bonnes pratiques de l'écoconception web](#) par GreenIT, les [SPEC Ecoconception des services numériques](#) de l'Afnor ou encore le [référentiel GR491](#) de l'Institut du numérique responsable). Ces référentiels comprennent des recommandations d'écoconception,

de nature à la fois technique et organisationnelle, pour chaque phase de développement d'un service numérique et s'adressent à différents métiers dans une organisation. Pour parvenir à une écoconception *by design* et améliorer progressivement la performance environnementale des services existants, il est nécessaire promouvoir largement ces référentiels, et ce au-delà des professionnels du numérique dans l'entreprise : organes de direction, équipes métier, communication, ressources humaines, etc.

Freins

Si l'offre de référentiels d'écoconception web est désormais bien développée en France, le niveau de maturité collective semble plus faible en matière d'écoconception logicielle.

En outre, s'il est acquis que la mise en œuvre de ces référentiels d'écoconception permet de modérer l'empreinte environnementale des services numériques, les gains offerts par ces mesures d'écoconception sont à ce jour insuffisamment chiffrées. Cette difficulté à objectiver ces gains peut retarder la décision de mettre en œuvre les mesures d'écoconception dans une organisation.

Actions à mener par la filière

A l'échelle de chaque organisation :

- Sensibiliser et former les collaborateurs, à la fois les acteurs qui interviennent dans le développement du service numérique, mais également les

fonctions métiers, les organes de direction, la communication, les ressources humaines, etc.

- Insister en particulier sur la poursuite des objectifs d'écoconception durant la phase de production.
- Privilégier lors du développement d'un service numérique les langages de programmation ayant une meilleure efficacité énergétique ([étude comparative](#)).

A l'échelle de la filière et de l'écosystème numériques :

- Poursuivre et amplifier les initiatives assurant la diffusion et la promotion des référentiels d'écoconception (ex. Planet Tech'Care) ou travaillant à affiner les connaissances en la matière (ex. Green Code Initiative, Green Software Foundation).
- Poursuivre les travaux pour affiner le chiffrage en économie d'énergie et/ou en équivalent CO2 des mesures prodiguées par ces référentiels.
- Affiner les travaux d'évaluation des effets de l'écoconception des services numériques sur la durée de vie des terminaux.
- Renforcer la formation des développeurs sur les langages de programmation à haute efficacité

énergétique mais à dont l'apprentissage est plus difficile (formations dédiées à tel ou tel langage, modules de formation communs, etc.).

Propositions de politiques publiques

- Soutenir et amplifier les travaux de chiffrage de ces mesures d'écoconception pour massifier leur mise en œuvre et, le cas échéant, missionner l'ADEME sur ce volet spécifique. Veiller à ce que le référentiel général d'écoconception prévu par l'article 25 soit accompagné d'évaluations chiffrées pour orienter les organisations vers les mesures d'écoconception à plus fort impact.
- Poursuivre et généraliser la mise en œuvre de l'article 3 de la loi REEN, pour s'assurer que toutes les formations d'ingénieur comprennent à terme un module dédié à l'écoconception des services numériques.
- Réaliser une évaluation de la mise en œuvre de l'article 55 de la loi AGEC, qui prévoit que les acheteurs publics doivent promouvoir le recours à des logiciels dont la conception de limiter la consommation énergétique associée à leur utilisation, deux années s'étant écoulées depuis son entrée en application.

Inviter les fournisseurs de services de cloud computing à fournir des données d'impact à la bonne granularité

Descriptif

La fourniture de données environnementales par ces acteurs au même niveau de granularité que celui utilisé pour la facturation des services est importante pour permettre à leurs clients d'évaluer les efforts, massifier les mesures d'écoconception et améliorer en continu la performance environnementale des services numériques. Un niveau de granularité pertinent devrait être accessible pour chaque client à horizon 2030 (avec des premières avancées dès 2024-2025 pour les acteurs les plus matures), étant précisé que la fourniture de données d'impact par zone géographique et couvrant les scopes 1, 2 et 3 serait notamment pertinente. Outre la question de la granularité, l'harmonisation des données d'impact et des méthodes de mesures doit être un objectif à terme, pour permettre aux utilisateurs de travailler sur les mêmes métriques. Le PCR cloud de l'ADEME, récemment finalisé, suit cet objectif. Compte-tenu du caractère très transfrontalier du cloud, cet effort d'harmonisation devrait s'opérer à un niveau international ou à minima européen.

Freins

- Il est nécessaire de tenir compte des différents modèles en place dans la filière cloud/datacenter, par exemple de la colocation qui peut

complexifier la formalisation et la mise à disposition des données (le fournisseur de services cloud n'ayant pas nécessairement accès à ces données).

- Des contraintes liées à la propriété intellectuelle ou au secret des affaires peuvent également, pour certaines catégories de données stratégiques, freiner une fourniture de données à un niveau élevé de granularité.
- La formalisation et mise à disposition des données comporte des coûts, à apprécier selon les différents profils de fournisseurs.
- L'accès à différentes bases de données (cf. NégaOctet) est indispensable pour réaliser des études ACV mais peut représenter à terme un investissement élevé, notamment pour les acteurs de taille plus réduite.

Actions à mener par la filière

- Participer aux travaux et continuer d'améliorer le PCR de l'Ademe pour permettre une harmonisation des méthodes de calcul.
- Pour les acteurs n'ayant pas encore mis en place de politique de fourniture de données à leurs clients, adopter et déployer les modèles ainsi établis.

Propositions de politiques publiques

- Poursuivre les travaux d'harmonisation engagés avec le PCR Cloud de l'ADEME et donner

une portée européenne à cette initiative.

- Travailler sur une base de données publiques ou faciliter l'accès aux bases de données existantes ou en cours de développement.
- Intégration de cette bonne pratique comme critère dans la commande publique.

Assurer dans le temps un support aux applications et aux logiciels

Descriptif

L'un des moyens de prolonger la période d'utilisation des terminaux est d'assurer le plus longtemps possible le support aux applications et logiciels, c'est-à-dire d'assurer une conception et une maintenance permettant aux applications de demeurer compatibles avec des terminaux bloqués sur d'anciennes versions de systèmes d'exploitation, en tenant compte du taux d'utilisation effective de ces terminaux. Cette mesure contribue à l'allongement de la durée de vie des équipements, et par conséquent à la maîtrise de la taille du parc des terminaux.

Freins

Les impératifs de sécurité, plus précisément la nécessité de mettre sur le marché logiciels et applications avec un haut de niveau de sécurité, peut dans certains cas réduire les possibilités de fournir un support pour les terminaux les plus anciens. Ce point

est à considérer au regard du renforcement de la réglementation cyber (ex. futur *Cyber Resilience Act*), qui à terme imposera aux logiciels mis sur le marché de disposer d'un haut niveau de sécurité tout au long du cycle de vie. Par ailleurs, il appartient pour assurer la bonne mise en œuvre de ce levier d'atteindre un équilibre économique s'agissant du support d'une application ou d'un logiciel pour les terminaux aux plus faibles taux d'utilisation effectives.

Actions à mener par la filière

- En tenant compte du taux d'utilisation effectif des terminaux les plus anciens, allouer les ressources nécessaires au maintien du support du logiciel ou de l'application le plus longtemps possible.
- En amont d'une décision d'arrêt du support pour certaines versions d'OS, évaluer le nombre de terminaux concernés par l'arrêt de la fourniture du support et l'impact environnemental de la mesure.
- Sous réserve de faisabilité juridique, de protection de la propriété intellectuelle et de garantie d'un haut niveau de cybersécurité, il pourrait être envisagé, lorsque le maintien du service par un éditeur n'est plus possible, de verser le support vers des communautés open source voire de développer des organismes de tiers-maintenance.

Mettre en place une stratégie de fin de vie du service numérique et du jeu de données

Descriptif

La gestion de la fin de vie d'un service numérique et du jeu de données y afférant doit être intégrés parmi les leviers à actionner. La mise en place d'une stratégie de fin de vie d'un service numérique étant très hétérogène au sein de l'écosystème, l'adoption systématique de bonnes pratiques en la matière apparaît comme un moyen de limiter voire de réduire les émissions liées à l'utilisation des services numériques.

En particulier, lorsque l'utilité d'un service numérique, ou de certains de ses composants ou fonctionnalités n'est plus démontrée, il peut être jugé nécessaire de procéder à son décommissionnement. Le décommissionnement des services numériques et des jeux de données fait référence au processus de désactivation et de retrait définitif des services numériques et des jeux de données, ainsi que le retrait des données et des ressources associées d'une organisation. Le décommissionnement du service numérique ou d'un jeu de données doit faire l'objet d'une stratégie clairement établie dès la conception du service ou du jeu de données (cf. annexe).

Freins

La mise en œuvre d'une stratégie de décommissionnement et les opérations qui y sont associées (évaluations, tests, gestion des données, etc.) représentent un coût. Cependant, ce coût doit être apprécié au regard des charges, bien réelles, que génère le maintien d'un service non-utilisé ou sous-utilisé.

Par ailleurs, une certaine culture de « l'accumulation » et de l'indifférence vis-à-vis de la maîtrise du patrimoine de données peut expliquer l'adoption hétérogène de ces bonnes pratiques et peut constituer un frein supplémentaire.

Actions à mener par la filière

Adopter, pour chaque service numérique déployé, une stratégie de décommissionnement du service ou du jeu de données, composée des phases et actions suivantes :

- Planifier la phase de décommissionnement dès le début du cycle de vie du service numérique.
- Définir une stratégie de suppression et d'archivage des données en s'appuyant sur des critères clairement définis, tels que listés ci-dessus et établir un calendrier pour la réévaluation régulière des jeux de données.
- Réaliser un inventaire complet des données à décommissionner et supprimer/archiver les données selon la stratégie définie.

- Supprimer les ressources associées au service : Cela inclut toutes les ressources logicielles, matérielles et autres associées au service numérique qui a été décommissionné.
- Mettre en place une formation pour sensibiliser les collaborateurs de l'entreprise à l'importance de la gestion des données.
- Mettre en place un processus de suivi régulier pour mesurer les

performances du plan d'action et apporter les ajustements nécessaires.

Propositions de politiques publiques

Initier des travaux, en lien avec la filière et l'écosystème numériques, pour mettre en place un référentiel d'audit des services numériques, pour guider les acteurs dans la mise en place d'une stratégie de fin de vie du service.

Chantier 2 : sobriété des usages et formation

La part des usages dans l'empreinte environnementale du numérique est faible voire insignifiante si on la compare à l'impact de la fabrication des équipements (de l'ordre de 70 à 80% de l'empreinte carbone du numérique). Cependant, considérant la croissance exponentielle des services et produits numériques et leur omniprésence dans tous les secteurs de la vie sociale, politique et économique, il est essentiel de s'interroger sur leur sobriété, à plusieurs égards :

- Premièrement, agir sur la sobriété des usages contribue indirectement à baisser la demande croissante sur les infrastructures numériques nécessaires à leur support, et réduirait, dans un scénario optimum, la fabrication de nouveaux équipements ayant un impact environnemental significatif.
- Deuxièmement, les acteurs du numérique ont la capacité d'améliorer l'empreinte

environnementale de leurs services, en complément de l'écoconception (chantier 1) :

- En développant des paramètres techniques appropriés, notamment en ce qui concerne la vidéo en ligne, et maîtrisable par l'utilisateur.
- En contribuant à rendre disponible et accessible aux utilisateurs une information éclairée concernant l'impact de leurs usages.
- Enfin, la croissance des usages numériques ne peut être décorrélée des modèles économiques des plateformes de services numériques qui usent parfois de stratégies visant à capter l'attention des utilisateurs. L'enjeu est ici davantage sociétal et politique et les conclusions des débats portent sur la nécessité de passer par le législatif pour

impliquer, sur un pied d'égalité, tous les acteurs du marché.

Il y a donc deux types d'actions qui sont plébiscitées dans ces travaux, d'une part la sensibilisation des citoyens et la formation des professionnels afin d'améliorer la prise de conscience et les connaissances des utilisateurs concernant les enjeux environnementaux du numérique, et d'autre part, l'incitation à des modèles économiques plus vertueux et respectueux de l'autonomie des utilisateurs, pour les fournisseurs de services numériques.

Sensibiliser les publics (professionnels et grand public) de manière continue et pédagogique à l'impact environnemental du numérique

Description

Le point de départ pour avoir un effet sur les pratiques quotidiennes des utilisateurs est la sensibilisation et l'amélioration de la connaissance des impacts carbone du numérique, tout particulièrement auprès des jeunes publics mais aussi dans les cursus universitaires et les écoles d'ingénieurs. Il est nécessaire d'objectiver les connaissances autour de ces questions, en s'appuyant par exemple sur les études et outils pédagogiques proposés par l'ADEME ou d'autres instances reconnues. Au sein des organisations utilisatrices du numérique il est également essentiel de sensibiliser les métiers utilisateurs du numérique et

les décideurs dans les entreprises. Enfin, au niveau de l'éducation nationale, il paraît important de former les professeurs et d'intégrer la question des enjeux environnementaux du numérique dans des modules plus larges sur le changement climatique et d'adapter les programmes éducatifs.

Actions à mener par la filière

Au niveau des organisations utilisatrices de services numériques :

- Développer la capacité des experts du numérique en entreprise à intervenir dans les écoles / universités.
- Former les conseils d'administration.
- Élaborer un index du niveau de sensibilisation des collaborateurs et décideurs sur les enjeux environnementaux du numérique (à agréger à des outils déjà existants)

Les entreprises technologiques rendent compte publiquement de leur impact sur l'environnement, après audit et validation externe

Propositions d'évolutions des politiques publiques

Enseignement :

- Intégrer dans les cursus scolaires la sensibilisation aux impacts environnementaux des usages numériques.
- Développer des filières spécialisées dans l'enseignement supérieur sur le numérique et l'environnement.

- Développer des certifications ou standards de formation dédiés à l’empreinte environnementale du numérique. S’appuyer sur des outils de certifications professionnels déjà existants comme support de formation (INR, Inria...), et les adapter, le cas échéant, au public ciblé.
- Développer des partenariats avec le monde de la recherche et d’autres instances reconnues pour sensibiliser ou élaborer des modules ludiques et des MOOC adaptés au niveau scolaire concerné.
- Au niveau de l’éducation nationale, adapter les programmes éducatifs, dans la continuité de la loi REEN: Pix, service public en ligne pour « évaluer, développer et certifier ses compétences numériques », pourrait devenir le vecteur principal de sensibilisation des publics aux enjeux de l’empreinte environnementale du numérique.

Professionnels utilisateurs du numérique : promouvoir des parcours dédiés de formation.

Affichage de l’empreinte environnementale des services numériques

Description

La mise à disposition par les fournisseurs de services auprès des utilisateurs (grand public ou entreprises/organisations) de données et d’indicateurs contribuerait à l’amélioration de la sensibilisation des

utilisateurs et d’une meilleure gouvernance environnementale en matière de numérique. Sur le modèle des opérateurs mobiles et des FAI qui indiquent aujourd’hui l’empreinte carbone de la consommation du client sur la facture mensuelle, l’objectif pour les services numériques serait de délivrer à l’utilisateur l’empreinte carbone associée à ses usages. Un tel affichage environnemental de la consommation des services numériques, pourrait être à la fois global (via un indice type “écoscore” avec des notes allant de A à E), et plus granulaire en intégrant une analyse détaillée par service (streaming, navigation, jeu en ligne...). Ces nouveaux modèles d’affichage seraient complémentaires du futur indice de durabilité, prévu dans la loi AGEC pour 2024, dédié quant à lui aux équipements.

Freins

- Il n’existe pas de standard international pour la mesure des services numériques. Le problème réside dans l’homogénéité des méthodes et les potentiels biais sur les hypothèses de calcul. Les travaux ADEME sur les PCR (*product category rules*) peuvent aider à résoudre ce problème.
- Problématiques de *tracking*, protection des données et de confidentialité : la collecte d’informations de consommation et d’empreinte CO2 communiquées par les fournisseurs de services numériques nécessite un suivi des usages quotidiens des utilisateurs, ce qui interroge la

notion de liberté, même si celles-ci doivent être anonymisées.

- Difficultés de mettre cela en pratique au niveau de chaque service en ligne. Les entreprises individuelles n'ont pas les moyens d'évaluer l'impact total de l'utilisation de leurs services car elles n'ont pas accès par exemple à de l'information détaillée sur la consommation des antennes-relais de téléphonie ou encore sur la source d'électricité à laquelle a accès l'utilisateur au moment où il utilise l'application

Selon l'étude prospective Ademe / Arcep (2023), le scénario de sobriété intégrant des changements de comportement important et une écoconception généralisée, la réduction de CO2 pourrait correspondre à -16% en 2030 et -46% à 2050, tandis que le scénario tendanciel.

Actions à mener par la filière

- Proposer au niveau des OS une solution permettant de connaître l'impact carbone des usages par services numériques, tout en veillant à préserver l'anonymat dans l'analyse des données collectées.
- Afficher un score d'impact de la navigation du visiteur sur les sites et applications mobiles.
- Participation active aux travaux PCR pilotés par l'ADEME pour homogénéiser les méthodes de calcul.

- Publication des ACV et des données via des plateformes adaptées.

Propositions d'évolution des politiques publiques

- Poursuivre et renforcer les travaux d'homogénéisation et de formalisation des méthodes de calcul avec l'écosystème pour bâtir un « éco-score » des services numériques, qui à terme deviendrait la norme.

Réguler les mécanismes de captation de l'attention des plateformes numériques - Levier identifié comme prioritaire

Description

La croissance des usages étant indissociable des stratégies de design de l'attention / de l'économie de l'attention à l'ère numérique, il apparaît essentiel d'informer de manière pédagogique voire ludique les utilisateurs sur les stratégies de rétention de l'attention et leur impact sur leurs comportements et les risques liés à l'addiction. L'impact de ce levier sur la réduction des GES peut être significative dans la mesure où l'on parviendra à maîtriser voire réduire la croissance exponentielle des usages numériques.

Freins

Le développement économique des plateformes peut être mis à mal, et mettre en péril la gratuité d'accès aux

contenus des services numériques. De manière générale, les plateformes devront trouver d'autres modèles économiques, non basés sur la captation de l'attention. Pour aller vers une harmonisation des pratiques, il faudrait passer par une régulation qui s'applique à l'ensemble des acteurs du marché *a minima* européen.

Actions à mener par la filière

- Développer un paramétrage "concentration" (de la même manière qu'il existe un paramétrage par défaut "économie d'énergie" sur les équipements) qui permettrait de présélectionner un ensemble de critères (par exemple le choix des cookies selon les préférences de l'utilisateur, le fait de ne pas enclencher les vidéos automatiquement lors du scrolling etc.) afin d'aider à la maîtrise de la concentration lors de parcours de navigation.
- Centraliser les bonnes pratiques mises en place par les plateformes et aller vers une harmonisation des pratiques.

Propositions d'évolution des politiques publiques

- Légiférer pour limiter voire interdire le recours aux algorithmes addictifs dont la définition est à circonscrire.

⁴ Le Codec VP9 n'est pas aussi efficace que le codec AV1, mais il permet aux vidéos d'avoir un gain moyen de 30 % de bande passante comparé au codec H.264, aujourd'hui majoritairement utilisé et qui n'entraîne aucune économie de données. La prise en charge matérielle par la

- Développer des politiques publiques pour alerter les utilisateurs concernant les techniques de captation de l'attention. Prendre la question au même niveau qu'un enjeu de santé publique.
- Faire appel à une autorité de régulation pour contrôler les mécanismes de captation de l'attention.

Adapter la définition des vidéos en ligne au terminal utilisé et permettre l'autonomie de l'utilisateur grâce au mode « économie de données » - Levier identifié comme prioritaire

Description

Une partie très importante du trafic sur internet est liée à la lecture de vidéos en ligne, le plus souvent en *streaming*. La réduction des volumes de données transmises associées à la vidéo est donc un levier clé de décarbonation. Le levier proposé est double :

- **Permettre d'adapter la définition d'une vidéo**, au vu du terminal utilisé et systématiser l'application d'un codec vidéo frugal (a minima VP9)⁴.

quasi-totalité des terminaux de VP9 permet d'avoir une consommation d'énergie très faible (au contraire du codec AV1 qui entraîne une surconsommation d'énergie sur le terminal).

- Mettre en place un mode « **économie de données** », facilement accessible pour l'utilisateur.

En parallèle, l'utilisateur sera pleinement autonome pour limiter les impacts environnementaux de ses usages car la plateforme de vidéos en ligne lui permettra de réduire ou d'augmenter la définition vidéo. **Un mode « économie de données », facilement accessible, devra systématiquement être proposé à l'utilisateur. Le choix du mode sera mémorisé par la plateforme pour les futurs usages sur le terminal.** Quand l'utilisateur sélectionne le mode « économie de données », la définition pourrait alors être abaissée.

Freins

- Il n'existe actuellement pas de consensus sur l'impact de la consommation des vidéos en ligne. Les recherches externes montrent une grande différence entre les chiffres avancés par les chercheurs, les organisations à but non lucratif et les organisations internationales. On peut citer par exemple les [recherches](#) menées par l'Agence internationale de l'énergie, qui ne sont pas alignés avec ceux de [l'Ademe](#) sur le même sujet.
- La nature du débat porte aussi sur la variation de consommation d'énergie qu'il peut y avoir en fonction du type d'appareil utilisé (smartphone, PC portable, TV), la taille de l'écran, ou encore le type de réseau utilisé.
- Les codecs les plus avancés, comme le VP9, offrent certes de meilleures performances de compression que les codecs plus anciens, comme le H264, mais ils consomment également plus de puissance de calcul. Les fournisseurs de plateformes streaming doivent faire appel à une variété de codecs pour d'une part améliorer l'expérience visuelle et d'autre part réduire la mise en mémoire tampon en choisissant la meilleure qualité en fonction de la bande passante du réseau de l'utilisateur et de son équipement.

Il est à noter par ailleurs que la consommation énergétique d'un terminal sera identique quelle que soit la résolution de l'image à afficher : elle ne dépend que de la résolution de l'écran, qui est une donnée fixe sur le terminal.

Action à mener par la filière

- Les fournisseurs de services de vidéos en ligne paramètrent et rendent accessibles les modes basse définition et assurent l'opérationnalité du mode « économie de données » sur les plateformes de vidéos en ligne.
- Utilisation de la technologie ABR (*Adaptive Bitrate Technology*) déjà utilisée par certains acteurs, permettant d'adapter automatiquement le service en fonction de la connexion internet de l'utilisateur, de la capacité de son appareil, du type de contenu qu'il regarde et des versions de qualité disponibles.

Proposition d'évolution des politiques publiques

Suivre l'évolution des pratiques des principaux acteurs concernés via l'enquête annuelle de l'Arcep sur l'empreinte environnementale du numérique (pouvoirs de collecte de données conférés à l'Arcep par la loi n° 2021-755 du 23 décembre 2021, élargie progressivement à de nouveaux acteurs, y compris les « fournisseurs de services de communication au public en ligne »), et en fonction des résultats, envisager le cas échéant une régulation pour rendre ce levier opérationnel.

Mesurer l'impact de l'autoplay et la publicité vidéo

Description

Le levier de décarbonation concerne ici le déclenchement automatique de vidéos en ligne (*autoplay*) sur les plateformes de vidéos en ligne, les réseaux et médias sociaux en intégrant également la publicité vidéo. Il serait pertinent de lancer des travaux pour mesurer et objectiver l'impact spécifique de cette pratique, distincte des impacts généraux de la vidéo en ligne, afin d'identifier la part de l'impact due au déclenchement automatique de vidéos non sollicitées par l'utilisateur. Ces travaux pourraient être confiés à l'Arcep dans le cadre de son enquête annuelle « *Pour un numérique soutenable* », en collaboration avec les acteurs privés. En fonction des conclusions de ces travaux, cette pratique pourrait être encadrée, notamment pour (i) désactiver par défaut les fonctions d'*autoplay* (et permettre à l'utilisateur

de l'activer dans les paramètres) et (ii) récolter le consentement de l'utilisateur préalablement au lancement automatique de publicités vidéo, à travers une fonction simple et visible. Outre les impacts environnementaux, ces travaux de mesure pourraient évaluer et le cas échéant mettre en évidence les impacts sociétaux de ces mécanismes, que ce soit en matière de « pollution numérique » ou d'addiction des publics, en particulier des plus jeunes.

Freins

L'un des principaux freins à la mise en œuvre de ce levier est économique, puisque le modèle d'affaire de certaines plateformes numériques dépend entièrement de revenus externes, souvent publicitaires dont les vidéos sont l'un des vecteurs principaux.

Concernant la publicité dans les contenus vidéo, il est à noter que les organisations représentant les annonceurs en ligne comme le SRI, l'UDECAM, l'Union des marques, l'ARPP et la Filière Communication n'ont pas été consultés dans le cadre de ces travaux, ni la filière des médias dont la publicité constitue aussi une grande part de revenus. Une concertation plus large, au-delà de la filière numérique, est à mener.

Rappelons par ailleurs qu'il n'existe actuellement pas de consensus sur l'impact de la consommation des vidéos en ligne (cf. levier précédent), et qu'aucune étude à notre connaissance ne s'est intéressée spécifiquement à l'empreinte due au lancement *automatique* des vidéos,

qu'il s'agisse de l'*autoplay* dans les contenus organiques ou du lancement de publicités dans les vidéos.

Malgré l'absence de consensus, il apparaît que la limitation des flux de données ne pourra qu'avoir un impact positif, dont l'ampleur est à évaluer, sur la demande en ressources et en infrastructures, même si celles-ci améliorent leur performance. La croissance d'usage, quelle qu'elle soit, aura d'ailleurs toujours un effet connexe sur la surconsommation d'équipements.

Actions à mener par la

filière : Participer aux travaux d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux de l'*autoplay*.

Proposition d'évolution des politiques publiques :

- Travaux pour mesurer et objectiver l'impact spécifique de cette pratique, distincte des impacts généraux de la vidéo en ligne, afin d'identifier la part de l'impact due au déclenchement automatique de vidéos non sollicitées par l'utilisateur.
- Encadrer la pratique de l'*autoplay* [proposition d'évolution qui ne fait pas consensus au sein de la filière].

Thématique transverse GT1 et GT3 : obsolescence

L'obsolescence qualifie l'état de dépréciation d'un équipement avant son usure matérielle. Appliquée au numérique, elle désigne une usure des produits numériques (terminaux et logiciels) entraînant leur remplacement alors qu'ils sont encore en état de marche. L'obsolescence, parce qu'elle contribue au renouvellement des terminaux, est un sujet à appréhender dans la réduction des émissions de GES du secteur numérique.

Intrinsèquement liée à la fois aux terminaux et aux services numériques,

il a été décidé de créer un groupe de travail ad hoc, réunissant les GT1 et les GT3, pour appréhender cette question. L'obsolescence étant une notion protéiforme, les travaux de ce GT ad hoc a opéré une distinction entre deux formes d'obsolescence, d'une part l'obsolescence dite « psychologique » ou culturelle, et d'autre part l'obsolescence dite « technique ».

Lutter contre l'obsolescence culturelle ou psychologique

L'obsolescence est dite « psychologique » ou « culturelle » lorsque la dépréciation découle d'une volonté des consommateurs de changer d'équipement, que ce soit pour disposer des dernières technologies mises à leur disposition⁵, ou pour des raisons liées à l'esthétique du produit, sa « tendance » ou encore ses propriétés écologiques. Ce type d'obsolescence entraîne un renouvellement artificiel des produits numériques, puisque ces derniers sont encore fonctionnels lorsque l'utilisateur décide d'en changer. Certains facteurs peuvent favoriser ce type d'obsolescence : incitations économiques (promotions, programmes de fidélité, inclusion d'un nouveau produit dans le prix d'un forfait, contrat de location avec produit, etc.), caractéristiques des nouveaux produits (esthétique, fonctionnalités), perception des nouvelles fonctionnalités. Ce type d'obsolescence renvoie tant aux choix de consommation du consommateur qu'au marketing et aux stratégies de communication adoptées par les entreprises.

Action à mener par la filière

- Développer des modèles d'affaires tels le leasing et promouvoir

l'économie de la fonctionnalité de manière vertueuse.

- Mieux expliquer à l'utilisateur les fonctionnalités des produits pour les mettre en adéquation avec ses besoins par rapport aux nouvelles innovations et technologies disponibles.
- S'engager sur les communications commerciales, par exemple au travers des contrats climat (article 14 de la loi Climat et Résilience).
- Suivre les recommandations de l'ARCOM, de l'ADEME et de l'ARPP en termes de publicité et de messages responsables, introduire des messages d'intérêt public / général au sein des communications commerciales des produits et services numériques, et axer les publicités sur les choix proactifs des entreprises, pour encourager les démarches vertueuses.
- Rendre cohérent les efforts de conception et de durabilité des producteurs avec les gestes et engagements quotidiens des consommateurs.

Propositions d'action, sans consensus au sein de la filière

- Introduire des incitations financières à garder son matériel plus longtemps.
- En cas de location, s'engager à ne pas vendre une flotte après une seule rotation.

⁵ Définition issues du rapport Obsolescence logicielle du CGDD, février 2021, [lien](#).

Lutter contre l'obsolescence technique

L'obsolescence est dite « technique » lorsque la perte de valeur d'usage résulte de l'évolution technique d'un équipement. Appliquée au numérique, elle est liée à l'interdépendance entre logiciel et matériel. Plus précisément, l'obsolescence logicielle correspond à la diminution des possibilités d'usage d'un appareil numérique en raison de l'indisponibilité ou du dysfonctionnement d'un logiciel. Parmi les problématiques les plus fréquemment abordées s'agissant de l'obsolescence technique figurent les mises à jour (possibilité ou non de distinguer mises à jour fonctionnelles et de sécurité, compatibilité des montées de version avec les performances matérielles, etc.), la durée des supports techniques et de maintenance, la durée de mise à disposition des pièces détachées, l'incompatibilité entre les matériels (ex. connectiques), etc.

L'obsolescence technique a fait l'objet d'un corpus réglementaire récemment mis à jour, que ce soit au niveau national (loi AGECE, loi REEN) ou au niveau européen (Ecodesign, directive Batterie, directive sur les chargeurs universels).

Actions à mener par la filière

- Rassembler les acteurs pour travailler ensemble à la question de la démocratisation de l'open source et de l'open hardware.
- Promouvoir des modes de conception qui anticipent les évolutions logicielles et la

rétrocompatibilité des composants entre différents appareils d'une même marque et à terme de marque différente.

- Travailler le plus en amont possible à l'ouverture du code, dans le respect des droits de propriété intellectuelle.
- Laisser la possibilité d'avoir recours à une version "minimaliste" d'une application lorsque les mises à jour fonctionnelles ne sont plus compatibles avec l'équipement, en dissociant notamment les fonctionnalités (entre texte, image, vidéo par exemple), tout en conservant les mises à jour de sécurité pour les fonctionnalités qui peuvent être maintenues en mode dégradée.
- Évaluer l'impact environnemental des changements majeurs de versions d'OS sur le parc informatique.

Proposition d'évolution des politiques publiques

- Proposer un cadre législatif européen pour favoriser l'ouverture volontaire du code, afin d'encadrer cette pratique tout en protégeant la propriété intellectuelle.
- Utiliser la commande publique à l'éducation nationale pour encourager dans le cahier des charges la mise à disposition et l'appropriation de différents systèmes d'exploitation.

Groupe de travail n°4 : réseaux

Synthèse des fiches leviers

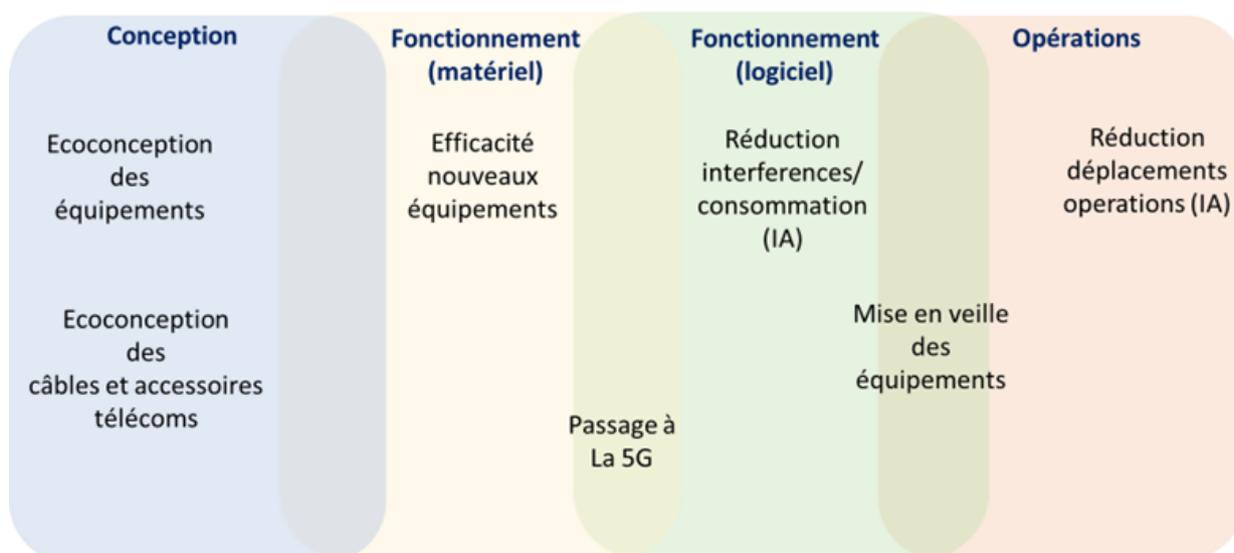
- Leviers relatifs aux équipements du réseau

Descriptions des leviers

L'impact carbone se décline sur les différentes étapes du cycle de vie et de gestion des solutions, de la conception à la phase de vie et d'exploitation des équipements.

Les 7 leviers d'action identifiés par les équipementiers se déclinent sur ces différentes phases :

Leviers de réduction des émissions carbone, solutions équipementiers



Plus spécifiquement, les gains en termes d'impact carbone et de consommation énergétique, sont à chercher dans les dimensions suivantes :

- Lors de la conception des produits, il est possible de travailler sur la réduction du carbone embarqué en optimisant les éléments constituant l'équipement. Il est aussi important de travailler avec la chaîne de sous-traitance de l'équipementier, les transports et le mix énergétique utilisé dans le processus de

production. Dans ce contexte, il est aussi utile de travailler sur les méthodologies d'ACV, comme outil de comparaison et d'amélioration.

- Les produits gagnent continuellement en efficacité, et en puissance de calcul, en utilisant par exemple les dernières évolutions de circuits intégrés. Ces gains se font aussi en optimisant les interactions entre le logiciel et le matériel.
- Le passage à la 5G s'appuie sur des nouveaux protocoles plus efficaces,

des solutions matérielles telles que les antennes actives et aussi des nouvelles bandes de fréquences permettant de mettre en œuvre les solutions large bande de la 5G.

- Le concept fondamental des communications mobile est le rapport signal à bruit, plus le bruit augmente plus il est nécessaire d'émettre fort pour maintenir le rapport signal à bruit à un niveau suffisant pour décoder les informations. Toutes les actions logicielles permettant, avec l'IA, de réduire les interférences (en optimisant la forme des zones de couverture ou en annulant les interférences avec des signaux orthogonaux) réduisent donc la puissance d'émission nécessaire.
- Un autre levier important concerne la mise en veille (plus ou moins profonde) d'une partie des équipements (suivant des critères

de lieu, d'horaires, de bandes de fréquences, ...). Un élément clé est effectivement qu'une part significative de l'énergie est dépensée pour allumer les équipements, qu'ils « trafiquent » ou pas. Sur ce point l'IA permettra d'aller beaucoup plus loin, et d'agir bien plus finement, par rapport à ce qui a déjà été obtenu.

- Un autre axe important porte plus largement sur l'exploitation. Une part importante de ses émissions est liée au déplacement des techniciens de maintenance sur site. L'IA peut aider à identifier en amont les pannes qui pourraient apparaître (maintenance préventive) et donc grouper des déplacements de technicien. L'IA peut aussi aider à identifier plus rapidement l'origine probable d'une panne et réduire aussi le nombre de déplacements nécessaires.

Ces différents axes sont repris dans le tableau de leviers en page suivante (et pourraient être étoffés par la suite).

Levier	Description	Gains annoncés par les équipementiers (jusqu'à 2030)	Commentaires
Ecoconception des équipements de réseau mobile de nouvelle génération	Les avancées de conception des équipements permettent de réduire le volume et le carbone embarqué	Deux paliers de réduction de 20%, ce qui fait en cumulé 35% de réduction du carbone embarqué, à performance/capacité équivalente	Ce bénéfice ne justifie pas un déploiement accéléré mais rassure sur le fait que l'empreinte embarquée est amenée à baisser
Ecoconception des câbles et accessoires télécoms	Définir un cadre d'analyse commun pour les ACV et la restitution des données d'impact environnementales, faciliter les analyses comparatives et ainsi accélérer les démarches d'écoconception	Réductions sur les phases de production, logistique et fin de vie	Ce cadre doit être mis en place et utilisé par les différentes parties prenantes (avec également un effort de formation)
Efficacité des nouveaux équipements antennes	Les avancées de conception des équipements doivent permettre de réduire leur consommation et de concevoir des circuits beaucoup plus optimisés, particulièrement pour les antennes actives	Deux paliers de réduction de 20%, ce qui fait en cumulé 35% de réduction de l'énergie par bit de donnée, et donc de la consommation du réseau radio, à performance équivalente sur la période	Il y a un compromis à trouver avec le coût carbone d'un changement d'équipement, néanmoins l'impact carbone est rarement la seule raison d'un changement

<p>Passage vers la 5G</p>	<p>La 5G a une efficacité décuplée par rapport aux générations précédentes et en particulier la 4G.</p>	<p>+ de 50% de réduction (sur la consommation réseau, en tenant compte de parties fixes et variables et ces 50% sont additionnels par rapport aux 35% de la fiche efficacité des équipements réseau), à performance/ capacité égale</p>	<p>Pour les équipementiers, la 5G est « le sens de l’histoire », la seule question porte sur le rythme de migration (et les différents compromis à faire)</p>
<p>Réduction automatique de la consommation des réseaux mobiles (en réduisant les interférences)</p>	<p>Les avancées dans l’IA et le machine learning peuvent contribuer à optimiser les performances du réseau en réduisant le niveau d’interférences, ce qui augmente la capacité du système et son efficacité.</p>	<p>Deux paliers de réduction de 15%, ce qui fait en cumulé plus de 25% de réduction de l’énergie par bit de donnée, et donc de la consommation du réseau radio, à performance/capacité équivalente sur la période</p>	<p>Ce levier reste encore incertain mais les premières études sont très encourageantes</p>
<p>Mise en veille de certaines fréquences du réseau mobile en l’absence d’usage</p>	<p>Une mise en veille, voire une extinction si possible, de certaines fréquences permettant des gains en termes de consommation énergétique + l’aide de l’IA qui permettra de définir les meilleurs scénarios de mise en veille</p>	<p>Au moins 10% de réduction (de la consommation du réseau radio), à performance/capacité équivalente sur la période</p>	<p>Ce levier peut avoir un impact sur la qualité de service, ou la manière de la mesurer</p>

Réduction de la consommation des déplacements des opérations réseaux mobile avec l'IA	Les avancées dans l'IA et le machine learning peuvent contribuer à anticiper des problèmes et grouper des opérations réseau.	20% de réduction (sur l'énergie nécessaire pour les opérations réseau), à performance/capacité équivalente sur la période).	Plus largement l'automatisation de l'exploitation est un levier d'efficacité énergétique
--	--	---	--

Plus globalement, il est indispensable de penser au système de télécommunications dans son ensemble afin de pouvoir anticiper et neutraliser ou minimiser les effets rebonds éventuels qui peuvent desservir des actions locales de décarbonation.

Il est important que les autorités soient également en soutien de ces leviers et en particulier :

- En levant les éventuels freins réglementaires qui pourraient affecter leur réalisation.
- En soutenant les activités de pilotes et d'expérimentations, permettant de qualifier plus précisément les bénéfices de ces leviers.
- En soutenant les activités du GT Environnement du CSF Infrastructures Numériques, qui accompagnera également la mise en œuvre de ces leviers

Les opérateurs télécoms s'engagent de leur côté à intégrer la dimension environnement dans les choix d'équipements pour parvenir à la solution la mieux-disante à niveau de

service équivalent ou raisonnablement dimensionné pour les besoins réels. Ils privilégieront dans ces conditions les équipements éco conçus et les nouveaux équipements antennaires à efficacité énergétique accru lors des cycles de renouvellement des équipements.

Ils veilleront également à tirer parti des progrès de l'IA et du « *machine learning* » pour optimiser les performances du réseau en réduisant le niveau d'interférences, ce qui augmente la capacité du système et son efficacité énergétique. De même, une mise en veille par les opérateurs, voire une extinction si possible, de certaines fréquences permettra des gains en termes de consommation énergétique.

Cet engagement des opérateurs suppose cependant que le régulateur adapte ses métriques et méthodes de mesures de la qualité de service (campagnes de mesures de jour et aux heures chargées et focalisation des métriques sur les performances ressenties par les utilisateurs) pour intégrer les contraintes liées à la mise en veille.

Enfin, les opérateurs s'engagent à déployer à bon escient les nouvelles solutions 5G, après une analyse de

l’empreinte carbone anticipée du système dans son ensemble et des besoins capacitaires. Cette analyse des opérateurs suppose la transmission par leurs fournisseurs d’ACV standardisées des équipements, grâce à une harmonisation de la filière.

Ecoconception des boxes

Les opérateurs télécoms proposent d’ajouter aux leviers sur les choix d’équipements évoqués ci-dessus un levier relatif aux terminaux de réception installés au domicile de leurs clients. La fiche-levier « *Ecoconception des boxes (modem)* » ambitionne de

Les différentes fiches-leviers évoquées ci-dessus sont autant d’actions concrètes des opérateurs télécoms pour maîtriser la consommation électrique liée à leurs activités et notamment lors de l’exploitation des réseaux.

systematiser l’ecoconception pour les modèles à la marque des opérateurs télécoms.

Cet objectif à coût non négligeable s’ajoute aux efforts déjà déployés par les opérateurs pour réduire drastiquement la consommation électrique des boxes et pour leur recyclage selon le principe du 1 pour 1.

Actions concrètes de la filière contribuant à l’activation du levier	Engagement des opérateurs pour leurs modèles à la marque
Propositions d’évolution des politiques publiques pour activer le levier	Porter au niveau européen la démarche
Indicateur(s) de suivi	Nombre de boxes conformes au référentiel

Sobriété dans le déploiement des installations mobiles

C’est pourquoi les opérateurs proposent dans cette proposition de feuille de route de présenter une fiche-levier intitulée : « *Sobriété dans le déploiement des installations mobiles* ». Un levier fort de décarbonation est en effet le dimensionnement des réseaux. Il s’agit par ce levier de parvenir à une

sobriété des déploiements des opérateurs (liés à leur obligation) sans altérer la qualité de service des usages réellement observés et sans préjuger d’hypothétiques usages futurs non-vérifiés et/ou non-vérifiables. Les gains énergétiques résultant des déploiements des opérateurs liés à leurs différentes obligations réglementaires en cours ou à venir (si elles étaient amenées à évoluer en

faveur de la sobriété énergétique) devraient être analysés et pourraient atteindre quelques pourcents d'économie (environ 5%) sur la consommation énergétique des réseaux de télécommunications. Les freins à la mise en œuvre de ce levier sont cependant non négligeables : outre le frein culturel de la course à la performance et au renouvellement rapide des technologies, l'activation de ce levier suppose 1) la co-construction d'une véritable politique nationale plus sobre du numérique qui hiérarchise les

besoins, 2) la remise en adéquation des obligations réglementaires de couverture mobile et de capacité et notamment de choix des indicateurs de qualité de service de l'ARCEP : le fait que les baromètres de l'ARCEP, en matière de qualité de service, ne soient orientés que vers les enjeux de performance, de débit et de couverture amènent à une escalade sans fin en matière de densification des réseaux, bien au-delà des besoins propres à la bonne qualité du service.

Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Travail de cartographie des opérateurs sur les zones pertinentes
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Modifier l'indicateur de QoS de l'ARCEP et amender les licences
Indicateur(s) de suivi	Nouveaux indicateurs ARCEP

De même, une part significative de la consommation électrique des réseaux et des services des opérateurs dépend aussi des usages. Usages des clients certes : c'est pourquoi les opérateurs mettent en place des campagnes de communication vers leurs clients pour mieux les informer des possibilités de réduction de la consommation électrique liée à leurs usages ; ils mettent également à disposition de leurs clients un certain nombre d'outils pédagogiques pour promouvoir les écocgestes. Mais usages surtout des fournisseurs de contenus. La modération du trafic et des flux

envoyés par les fournisseurs de contenus sur internet dans les réseaux des opérateurs de télécommunications, pourrait être déterminante pour diminuer la consommation électrique et améliorer l'empreinte carbone globale du numérique. En effet, concrètement, 52,6% de l'augmentation nette du trafic sur les réseaux mobiles est générée aujourd'hui par 5 acteurs (Meta, TikTok, Netflix, Alphabet et Amazon). Selon EDF, 1h de visionnage d'une vidéo en streaming représente 0,45 KW/h soit 1000 ampoules de 15 W allumées de 2 à 18 minutes.

Du trafic à écouler dépend directement le dimensionnement des réseaux et les augmentations de capacité des équipements. C'est pourquoi les opérateurs proposent dans cette proposition feuille de route d'activer les leviers relatifs au trafic internet qui font l'objet de trois fiches.

Charte de sobriété des transferts de données numériques via la collaboration entre émetteur et transporteur de trafic

La première fiche-levier intitulée « *Charte de sobriété des*

transferts de données numériques via la collaboration entre émetteur et transporteur de trafic » définit des bonnes pratiques de collaboration dans le transfert des données numériques entre l'émetteur et le transporteur de données. Ces pratiques consistent en la coordination des émetteurs et transporteur données dans la temporalité des transfert volumineux de données et en la collaboration de ces mêmes acteurs dans la provision efficace de données simultanées (infrastructures employées, mode de provision). Le transfert de données sera ainsi plus efficace en-dehors des heures pics de consommation de données et selon un mode de provision sobre.

Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier

Production de standard de collaboration avec les émetteurs de données

Groupe de travail n°5 : Contributions du numérique à la (dé)carbonation d'autres secteurs

Si les moyens de réduire les émissions de GES et plus largement l'empreinte environnementale du secteur numérique font l'objet depuis plusieurs années d'une littérature de plus en plus fournie, le rôle des technologies et outils numériques dans la décarbonation des autres secteurs apparaît à ce jour insuffisamment documenté. Les pouvoirs publics, en lien avec les organisations représentatives des filières, ont dans ce contexte décidé de la création d'un cinquième groupe de travail, consacré au rôle du numérique dans la décarbonation des autres secteurs économiques, tant dans ses aspects positifs ou négatifs au regard des objectifs de la stratégie nationale bas-carbone.

Le groupe de travail a revêtit un statut de *mission d'exploration/de préfiguration* du rôle du numérique dans l'atteinte de la neutralité carbone. Alors que la méthode réglementaire française portée par l'ADEME (méthode Bilan Carbone®, normes ISO) évoque les « émissions évitées », sans en expliquer la définition, les corapporteurs ont été appelés à identifier les leviers de la transition numérique accélérant la réduction des émissions de GES. Les travaux menés pour identifier et documenter les usages du numérique ayant un effet sur la décarbonation des secteurs économiques les plus émetteurs a permis

d'établir une première grille de lecture sur le rôle que peut jouer les différentes solutions numériques d'ores et déjà disponibles sur le marché (ou accessible dans un futur proche) dans les stratégies de décarbonation de notre pays. Conformément à l'article 301 de la loi Climat et Résilience, ce groupe de travail se focalise sur les seules émissions de gaz à effet de serre et n'a pas vocation à mesurer les impacts du déploiement des technologies mentionnées au regard d'autres indicateurs environnementaux. Toutefois, les participants ont veillé à appréhender et à intégrer dans la mesure du possible ces impacts dans l'élaboration des fiches leviers. Plus largement, si ces travaux visent à identifier et valoriser des usages numériques pouvant accélérer ou amplifier la décarbonation du numérique, le groupe de travail a veillé à recueillir et à formaliser les points de vigilance (nécessité du déploiement des technologies au regard des besoins réels, éventuels effets rebond, impacts sur d'autres indicateurs environnementaux, conséquences économiques et sociales du déploiement, etc.) à appréhender en amont du déploiement d'une solution, condition nécessaire (mais non-exclusive) pour s'assurer du caractère écoresponsable des outils numériques ainsi utilisés.

Les travaux s'étant tenus dans un délai restreint, ce groupe de travail ne constitue ni une revue exhaustive des impacts positifs du numérique dans la

décarbonation, ni une évaluation chiffrée et absolue du potentiel de réduction des émissions GES offert par le numérique. Ces travaux pourront en revanche constituer une première base de travail pour de futures études lancées pour évaluer ces impacts.

Compte-tenu du temps et des moyens à la disposition des organisateurs, il a été décidé d'adopter une approche par secteur plutôt qu'une approche par technologie, les cas d'usage apparaissant difficilement duplicables d'un secteur à un autre. S'agissant du choix des secteurs étudiés dans le groupe de travail, les corapporteurs ont décidé de se focaliser en priorité sur les secteurs les plus émetteurs des gaz à effet de serre et les plus documentés. Alors que le numérique est omniprésent dans toutes stratégies de transition environnementale développées par les acteurs interrogés, il a été convenu d'aborder les secteurs suivants pour les travaux du groupe de travail :

- L'agriculture.
- Le bâtiment.
- La mobilité et la logistique.
- La gestion de l'éclairage public.
- La gestion des déchets.
- L'industrie.

Les travaux du GT ont ainsi été divisés en réunions thématiques par secteur, précédées d'entretiens préliminaires réalisés par les corapporteurs. Le GT a réuni une diversité de participants : pouvoirs publics et autorités administratives indépendantes, représentants de la filière numérique

et associations professionnelles d'autres secteurs, entreprises du secteur numérique et des secteurs étudiés, startups et acteurs du monde associatif. Cette large consultation a ouvert la possibilité d'un travail en profondeur sur les émissions évitées lors de l'utilisation de produits et services numériques se substituant à d'autres biens ou services, remplissant les mêmes fonctions mais ayant une plus faible intensité carbone.

Précautions méthodologiques

Le groupe de travail avait été invité à travailler sur une méthodologie de calcul du coût carbone réel de la généralisation d'une technologie ou d'un cas d'usage, et de son bénéfice aux yeux de la réduction des pollutions qu'il engendre. Compte tenu du manque d'informations et de données disponibles et du récent déploiement de ces usages, les estimations ont été retirées des travaux. A l'avenir, les corapporteurs appellent à remettre en perspective de « l'impact carbone net » de l'ensemble des solutions numériques présentées. Si les technologies numériques présentées contribuent de diverses manières à réduire les impacts négatifs sur l'environnement, ces contributions présentent de nombreuses limites. C'est pourquoi le groupe de travail a souhaité souligner le manque de prise en compte des effets de bords et des effets rebonds dans les études actuelles et appelle à une méthodologie harmonisée de son calcul.

Synthèse des cas d'usage

Les applications et outils numériques, facteur de décarbonation de l'agriculture

Le groupe de travail a identifié plusieurs leviers d'aide à la décision ayant un impact sur la réduction des émissions de CO₂ des exploitations agricoles. Les modèles numériques d'aides à la décision, associés à des capteurs directement placés dans les exploitations, permettent de repenser et d'optimiser l'exploitation agricole pour envisager une meilleure allocation des ressources et des interventions plus précises et moins émettrices de GES. Les outils techniques robotisés sont également à envisager comme une potentielle source de décarbonation, permettant de remplacer progressivement des machines agricoles thermique par de plus petits engins robotisés à propulsion électrique. Enfin, des outils numériques permettent de mieux mesurer et d'amplifier le stockage du carbone dans les sols agricoles, vecteur essentiel de décarbonation pour ce secteur. Si les solutions identifiées par le groupe de travail revêtent un potentiel intéressant à l'échelle globale du secteur, il n'existe pas de modèle unique d'exploitation agricole sur lequel chacune de ces solutions devrait être utilisée : tout déploiement doit répondre à des besoins clairement identifiés et faire l'objet d'une évaluation préalable tenant compte à la fois des bénéfices et des risques associés à chaque outil numérique.

Le numérique comme accélérateur de la transition vers des mobilités moins carbonées

Le numérique est omniprésent dans les stratégies de réduction des émissions des transports et plus largement de la mobilité. D'une part, le numérique peut accompagner et faciliter l'électrification du parc en contribuant à lever plusieurs obstacles à la transition vers le véhicule électrique (liés notamment à la recharge). D'autre part, le développement d'outils et de services numériques reposant sur l'exploitation et la valorisation de données de mobilité (MaaS) constitue un moyen de massifier le report vers des mobilités décarbonées ou moins émettrices (transports collectifs, covoiturage du quotidien, vélo, itinéraires optimisés, etc.). Au-delà de la mobilité des individus, les outils numériques peuvent jouer un rôle pour optimiser la logistique du transport de marchandises et ainsi en réduire les émissions (meilleure gestion des flux, limitation des déplacements, etc.).

Perspectives environnementales au cœur de la transformation de l'industrie

L'industrie du futur connaît un changement de paradigme. Au-delà de la modernisation de l'outil de production et de la transformation numérique des entreprises industrielles, l'industrie du futur vise également à répondre aux enjeux

écologiques et sociétaux qui se posent. Il n'y a plus aujourd'hui de production sans prise en compte des aspects environnementaux. En tenant compte de l'impact de l'Industrie comme une donnée constituante, les activités se multiplient pour tendre vers une Industrie durable quelle que soit l'activité de l'entreprise dans la chaîne de valeur industrielle.

Plusieurs volets de l'industrie du futur et de l'usage croissant du numérique dans l'industrie offrent des perspectives intéressantes en matière de réduction des émissions de ce secteur. Ainsi, l'utilisation des réseaux mobiles privés et des capteurs intelligents peut favoriser à la fois une réduction de la consommation d'énergie, une optimisation de la gestion des stocks, une meilleure modularité de la chaîne de production, etc., des éléments qui peuvent contribuer à réduire l'empreinte carbone de l'unité de production. La modélisation et les jumeaux numériques permettent également une meilleure traçabilité des impacts environnementaux d'un produit et sont clés pour mesurer et ajuster les performances environnementales d'une ligne de production. Ces technologies améliorent également la maintenance de l'outil industriel, en accroissant la réparabilité et la durée de vie des équipements.

Du fait du caractère pluriel de l'industrie, il est peu réaliste d'élaborer dans le cadre restreint de ce groupe de travail une seule fiche levier "générique" dédiée à l'industrie, applicable à toutes les filières et installations industrielles. Pour évaluer avec certitude les apports de ces

technologies dans l'industrie mais également les éventuels effets indésirables qu'elles peuvent comporter, il apparaît nécessaire de mener une réflexion approfondie, filière industrielle par filière industrielle, et à partir des axes technologiques esquissés par ce groupe de travail.

L'éclairage public intelligent pour optimiser la consommation d'énergie des collectivités territoriales

L'éclairage public intelligent est une solution d'optimisation qui intègre des technologies telles que des caméras, des photocellules et des capteurs IoT pour permettre un pilotage automatisé. L'utilisation de solutions connectées permet un ajustement précis de la luminosité, adaptée aux besoins en éclairage et un suivi de maintenance à distance des équipements (télégestion et télémaintenance). Cette technologie s'adresse aux communes qui n'ont pas la possibilité de réaliser des coupures d'éclairage public (sécurité, réglementation, confort et qualité de vie des habitants trop impactés) et n'ayant pas la possibilité immédiate de remplacer le parc lumineux par des LED. Ainsi, cette solution est actuellement plébiscitée par les communes souhaitant réduire la consommation énergétique de l'éclairage public, tout en maintenant l'attractivité du territoire. Les informations et données récoltées lors de l'étude des solutions existantes dévoilent une tendance de réduction des GES émis lors de l'adoption de la

solution par les communes. Une attention particulière reste à appréhender : le coût environnemental du déploiement de la solution connectée, à mesurer et à comparer à la réduction de CO2 annoncée. Ainsi, le groupe de travail insiste sur la nécessité de généraliser les diagnostics permettant d'évaluer les conditions d'adoption des solutions d'éclairages publics connectés ou intelligents.

La collecte intelligente des déchets ménagers et l'amélioration des performances des centres de tri

La gestion intelligente des déchets s'accélère depuis plusieurs années avec deux leviers principaux : l'optimisation de la collecte des déchets et le développement de la gestion des déchets alimentée par l'IA. Plusieurs cas d'usages comme les capteurs de niveau de remplissage des points d'apport volontaire, permettant d'optimiser les trajets et la fréquence des collectes réalisées, ont été identifiés comme prometteurs pour la réduction de l'empreinte environnementale de la collecte. Les effets du déploiement de capteurs de gestion connectée des déchets sont : la réduction du nombre de camions sur les routes (fréquence des collectes), une moindre usure matérielle des outils de collecte (bennes, camions etc...), une baisse significative de la consommation de carburant (optimisation des trajets et des itinéraires de collecte) le tout résultant à une réduction des émissions de CO2 liées à cette activité.

En parallèle, les cas d'usages identifiés pour améliorer la performance des centres de tri avec des applications numériques ne sont pas encore assez matures pour être suffisamment évalués. Une attention particulière est de nouveau donnée à la phase d'étude et de diagnostic, essentielle pour adapter les projets de déploiement des solutions et éviter les effets de bords liés à la croissance du parc IoT.

La décarbonation du secteur du bâtiment ne peut se faire qu'avec le numérique : les outils de modélisation et les équipements connectés et intelligents

La décarbonation du secteur de la construction, et plus spécifiquement du bâtiment, s'applique sur l'ensemble du cycle de vie de ce dernier, depuis le programme exprimé par le maître d'ouvrage jusqu'à la déconstruction avec recyclage, réemploi et réutilisation de l'ensemble des constituants. Le groupe de travail a concentré ses travaux autour de deux leviers globaux : le "Smart Building" et le "Building Information Modeling". Les technologies numériques de modélisation comme le Building Information Modeling (BIM) sont un outil indispensable pour permettre au secteur du bâtiment d'atteindre les objectifs de construction durable et de rénovation énergétique fixés par la France et l'Union européenne. Le BIM permet de réduire le temps de conception, les consommations énergétiques mais également de diminuer les pertes sur le chantier tout en augmentant la sécurité. Le Smart

Building consiste à équiper un bâtiment par des systèmes intelligents, connectés permettant de réaliser des économies d'énergie significatives et un pilotage centralisé gage d'optimisation des ressources. Le groupe de travail a souhaité détailler

les cas d'usage et applicatifs au sein de la "fiche levier" disponible en annexe.

Note : L'ensemble des leviers listés ont été identifiés en lien avec des représentants des secteurs concernés ont été basés sur des retours d'expérience documentés.

Les recommandations du GT5

Tenant compte du caractère large de la thématique, du calendrier très restreint dans lequel le GT s'est inscrit et des difficultés rencontrées par le GT dans le chiffrage de l'impact du numérique sur les autres secteurs, les corapporteurs ont élaboré une liste de recommandations pour favoriser le succès des prochains projets menés en la matière. Certaines recommandations, à la fois d'ordre méthodologique et à vocation programmatique, s'adressent aux pouvoirs publics et aux décideurs économiques (filiales, investisseurs, chefs d'entreprises, etc.).

- **Privilégier une approche par secteur pour appréhender le rôle du numérique dans la (dé)carbonation de l'économie** : l'apport d'une solution numérique ou même d'une technologique ne peut être évalué isolément de l'environnement dans lequel elle évolue. Les potentielles réductions d'émissions de GES permises par des outils numériques varient grandement d'un secteur à un autre, et même d'une organisation à une autre. Nombre de solutions technologiques sont de surcroît spécialisées et destinées à des acteurs d'un même secteur ou d'une même filière, rendant peu pertinente une analyse abstraite

des apports d'une technologie tous secteurs confondus. Dans ce contexte, le groupe de travail a rapidement exclu une approche par technologies au profit d'une approche par secteurs, et recommande aux prochaines initiatives menées de suivre une telle voie.

- **Veiller à ce que tout déploiement d'une solution numérique réponde à des besoins clairement identifiés et que les bénéfices de l'adoption de ladite solution en termes de décarbonation soient établis.** Il est important d'éviter tout "techno-solutionnisme" qui ferait la promotion d'un déploiement massif de solutions ou d'outils sans que leurs apports et leurs éventuels effets de bord soient clairement identifiés.
- En conséquence, **faire de la mesure objective de l'apport du numérique dans la transition écologique une priorité** : les sessions du groupe de travail ont révélé la difficulté (i) de quantifier en un temps si restreint la contribution globale du numérique à la décarbonation des secteurs étudiés, (ii) de chiffrer les impacts environnementaux de chaque solution technologique et (iii) de s'accorder d'un point de vue méthodologique sur la mesure des

émissions évitées (à ce [sujet](#), les travaux de l'ADEME constituent une piste intéressante). Plusieurs propositions peuvent être formulées à partir de ce constat :

- **Lancer des travaux de mesure et d'objectivation de la contribution des technologies numériques à la transition écologique**, en allant au-delà des seules émissions de GES, cadre certes imposé par l'article 301 de la loi Climat & Résilience mais insuffisant pour appréhender la problématique dans son ensemble. A ce titre, le groupe de travail se félicite de l'annonce du Gouvernement de missionner en ce sens l'ADEME et l'Arcep pour un quatrième volet de l'étude Numérique & Environnement et espère que les présents travaux pourront constituer un premier jalon à cette réflexion.
- Dans ce cadre, **mener une large consultation, à la fois plurisectorielle et pluridisciplinaire** : de nombreux corps de métiers interviennent dans le déploiement d'une solution numérique et la mesure de ses impacts (cabinets de conseil, experts ACV, professionnels du numérique, etc.), il est nécessaire d'associer largement ces différents professionnels pour disposer d'une vision complète de la thématique.
- **Soutenir les efforts de mesure des offreurs de solutions innovantes, et en priorité les acteurs de petite taille** : la mesure des effets d'une

solution technologique en matière de réduction d'émissions, qu'elle intervienne par le biais d'études d'impacts ou d'analyses de cycles de vie, représente un coût non-négligeable pour cette catégorie d'acteurs, expliquant en partie le déficit d'objectivation de la contribution de ces solutions à la transition écologique.

- Réaliser une étude spécifique sur les leviers numérique de décarbonation de l'industrie en France, permettant d'objectiver l'analyse approfondie de la diversité des cas d'usages, et de mesurer des gains COeq de solutions à l'instar des réseaux mobiles professionnels et des modélisations numériques. Cette étude est nécessaire à tout projet de réindustrialisation, pour accompagner le développement des technologies et soutenir l'innovation verte.
- Plus largement, cette évaluation encore incomplète du rôle du numérique dans la décarbonation de l'économie renvoie à **la question plus large mais centrale du rôle des données dans la transition écologique**. En effet, les travaux de ce groupe de travail ont confirmé que l'accès, l'exploitation et la valorisation des données environnementales constituent des prérequis incontournables à la mesure des impacts de solutions potentiellement favorables à la décarbonation, déterminant *in*

fine l'investissement et le déploiement desdites solutions. A ce titre, le groupe de travail salue le lancement du chantier transverse "Numérique et données" de France Nation verte : face à la multiplication

des plateformes et des méthodes, les pouvoirs publics peuvent jouer un rôle de facilitateur et de consolideur dans le partage et l'agrégation des données environnementales.

VII/ Annexes

Annexe 1 : Fiches levier

Annexe 1.1 : Fiches levier GT1 – Terminaux

Levier #1 : Augmenter la part de matière première recyclée au sein des terminaux numériques	
Description du levier	<p>Au sein de la phase de fabrication, les processus d'extraction des différentes matières premières nécessaires pour la production d'équipements numériques sont particulièrement émetteurs de gaz à effet de serre.</p> <p>Bien qu'il s'agisse d'une filière industrielle à part entière (mines & métallurgie) qui a elle-même élaboré une feuille de route de décarbonation, les fabricants de terminaux numériques s'assurent que leurs achats de matières premières sont les plus décarbonés possibles. Des actions collectives existent d'ailleurs pour fédérer la filière et répondre à ces objectifs, par exemple au sein de la Responsible Business Association.</p> <p>Concrètement, le levier le plus efficace pour décarboner cette phase du cycle de vie des terminaux est l'augmentation de la part de matière première recyclée au sein des terminaux numériques, pour des matières répandues et facilement recyclables telles les plastiques ou les métaux mais aussi pour des composants en plus faible quantités tels les métaux précieux et terres rares.</p> <p>L'exemple d'un matériau hautement recyclable, l'aluminium : L'aluminium est recyclable à 100% et indéfiniment, sans perte de ses caractéristiques mécaniques (malléabilité, imperméabilité, légèreté, isolation). Ce métal est le troisième le plus abondant sur terre et le deuxième métal le plus utilisé dans l'industrie après l'acier. L'utilisation d'aluminium recyclé ne nécessite que 5% de l'énergie nécessaire à sa production en tant que matière vierge. Il est ainsi possible d'économie jusqu'à 7,5 tonnes de Co2 par tonne d'aluminium recyclée. Une tonne d'aluminium primaire émet environ 7 800 kg eq. CO2 à sa production, alors qu'une tonne d'aluminium recyclée n'en émet que 560, soit 7% des émissions.</p>

	<p>Concernant le plastique, le matériau n'est pas recyclable à l'infini, mais permet toutefois d'éviter des émissions de GES. Par exemple, le recyclage d'une tonne de PET permet d'économiser 2,29 tonnes équivalent CO2.</p> <p>Il faut néanmoins prendre en compte les différentes techniques de fabrication utilisant de la matière recyclée, qui n'ont pas toutes le même poids carbone mais ne donnent pas toutes non plus le même rendement. Il convient de laisser le producteur libre de choisir les matières, les technologies de fabrication et les pourcentages de matières recyclées utilisées.</p> <p>Idéalement, les contenus de matières recyclées intégrés respecteront les standards EN 45557 et ISO 14021.</p> <p>Ce levier doit s'apprécier au niveau international, pour tenir compte des chaînes des productions mondialisées pour une large partie des acteurs du numérique mais aussi pour que les niveaux de matières premières recyclées disponibles puissent être suffisants pour répondre aux demandes de l'industrie.</p> <p>En complément, l'arrivée de l'acte européen sur les Matières Premières Critiques sera l'occasion de repositionner l'Europe sur le marché mondial de ces matières avec notamment l'objectif que 15% des matières premières critiques stratégiques consommées dans l'UE proviennent d'une filière de recyclage établie sur le continent.</p> <p>Afin que ce levier ait le plus d'effet possible, les industriels de la filière recommandent de considérer l'augmentation de quantité de matière recyclée utilisée au global par la filière.</p>
<p>Phase(s) du cycle de vie concernée</p>	<p>Extraction et production</p>
<p>Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030</p>	<p>Lorsque cela est pertinent pour les matières et les terminaux numériques considérés*, la filière propose l'augmentation de 30% de la part de matériaux recyclés contenus dans les produits au global – tous matériaux et tous terminaux confondus – d'ici 2030.</p> <p>En complément, la filière propose de s'engager dès 2024, en publiant, dans le cadre de l'enquête annuelle pour un numérique soutenable de l'ARCEP, le tonnage de matières recyclées utilisées pour la fabrication des équipements</p>

	<p>numériques. Cet engagement pourra être complété en 2025 par la publication du nombre de terminaux numériques intégrant des matériaux recyclés, toujours dans le cadre de l'enquête annuelle pour un numérique soutenable.</p> <p>Ces indicateurs permettront par la suite à l'ADEME de pouvoir calculer les émissions de GES évitées grâce au remplacement des matières vierges par des matières recyclées.</p> <p>*cet objectif pourra ne pas être suivi si les matières recyclées n'offrent pas les qualités et caractéristiques techniques suffisantes par rapport aux matières vierges, notamment en termes de robustesse.</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)</p>	<p>Important – levier prioritaire : impact fort sur la réduction de GES et haut niveau d'opérationnalité</p> <p>L'impact sur la réduction de GES pourra être calculé au regard de la proportion actuelle de matériaux recyclés déjà intégrés au sein des terminaux, le nombre de terminaux concernés par la mesure et les matériaux recyclés considérés.</p> <p>A ce jour, la filière ne dispose pas de données suffisantes pour estimer précisément l'impact de la mesure.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Pour chaque tonne de matière non extraite mais sourcée du recyclage, les ressources naturelles et la biodiversité sont davantage préservées.</p> <p>Impact sur la taille du parc de terminaux : N/A</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : N/A</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : N/A</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>Le manque d'information concernant l'empreinte carbone des différents matériaux et leur criticité rend difficile la détermination de trajectoires de réduction des émissions. Le secteur numérique est en partie dépendant des actions menées par la filière mines et métallurgie et de sa capacité à trouver et tracer la provenance de matières recyclées.</p> <p>L'accès au gisement de matière recyclée est problématique et insuffisant pour répondre entièrement au besoin de l'industrie – source : rapport France Stratégie sur les matières premières du numérique. De plus, il faudra gérer</p>

	<p>l'augmentation de la demande auprès des fournisseurs de matières recyclées et gérer les prix, si l'offre met plus de temps à augmenter – une inflation sur les matières recyclées seraient un frein non négligeable et risquerait de se refléter dans le prix de ventes des terminaux numériques.</p> <p>De même, la séparation des flux de produits et déchets collectés entre le réemploi, la réutilisation et le recyclage et l'augmentation des objectifs de produits réemployés / réutilisés pourraient entraîner des conséquences sur la taille du gisement de déchets destinés au recyclage et <i>in fine</i> sur la quantité de matière recyclée disponible pour intégration.</p> <p>Enfin, le niveau de qualité des matières recyclées doit être élevé et répondre aux exigences techniques, de résistance à l'humidité, de fiabilité et de résistance à la chaleur similaire aux matières vierges.</p> <p>Un dernier frein à mentionner est la non prise en compte des terminaux contenant des matières recyclées au sein de la commande publique française, notamment via le dispositif de l'article 58. Une révision de ce dispositif permettrait d'inciter davantage les industriels à intégrer des matières recyclées, à condition de bien délimiter les éléments de preuve demandés dans ce cas sur l'intégration de matières recyclées (référence à des systèmes reconnus tels le label Epeat ou des normes et certifications spécifiques du secteur).</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Maturité technologique élevée – nécessaire ajustement des installations de recyclage pour abonder vers la demande croissante de matière recyclée et adaptation du secteur de l'industrie chimique pour innover sur les résines recyclées et avoir sur les matières recyclées des caractéristiques équivalentes aux résines vierges
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Des investissements seront nécessaires pour l'approvisionnement en matière recyclée – cf levier fin de vie, collecte et recyclage.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Promouvoir les métiers de la chimie, pour innover sur l'insertion des matières recyclées recyclables et qui préservent la durabilité des produits

<p>Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier</p>	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Etudier la possibilité de substituer des matières vierges ○ Le cas échéant, étudier la possibilité de diversifier les fournisseurs de matière première et se tourner vers des fournisseurs de matière recyclée : cette action permettrait de se détourner progressivement des fournisseurs de matières premières vierges issues de l'extraction minière et de favoriser les recycleurs et les matières premières recyclées, disponibles dans davantage de pays ; ○ Sélectionner des matières premières ayant le moins d'impact possible en termes d'émissions de gaz à effet de serre ○ Etudier les possibilités de réduire les matières critiques vierges au sein des terminaux, via l'éco-conception ○ Encourager la prise en compte de cet enjeu au sein des plans de prévention et d'éco-conception établis par les entreprises, selon les termes de l'article 72 de la loi AGECE <p>Terminaux concernés : tous</p> <p>Scope concerné : B2B et B2C</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ En se basant sur la liste des matières critiques établies par l'Union européenne, identifier celles dont les conditions d'approvisionnement et de transformation ont un impact carbone plus élevé : cette liste permettra d'orienter les entreprises vers les matériaux recyclés dont l'impact carbone par rapport à la matière vierge est le plus bénéfique.
<p>Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe</p>	<p>Europe – l'approvisionnement en matière première est un sujet de souveraineté dont l'Union européenne entend se saisir, notamment via la publication par la Commission de son projet sur les matières premières critiques, mais les chaînes de production et d'approvisionnement sont mondiales.</p> <p>Des objectifs d'incorporation de matière recyclée ont récemment été inclus dans des textes tels le règlement sur les batteries ou la nouvelle proposition de règlement</p>

	<p>d'écoconception pour des produits durables, ce qui aura pour effet de renforcer les démarches vertueuses des entreprises souhaitant commercialiser leurs produits en Europe.</p> <p>Au niveau national, il est possible de faire de la France un champion de la préservation de ses ressources naturelles.</p>
<p>Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES</p>	<p>Projet de règlement européen sur les matières premières critiques : projet publié le 16 mars 2023 – le texte devrait être finalisé mi-2024</p> <p>Projet de règlement européen sur l'éco-conception pour des produits durables : en cours (objectif d'incorporation de matière recyclée)</p> <p>Projet de règlement européen sur les batteries : en cours (objectif d'incorporation de matière recyclée)</p> <p>Mise en place de l'OFREMI en décembre 2022 par le BRGM, le CEA, l'IFPEN, l'ADEME, l'IFRI et le CNAM, avec le soutien du Comité stratégique de filière Mines et Métallurgie. Son objectif est de contribuer à garantir la disponibilité et l'accès aux métaux critiques pour les grands secteurs industriels français dans les prochaines décennies en :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Renforçant la connaissance de tous les enjeux de la chaîne de valeur des métaux critiques, notamment le lithium, le nickel, le cobalt, le titane et les terres rares ; ○ Rassemblant les experts du secteur géologique et minier, administrations, diplomates, industriels et financiers, pour une collaboration autour de la gestion globale de ces métaux en faveur de la transition énergétique. <p>Article 58 de la loi AGEC - sur les produits intégrant de la matière recyclée éligibles au sein des achats publics durables</p>
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Engager une collaboration entre l'ARCEP et les industriels pour définir des indicateurs et des méthodologies sur le taux d'incorporation de matières recyclées dans les terminaux numériques, dans le cadre de l'enquête annuelle pour un numérique soutenable, pour les produits déjà visés par cette collecte de données en 2023 ;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Amender le dispositif de l'article 58 de la loi AGEC pour rendre éligible les produits intégrant de la matière recyclée ○ Soutenir les propositions européennes concernant le droit minier et les clauses environnementales ○ Lister les matières les plus carbonées / liste de la commission européenne ○ Étudier la pertinence d'une relocalisation de l'extraction en France (horizon 2050 ?) ou en Europe et des techniques d'extraction plus vertes ○ Lever des réglementations qui réduisent les possibilités d'incorporation de la matière recyclée (taux de substances trop élevé) ○ Faire de la criticité des métaux un réel débat de société, pour anticiper les futures ruptures d'approvisionnement
Indicateur(s) de suivi	<p>Amélioration de la transparence de la chaîne d'approvisionnement, amélioration des pratiques au sein de la filière Mines et Métallurgie</p> <p>Évolution de l'utilisation / de la quantité de matières premières recyclées intégrée au global au sein des terminaux numériques</p>

Levier #2 : Encourager une forte mutation dans l'approche et la conception des emballages des terminaux numériques

Description du levier	<p>Si le transport en tant que secteur est l'un des principaux émetteurs de GES, cette phase du cycle de vie des produits numériques pèse moins que d'autres : elle ne représente que 4% des émissions du produit, lorsque l'on considère son cycle de vie complet. Néanmoins, des bonnes pratiques existent pour réduire l'impact de cette phase, car outre le transport vers l'utilisateur final, le produit numérique, ses composants et ses matières ont parcourus des milliers de kilomètres avant de finir au sein d'une entreprise ou d'un ménage. Les opérations de réparation, de reconditionnement elles aussi peuvent entraîner des déplacements des produits, des propriétaires vers le lieu de réalisation de ces opérations.</p> <p>Une feuille de route de décarbonation du transport a été établie, qui couvre à la fois le secteur du transport maritime et le secteur du transport terrestre. Une autre feuille de</p>
-----------------------	--

	<p>route dédiée au secteur aérien a aussi été publié début 2023.</p> <p>Le cœur de la réflexion de ce levier toutefois est le travail sur les emballages, pour améliorer les pratiques et encourager une vraie mutation dans l’approche et la conception des emballages des terminaux numériques.</p> <p>Il est important de mentionner toutefois que tous les déchets d’emballages ne sont pas l’objet des mêmes dispositifs : en effet, en France il existe une filière REP pour les déchets d’emballages ménagers, mais pas pour les déchets d’emballages industriels et commerciaux, aussi dénommés déchets B2B. Cela entraîne des différences dans l’application des mesures.</p> <p>Au niveau européen, la révision de la directive Emballages et déchets d’emballages en règlement introduira aussi des obligations en termes de réduction des emballages, d’incorporation de matières recyclées et de recyclage. Ce texte devrait aboutir en 2024.</p>
<p>Phase(s) du cycle de vie concernée</p>	<p>Transport</p>
<p>Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030</p>	<p>Lorsque cela est pertinent pour les matières et les emballages considérés*, la filière propose l’augmentation de 30% de la part de matériaux recyclés contenus dans les emballages au global – tous matériaux et tous emballages confondus.</p> <p>*cet objectif pourra ne pas être suivi si les matières recyclées n’offrent pas les qualités et caractéristiques techniques suffisantes par rapport aux matières vierges.</p> <p>De plus, la filière s’engage à éliminer tous les emballages plastiques à usage unique d’ici l’année 2035.</p> <p>Pour rappel, la loi AGEC donne à la France l’objectif d’atteindre 100% de plastique recyclé d’ici le 1^{er} janvier 2025.</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)</p>	<p>Impacts positifs : réduction de l’utilisation de matières polluantes, réduction des déchets d’emballages et donc réduction du risque sur la biodiversité si moins d’emballages se retrouvent dans la nature.</p>

	<p>La production d'une tonne de plastique recyclé nécessite jusqu'à 9 fois moins d'énergie que le plastique « vierge », ce qui équivaut à 2 à 3 tonnes de carbone non émises.</p> <p>A ce jour, la filière ne dispose pas de données suffisantes pour estimer précisément l'impact de la mesure.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : N/A</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : N/A</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : N/A</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>Le secteur numérique est en partie dépendant des actions menées par la filière du transport.</p> <p>Le rapport de force par rapport aux transporteurs peut être en défaveur.</p> <p>Il est important de noter aussi l'existence d'injonctions contradictoires entre d'une part des objectifs de réduction du poids et de la taille des emballages, pour des raisons environnementales (moindre utilisation de matière, plus de produits transportés en une seule fois, allègement des chargements, etc.) et d'autre part des objectifs de robustesse et de résistance de l'emballage, pour pouvoir réemployer l'emballage et qu'il résiste à plusieurs rotations. Les deux solutions doivent être vues comme complémentaires et le choix laissé à la discrétion des entreprises qui pourront opter pour l'une ou l'autre des voies, en fonction des produits, des gammes, etc. Les bénéfices associés à l'une ou l'autre des solutions ne sont pas toujours les mêmes et il est ainsi difficile de se prononcer catégoriquement pour une solution, en écartant définitivement la seconde. Les effets rebonds associés à l'une ou l'autre des solutions doivent aussi être considérés.</p>
<p>Niveau de maturité (si pertinent)</p>	<p>Maturité technique, difficultés de déploiement car nécessité de revoir de nombreux maillons de la chaîne logistique – notamment lors de l'implémentation de circuits de réemploi des emballages</p>
<p>Investissements nécessaires pour déployer le levier</p>	<p>Nouvelles conceptions d'emballages, recherche de matériaux plus légers, innovants, biosourcés ou robustes pour du réemploi.</p>

Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	N/A
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises : nous informons le lecteur que les actions citées ci-dessous s'appliqueront aux marchés B2C ou B2B selon les choix des entreprises, en tenant compte de la pertinence de l'action dans le secteur considéré</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Réduire le volume des emballages ○ Privilégier, lorsque cela est possible dans le secteur professionnel, la distribution de produits dans des emballages « bulk » ○ Encourager l'éco-conception des emballages des terminaux numériques pour éviter le suremballage, notamment lors de la vente en ligne ○ Augmenter l'utilisation de matières recyclées et de matières issues de ressources renouvelables pour la fabrication des emballages ○ S'engager pour une élimination du plastique dans les emballages <p>Terminaux concernés : tous</p> <p>Scope concerné : B2C et B2B</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Impliquer fortement les acteurs du réemploi, de la réutilisation, du reconditionnement pour établir des modalités de déclarations du réemploi des emballages, avec l'aide des EO, pour les emballages ménagers et assimilés ○ Encourager les utilisateurs à réemployer leurs emballages / à rapporter leurs emballages en vue du réemploi <p>Actions complémentaires à mener sur les chaînes logistiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Privilégier des modèles logistiques où les produits peuvent être stockés au plus près des utilisateurs finaux

	Aider à la revalorisation des métiers de la filière logistique
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France et Europe : les initiatives et actions suggérées peuvent être déployées dans les états membres de l'UE.
Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES	Article 67 de la loi AGEC sur le réemploi des emballages Stratégie 3R des emballages, issues de la loi AGEC Objectif d'interdiction des objets en plastique à usage unique d'ici 2040 Etudes ADEME sur la comptabilisation du réemploi des emballages et les marges de progression du réemploi des emballages Observatoire du réemploi placé auprès de la DSREP de l'ADEME Directive Emballages et déchets d'emballages, en cours de révision Mise en place de la future REP emballages DEIC
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Encourager au sein de la commande publique des clauses concernant les modalités d'acheminement des produits : emballage bulk, favoriser les solutions logistiques les moins carbonées, etc. ○ Débloquer des fonds pour financer des projets d'innovation sur les packagings solides et léger, avec des matières responsables. ○ Aider à la mise en place d'indicateurs, auprès des éco-organismes agréés pour la filière REP emballages ménagers, pour suivre l'évolution / la diminution de l'usage de plastique dans les emballages ménagers
Indicateur(s) de suivi	<p>Suivi du taux de circularité des emballages, de leur taux de réemploi, de l'évolution du poids moyen des emballages à usage unique, de l'évolution de l'utilisation de solution d'emballages en bulk, de la réduction de l'utilisation de plastique dans les emballages, de la réduction des déchets d'emballages collectés en fin de vie (information éco-organisme)</p> <p>Attention, il sera nécessaire de distinguer les indicateurs pertinents pour le secteur du B2C et du B2B</p>

Levier #3 : Donner aux utilisateurs les clés pour mieux entretenir leurs terminaux numériques et ainsi augmenter leur durée de vie

Description du levier

Pour contrebalancer les émissions élevées de la phase de fabrication des équipements, le levier le plus efficace est celui de l'allongement de la durée de vie des équipements. Pour ce faire, il faut d'une part permettre un allongement technique de la durée d'utilisation avec le recours à la réparation, au réemploi etc., ces actions sont détaillées dans un autre levier.

L'allongement de la durée de vie des produits passe aussi par le comportement que les utilisateurs ont face à leurs équipements numériques. Un entretien régulier des équipements selon les préconisations du fabricant permettra de prolonger la vie de l'équipement facilement. Pour ce levier, l'on entend par entretien toutes les actions qui permettent de conserver les terminaux numériques en bon état, à savoir :

- Des mesures de protection physique du produit : l'ajout de coques protectrices, le stockage dans de bonnes conditions de température, d'humidité, sa bonne installation au sein du lieu professionnel ou du ménage, le nettoyage manuel si nécessaire, etc.
- Des mesures de conservation technique du produit : la bonne installation de mises à jour, le chargement adéquat du produit (s'il doit être chargé) ou la bonne gestion de la connexion électrique, etc.

Cette fiche concerne en priorité les équipements ménagers et assimilés.

Ces actions, déjà valorisées au sein de dispositifs tels l'indice de réparabilité et l'indice de durabilité, peuvent ici être renforcées et étendues aux produits non concernés par ces indices.

Selon une étude ADEME ([lien](#)), le bénéfice environnemental de ne pas remplacer un ordinateur portable (évalué à une empreinte carbone de 156 kg CO₂-eq) qui a l'âge de 3 ans alors qu'il fonctionne encore est de 65 kg CO₂-eq sur la durée d'allongement (3 ans).

L'ADEME a aussi travaillé à élaborer des conseils pour concevoir des équipements facile d'entretien ([lien](#)).

Phase(s) du cycle de vie concernée

Utilisation

Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Impacts positifs : une augmentation de la durée de vie des produits entrainerait une baisse de la mise en marché de nouveaux produits et donc une réduction des impacts négatifs sur les ressources et la biodiversité.</p> <p>D'après une étude ADEME de 2020 sur l'évaluation économique et environnementale de l'allongement de la durée d'usage des biens d'équipements électriques et électroniques (lien), l'on pourrait arriver à économiser 4.2 millions de tonnes de CO2 si les foyers français allongeaient d'un an la durée de vie de leurs équipements numériques (l'étude porte sur les téléviseurs, ordinateurs portables, smartphones et imprimantes).</p> <p>L'économie serait de 7,7 millions de tonnes de Co2 dans le cas où la durée de vie des équipements considérés est allongée de 2 ans, et de 10,5 millions dans le cas d'un allongement de 3 ans de la durée de vie.</p> <p><i>Cette estimation ne vaut que pour les 4 produits considérés dans le cadre des équipements ménagers et ne prend donc pas en compte les équipements utilisés dans un cadre professionnel.</i></p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : Réduction de la taille du parc</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : Allongement de la durée de vie</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : N/A</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
Freins à la mise en œuvre	<p>Ces actions moins quantitatives que qualitatives devraient idéalement être assorties d'études comportementales, pour mieux comprendre les déterminismes qui guident les actions des utilisateurs, dans l'utilisation, l'entretien, le renouvellement des leurs terminaux numériques</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Maturité élevée
Investissements nécessaires pour déployer le levier	<p>Des investissements seront nécessaires pour développer les supports adéquats pour accompagner les utilisateurs dans l'entretien de leurs produits, afin d'allonger leur durée de vie.</p>

	Une telle plateforme nécessiterait un investissement financier d'environ 50 000€.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des distributeurs, vendeurs, équipes marketings pour en faire des relais des informations d'entretien. Formation des utilisateurs professionnels et ménagers aux gestes d'entretien des terminaux numériques.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Améliorer en continue et communiquer sur la fiabilité, la robustesse et la réparabilité des produits ○ Améliorer la durée de disponibilité des mises à jour logicielles et encourager l'installation de ces mises à jour ○ Mettre à disposition des ressources claires et exhaustives, validées par les industriels, sur l'entretien des terminaux numériques : conditions d'utilisation, protections physiques nécessaires, consignes de chargement, de mises à jour, etc. ○ Encourager, via l'adoption des contrats climat, à partager dans les communications commerciales ces ressources et conseils sur l'entretien des produits <p>Terminaux concernés : tout équipement utilisé par les ménages et susceptibles d'être utilisé par les ménages</p> <p>Scope concerné : B2C</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Mettre à disposition des utilisateurs sous un format commun des conseils d'entretien validés par les industriels
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France
Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES	Article 22 de la loi REEN Articles 7 et 14 de la loi Climat et Résilience (contrat climat) Indice de durabilité : introduction de critères sur les facilités d'entretien et la documentation mise à disposition des utilisateurs

	Règlement européen sur l'éco-conception des produits durables
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ S'assurer de la bonne application par les distributeurs de l'article 22 de la loi REEN sur les informations délivrées aux utilisateurs sur le bon entretien de leur produit ○ S'assurer de la participation des industriels à l'élaboration des campagnes de communication concernant les gestes d'entretien (exemple, campagne ADEME 2022) ○ Afin d'allonger les durées d'amortissement comptable, amender le memento comptable pour favoriser une « durée d'usage » de référence plus longue et si nécessaire amender l'article 39 1 2° du CGI qui fait référence aux usages
Indicateur(s) de suivi	<p>Suivi de l'évolution de la durée de vie des terminaux numériques, par exemple via des études ADEME</p> <p>Suivi du nombre de campagne de sensibilisation sur l'entretien des terminaux et leurs indicateurs d'efficacité</p>

Levier #4 : Aider à l'optimisation de la consommation énergétique des terminaux numériques en phase d'utilisation	
Description du levier	<p>Cette fiche, aussi dédiée à la phase d'utilisation des terminaux mobiles, adresse la réduction de la consommation électrique des terminaux pendant leur utilisation.</p> <p>En effet, les terminaux numériques sont depuis longtemps développés de manière à avoir une consommation énergétique la plus réduite possible – les étiquettes énergie européennes ont d'ailleurs grandement contribué à faire sortir du marché les produits électriques et électroniques les plus énergivores et les classes sont régulièrement revues à la hausse pour continuer d'encourager à améliorer la performance énergétique des produits.</p> <p>De manière générale, l'on peut remarquer un manque de sobriété énergétique dû à la façon dont les produits sont installés et configurés, ce qui entraîne une hausse de la consommation énergétique qui pourrait être facilement évitée.</p> <p>Ce levier vise à collecter les actions qui peuvent être mises en œuvre pour s'assurer que les terminaux numériques sont correctement installés et configurés, afin d'éviter une surconsommation énergétique et donc des émissions de gaz à effet de serre.</p>
Phase(s) du cycle de vie concernée	Utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	N/A
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	A ce jour, la filière ne dispose pas de données suffisantes pour estimer précisément l'impact de la mesure
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : N/A</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : N/A</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : Réduction de la consommation électrique</p>

ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Impact sur le volume de données : N/A Grâce à la mise en œuvre de l'enquête ARCEP pour un numérique soutenable, en application de la loi du 23 décembre 2021, la France disposera bientôt de chiffres annuels sur la consommation des terminaux.
Freins à la mise en œuvre	Les freins sont d'ordres pédagogiques, pour s'assurer que les utilisateurs – particuliers ou DSI – soient informés des fonctionnalités développées par les industriels en faveur d'une consommation optimisée des appareils. Paradoxalement, le fait de garder un équipement un temps supplémentaire nuit à l'optimisation énergétique générale du parc, car la consommation électrique des équipements anciens est supérieure à celle des équipements nouveaux – cela a néanmoins moins d'impact dans un mix énergétique largement décarboné comme celui de la France.
Niveau de maturité (si pertinent)	Maturité élevée
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Sensibilisation et déploiement de connaissances
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des DSI et des utilisateurs, Formation des vendeurs et distributeurs pour mieux communiquer aux utilisateurs les fonctionnalités d'aide à l'économie d'énergie sur les appareils
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Actions individuelles des entreprises : <ul style="list-style-type: none"> – Encourager la conception de produits disposant d'un mode basse consommation lorsque cela est pertinent pour les terminaux considérés – Développer des actions de communication sur les gestes qui permettent de réduire la consommation d'énergie des terminaux numériques – Disposer d'indicateurs pour mieux connaître l'état de la batterie pour déterminer une date optimale de renouvellement de la batterie (cycle de vie et performance restante) – Encourager les utilisateurs à débrancher les équipements qui peuvent l'être

	<ul style="list-style-type: none"> - Encourager les utilisateurs à se servir des modes veilles et standby lorsqu'ils existent sur les terminaux - Encourager des pratiques d'éco-administration des équipements, en choisissant des configurations économes en énergie <p>Terminaux concernés : tout équipement ménager et assimilé</p> <p>Scope concerné : B2C et assimilé (REP DEEE)</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> o Travailler avec l'ADEME sur leurs campagnes de sensibilisation sur les gestes permettant de réduire la consommation énergétique des terminaux numériques o Participer à l'élaboration d'un référentiel d'éco-administration pour les DSI afin de réduire l'empreinte carbone de la phase d'usage
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France et Europe
Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES	Règlement et lots éco-conception, étiquette énergie sur la consommation des appareils
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> o Lancer l'élaboration d'un référentiel d'éco-administration pour les DSI afin de réduire l'empreinte carbone de la phase d'usage des parcs de terminaux numériques ménagers et assimilés
Indicateur(s) de suivi	Suivi de l'évolution de la consommation des équipements, par exemple via l'enquête ARCEP pour un numérique soutenable

Levier #5 : Améliorer l'accessibilité à une réparation de qualité des terminaux numériques, pour allonger leur durée de vie	
Description du levier	<p>Élément central de l'allongement de la durée de vie des équipements numériques, la réparation cristallise beaucoup d'enjeux : disponibilités des pièces, prix des pièces, prix de la réparation, compétences de proximité pour la réalisation de la réparation, confiance accordée aux réparateurs... Des mesures récentes visent à améliorer et fiabiliser le cadre autour de la réparation pour qu'il bénéficie à tous, consommateurs particuliers et professionnels mais aussi aux acteurs proposant des réparations.</p> <p>Pour les industriels du secteur numérique, l'enjeu prioritaire demeure la sécurité des produits réparés et la qualité des opérations de réparation effectués sur les terminaux numériques.</p> <p>Cette fiche explore les actions à mener pour permettre le développement des opérations de réparation dans des conditions optimales pour l'environnement mais aussi pour la sécurité des acteurs de la réparation et des utilisateurs qui bénéficient des terminaux numériques réparés.</p> <p>Selon une étude de l'ADEME (lien), faire réparer un téléviseur (40-49") qui est tombé en panne à demi-vie (4 ans) permet de réaliser une économie de 90 kg CO2-eq, par rapport à l'achat d'un téléviseur neuf.</p> <p>Pour un smartphone fonctionnel, qui a deux ans et fonctionne encore, ne pas changer de téléphone permet de gagner 16 kg CO2-eq par rapport à l'achat d'un neuf.</p> <p>Source : infographie-benefices-environnementaux-allongement-duree-dusage-2019.pdf (ademe.fr)</p>
Phase(s) du cycle de vie concernée	Utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	<p>Lorsque cela est pertinent pour les matières et les terminaux numériques considérés*, la filière propose l'augmentation du nombre de pièces détachées cosmétiques et mécaniques imprimées en 3D.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Encourager le développement du recours à l'impression 3D lorsque cela est possible et pertinent pour les pièces considérées et sous réserve que cela ne nuise pas à la sécurité du produit ou de la pièce, à sa robustesse et à la protection de la santé des utilisateurs

	<p>*cet objectif pourra ne pas être suivi si les pièces imprimées en 3D n'offrent pas les qualités et caractéristiques techniques suffisantes par rapport aux pièces originelles, notamment en termes de résistance à l'usure.</p> <p>Source : étude ADEME (lien)</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)</p>	<p>Selon une étude de l'ADEME (lien), faire réparer un téléviseur (40-49") qui est tombé en panne à demi-vie (4 ans) permet de réaliser une économie de 90 kg CO2-eq, par rapport à l'achat d'un téléviseur neuf.</p> <p>Des estimations complémentaires sur la réduction des émissions de CO2 liées à l'allongement de la durée de vie sont exprimées au sein du levier n°3.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : Possible réduction du parc, avec des terminaux qui durent plus longtemps</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : Augmentation</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : pas d'impact</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>Les freins au développement de la réparation sont variés : le prix des pièces détachées est souvent évoqué comme le frein principal du côté des utilisateurs.</p> <p>Du côté du constructeur, ce dernier a de moins en moins la possibilité de récupérer ses propres produits en fin de vie, ce qui freine le développement d'activité de récupération de pièces détachées par exemple. Pour contrer cet effet, il faudrait une action d'ampleur menée avec les différents acteurs du secteur.</p> <p>La capacité des acteurs à effectuer des réparations de qualité sont aussi une préoccupation importante, cette fois du côté des fabricants de terminaux numériques, pour lesquels la question de la responsabilité en cas de dommages est cruciale.</p> <p>Cette exigence de qualité des opérations de réparation est d'autant plus importante que les terminaux sont aujourd'hui des produits complexes, comprenant de multiples composants et matériaux.</p>

	Enfin, des solutions innovantes comme l'impression 3D ou la standardisation des pièces se heurtent à des enjeux de propriété intellectuelle.
Niveau de maturité (si pertinent)	Moyen
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Des investissements sont nécessaires pour renforcer la filière de réparation, consolider les compétences des réparateurs et former des nouvelles personnes, afin d'assurer la qualité des futures réparations.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Développer la formation et encourager la création d'emplois liés à la réparation des terminaux est un enjeu crucial pour la filière. Le réemploi et la réparation sont des secteurs à la recherche de mains-d'œuvre qualifiées, pour des opérations de démontage, de diagnostic, de revalorisation de pièces détachés d'occasion mais aussi des fonctions commerciales pour la vente directe de pièces aux utilisateurs et réparateurs. Pour la seule filière industrielle électronique, 3000 créations de postes sont attendues entre 2021 et 2024 pour faire face à sa croissance. Ce sont des filières d'avenir et enracinées sur le territoire où elles seront appelées à créer des emplois non-délocalisables et dynamiser les circuits locaux, nationaux et européens d'économie circulaire. Pour permettre aux acteurs du secteur de réaliser ces perspectives, les leviers possibles sont : standardisation des offres de formation à ces métiers sous une plateforme unique ; accompagnement par l'État de la création d'organismes de formation locaux, etc.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer la récupération de pièces détachées d'occasion / reconditionnées en amont du recyclage matière ○ Encourager l'évolution des modèles d'affaires des fabricants de terminaux numériques pour inclure des activités de réparation, d'économie de fonctionnalité, etc. <p>Terminaux concernés : tout équipement ménager et assimilés</p>

	<p>Scope concerné : B2C et assimilés (REP DEEE ménagers)</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Encourager le développement du recours à l'impression 3D lorsque cela est possible et pertinent pour les pièces considérées et sous réserve que cela ne nuise pas à la sécurité du produit ou de la pièce, à sa robustesse et à la protection de la santé des utilisateurs ○ Former les techniciens à la récupération de composants sans endommager leur intégrité ○ Encourager et promouvoir la labellisation QualiRépar issue du fonds réparation ○ Promouvoir le « bonus réparation » auprès des consommateurs
<p>Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe</p>	<p>France</p>
<p>Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES</p>	<p>Proposition de réglementation européenne sur le droit à la réparation</p> <p>Indice de réparabilité</p> <p>Loi REEN</p> <p>Règlement éco-conception</p> <p>Right to repair UE</p> <p>Futur passeport produit européen</p>
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Suivre et évaluer la mise en œuvre et l'efficacité des récents dispositifs sur la réparation : indice de réparabilité, fonds réparation ○ Introduire des garanties de protection de la propriété intellectuelle dans le cadre du développement de l'impression 3D ○ Achats publics : introduire dans le dispositif de commande publique durable de l'article 58 de la loi AGEC la possibilité de prendre en compte l'achat ou la location de matériel reconditionné, sans changement de propriétaire ○ Soutenir le développement de formations en réparation sur le territoire français ○ Promouvoir le label QualiRépar et le « bonus » réparation auprès des utilisateurs ○ Revoir au sein des lots écoconception européen les délais de livraison des pièces détachées (une livraison en 5 jours demandée pour le lot X des

	smartphones et tablettes entre en contradiction avec la réduction du recours au transport aérien)
Indicateur(s) de suivi	<p>Suivi des indicateurs du fonds réemploi (nombre de réparateurs labellisés, nombre de réparations effectuées...)</p> <p>Taux de réutilisation des pièces détachées : taux de circularité des pièces</p> <p>Évolution des notes de l'indice de réparabilité</p>

Levier #6 : Participer au développement des activités de réemploi et de reconditionnement de qualité pour allonger la durée de vie des terminaux numériques

Description du levier	<p>Avec $\frac{3}{4}$ des émissions de GES des terminaux liées à leur phase de fabrication (<u>source</u> : étude ADEME ARCEP), l'allongement de la durée de vie est un enjeu crucial pour compenser ces émissions. Complémentaires de la réparation, les activités de réemploi et de reconditionnement sont déterminantes pour éviter la fabrication de nouveaux produits et éviter les émissions associées.</p> <p>Véritable changement de paradigme au sein du secteur numérique, la part croissante de terminaux d'occasion échangés sur le marché nécessite une adaptation des flux et des processus autour des équipements numériques. Ces nouvelles activités apportent aussi leur lot de changement pour les modèles d'affaires « classiques ». Les enjeux sont donc de pouvoir organiser un cadre fiable pour ces activités, afin de que tous les acteurs, fabricants, pure players, réparateurs, puissent évoluer ensemble dans un cadre sécurisé et équitable, au service de la réduction des émissions de gaz à effet de serre associés aux produits numériques.</p> <p>Il sera aussi nécessaire de trouver des garanties de fiabilité des opérations effectuées sur les terminaux numériques pour maintenir le niveau de confiance des utilisateurs dans les produits.</p> <p>Selon une étude ADEME (lien), conserver son téléviseur fonctionnel 40-49" permet un gain de 170 kg CO2-eq, et pour un smartphone 5,5", les gains sont de 20 kg CO2-eq.</p>
------------------------------	--

	Un téléphone portable reconditionné permet d'économiser entre 77 et 90% des émissions d'un terminal neuf, selon une étude ADEME sur l'empreinte environnementale des produits reconditionnés (lien).
Phase(s) du cycle de vie concernée	Fabrication / utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Selon une étude ADEME (lien), conserver son téléviseur fonctionnel 40-49" permet un gain de 170 kg CO₂-eq, et pour un smartphone 5,5", les gains sont de 20 kg CO₂-eq. Toujours selon l'ADEME (lien), La substitution d'un ordinateur portable neuf par un ordinateur portable reconditionné permet d'éviter l'extraction de 127 kg de matière par année d'utilisation.</p> <p>Un téléphone mobile reconditionné permet de prévenir l'extraction de 76,9 kg de matières premières et l'émission de 24,6 kg de CO₂eq (GES) par année d'utilisation.</p> <p>Des estimations complémentaires sur la réduction des émissions de CO₂ liées à l'allongement de la durée de vie sont exprimées au sein du levier n°3.</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : réduction de la taille du parc neuf</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : Augmentation de la durée de vie</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : N/A – possible effet rebond avec des équipements plus anciens fonctionnels qui restent en activité plus longtemps et ont une moins bonne efficacité énergétique</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
Freins à la mise en œuvre	L'allongement de la durée de vie doit pouvoir se faire en utilisant tous les outils à disposition et sans discrimination. Par exemple, la question des mises à jour sur les équipements numériques est un puissant levier de protection des terminaux, en renforçant leur cybersécurité, les rendant moins vulnérables à des attaques et en optimisant le fonctionnement des logiciels au sein du terminal.

	<p>Des freins financiers existent aussi, et entravent l'essor du reconditionné, par exemple l'introduction de la redevance pour Copie Privée sur les produits reconditionnés, la TVA, les écocontributions DEEE...</p> <p>Le marché de l'occasion est des plus en plus un marché international. L'enjeu prioritaire sur le marché du reconditionné / du réemploi est d'aboutir à des terminaux permettant d'assurer une qualité et un niveau de sécurité aussi exigeant que les mesures s'appliquant aux terminaux neufs.</p> <p>Parfois, la promesse d'équipements dernier cri à prix réduit oriente les utilisateurs vers des produits moins chers mais moins vertueux sur un plan environnemental car ayant subi un reconditionnement de moindre qualité qui ne durera pas dans le temps.</p> <p>La qualité des opérations effectuées en vue du réemploi ou du reconditionnement des terminaux numériques est aussi un enjeu crucial : il serait préférable de faire respecter des normes standardisées et d'opérer des contrôles sur les produits vendus, pour ne pas perdre la confiance grandissante des utilisateurs dans ces produits et les détourner d'une de cette démarche de consommation plus vertueuse.</p> <p>L'accès aux pièces détachées est aussi un frein soulevé par les acteurs du réemploi et du reconditionnement.</p> <p>Dans le monde professionnel, les entreprises de petite et moyenne taille manquent de solutions adaptées et locales pour les encourager et faciliter le réemploi des terminaux numériques.</p> <p>La réorganisation des circuits de collecte et l'ajout de débouchés pour le réemploi des terminaux numériques est aussi un chantier colossal, entrepris par les éco-organismes mais qui nécessitera l'implication de tous les acteurs de la filière REP DEEE.</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Mature
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Elevés : la réorganisation des filières de collecte de terminaux, le déploiement de nouvelles activités, la garantie de qualité des opérations effectuées...

Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Elevé : des nombreux emplois seront à pourvoir avec l'essor des activités de réemploi et de reconditionnement de qualité : des techniciens pour diagnostiquer, réparer et remplacer le matériel électronique, pour assurer un niveau de sécurité suffisant et capables d'effectuer des opérations sur la partie logicielle des terminaux.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer de nouvelles activités de réemploi et de reconditionnement des terminaux par les fabricants ○ Développer des offres de produits réemployés / reconditionnés au sein de leur catalogue ○ Développer des partenariats, si possibles locaux, avec des structures de réemploi / reconditionnement des terminaux numériques ○ Développer des conceptions de produit permettant d'allonger la durée de vie des produits et permettant le réemploi ○ Développer les solutions de trade-in lors des parcours d'achat <p>Terminaux concernés : tout équipement ménager et assimilés</p> <p>Scope concerné : B2C et assimilés (REP DEEE ménagers)</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer la notion du « taux de circularité » des produits, avec une méthodologie européenne pour objectiver le passage des entreprises et des produits vers une économie circulaire ○ Etudier les critères des labels de confiance pour les tiers opérants sur les produits pour les promouvoir ○ Recevoir le soutien des éco-organismes de la filière REP DEEE pour développer le réemploi et l'évolution des modèles d'affaires par les producteurs adhérents, selon le principe de « producteur acteur »

Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France et Europe
Règlementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES	Article 37 de la loi AGEC Fonds réemploi et réutilisation Futur règlement ESPR
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Accompagner et financer le changement de modèles d'affaires des industriels vers des activités de réemploi et de reconditionnement grâce à la stratégie d'accélération du numérique responsable et l'ADEME ○ Encourager le développement de filières industrielles de remanufacturation, dans le cadre de la réindustrialisation de la France ○ Faire connaître les logiciels libres auprès des utilisateurs ○ Introduire un régime de responsabilité pour les vendeurs de produits reconditionnés via des places de marché ○ Suivre la mise en œuvre du fonds réemploi par les éco organismes de la filière REP DEEE ○ Permettre à davantage d'acteurs de profiter du levier fonds réemploi via des mesures collaboratives comme des partenariats entre industrie et ESS ○ Encourager la clarification des régimes juridiques entre les produits d'occasion, les produits réemployés, les produits reconditionnés, les produits remanufacturés et les produits intégrant des pièces d'occasion ○ Encourager l'économie de la fonctionnalité au sein de la commande publique ○ Définir en concertation avec la filière numérique une méthodologie d'évaluation de la durée de vie des terminaux numérique, dans le respect des règles de confidentialité des données, pour enrichir l'enquête annuelle pour un numérique soutenable de l'ARCEP ○ Définir en concertation avec la filière numérique la notion du « taux de circularité » des produits, avec une méthodologie européenne pour objectiver le passage des entreprises et des produits vers une économie circulaire

Indicateur(s) de suivi

Suivi de l'évolution des parts de marché de terminaux neufs versus d'occasion

Suivi de la progression de la durée de vie des produits

- Possibilité de s'appuyer sur les données collectées par les EO

Collecter des informations sur les expériences utilisateurs de produits réemployés et reconditionnés

Levier #7 : Aider au renforcement de la filière REP DEEE pour augmenter la collecte, la réutilisation et le recyclage des terminaux numériques

<p>Description du levier</p>	<p>Les enjeux de la fin de vie des équipements numériques sont nombreux : amélioration de la collecte des terminaux, gestion sécurisée des déchets parfois dangereux, traçabilité des flux, fléchage des déchets vers les bons exutoires, récupération de pièces détachées fonctionnelles et réutilisables, potentiel de valorisation matière des équipements usagés... d'autres filières industrielles dépendent de la disponibilité des gisements de ces équipements usagés et de leur bonne récupération : industrie du recyclage, entreprises de l'ESS œuvrant dans le réemploi et le reconditionnement.</p> <p>Les leviers d'action de cette section ont été élaborés en collaboration avec les représentants des recycleurs et les éco-organismes, organes essentiels dans la gestion de la fin de vie des équipements numériques.</p> <p>L'arrivée dans l'Union Européenne dans les prochaines années du passeport numérique produit permettra une meilleure traçabilité des équipements, depuis le fabricant jusqu'au gestionnaire du produit devenu déchet, en passant par les différents propriétaires de l'équipement et des opérations effectuées sur l'appareil.</p>
<p>Phase(s) du cycle de vie concernée</p>	<p>Fin de vie</p>
<p>Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030</p>	<p>Des objectifs de taux de collecte et de taux de recyclage sont déjà fixés pour la filière, à la fois au niveau national et au niveau européen. La filière considère que ces taux fixés par des spécialistes sont à suivre et que les actions à mener doivent concourir à l'atteinte de ces objectifs.</p> <p>Pour la France, à partir de 2019, le taux de collecte national minimal à atteindre annuellement est de 65 % du poids moyen d'équipement électrique et électronique mis sur le marché français au cours des trois années précédentes, ou de 85 % des déchets d'équipements électriques et électroniques produits, en poids. (source : décret du 10 aout 2014 - lien)</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)</p>	<p>A ce jour, la filière ne dispose pas de données suffisantes pour estimer précisément l'impact de la mesure.</p>

<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : N/A</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : N/A</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : N/A</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>Un frein d'ordre économique, lié à un antagonisme entre allongement de la durée de vie et bonne gestion de la fin de vie, mérite d'être souligné. En effet, des équipements dont la durée de vie est allongée mettront plus de temps à arriver en phase de fin de vie et donc dans les mains des recycleurs, mais cela aura bénéficié à l'industrie de la réparation au préalable. Les leviers et actions identifiées devront veiller au bon équilibre de ces deux activités économiques, qui ont toutes les deux leur importance pour la transition écologique et pour la bonne santé de notre économie.</p> <p>Sur ces actions, les principaux freins à lever seront d'ordre comportemental, pour s'assurer que les personnes à qui il revient de se débarrasser de leurs équipements adoptent les bons gestes – professionnels mais aussi particuliers.</p> <p>En termes de conception de produits, des produits très denses et miniaturisés sont moins propices à un démantèlement et un recyclage de qualité.</p>
<p>Niveau de maturité (si pertinent)</p>	<p>Mature</p>
<p>Investissements nécessaires pour déployer le levier</p>	<p>Des investissements seront à réalisés pour le développement et la modernisation des installations de recyclage en France et en Europe, idéalement dans le cadre du projet de loi Industrie Verte et dans l'objectif de réindustrialisation du pays et du continent. Ces investissements seront à évaluer en concertation avec les EO et les recycleurs au regard des technologies disponibles et déjà installées en Europe.</p>
<p>Coût d'abattement du carbone (si pertinent)</p>	<p>N/A</p>
<p>Besoins en emplois/compétences</p>	<p>Besoin de revalorisation des métiers de la filière de collecte et de recyclage des terminaux numériques.</p>

pour déployer le levier	
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Adopter la notion d'éco-conception en vue du recyclage avec des possibilités d'extraire plus facilement des composants. ○ Développer des offres de terminaux numériques intégrant des pièces détachées d'occasion ; ○ Développer auprès des clients et utilisateurs des messages autour de la collecte, de la réutilisation et de la fin de vie des terminaux pour une meilleure gestion des déchets d'équipements numériques ; ○ Faciliter la collecte, la récupération, la réutilisation et le recyclage des terminaux, de leurs pièces et de leurs matériaux ; <p>Terminaux concernés : tous</p> <p>Scope concerné : B2C et B2B</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aider au développement de technologies de démantèlement et de recyclage des terminaux numériques innovantes et performantes ○ Faciliter le « geste de tri » pour le rendre le plus ordinaire possible par des actions de communication, de la pédagogie ○ Participer à la création de nouveaux flux pour des produits ménagers fonctionnels ou réparables, à distinguer des déchets ○ Etudier avec le soutien des EO les possibilités pour les fabricants de terminaux numériques de récupérer les métaux critiques au sein de leurs produits
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France et Europe
Réglementations et dispositifs existants,	Directive DEEE et son projet de révision Encadrement légal et réglementaire des filières REP DEEE et Piles & Accumulateurs

en lien avec les émissions de GES	Règlement batterie
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Promouvoir et accélérer via des financements le développement et le déploiement des technologies de démantèlement et de recyclage innovantes et performantes ○ Lorsque cela est pertinent, encourager la récupération des pièces détachées avant les opérations de recyclage matière ○ Maintenir la stabilité du cadre légal du statut de déchet mais éclaircir le statut d'objet en vue du réemploi, de la réutilisation, du reconditionnement ○ Renforcer la lutte contre les filières illégales de déchets afin d'améliorer l'accès aux gisements ○ Revoir et éclaircir l'article 5.4 du cahier des charges de la filière DEEE sur l'accès au gisement ○ Encourager dans la commande publique des spécifications concernant la fin de vie des produits
Indicateur(s) de suivi	<p>Suivi des indicateurs de tonnage de déchets collectés, de déchets réutilisés</p> <p>Suivi des flux d'export de déchets</p> <p>Amélioration de la traçabilité des terminaux et suivi du taux de circularité des terminaux numériques</p> <p>Suivre, en lien avec la fiche levier #1 le taux d'utilisation de matériaux recyclés au sein des terminaux numériques</p> <p>Suivi de la progression (diminution) des flux illégaux de déchets numériques</p>

Levier #8 : Disposer de données environnementales fiables pour une meilleure connaissance de l’empreinte des terminaux numériques	
Description du levier	<p>De la même manière que, dans les réglementations récentes, l’accent a été mis sur la disponibilité des données et des informations environnementales auprès des consommateurs finaux, un développement des données industrielles portant sur les produits, les composants, la supply chain pourrait permettre aux professionnels d’orienter leurs choix vers des produits, composants et donc des fournisseurs ayant des meilleures pratiques du point de vue des émissions de gaz à effet de serre et du respect de l’environnement.</p> <p>Avec l’arrivée prochaine du passeport produit digital au niveau européen, cela peut être l’occasion de mettre en avant des bonnes pratiques et des catégories de données essentielles pour faire évoluer les pratiques. Ainsi, il est important d’encourager la réalisation et la publication de données environnementales pour un maximum de produit et composants et d’encourager tous les acteurs de la chaîne à faire de même.</p>
Phase(s) du cycle de vie concernée	Toutes
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	Cet objectif étant de nature plus qualitative, il convient d’avoir un temps d’observation avant de pouvoir fixer un objectif chiffré.
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Les émissions et impacts liés à la création de base de données sur les produits et composants seront compensées par les gains que la disponibilité de l’information permettra.</p> <p>A ce jour, la filière ne dispose pas de données suffisantes pour estimer précisément l’impact de la mesure.</p>
Impact sur la réduction d’autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l’adaptation, etc.	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : N/A</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : Possibilité d’allongement</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : Possibilité d’amélioration</p> <p>Impact sur le volume de données : N/A</p>
Freins à la mise en œuvre	Regrouper ces données et les publier ne sont pas encore des automatismes pour certains acteurs. Il faudra donc

	<p>promouvoir ces bonnes pratiques le plus largement pour arriver à des résultats probants.</p> <p>Certaines données peuvent être soumises au secret commercial et protégées par des droits de propriété intellectuelle.</p> <p>De plus, la réussite de la mise en œuvre de ce levier dépend de la disponibilité et de la fiabilité des données communiquées par les fournisseurs.</p> <p>Enfin, un manque de méthodologies internationales harmonisées mène différentes entités à développer leurs méthodes.</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Mature technique élevée mais niveau d'avancement différent selon les entreprises (notamment selon leur taille) : les analyses de cycle de vie sont de plus en plus répandues, de même que les bilans carbone. De plus, des travaux de la filière sont déjà existants – tels ceux de la Responsible Business Alliance sur les émissions carbone.
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Elevé : si les méthodologies de bilan carbone et ACV sont répandues, les appliquer pour les produits nécessitera des compétences au sein de l'entreprise, ou des fonds pour recourir à des prestataires externes. La récurrence de l'exercice (annuel, pour les bilans carbone) demandera aussi des investissements à long terme.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Des formations sur les analyses de cycle de vie et les bilans carbone devront être développées.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Encourager, lorsque cela est possible, à la publication annuelle des bilans carbone (scope 1 à 3) ➤ Encourager, lorsque cela est possible, à la publication pour chaque nouveau produit et, si possible, ses composants, une analyse de cycle de vie selon une méthode reconnue, telles les normes ISO 14040 et 14044 <p>Terminaux concernés : tous</p>

	<p>Scope concerné : B2C et B2B</p> <p>Actions de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Travailler à une harmonisation de la publication des ACV et bilans carbone par les entreprises
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES	<p>Directive européenne sur le devoir de vigilance (CS3D)</p> <p>CSRD : directive européenne sur le <i>reporting</i> extra-financier, avec un standard de <i>reporting</i> spécifique à l'IT (draft Q1 2024, publication d'ici juin 2025) et existence de 12 standards transverses (pour les + de 250 salariés) (fiche « transparence » data center, directive efficacité énergétique qui va viser aussi les data center et label environnemental pour les data center)</p>
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Accompagner les entreprises moins avancées dans la réalisation de leurs analyses de cycle de vie et leurs bilans carbone ○ Définir avec les producteurs de méthodologies permettant de mieux comprendre les poids carbone et de faire évoluer les mesures selon les avancées technologiques
Indicateur(s) de suivi	Quantité de données ouvertes et accessibles, données contenues dans le passeport produit, base de données complétées et mises à jour, taux d'utilisation de ces bases

Levier #9 : Mieux faire correspondre les besoins des utilisateurs avec les usages et fonctionnalités des terminaux numériques	
Description du levier	<p>Des discussions menées dans le cadre de cette feuille de route de décarbonation est souvent ressorti le besoin d'une plus grande adéquation des équipements choisis avec les besoins réels des utilisateurs.</p> <p>Disposer d'une plus grande puissance ou de davantage de mémoire n'est pas nécessaire pour tous les utilisateurs et tous les usages, or cela peut être la cause de renouvellement de matériel.</p> <p>Il apparaît dès lors pertinent de se pencher sur les besoins des utilisateurs, de les définir plus précisément pour les orienter ensuite vers les terminaux numériques les plus adaptés.</p>
Phase(s) du cycle de vie concernée	Utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	Cet objectif étant de nature plus qualitative, il convient d'avoir un temps d'observation avant de pouvoir fixer un objectif chiffré.
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	A ce jour, la filière ne dispose pas de données suffisantes pour estimer précisément l'impact de la mesure.
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<p>Impact sur la taille du parc de terminaux : Possible réduction</p> <p>Impact sur la durée de vie des équipements : Possibilité d'allongement</p> <p>Impact sur la consommation électrique unitaire : Possible amélioration</p> <p>Impact sur le volume de données : Possible amélioration</p>
Freins à la mise en œuvre	<p>La connaissance réelle des utilisateurs sur les capacités des terminaux qu'ils utilisent est encore faible, ce frein de la connaissance sera le plus lourd à lever.</p> <p>Un effet secondaire du développement du réemploi et des équipements de seconde main pourrait mener les consommateurs à avoir aussi moins de choix dans les équipements disponibles en reconditionné, alors</p>

	l'utilisateur ne pourra peut-être pas avoir l'équipement qui lui correspond le mieux.
Niveau de maturité (si pertinent)	Mature
Investissements nécessaires pour déployer le levier	L'utilisation de profil utilisateur dans le B2B est un bon exemple pour une meilleure adéquation des produits avec leurs utilisateurs. Ces profils utilisateurs pourraient être développés aussi pour les utilisateurs individuels.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	Des investissements devront être réalisés pour former les équipes marketing, les distributeurs, pour mieux orienter les utilisateurs vers des équipements qui leur correspondent.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Actions individuelles des entreprises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Engager une démarche en collaboration avec les distributeurs sur la publicité pour mettre en avant l'adéquation entre un besoin réel de l'utilisateur et un produit adapté ○ Communiquer davantage sur les fonctionnalités des produits (multifonction versus monofonctionnel, portabilité ou fixe, fin ou robuste...) <p>Terminaux concernés : tout équipement ménager et assimilés</p> <p>Scope concerné : B2C et assimilés (REP DEEE ménagers)</p>
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Réglementations et dispositifs existants, en lien avec les émissions de GES	A ce jour, la filière n'a identifié aucune réglementation n'existe à ce sujet.
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Afin de réponse aux besoins des utilisateurs d'autres manières, lancer des propositions de subventionnement de projets autour de la <i>low-tech</i> et de la <i>slow-tech</i>

Indicateur(s) de suivi

Il pourrait être intéressant de suivre l'évolution des ventes de produits électroniques en fonction de leur taille, de leur capacité ou de leur mémoire, pour identifier des changements dans les habitudes de consommation des utilisateurs, aussi bien professionnels que particuliers.

Annexe 1.2 : Fiches levier spécifiques IOT

Internet des objets, levier N°1 – Adopter des pratiques d'écoconception matérielle et mécanique pour les objets connectés (hors réseau et services web), dans un contexte B2B

Description du levier

Cette fiche-levier adresse un ensemble de mesures identifiées par le groupe de travail « IoT » dans l'objectif de **réduire l'empreinte carbone des objets connectés dans les phases maîtrisées par les fabricants** de ces-dits objets « IoT » (Internet-des-Objets).

Il s'agit de **développer et démocratiser un référentiel d'écoconception matérielle et mécanique pour les objets connectés professionnels**, c'est-à-dire un ensemble de bonnes pratiques mises en œuvre par divers acteurs de la conception, la production et la distribution de terminaux dédiés à l'Internet-des-Objets dans un contexte B2B.

Cette fiche-levier s'inscrit particulièrement dans le **cadre des Scénarios d'éco-conception (horizon 2030) et du Scénario Génération Frugale S1 (horizon 2050)** tel que définis dans le rapport ADEME/ARCEP de Janvier 2023 sur l'impact environnemental du numérique en France.

L'Internet des Objets (IoT) utilisé dans un contexte professionnel relève d'une catégorie d'équipements numériques qui présentent des caractéristiques particulières – par leur nombre et leur croissance actuelle, leur nature (équipés de capteurs et actionneurs, réseaux dédiés, etc.), leurs conditions de fonctionnement (utilisation en extérieur, en mobilité, etc.) et parfois par une

exigence de durabilité bien plus longue que pour les terminaux dits « grand-public » (durée de vie de 5 à 15 ans, souvent en toute autonomie et en limitant le besoin d'intervention pour maintenance).

Les mesures préconisées par cette fiche-levier comportent 3 volets de bonnes pratiques :

- les choix des composants et matières premières,
- la conception mécanique,
- les procédures de fabrication et les modes de distribution.

Des exemples concrets de telles mesures sont explicitées dans la section « Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier » ci-dessous.

Ces mesures viennent en complément :

- des autres leviers identifiés par le groupe de travail parent « Terminaux », leviers qui s'appliquent bien sûr également aux terminaux IoT ;
- des autres leviers identifiés par le groupe de travail IoT, à savoir : évaluer l'empreinte environnementale des objets connectés grâce à une PCR « IoT », et adopter des pratiques d'écoconception et d'éco-configuration logicielles ;

Ces bonnes pratiques (voir partie "actions concrètes") se veulent génériques mais pourraient être déclinées en plusieurs sous-familles, en fonction du cas d'usage et secteur d'application.

Note : le périmètre de ce levier est restreint aux objets eux-mêmes et n'inclut pas les réseaux ou les services cloud, domaines qui pourront être abordés dans les groupes de travail idoines.

Ce levier vise principalement à améliorer l'efficacité des phases de vie hors utilisation des objets connectés, et de faciliter la réparation et/ou le reconditionnement de ces objets.

Ses objectifs sont de :

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Réduire l’empreinte matérielle liée à la fabrication, la distribution et la fin de vie des objets connectés ○ Permettre de faire durer ces objets connectés le plus longtemps possible tout en consommant le moins d’énergie possible pendant leur durée de vie. 		
Phase du cycle de vie concernée	matières premières / conception / production / distribution		
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	<p>2023 : partages des bonnes pratiques au sein de différents groupes professionnels (ex. Clusters et consortiums IoT sur le territoire national) afin de compléter les pratiques déjà identifiées dans le cadre du travail du HCNE.</p> <p>2023 : déploiements volontaires de bonnes pratiques</p> <p>2024-... : adoption du référentiel commun d’écoconception</p>		
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	Niveau d’impact : Modéré		
	Evolutions	Sans politique publique idoine <i>(écoconception modérée)</i>	Avec politique(s) publique(s) suggérée(s) <i>(écoconception généralisée)</i>
	Taille du parc	<i>Sans impact</i>	<i>Sans impact</i>
	Durée de vie	↗	↗↗↗
	Conso. Electrique unitaire	(↘) A évaluer <i>(impacts principalement indirects)</i>	(↘) A évaluer <i>(impacts principalement indirects)</i>
	Volume de donnée	<i>Sans impact</i>	<i>Sans impact</i>
	Empreinte matière	↘↘	↘↘↘
Impact sur la réduction d’autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les	<ul style="list-style-type: none"> ○ Réduction forte de l’empreinte matérielle ○ Réduction de la consommation en énergie (liée aux phases amont à l’utilisation) ○ Possible réduction de la consommation et de la pollution de l’eau 		

ressources naturelles,
l'adaptation, etc.

- Facilitation d'une économie circulaire pour certaines gammes de produits connectées, par la capacité augmentée de réparation et reconditionnement.

Impacts hors environnement :

- Possibilité accrue de relocalisation en Europe de procédés d'assemblage (attention à l'impact sur l'usage des sols)

+ Potentiels de transferts d'impacts ou d'effets rebonds à étudier

Freins à la mise en
œuvre

- **Indisponibilité d'un document référence concernant l'écoconception des produits IoT** : chaque acteur ou groupe d'acteurs devra investir du temps et de l'argent dans la définition de sa propre référence d'écoconception. Il est aussi probable que – faute de référentiel porté par une instance gouvernementale – plusieurs référentiels « concurrents » (cf. provenant de différents consortiums) voient le jour, ajoutant du bruit plus que de la lisibilité.
- **Indisponibilité de référentiel pour flécher vers les composants ou matières les moins impactant.** Substituer une matière ou un composant nécessitera d'avoir une compréhension claire des impacts liés à l'une ou à l'autre des alternatives. Il s'agit d'avoir une estimation efficace des émissions évitées pour effectuer le bon choix, mais aussi d'estimer les impacts financiers pour investir et garder in fine une production et un produit compétitif sur le marché.
- **Indisponibilité de filières de matières recyclées** (notamment pour les produits en provenance de Chine, pour lesquels des cartons recyclés/réemployés pourraient être utilisés).
- **Surcoût lors la phase de conception** (inhérent à l'ajout de nouvelles considérations matérielles et logicielles). Certains industriels peuvent rechigner à adopter cette approche par souci d'efficacité opérationnelle et de marge, alors que l'effort d'écoconception peut s'avérer très bénéfique sur les produits *in fine*.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Manque de sensibilisation ou de volonté des acteurs du marché : de nombreux acteurs et décideurs ne se sentent pas concernés ou ne mesurent pas les enjeux et leur contribution. Et quand ils le sont, les critères de prix priment encore sur les critères environnementaux. ○ Les composants les plus avancés et les moins énergivores à l'utilisation sont souvent les plus coûteux financièrement (par ex un composant consommant 1mA de moins peut coûter 50cts de plus), et parfois les plus coûteux environnementalement à la fabrication (parce que la miniaturisation pèse en processus de fabrication) ainsi qu'en fin de vie (processus de décollecte des composants miniaturisés et extraction pour recyclage). Comment encourager les clients à choisir des solutions plus respectueuses de l'environnement ?
<p>Niveau de maturité (si pertinent)</p>	<p>« Démonstration en environnement opérationnel » (TRL7) « : plusieurs acteurs mènent déjà des approches stratégiques et proactives mais la majorité du marché n'a pas encore mené de réflexion ou adopté de pratiques systémiques.</p>
<p>Investissements nécessaires pour déployer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mettre en œuvre un consortium compétent et une gouvernance pour développer et déployer un référentiel d'écoconception de produits IoT, similaire à ce qui a pu être fait pour le R.G.E.S.N. ○ Financer, développer et mettre à disposition une base de données d'impacts environnementaux des composants ou matières les moins impactant ○ Accélérer et intensifier les incitations financières pour la mise en œuvre de pratique d'écoconception de produits matériels ○ Investir dans plus d'actions de sensibilisation sur les enjeux numérique-énergie-climat à destination des industriels de l'IoT

Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	n/a
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Une équipe pour orchestrer le développement d'un référentiel d'écoconception, puis rédiger, publier, et maintenir ce référentiel ○ Un ensemble de formateurs pour sensibiliser et instruire les fournisseurs et les acheteurs IoT sur l'empreinte environnementale de l'IoT et l'éco-conception de produits IoT ○ Des prestataires de l'évaluation environnementale (type ACV ou QuantiGES) et d'outils de mesure environnementale (type sonde logicielle) expérimentés en IoT ○ Intégrer l'éco-conception dans les programmes de formations intégrant l'IoT (par ex. la spécialisation « IoT » de l'école d'ingénieurs ENSEIHT, future Centrale Toulouse)
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Voici des exemples d'actions concrètes, qui ne sont que de premières idées qu'il reste à compléter et enrichir auprès d'acteurs au-delà du groupe de travail mis en œuvre dans le cadre du HCNE.</p> <p><u>Par exemple, pour les matières premières :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Réduire l'utilisation de vernis, colles, peintures pour des raisons esthétiques sans lien avec la durabilité du produit. ○ Limiter l'utilisation de résines internes aux cas d'usage qui nécessitent une tropicalisation des produits. ○ Limiter l'utilisation d'alliage peu recyclables, étant conscients que ces alliages sont souvent sélectionnés pour leurs propriétés mécaniques et/ou chimiques et que les alternatives sont souvent limitées. ○ Réduire la quantité de plastique dans les produits (par exemple en réduisant les épaisseurs). ○ Engager une concertation sur les possibilités de réduction de l'utilisation de retardateurs de flammes

dans certaines gammes d'objets connectés (par exemple ceux qui ne sont pas destinés à une utilisation autonome)

Pour la conception mécanique :

- Ne plus utiliser de procédés de collage, parce qu'alors les pièces ne sont plus réparables/interchangeables.
- Inciter les fabricants à créer des organes IoT remplaçables indépendamment de l'objet (*appliance*) qui devient connecté.
- Dès la phase de conception, définir des parcours de fin de vie pour les produits et en assurer la mise en œuvre.
- Réflexion à mener sur la nécessité de miniaturisation au à l'inverse, l'augmentation de l'encombrement et de poids du fait de la conception mécanique plus modulaire.

Pour la conception liée aux sources d'énergie :

- Mener systématiquement une réflexion sur la nécessité d'intégrer des piles ou une batterie dans les objets connectés.
- Ne pas souder les batteries, prévoir les moyens de les remplacer (accès, connectique, etc.).

Pour les procédés de fabrication :

- Mettre en œuvre des procédures de « déverminage » en usine, c'est-à-dire intégrer des tests de vieillissement par période de rodage à l'usine, permettant de limiter le risque de « défaut 0km ».
- Réflexion à mener sur les produits défectueux en chaîne de fabrication : comme les réutiliser plutôt que les mettre en filière de scrapping.
- Privilégier des chaînes de fabrication qui utilisent des sources d'énergie les moins carbonées

Pour la distribution :

- Encourager l'utilisation de contenants / cartons de produits mono-matière et simples (par ex. carton brut plutôt que peint, plastifié, etc.).

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Encourager la réflexion sur la taille des cartons pour pouvoir maximiser le chargement des transporteurs (par exemple, parfois des conditionnements trop volumineux ne permettent pas de remplir au maximum les conteneurs). ○ Encourager la logistique maritime pour les distributions intercontinentales ; ○ Réduction de la livraison par défaut des accessoires. <p><u>Pour améliorer la gestion en fin de vie :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer, pour chaque modèle commercialisé par le fabricant, une filière de recollecte des produits usagés (en s'appuyant potentiellement sur les distributeurs locaux). ○ Définir un cadre contractuel permettant au client/utilisateur de rétrocéder les produits IoT usagés au fabricant ou au distributeur qui les lui avait initialement vendus. ○ Mettre en œuvre dès que possible des procédés de boucles fermées, c'est-à-dire permettre de reconstruire un produit avec des composants de précédents produits hors d'usage. ○ Pour chaque produit commercialiser, tenir une documentation de démontage ou démantèlement à destination des organismes de reconditionnement et/ou recyclage.
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dans les appels d'offres publiques impliquant des objets connectés, imposer des critères d'écoconception, de durabilité et de réparabilité, voire un taux minimal de compatibilité au référentiel, ○ Développer un éco-label de produit qui s'appuierait sur le référentiel d'écoconception et une norme de calcul d'empreinte environnementale pour l'IoT. ○ Développer des indicateurs de circularité matérielle qui ont pour objectif de refléter à quel point l'objet IoT est éco-conçu (sur le plan mécanique et matériel). Ces indicateurs pourraient se baser ou s'inspirer des

	<p>référentiels ou standards internationaux sur ce sujet (ex. Normes ITU, standards ISO et CENELEC)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Imposer aux fabricants la publication d'une évaluation environnementale pour tout produit dont les volumes de vente dépassent 5000 unités dans l'année (par exemple un Profil Environnemental Produit ou autre mécanisme rendu possible par un potentiel « PCR IoT ») ○ Rendre obligatoire la création d'une filière de collecte, de réparation et de reconditionnement pour tout produit IoT d'un montant nominal unitaire supérieur à un seuil à définir ○ Officialiser une nomenclature « Reconditionné en France » <p><i>Note : le futur passeport produit numérique, s'il s'applique à ces produits, constituera là aussi un fort atout pour une meilleure connaissance et traçabilité des produits et in fine une meilleure gestion de leur dure de vie et de leur fin de vie.</i></p>
Indicateur (s) de suivi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nombre de produits avec une déclaration environnementale (suivant un PCR « IoT ») ○ Nombre de produits détenteurs de « l'éco-label IoT »

Internet des objets, levier N°2 – Evaluer l’empreinte environnementale des objets connectés grâce à une PCR « objets IoT »	
Description du levier	<p>Cette fiche-levier propose de démocratiser l'évaluation d'empreinte environnementale des objets connectés en définissant une méthodologie qui serait plus accessible qu'une ACV complète tout en harmonisant la pratique. Une telle harmonisation permettrait également de mieux comparer les produits entre eux.</p> <p>Cette définition pourrait prendre la forme d'une PCR ('Product Category Rule') dédié à l'IoT. Ce PCR serait enfant du PCR « Services Numérique » déjà publié par l'ADEME et permettrait principalement d'harmoniser la méthodologie</p>

de quantification d'empreinte environnementale sur ce segment particulier des objets connectés.

Cette fiche-levier s'inscrit particulièrement dans le **cadre des Scénarios d'éco-conception (horizon 2030) et des Scénario Génération Frugale S1 ou Scénario Coopérations Territoriales S2 (horizon 2050)** tel que définis dans le rapport ADEME/ARCEP de Janvier 2023 sur l'impact environnemental du numérique en France.

Les objectifs principaux de ce levier sont de :

- Expliciter une méthode de quantification des impacts environnementaux des objets connectés,
- Devenir un facilitateur de publication et d'évaluation de ces impacts, potentiellement en vue de régulation.

Cette mesure vient en complément :

- des autres leviers identifiés par le groupe de travail parent « Terminaux », leviers qui s'appliquent bien sûr également aux terminaux IoT ;
- des autres leviers identifiés par le groupe de travail IoT, à savoir : Adopter des pratiques d'écoconception matérielle et mécanique pour l'IoT, dans un contexte B2B, et adopter des pratiques d'écoconception et d'éco-configuration logicielles;

Cette méthode, qui s'appuierait sur l'Analyse de Cycle de Vie (ACV, norme ISO 14040 et 14044), se veut générique pour l'IoT mais pourrait être déclinée en plusieurs sous-familles, en fonction du cas d'usage et secteur d'application.

Note : le périmètre de ce PCR sera à discuter du fait d'un besoin de clarification des frontières avec les objets matériels qui « deviennent » connectés et les réseaux notamment

L'Internet des Objets (IoT) relève d'une catégorie d'équipements numériques qui présentent des caractéristiques particulières – par leur nombre et leur croissance actuelle, leur nature (équipés de capteurs et actionneurs, réseaux dédiés, etc.), leurs conditions de fonctionnement (utilisation en extérieur, en mobilité, etc.)

	et parfois par une exigence de durabilité bien plus longue que pour les terminaux dits « grand-public » (durée de vie de 10 à 15 ans, en toute autonomie et en limitant le besoin d'intervention pour maintenance).		
Phase du cycle de vie concernée	Cradle-to-grave(-to-cradle) : matières premières / conception / production / distribution / utilisation / maintenance / fin de vie ou après 1 ^{ère} -vie		
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	<p>2023 S1 : discussions avec l'ADEME pour confirmer l'intérêt et les objectifs d'une telle PCR</p> <p>2023 S2 : lancement des travaux pour la définition d'une PCR objets connectés</p> <p>2024 : publication du PCR « IoT »</p> <p>2025 : obligation progressive de publication des impacts pour certains seuils de volumes de vente</p>		
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	Niveau d'impact : Modéré		
	Evolutions	Sans politique publique idoine <i>(écoconception modérée)</i>	Avec politique(s) publique(s) suggérée(s) <i>(écoconception généralisée)</i>
	Taille du parc	<i>Sans impact</i>	⚡ (frein au déploiement)
	Durée de vie	↗	↗↗
	Conso. Electrique unitaire	⚡	⚡⚡
	Volume de donnée	⚡	⚡⚡
	Empreinte matière	⚡	⚡⚡
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Identification et réduction des points chauds environnementaux et potentiels transferts d'impacts. ○ Facilitation d'une économie circulaire pour certaines gammes de produits connectés. 		

Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Indisponibilité d'un référentiel de calcul d'empreinte environnementale des objets connectés : cependant, il pourrait être possible de s'appuyer sur Profil Environnemental Produit. ○ Manque de base de données ouverte d'empreinte environnementale pour les composants électroniques. ○ Faible nombre de professionnels évaluateurs ACV pour les objets connectés. ○ Surcoût de conception, lié à l'évaluation de l'empreinte environnementale ○ Manque de sensibilisation ou de volonté des acteurs du marché : de nombreux acteurs et décideurs ne se sentent pas concernés ou ne mesurent pas les enjeux et leur contribution. Et quand ils le sont, les critères de prix priment encore sur les critères environnementaux. ○ La définition de 'IoT'. En fonction des acteurs et des cas d'usage, le périmètre pris en compte dans « IoT » peut fondamentalement varier : Par exemple, dans le cas de la « voiture connectée », considère-t-on que « la voiture » est l'objet connecté ?
Niveau de maturité (si pertinent)	« Concepts ou applications de la technologie formulés » (TRL2)
Investissements nécessaires pour déployer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mettre en œuvre un consortium compétent pour développer une PCR dédiée à l'IoT, qui serait une PCR enfant de la PCR « Services Numériques ». ○ Accélérer et intensifier les incitations financières pour la mise en œuvre de pratique d'écoconception et d'évaluation des impacts environnementaux des produits électroniques et numériques. ○ Investir dans plus d'actions de sensibilisation sur les enjeux numérique-énergie-climat à destination des industriels de l'IoT
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	n/a

Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Une équipe pour orchestrer le développement d'un PCR, puis le rédiger, le publier, et le faire évoluer. ○ Démocratiser les compétences d'évaluation environnementale (type ACV)
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Contributions volontaires à des groupes de travail pour coconstruire les éléments de PCR qui s'appliquent au plus grand nombre de secteurs pour lesquels l'Internet-des-Objets est pertinent</p>
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Imposer aux fabricants la publication d'une évaluation environnementale conformément au PCR « IoT » pour tout produit IoT dont les volumes de vente dépassent un volume annuel (seuil à déterminer par une consultation) ○ Il est nécessaire d'avoir une approche de délimitation des frontières de l'IoT compatibles avec les standards internationaux (notamment ceux de l'ITU) afin d'harmoniser les approches de comptabilisation ○ Mettre en œuvre et/ou promouvoir une base de données environnementale pour les composants électroniques couramment utilisés dans l'IoT et imposer la publication de données par les constructeurs sur les indicateurs environnementaux sélectionnés dans cette base (indicateur de réchauffement climatique en tête) <p><i>Note : le futur passeport produit numérique, s'il s'applique à ces produits, constituera là aussi un fort atout pour une meilleure connaissance et traçabilité des produits et in fine une meilleure gestion de leur dure de vie et de leur fin de vie.</i></p>
Indicateur (s) de suivi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nombre de produits avec une déclaration environnementale (suivant un PCR « IoT ») ○ Nombre de produits détenteurs de « l'éco-label IoT »

Internet des objets, levier N°3 – Adopter des pratiques d'écoconception et d'éco-configuration logicielles pour les objets connectés (hors réseau et services web)

Description du levier

L'Internet des Objets (IoT) relève d'une catégorie d'équipements numériques qui présentent des caractéristiques particulières – par leur nombre et leur croissance actuelle, leur nature (équipés de capteurs et actionneurs, réseaux dédiés, etc.), leurs conditions de fonctionnement (utilisation en extérieur, en mobilité, etc.) et parfois par une exigence de durabilité bien plus longue que pour les terminaux dits « grand-public » (durée de vie de 10 à 15 ans, en toute autonomie et en limitant le besoin d'intervention pour maintenance).

Cette fiche-levier adresse un ensemble de mesures identifiées par le groupe de travail « IoT » dans l'objectif de **réduire l'empreinte carbone liées aux phases de conception et de configuration/maintenance des logiciels embarqués** ces-dits objets « IoT ». (les parties logicielles liées aux serveurs et aux réseaux devant être traités dans les groupes de travail idoines).

Cette fiche-levier s'inscrit particulièrement dans le cadre des Scénarios d'éco-conception ou Scénario de sobriété numérique (horizon 2030) et du Scénario Génération Frugale S1 (horizon 2050) tel que définis dans le rapport ADEME/ARCEP de Janvier 2023 sur l'impact environnemental du numérique en France.

Il s'agit de **développer et démocratiser un référentiel d'écoconception et d'éco-configuration logicielles**, c'est-à-dire un ensemble de bonnes pratiques mises en œuvre par divers acteurs de la conception, l'administration et la maintenance logicielle des terminaux dédiés à l'Internet-des-Objets dans un contexte B2B.

Ces mesures comporteraient 3 volets de bonnes pratiques :

- les choix de composants logiciels (pour réduire la consommation électrique et l’empreinte matière)
- les bonnes pratiques de configuration pour réduire la consommation électrique et la consommation de données,
- les procédures et scénarios d’usage qui permettent une consommation plus raisonnée en électricité et en données.

Ces mesures viennent en complément :

- des autres leviers identifiés par le groupe de travail parent « Terminaux », leviers qui s’appliquent bien sûr également aux terminaux IoT ;
- des autres leviers identifiés par le groupe de travail IoT, à savoir : Adopter des pratiques d’écoconception matérielle et mécanique pour l’IoT, dans un contexte B2B, et évaluer l’empreinte environnementale des objets connectés grâce à une PCR « IoT » ;

Ces bonnes pratiques se veulent génériques mais pourraient être déclinées en plusieurs sous-familles, en fonction du cas d’usage et secteur d’application.

Note : le périmètre de ce levier est restreint aux objets eux-mêmes et n’inclut pas les réseaux ou les services cloud, domaines qui pourront être abordés dans les groupes de travail idoines.

Ce levier vise principalement à améliorer l’efficacité des phases en amont de l’utilisation des objets connectés et ses objectifs sont de :

- Réduire l’empreinte carbone liée à l’utilisation et la maintenance des objets connectés
- Permettre de faire durer ces objets connectés le plus longtemps possible tout

	en consommant le moins d'énergie possible pendant leur durée de vie.		
Phase du cycle de vie concernée	conception / utilisation		
Objectif de déploiement visé à court terme et en 2030	<p>2023 : partages des bonnes pratiques au sein de différents groupes professionnels (ex. Clusters et consortiums IoT sur le territoire national)</p> <p>2023 : déploiements volontaires de bonnes pratiques</p> <p>2024-... : adoption du référentiel commun d'écoconception</p>		
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	Niveau d'impact : Modéré		
	Evolutions	Sans politique publique idoine	Avec politique(s) publique(s) suggérée(s)
	Taille du parc	<i>Sans impact</i>	<i>Sans impact</i>
	Durée de vie	↗↗	↗↗↗
	Conso. Electrique unitaire	↘↘	↘↘↘
	Volume de donnée	↘	↘↘↘
	Empreinte matière	(↘) A évaluer (impacts principalement indirects)	(↘) A évaluer (impacts principalement indirects)
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<p><i>Pas d'autre impact de réduction identifié</i></p> <p><i>+ Potentiels de transferts d'impacts ou d'effets rebonds à étudier.</i></p>		
Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Indisponibilité d'un document référence concernant l'écoconception des produits 		

	<p>IoT : chaque acteur ou groupe d'acteurs devra investir du temps et de l'argent dans la définition de sa propre référence d'écoconception. Il est aussi probable que – faute de référentiel porté par une instance gouvernementale – plusieurs référentiels « concurrents » (ie. provenant de différents consortiums) voient le jour, ajoutant du bruit plus que de la lisibilité.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Surcoût lors la phase de conception (inhérent à l'ajout de nouvelles considérations matérielles et logicielles). Certains industriels peuvent rechigner à adopter cette approche par souci d'efficacité opérationnelle et de marge ○ Manque de données sur l'empreinte environnementale des données qui transitent dans les réseaux IoT, notamment dans les réseaux dédiés tels que LoRa ou Sigfox. ○ Manque de sensibilisation et de volonté des acteurs du marché : de nombreux acteurs et décideurs ne se sentent pas concernés ou ne mesurent pas les enjeux et leur contribution. Et quand ils le sont, les critères de prix priment encore sur les critères environnementaux. ○ La majorité des clients B2B n'accepte pas encore d'utiliser des produits IoT issus d'une filière de réparation ou reconditionnement.
<p>Niveau de maturité (si pertinent)</p>	<p>« Preuve analytique ou expérimentale des principales fonctions et/ou caractéristiques du concept » (TRL6) : plusieurs acteurs mènent activement des travaux de R&D en ce sens, notamment pour la réduction des consommations énergétiques des systèmes contraints en énergie (par exemple sur pile ou</p>

	batterie). Mais cette pratique mérite d'être harmonisée et démocratisée.
Investissements nécessaires pour déployer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mettre en œuvre un consortium compétent et une gouvernance pour développer et déployer un référentiel d'écoconception de produits IoT, similaire à ce qui a pu être fait pour le R.G.E.S.N. ○ Accélérer et intensifier les incitations financières pour la mise en œuvre de pratique d'écoconception de produits IoT ○ Investir dans plus d'actions de sensibilisation sur les enjeux numérique-énergie-climat à destination des industriels de l'IoT
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	n/a
Besoins en emplois/compétences pour déployer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Une équipe pour orchestrer le développement d'un référentiel d'écoconception, puis rédiger, publier, et maintenir ce référentiel ○ Un ensemble de formateurs pour sensibiliser et instruire les fournisseurs et les acheteurs IoT sur l'empreinte environnementale de l'IoT et l'écoconception logicielle des produits IoT ○ Des prestataires de l'évaluation environnementale (type ACV ou QuantiGES) et d'outils de mesure environnementale (type sonde logicielle ou sniffer de trames réseau) expérimentés en IoT ○ Intégrer l'éco-conception dans les programmes de formations intégrant l'IoT (par ex. la spécialisation « IoT » de l'école d'ingénieurs ENSEEIHT, future Centrale Toulouse)

Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier

Voici des exemples d'actions concrètes, qui ne sont que de premières idées qu'il reste à compléter et enrichir auprès d'acteurs au-delà du groupe de travail mis en œuvre dans le cadre du HCNE.

Par exemple, sur la gestion énergétique :

- Prendre en compte les *duty cycles*, optimiser les modes de réveil et de veille, en cohérence avec les recommandations des entités de standardisation sur l'interaction entre l'objet connecté et les autres tiers du numérique (réseau et cloud).
- Quantifier la réduction d'autonomie de batterie provoquée par une mise à jour à distance
- Selon le cas d'usager, questionner la nécessité des modes connectés, la durée et des fréquences de transmissions
- Démocratiser, voire obligation de mettre en œuvre, la pratique de mise à jour différentielle

Par exemple, pour inciter aux bonnes configurations :

- Intégrer, dans les manuels utilisateurs, des évaluations environnementales de plusieurs exemples de « profils de mission » (c'est-à-dire des configurations correspondant à des scénarii d'application identifiés par le fabricant)
- Développer des indicateurs de circularité logicielle qui ont pour objectif de refléter à quel point l'objet IoT est éco-conçu (sur le plan logiciel). Ces indicateurs pourraient se baser ou s'inspirer des référentiels ou standards internationaux sur ce sujet (ex. Normes ITU, standards ISO et CENELEC)
- Intégrer, dans les manuels utilisateurs, des abaques de consommation électrique en

	<p>fonction : de la charge de travail, du type et de la topologie de réseau utilisé, de la distance aux antennes réseaux (si applicable), de la fréquence de communication, etc.</p> <p><u>Par exemple, pour la réduction des effets rebonds des usages :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Se contraindre à la réflexion sur les informations à remonter et stocker sur le web/cloud. ○ Clarifier les surcoûts de consommation de données liées à la gestion des terminaux (ie. hors <i>payload</i> métier).
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dans les appels d'offres publiques impliquant des objets connectés, imposer des critères d'écoconception, voire un taux minimal de compatibilité au référentiel. ○ Développer un éco-label de produit qui s'appuierait sur le référentiel d'écoconception et une norme de calcul d'empreinte environnementale pour l'IoT. ○ Intégrer une mission « objets connectés », à la DINUM par exemple.
<p>Indicateur (s) de suivi</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Nombre de produits détenteurs de « l'éco-label IoT ».

Annexe 1.3 : Fiches levier GT2 – Datacenter et cloud

- **Contexte et Méthode de travail**

Le groupe de travail sur la décarbonation dans les centres de données et le cloud s'inscrit dans une démarche plus large de réduction de l'empreinte carbone des secteurs économiques, dans le cadre de la loi Climat et résilience du 22 août 2021, elle-même issue de la convention citoyenne pour le climat. Dans cette loi, il est prévu une **baisse globale des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990**. C'est bien dans cet objectif que le groupe de travail « Datacenters et cloud » a travaillé, dans le cadre de ces fortes ambitions françaises.

Le groupe de travail a eu pour volonté de recueillir les contributions des datacenters d'hébergement commerciaux de taille nationale ou locale, des datacenters d'entreprises, des entreprises utilisatrices et détentrices en propre de leurs infrastructures d'hébergement, des concepteurs et constructeurs de datacenters, des spécialistes de la maintenance et du *facilities management*. Il s'est appuyé sur les retours obtenus à la suite des divers échanges.

- **Impact environnemental et énergétique des datacenters**

La filière datacenter consciente du défi que représente la maîtrise de l'empreinte du numérique, mène des efforts depuis maintenant plus d'une décennie sur les questions environnementales et énergétiques. De nombreuses actions ont été mises en place par l'ensemble de la chaîne de valeur (concepteurs, constructeurs, exploitants, opérateurs) pour limiter les déperditions et optimiser au maximum les infrastructures. La consommation énergétique représente jusqu'à 50% du coût global de fonctionnement d'un datacenter sur 10 ans⁶. En matière d'économie d'énergie, l'intérêt est donc environnemental mais aussi financier pour les entreprises : il pèse d'ores et déjà dans les arbitrages quant au choix et à la mise en place de projets. Pour poursuivre la logique d'économies d'énergies, la mutualisation de l'hébergement des données est une bonne pratique à mettre en avant.

Diverses études prévoyaient une explosion des consommations d'énergie des datacenters, en anticipant une hausse massive des usages numériques. Cette augmentation a bien eu lieu, mais les consommations d'énergie ont finalement faiblement augmenté, grâce aux actions menées pour les réduire. Celles-ci ont notamment concerné les améliorations apportées aux nouvelles générations de matériel informatique (les serveurs), et les optimisations sur les infrastructures des

⁶ <http://atee.fr/management-de-lenergie-statistiques-etudes/lefficacite-energetique-dans-les-data-centers>

datacenters (par exemple pour leur refroidissement, avec la migration vers des gaz réfrigérants ayant un PRG-Pouvoir de Réchauffement Global- nettement inférieur).

La revue scientifique indépendante Science indique qu'entre 2010 et 2018, la consommation énergétique mondiale des datacenters n'a augmenté que de 6% alors que le nombre d'instances de calcul ont augmenté de 550% dans le même laps de temps : soit une baisse annuelle de l'intensité énergétique de 20%, et ce, grâce aux innovations technologiques qui font progresser les rendements.

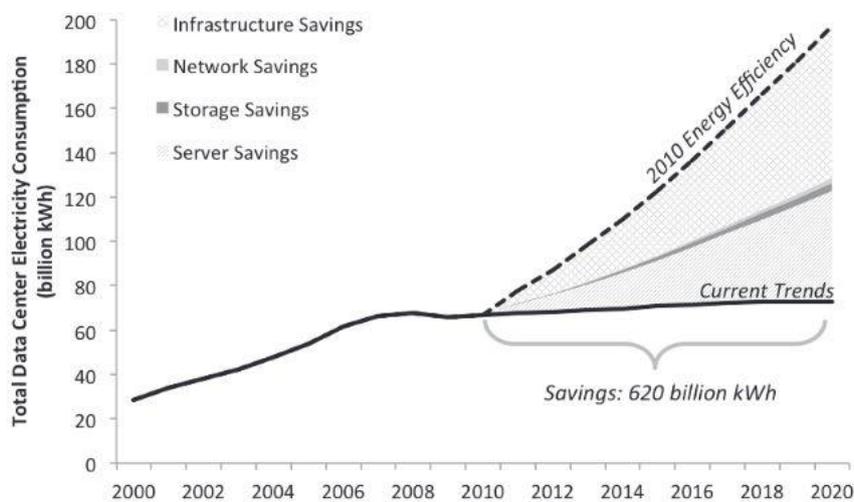


Figure 24. Data Center Electricity Consumption in Current Trends and 2010 Energy Efficiency Scenarios

The 2010 Energy Efficiency scenario assumes that data center energy-related design and operational efforts do not continue past 2010, which indicates that current trend energy efficiency practices will have saved 620 billion kWh of electricity over the period 2010-2020.

[Source : United States Data Center Energy Usage Report \(juin 2016\)⁷](#)

Les effets de cette loi de Moore se réduisent toutefois quelque peu dans le temps et ne dispensent pas de poursuivre les efforts en la matière⁸, le volume de données ayant crû de 20% entre 2016 et 2021 (Source : Ademe). L'étude Ademe/Arcep publiée en plusieurs volets entre 2022 et 2023 prévoit 4 scénarios prospectifs d'ici à 2030 sur l'empreinte carbone des datacenters (en jaune ci-dessous), des terminaux et des réseaux⁹ :

⁷ http://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/lbnl-1005775_v2.pdf

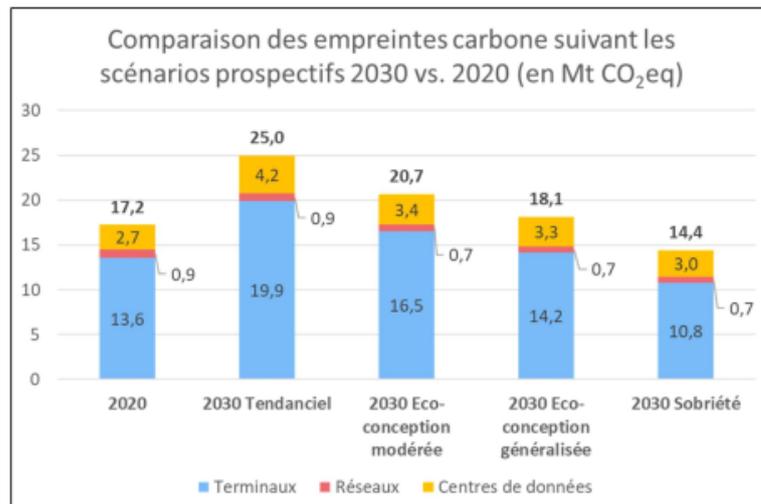
⁸ <https://www.datacenterfrontier.com/sponsored/article/21438638/stream-data-centers-neither-moores-law-nor-virtualization-can-save-us-now>

<https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>

<https://transitions2050.ademe.fr/>

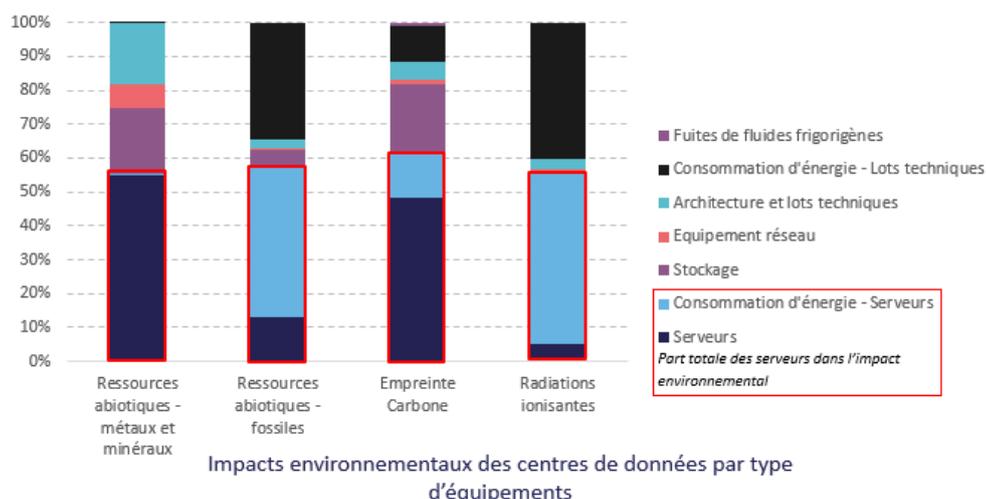
<https://uptimeinstitute.com/2021-data-center-industry-survey-results>

⁹ [Etude Numérique et Environnement - Note de synthèse de l'Arcep au gouvernement mars 2023](#)

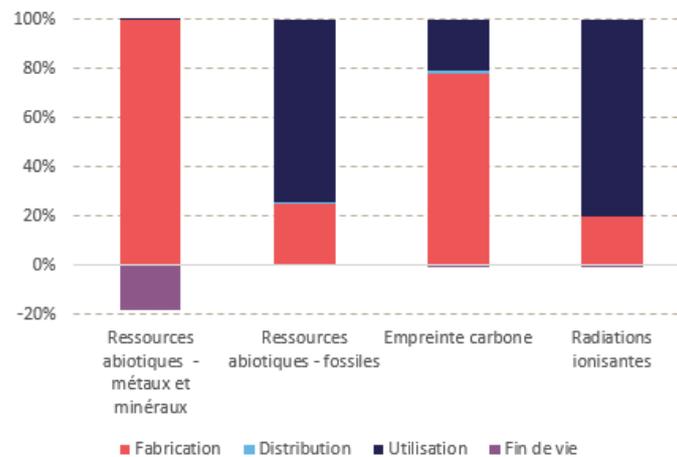


Il est important de noter que la fiabilité du système électrique français, par le maillage et la densité de ses réseaux de transport et de distribution, et bien sûr, grâce à ses capacités de production basées sur des moyens faiblement émetteurs de gaz à effet de serres, permet aux opérateurs français de limiter, comparativement à d'autres pays, la réservation de la puissance et d'éviter les duplications. Par ailleurs, les solutions de secours (groupes électrogènes) en cas de coupure, très émettrices de gaz à effet de serre, sont jusqu'à présent très rarement utilisées en France (de l'ordre de 3 min par an, hors maintenance des équipements). A noter que la conversion de ces groupes électrogènes aux biocarburants pourrait toutefois contribuer à la sécurisation du réseau énergétique, tel que l'on est susceptible de les utiliser pour les hivers 2024 et 2025, tout en étant bas carbone.

L'étude « Evaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective de l'Ademe/Arcep (2022) » propose un état des lieux par analyse de cycle de vie de l'empreinte environnementale du numérique, notamment sur l'axe datacenter. Il en ressort que les serveurs en représentent une part non négligeable :

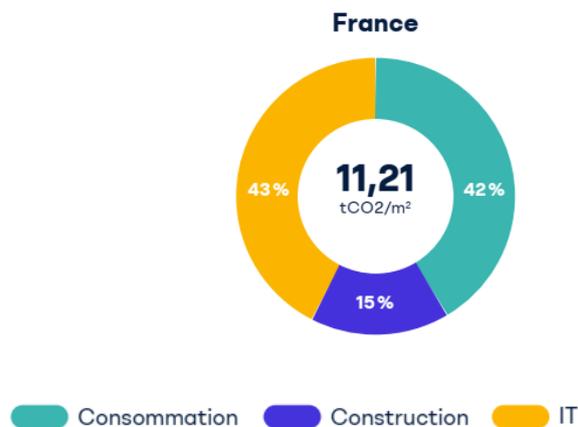


Cette même étude indique que les phases de fabrication et d'utilisation sont cruciales, y compris pour les datacenters :



Répartition des impacts environnementaux de l'ensemble des trois briques du numérique par phase

De son côté, France Datacenter a évalué à 15% l'impact environnemental de la phase de construction, à 42% la partie consommation du datacenter, et à 43% la partie IT.



*Source: Bases de données de l'ADEME sur l'empreinte carbone

Source : Extrait « France, destination idéale pour les datacenters », France Datacenter, juin 2021

La méthodologie de calcul et des indicateurs environnementaux est essentielle et le secteur appelle à une bonne concertation dans le domaine. Il sera nécessaire d'avoir toutes les données pour évaluer objectivement l'impact carbone de la filière. Le premier PCR datacenter et cloud produit par l'Ademe publié en 2023 est un premier pas vers l'analyse en cycle de vie multicritères/multi-usages.

- **Prise en compte de l'impact environnemental du cloud et des usages numériques**

Quelle que soit la localisation du fournisseur de cloud, il est important de définir des leviers d'action permettant de promouvoir une filière industrielle soutenant les fournisseurs de cloud dont les datacenters sont vertueux, innovants et résilients. Il nous semble également fondamental de préconiser une politique industrielle française de relocalisation et de favoriser les choix d'implantation des entreprises du secteur. L'impact carbone du cloud externe n'est pas négligeable et mérite une attention particulière, notamment en termes de mesures objectives et d'évaluation des usages français.

Cela étant, la feuille de route décarbonation du numérique s'inscrivant dans une démarche territoriale française, il nous semble donc préférable ici de se concentrer sur les mesures avec un impact pour et par les acteurs situés en France et sur lesquelles la filière peut s'engager, certaines mesures relevant toutefois de réflexions de niveau européen. La dynamique du *Edge computing* devrait se poursuivre dans les prochaines années, afin de réduire les temps de latence pour les usages tels que les objets connectés, et également afin de prendre en compte les impacts environnementaux du numérique. Secteur en croissance, le numérique gagnerait à s'implanter dans des pays où les réglementations environnementales sont avancées. La décarbonation doit pouvoir s'envisager à périmètre croissant. Les usages numériques qui permettent la décarbonation (objet d'un autre groupe de travail) devraient être facilités par la construction d'infrastructures adaptées.

- **Panorama des réglementations existantes concernant les datacenters et l'environnement en France**

Les réglementations et initiatives sur le numérique responsable foisonnent ces dernières années en France. France Datacenter a établi en décembre 2022 une cartographie des réglementations et initiatives en cours dans la filière datacenter en matière d'énergie et d'environnement :

Cartographie des réglementations et initiatives en cours liées à la filière du datacenter

Energie & Environnement

Décembre 2022



Décret tertiaire - juillet 2019 - arrêté en cours pour les datacenters



Loi économie circulaire (AGEC) - février 2020 - art. 13 - (RCP*) *référentiel de catégorie de produits

Loi convention citoyenne sur le climat : volet feuille de route décarbonation du numérique - août 2021, art.301, en cours pour le numérique dont les datacenters



Loi REEN* : éco-conditionnalité du taux réduit de TICFE - novembre 2021, article 28, décret en cours

Loi régulation du numérique par l'Arcep : Baromètre environnemental des datacenters - décembre 2021, décret en cours



Loi rendant obligatoire l'effacement des datacenters en cas d'alerte rouge Ecowatt - août 2022, article 34, décret en cours



Plan de sobriété énergétique 2022 : mesures de la filière datacenter - septembre 2022, engagements volontaires

Procédure d'agrément en Ile-de-France : Instruction des demandes d'agrément relatives aux centres de données en Ile-de-France - mars 2022

Révision du schéma directeur de la Région Île-de-France - environnement (SDRIF-E). En cours



Code of Conduct for Data Centres Energy Efficiency - 2008, engagements volontaires



Climate Neutral Data Center Pact - 2021, engagements volontaires



Directive efficacité énergétique - révision incluant les datacenters en cours, 2022

Directive Déchets des équipements électriques et électroniques - consultation en cours, révision probable

Règlement Eco-conception - lot 9 - révision probable

Règlement F-gaz, sur les fluides frigorigènes - révision probable

Ainsi, des objectifs de PUE (*Power Usage Effectiveness*) sont assignés aux datacenters dans le cadre du dispositif Eco Energie Tertiaire ainsi que dans le cadre de la loi de Réduction de l'Empreinte environnementale du numérique (loi REEN). De tels objectifs sont également mentionnés au sein d'initiatives d'auto-régulation comme le Climate Neutral Datacenter Pact qui fixe un PUE à 1,3 à horizon 2030.

Les autorités publiques attendent davantage de transparence de la part des datacenters, vis à vis de leur impact environnemental. La future directive européenne sur l'efficacité énergétique comprendra également une nouvelle section sur la transparence des datacenters avec, dans son acte délégué, plusieurs indicateurs pour

attester de leur performance environnementale et énergétique, issus de la norme CEN/CENELEC EN 50600-4 (qui correspond à la norme internationale ISO IEC 30134) :

- L'efficacité de l'utilisation de l'énergie (PUE) - CEN/CENELEC EN 50600-4-2 ;
- La part de cette énergie qui provient de sources d'énergie renouvelables (REF) - CEN/CENELEC EN 50600-4-3 ;
- Le facteur de récupération d'énergie (ERF) - CEN/CENELEC EN 50600-4-6 ;
- L'efficacité du refroidissement (CER) - CEN/CENELEC EN 50600-4-7 ;
- L'efficacité de l'utilisation du carbone (CUE) - CEN/CENELEC EN 50600-4-8 ;
- L'usage de l'eau douce (WUE) - CEN/CENELEC EN 50600-4-9.

D'autres encore sont à l'étude et ont été présentés en mars 2023 (âge des serveurs, utilisation IT etc.).

La filière française du datacenter est déjà soumise à plusieurs critères d'éco-conditionnalité afin de bénéficier du taux réduit de TICFE, via les lois de finances 2021 et 2022 et la loi REEN (décret en cours de discussions) :

- Adhésion obligatoire à un système de management de l'énergie ;
- Adhésion obligatoire à un programme de mutualisation des bonnes pratiques de gestion énergétique des centres de données incluant :
 - L'écoconception des centres de stockage de données ;
 - L'optimisation de l'efficacité énergétique ;
 - Le suivi de la consommation énergétique et la réalisation de comptes rendus périodiques y afférents ;
 - La mise en œuvre de technologies de refroidissement répondant à des critères de performance ;
- Valorisation de la chaleur fatale ou respect d'un indicateur chiffré déterminé par décret sur un horizon pluriannuel en matière d'efficacité dans l'utilisation de la puissance ;
- Respect d'un indicateur chiffré sur un horizon pluriannuel en matière de limitation d'utilisation de l'eau à des fins de refroidissement.

- **Classement des fiches-leviers qui suivent**

Les fiches leviers ci-dessous sont classées par importance d'impact sur le plan environnemental (exemple : énergies renouvelables en levier 6, qui a moins d'importance que le levier 1 sur le refroidissement)

Une classification de 1 à 3 par sous-levier a été effectuée :

- Impact modéré
- Impact important
- Impact très significatif

Levier 1 - Mettre en œuvre des systèmes de refroidissement des datacenters adaptés et limiter l'utilisation de gaz frigorigènes pour accroître l'efficacité énergétique

Description du levier

Les systèmes de refroidissement, cruciaux dans la consommation énergétique :

Le domaine de l'efficacité énergétique pour un datacenter implique de multiplier des actions, qui chacune, contribuent au résultat global. Il faut optimiser chaque équipement, chaque processus, en fonction de la charge, des données climatiques variables, pour améliorer la performance du datacenter.

Actuellement, le refroidissement peut représenter jusqu'à 40% de la consommation énergétique d'un datacenter. Différentes technologies existent et s'améliorent continuellement pour réduire cet impact sur la consommation énergétique ; elles peuvent être déployées différemment en fonction des sites.

Par ailleurs, les matériels informatiques sont de plus en plus en mesure de supporter des températures très élevées, conformément aux mesures préconisées par l'ASHRAE*. Ceci signifie que les températures d'eau des boucles de rafraîchissement peuvent être remontées (i.e., il est possible de moins refroidir les salles informatiques et ainsi consommer moins d'énergie), et que les températures d'air peuvent être plus élevées qu'auparavant, dans les datacenters qui le peuvent et lorsque cela n'a pas déjà été mis en place.

Diverses technologies de refroidissement existent, dont le *free cooling*, qui est une méthode de refroidissement qui s'effectue grâce aux basses températures de l'air ambiant. Il s'agit d'une pratique de plus en plus fréquemment employée dans les datacenters, avec un usage aux périodes froides de l'année. Cela fonctionne ainsi totalement ou partiellement plus de la moitié du temps sur une année complète. Le *free cooling* peut être direct (refroidissement direct des serveurs avec le fluide extérieur) ou indirect (utilisation d'un fluide intermédiaire avec un échangeur de chaleur). Il peut fonctionner sur des principes :

- Air/air (air de l'extérieur qui refroidit l'air de l'intérieur),
- Air/eau (air de l'extérieur qui refroidit la boucle d'eau de climatisation du datacenter),
- Eau/eau (source d'eau externe qui refroidit la boucle d'eau de climatisation).

L'augmentation des températures d'eau glacée sur les groupes froid (passage de 7/12 degrés à 14/20 degrés) est en outre une tendance globale forte qui permet de développer le *free cooling* et des économies d'énergie substantielles. Ce point est

lié à la capacité à augmenter les températures en salles serveurs.

Lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser le *free cooling*, les groupes de production de froid peuvent être mis en fonctionnement pour refroidir les serveurs : ils fonctionnent alors avec des liquides frigorigènes, dont l'impact représente un sous-levier spécifique dans cette fiche.

Le refroidissement adiabatique indirect est un autre système de refroidissement qui peut remplacer les climatiseurs et permettre des gains d'énergie significatifs. Cette technique est déjà implémentée dans certains datacenters (par exemple dans le cas de super calculateurs, hyperscalers, cloud service providers) et permet de réduire le PUE (Power Usage Effectiveness, indicateur de performance énergétique) significativement (jusqu'à 1,3), bien qu'impactant la consommation d'eau, ce qui amène à évaluer ces deux indicateurs conjointement.

D'autres systèmes de refroidissement existent, tel le liquid cooling (ou immersion cooling) qui plonge les serveurs dans un bain d'huile non conducteur. Ce procédé dépend principalement des fournisseurs IT (fabricants de serveurs) et permet un gain important au niveau du PUE, mais n'est pas encore une solution mature à l'heure actuelle. Il s'agit d'un levier majeur à plus long terme (horizon 2030).

Le geo cooling peut être intéressant en fonction des sites, mais dépend de la connexion aux réseaux de froid urbains.

L'ensemble de ces améliorations permet a priori de réduire significativement (jusqu'à 50%) la consommation d'énergie des systèmes de refroidissement, donc de réduire les émissions de gaz à effet de serre, et de réduire le PUE moyen des datacenters (de 2 à 1,3).

Quelle que soit la méthode retenue, il faut bien veiller à adapter les types de refroidissement à la structure et à l'environnement des sites. Un datacenter en milieu rural ou périurbain pourra davantage utiliser le *free cooling*, tandis qu'un datacenter en milieu urbain pourra plus facilement récupérer la chaleur fatale. A ce sujet, nous renvoyons à la fiche levier « chaleur fatale », pour plus de détails. Nous rappelons également que les indicateurs de PUE et de consommation d'eau (WUE) sont à prendre en considération ensemble dans la problématique globale du refroidissement.

L'impact des fluides frigorigènes dans les groupes froids :

Les fluides frigorigènes HFC (Hydrofluorocarbures) font l'objet d'un encadrement, voire d'une interdiction au niveau

	<p>européen. La réglementation européenne F-gaz, déclinée par grands secteurs, fait autorité et va être révisée. Elle fixe une obligation de réduction de 80% des émissions de fluides HFC d'ici à 2030 (par rapport à 2015). Par ailleurs, la taxonomie verte européenne inclut des objectifs volontaires encore plus ambitieux.</p> <p>Les fluides frigorigènes HFC sont progressivement remplacés par des fluides plus performants.</p> <p>Parmi ceux-ci se trouvent le R22, le R134a, le R410a. Le R22 (potentiel de réchauffement global ou GWP = 14 800) est déjà interdit depuis 2010. Il a été remplacé par le R134a (GWP de 1430) et le R410a (GWP de 1700). Les R410a et R134a vont être interdits sur les installations de moins de 3 kW à partir de 2025. Les solutions existent pour passer en fluides non HFC, pourvu que les groupes froids soient situés en extérieur, ou bien avec des maintenances de type industriel, et probablement des moyens de lutte spécifiques contre les risques associés. Cela vaut pour les productions de froid centralisées, à eau glacée.</p> <p>La fuite de fluides HFC est un risque qui a longtemps été considéré comme faible pour les datacenters. Mais cette sous-estimation procède d'un monitoring incomplet sur ce sujet, jusque récemment. La mise en place de détecteurs de fuites (détection directe « renifleurs » ou détection indirecte « DNI ») et l'amélioration de la maintenance ont permis de mieux appréhender cette problématique, qui représente une part importante des émissions de gaz à effet de serre du scope 1. Ce point peut encore être amélioré.</p>
<p>Objectif visé en 2030</p>	<p><u>Mettre en œuvre des systèmes de refroidissement des datacenters adaptés</u></p> <p>Les objectifs d'ici 2030 sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Optimiser les infrastructures selon les meilleures technologies existantes en matière de refroidissement en innovant, ceci avec des objectifs de réduction de PUE pour les datacenters existants ; - Utiliser du matériel plus efficace : transformateurs, UPS avec éco conversions ; - Augmenter les températures en salles serveurs, lorsque c'est possible techniquement et lorsque les températures actuelles sont en dessous des recommandations de l'ASHRAE. Il faut noter que cette augmentation peut entraîner un changement de matériels qui peut impacter négativement l'indicateur environnemental lié aux terminaux.

	<p>Les objectifs énoncés devront être mis en œuvre progressivement, en tenant compte de la spécificité de chaque site, et notamment l'âge des bâtiments (ancien/nouveau site). Par exemple, le code de conduite européen sur l'efficacité énergétique des datacenters¹⁰ prend en compte les caractéristiques spécifiques de chaque installation pour y associer des objectifs adaptés.</p> <p>Le <i>Climate Neutral Data Center Pact</i> au niveau européen prévoit en outre un objectif de PUE de 1,3 <i>by design</i> (à pleine charge, pour les datacenters situés en climat froid, l'objectif étant de 1,4 pour ceux situés en climat plus chaud) à horizon 2030, pour tous les datacenters (neufs et anciens de plus de 50 KW) qui ont signé cet engagement ; certains opérateurs ayant déjà commencé à mettre en place des certifications liées à l'énergie telles que la norme ISO-50001 (management de l'énergie).</p> <p><u>Limiter l'utilisation de gaz frigorigènes</u></p> <p>Les objectifs d'ici 2030 sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poursuivre le remplacement des fluides frigorigènes et la migration vers les gaz à faible GWP, en lien avec les protocoles de Montréal et de Kyoto ainsi qu'avec la directive F-gas, en vue d'une réduction de 80% des émissions de HFC d'ici à 2030 (par rapport à 2015) ; - Evaluer l'intensité carbone des anciens et nouveaux fluides frigorigènes pour comparaison ; - Renforcer la maintenance des datacenters et la détection des fuites de fluides frigorigènes, inciter les opérateurs à tenir une comptabilité propre de leurs climatisations et à être performants dans leurs opérations (maintenance et contrôle périodique) : <ul style="list-style-type: none"> o Maintenance et contrôle d'étanchéité périodique (obligatoire en France) ; o Tenue d'un registre de fuite et registre de recharge ; o Eventuellement, installation de systèmes de détection de fuite connectés.
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<p>Refroidissement : niveau d'impact 3 (TRES SIGNIFICATIF)</p> <p>Dans le cas du refroidissement par <i>free cooling</i>, l'impact dépendra aussi de la température en salles serveurs. Plus la température sera élevée, plus l'impact sera fort. Pour rappel, les normes ASHRAE fixent ces températures à 27/28 degrés,</p>

¹⁰ [Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centres \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/energy-efficiency/energy_en/energy_efficiency_data_centers_en)

	<p>mais tous les datacenters n'ont pas encore atteint ces standards.</p> <p>Une étude de S&P publiée en juillet 2022 indique que « les centres de données d'entreprise en Europe (ceux dont la puissance utilisée est supérieure à 100 kW) ont utilisé en moyenne 34 térawattheures d'énergie en 2021. En réduisant leur PUE de 2,0 à 1,4, ils auraient pu économiser environ 11 térawattheures d'énergie.”¹¹ Nous estimons l'impact de cette mesure à 790 581 TeqCO2 évitées d'ici 2030.</p> <p>Fluides frigorigènes : niveau d'impact 3 (TRES SIGNIFICATIF – scope 1)</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Les systèmes de refroidissement à eau doivent veiller à maximiser leur efficacité et à privilégier des eaux autres que l'eau potable.</p> <p>Le WUE (Water Usage Effectiveness) est un indicateur de référence pour les datacenters. Le CNDCEP prévoit un WUE de 0,4 litres/kwh maximum à compter du 1er janvier 2025 pour les nouveaux datacenters en milieu tempéré qui utilisent de l'eau potable¹².</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>Les freins identifiés sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'installation/la rénovation des datacenters peut prendre du temps et ses effets ne sont pas nécessairement immédiats. - Pour les groupes froid déjà existants, les CAPEX sont très importants. Il faut prendre en compte la durée de vie des groupes froid, soit 10 ans au minimum. Les remplacer par des groupes plus performants est efficace à long terme, mais impacte l'empreinte carbone liée à la fabrication de ces groupes. - Concernant les groupes froids à faible GWP (inférieurs à 150) : ceux-ci ont un pouvoir réfrigérant moins important, sont plus volumineux (emprise au sol plus forte) et plus bruyants, surtout en <i>free cooling</i>. Il faut également tenir compte des normes ICPE (liées au bruit) et des freins potentiels liés à la délivrance des permis de construire pour les nouveaux datacenters. - Plus généralement, les solutions fournisseurs doivent être disponibles et résilientes. - Les hausses de températures en salles serveurs devront être mises en place en tenant compte des contraintes

¹¹ <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/improving-datacenter-efficiency-in-europe-the-role-of-pue>

¹² <https://www.climateutraldatacentre.net/2022/07/26/climate-neutral-data-centre-pact-presents-new-water-metrics-to-european-commission>

	<p>techniques liées aux matériels et équipements, qui pour certains ne peuvent supporter des températures élevées (27 degrés). Le remplacement de ces équipements pourrait engendrer un impact négatif sur le volet économie circulaire et terminaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il convient de prendre en compte l'urbanisation des salles, la circulation de l'air entre allées chaudes et allées froides et l'hygrométrie (à ce sujet, nous renvoyons à la fiche suivante sur l'urbanisation des salles). - Par ailleurs, modifier en profondeur son système de refroidissement une fois celui-ci en place demande un arrêt de son activité.
Niveau de maturité	<p>La maturité dépend du type de datacenter.</p> <p>Des gains importants peuvent aussi être obtenus dans les salles informatiques de petite taille.</p>
Investissements nécessaires	<p>L'acquisition et l'installation de nouveaux matériels engendre des frais importants, de l'ordre de plusieurs milliers voire plusieurs millions d'euros : transformateur, UPS, etc.</p> <p>Le remplacement des groupes froid nécessite des investissements conséquents (de l'ordre de plusieurs milliers voire plusieurs millions d'euros) pour 2030 et doit être effectué progressivement.</p> <p>Le remplacement des fluides frigorigènes représente lui aussi un investissement important et doit être nécessairement graduel et accompagné.</p>
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoins en emplois/compétences	<p>La maintenance des sites est à intégrer dans les formations initiales, dans un contexte de pénurie des compétences global.</p> <p>Des formations continues doivent aussi être organisées autour de parcours dédiés à la performance énergétique : suivi des consommations énergétiques, calcul du PUE et méthodes d'optimisation...</p>
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> • Publier en 2023 un livre blanc présentant l'ensemble des solutions de refroidissement permettant d'optimiser les infrastructures selon les meilleures technologies existantes. Les dernières innovations en la matière seront également présentées. • Poursuivre la recherche et développement pour rechercher les meilleures pratiques, de même que les POC (Proof of Concept), afin d'accélérer les actions innovantes et solutions technologiques en rupture ou en avancée par rapport à l'existant, mais atteignables à un horizon 2050.

	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiser la consommation énergétique de tous les systèmes de refroidissement des datacenters et prendre les meilleures mesures qui s'imposent pour améliorer l'efficacité énergétique et le bilan environnemental de ces solutions de refroidissement. • Remplacer dans la mesure du possible les fluides frigorigènes et prioriser la migration vers les gaz à faible GWP, les émissions de HFC devant être réduites de 80% d'ici à 2030 par rapport à 2015. • Concentrer ses efforts sur la maintenance des datacenters et la détection des fuites de fluides frigorigènes, • Inciter les opérateurs à tenir une comptabilité propre de leurs climatisations et à être performants dans leurs opérations (maintenance et contrôle périodique), à travers la maintenance et le contrôle d'étanchéité périodique, la tenue d'un registre de fuite et registre de recharge, l'achat massif de détecteurs de fuite, et l'installation de systèmes de détection de fuite connectés. • Continuer à inciter en 2023 à une augmentation des températures en salles serveurs, lorsque les températures actuelles sont en dessous des recommandations de l'ASHRAE et lorsque cela est possible techniquement. • Intensifier la promotion du Climate Neutral Data Center Pact auprès des opérateurs de datacenters régionaux et cloud service providers français. • Poursuivre la participation des différentes filières aux groupes de normalisation œuvrant sur les indicateurs au niveau européen et international, tels que la commission Afnor miroir de l'ISO, la commission du Cenelec sur les Green Datacenters, le groupe de coordination Cen/Cenelec/Etsi sur les Green Datacenters. Ceux-ci travaillent sur la série de normes 50600 relatives aux centres de données, sur les indicateurs de la série PUE, sur le Code of conduct qui deviendra la base de référence pour la taxonomie européenne. • Participer aux régulations en cours sur ces sujets au niveau européen.
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<p>Mettre en place de certificats d'économie d'énergie (CEE) sur le <i>free cooling</i> et le <i>water cooling</i> notamment, ainsi que pour les UPS :</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Mieux faire connaître les CEE déjà existants : des CEE sont applicables sur les bâtiments existants, en prenant en compte les coûts associés ; • Envisager d'étendre les CEE aux bâtiments neufs lorsque le rendement économique est particulièrement important. <p>Organiser la cohérence et l'alignement avec les initiatives européennes : l'échelon européen est souvent le bon niveau d'action (fluides frigorigènes, Code of conduct des datacenters, CNDPC).</p> <p>Mettre en place des incitations positives sur les CAPEX pour soutenir la transformation du secteur numérique en France.</p>
Indicateur(s) de suivi	Etablir un bilan carbone scope 1/2/3, selon le protocole GHG et la norme ISO 14064-1

Levier 2 - Améliorer l'urbanisation des salles serveurs	
Description du levier	<p>Une des recommandations de <i>l'European Code of Conduct sur l'efficacité énergétique des datacenters</i> (qui est appliqué par certains datacenters, très majoritairement de grande taille, d'une puissance supérieure à 100kW) est de veiller à une séparation des flux d'air chaud et d'air frais à l'intérieur des datacenters. On crée ainsi des couloirs chauds et des couloirs froids.</p> <p>L'organisation des baies, leur implantation, les éventuelles partitions physiques pour canaliser les flux d'air, leur confinement, font partie de ce que l'on appelle l'urbanisation du datacenter. En fait, on vise ainsi une répartition optimale des puissances à l'intérieur du datacenter, pour éviter les points chauds, et des flux d'air bien distingués de manière à éviter absolument du recyclage, c'est-à-dire à éviter que de l'air chaud – que l'on veut évacuer - se mélange à de l'air froid. Il faut analyser les confinements « chaud » et « froid » et mettre en place la technique la plus appropriée selon la situation, même si le confinement « chaud » est a priori le plus efficace.</p> <p>Dans les salles informatiques où les serveurs sont mal ordonnés et les flux d'air se mélangent, un usage plus important des utilités est constaté, créant ainsi des PUE supérieurs à 2. Pour pallier ce phénomène, l'urbanisation des salles est un levier</p>

majeur pour toutes les salles informatiques, même les plus petites (serveurs dédiés dans les entreprises, dans les collectivités, etc.)

Cette bonne pratique est largement appliquée aujourd'hui, mais elle demande une attention continuelle. En effet, le datacenter vit et accueille de nouveaux serveurs, qui travaillent plus ou moins selon le déploiement des applications qu'ils hébergent par exemple.

Certains datacenters sont équipés de DCIM, ou Data Center IT Infrastructure Management : des logiciels associés à des points de mesure de puissance sur chaque serveur, ce qui permet de cartographier en temps réel les puissances dans chaque baie et à l'intérieur de chaque baie. Pour les autres, il est nécessaire d'auditer régulièrement l'installation.

Aujourd'hui, la conception d'un nouveau datacenter prévoit quasi-systématiquement un confinement chaud ou un confinement froid, pour canaliser les flux d'air, éviter les déperditions et optimiser la dépense énergétique. L'exercice est plus compliqué à réaliser dans un datacenter existant. Pour créer des couloirs, il faut aligner les baies, parfois les tourner pour que la prise d'air se fasse du bon côté, voire les déplacer pour répartir les puissances informatiques (et donc les besoins en froid) de manière homogène dans chaque allée. Il faut ensuite constituer des confinements à façon, avec des éléments de cloisonnement, que l'on vient monter entre les baies, au-dessus des baies, ou même en guise de plafond des couloirs. Dans un datacenter de colocation, il faut imaginer ces travaux avec des modèles de baies différents d'un client à un autre. C'est un frein important à cette bonne pratique pourtant connue depuis de nombreuses années, et partie intégrante du *European Code of Conduct* pour les datacenters. Une meilleure urbanisation des salles entraîne un cercle vertueux : demande de refroidissement plus faible, meilleure efficacité du refroidissement en *free cooling* et en *free chilling*, densification accrue, empreinte au sol réduite et récupération de chaleur potentielle plus importante.

L'objectif de PUE maximum à 1,3 (1,4 en climat chaud) by design (= à pleine charge opérationnelle), engagement de la filière via le *Climate Neutral Datacenter Pact*, nécessitera forcément un confinement des allées. Il s'agit donc d'un impératif pour l'avenir, sachant que le travail de déploiement des équipements (serveurs) est un enjeu pour traiter les points chauds.

	<p>A noter que les datacenters utilisant le DLC (<i>direct liquid cooling</i>) ou le refroidissement immersif (<i>immersion cooling</i>) ne sont pas concernés par la mise en place d'un confinement, celui-ci n'étant pas pertinent dans ce cas de figure. Il faudra donc bien veiller à ne pas appliquer ce levier uniformément à tous les datacenters.</p>
Objectif visé en 2030	<p>Viser 100% de partitions physiques couloir froid/couloir chaud pour tous les datacenters concernés par cette fiche, c'est-à-dire ceux utilisant les techniques de refroidissement par air (majoritaires, sans que nous puissions donner de chiffre fiable à ce stade), ce qui permettra d'atteindre le niveau de PUE maximum à 1,3 (1,4 en climat chaud) by design, engagement de la filière.</p> <p>Pour arriver à cet objectif, il est impératif d'associer les clients des datacenters à la mise en place de l'urbanisation des salles.</p>
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	<p>Impact de niveau 3 : TRES SIGNIFICATIF</p> <p>Réduction de la consommation électrique liée au refroidissement (avec une estimation de gains potentiels de 5% à 30%, sur la partie refroidissement), à pondérer avec le mix énergétique.</p> <p>Les logiciels CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>) permettent une simulation afin de mesurer ces gains, mais sont onéreux.</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<p>Il y a une double distinction à opérer entre datacenters neufs et anciens d'une part et entre datacenters de colocation et datacenters offrant un hébergement avec leurs propres serveurs d'autre part.</p> <p>Dans le cas des nouveaux datacenters : l'urbanisation des salles est une pratique largement répandue, prévue lors de la conception, et ne présente pas de difficultés. En revanche, pour les datacenters existants, le confinement des allées est beaucoup plus complexe à mettre en œuvre et nécessite de revoir la configuration des salles, en accord avec les clients dans le cas de la colocation.</p> <p>De la même manière, les datacenters utilisant leurs propres serveurs n'ont pas de difficultés particulières puisqu'ils gèrent l'ensemble de l'infrastructure et du matériel. A l'inverse, les acteurs de colocation doivent organiser le confinement en</p>

accord avec les clients, dont certains ne permettent pas l'accès à leurs serveurs, pour des raisons de confidentialité.

Il existe en outre des contraintes techniques, organisationnelles et financières à la mise en place des confinements :

- Les baies inversées ne permettent pas de mettre en place un confinement et une bonne gestion des flux d'air ;
- Les câbles des clients peuvent bloquer les flux d'air ;
- Des pertes thermiques et aérauliques peuvent se produire avec la mise en place de faux planchers ;
- Le risque incendie existe, avec l'accumulation des points chauds et une mauvaise ventilation ;
- Des dégradations peuvent survenir avec les interventions successives des techniciens tout au long de la vie du datacenter, et remettre en cause l'efficacité du confinement. Il faut donc surveiller régulièrement l'efficacité du confinement ;
- L'augmentation des températures de consigne que permet le confinement des allées peut dégrader les conditions de travail des intervenants et techniciens ;
- Le coût de cette urbanisation peut être important dans les salles existantes ;
- Sur des sites en exploitation, la mise en place du confinement peut occasionner des pertes de continuité de service et des incidents ;
- Le confinement des allées dans une salle existante est une démarche complexe et de long terme.

Par ailleurs, pour évaluer les besoins liés au confinement, il faut opérer des audits énergétiques internes (ISO 50001) : la question de la prise en charge du coût de ces audits, qui est variable et récurrent, et de la responsabilité juridique sont des enjeux majeurs pour les acteurs de colocation.

Enfin, les datacenters d'hébergement mutualisé sont des espaces qui évoluent régulièrement au gré des mouvements entrants et sortants des clients. Les simulations CFD (Computational Fluid Dynamics) qui sont faites lors des phases de conception sont parfois assez éloignées de la réalité de l'urbanisation d'un datacenter tout au long de son exploitation, c'est pourquoi il est indispensable de faire vivre les jumeaux numériques des datacenters pour qu'ils soient les répliques exhaustives des salles à n'importe quel moment de leur cycle de vie, de la conception à l'exploitation quotidienne. Si le confinement n'est pas réalisable, il existe néanmoins des gestes au quotidien qu'il est possible de réaliser pour améliorer

	<p>la circulation de l'air, comme la mise en place de dalles de faux planchers ou de faux plafonds.</p> <p>En conclusion, il faudra encourager le plus possible les retours d'expérience, et inciter à l'adoption de ces bonnes pratiques, afin de lever au mieux ces freins.</p>
Niveau de maturité	Maturité faible à moyenne dans les datacenters anciens et existants, maturité plus importante dans les datacenters neufs.
Investissements nécessaires	<p>Investissements importants dans les systèmes de monitoring avec le besoin de suivre voire supprimer les points chauds.</p> <p>Investissements nécessaires dans les armoires de climatisation, émetteurs de froid et allées.</p> <p>Les logiciels CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>) de simulation nécessitent des investissements conséquents. Le coût des logiciels de CFD est d'une trentaine de milliers d'euros par an. Leur retour sur investissement, grâce aux économies d'énergie réalisées et le remplissage optimum des salles, varie de 4 mois à 18 mois au plus.</p> <p>Investissements dans des caméras thermiques afin d'identifier les points chauds plus rapidement et plus efficacement.</p> <p>Globalement, les études complètes de faisabilité doivent être faites au cas par cas, avec des experts qualifiés et nécessitent de lourds investissements.</p>
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoins en emplois/compétences	<p>Besoin de compétences sur les métiers ci-dessous :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ingénierie : spécialisation « urbanisation des salles » ○ Jumeau numérique, ○ Métiers du bâtiment, ○ Frigoristes, ○ Energy Management Systems, ○ Métiers liés aux CEE et aux CFD.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Viser 100% de partitions physiques couloir froid/couloir chaud pour tous les datacenters (sauf ceux utilisant le <i>direct liquid cooling</i> et le refroidissement immersif, car cela n'est pas pertinent), soit tous ceux utilisant les techniques de refroidissement par air. Il faudra associer les clients des datacenters à la mise en place de l'urbanisation des salles, ○ Encourager le plus possible les retours d'expérience, et inciter à l'adoption de ces bonnes pratiques, ○ Former et accompagner l'ensemble des opérateurs et clients des datacenters à l'urbanisation des salles, notamment avec la diffusion du Code of conduct européen (révisé chaque année). Il fait l'objet d'une communication auprès des acteurs,

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Promouvoir la Fiche CEE BAT-TH-153 (l'appel à un bureau d'études est obligatoire pour cette fiche).
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<p>Incitation fiscale aux économies d'énergie.</p> <p>Mettre en place de nouveaux CEE : métrologie, Building Management System, notamment pour les anciens datacenters nécessitant des travaux.</p>
Indicateur (s) de suivi	<p>Audits énergétiques (ISO 50001) permettant d'ajuster les températures de soufflage et donc les températures d'environnement/de reprise des serveurs sur les armoires de climatisation.</p> <p>Suivi de l'augmentation des températures allées froides/chaudes, en fonction des recommandations de l'ASHRAE.</p> <p>PUE : indicateur normé et reconnu dans la filière.</p> <p>Nombre de CEE attribués.</p>

Levier 3 - Réutiliser les friches industrielles, utiliser du béton bas-carbone et allonger la durée d'usage des équipements dans une logique d'économie circulaire

Description du levier

L'économie circulaire dans les datacenters peut être prise en considération au cours de quatre grandes phases :

- La conception avec un objectif d'écoconception du bâtiment et des équipements (durabilité et réparabilité), en prenant en compte l'ACV élargie et la fin de vie ;
- La fabrication/construction, qui représente environ 80% de l'empreinte carbone du numérique¹³ : souveraineté matière et utilisation de matériaux recyclés ;
- L'utilisation/exploitation, qui représente environ 20% de l'empreinte carbone du numérique¹⁴, avec les notions d'efficacité énergétique et de réemploi ;
- La fin de vie : réutilisation, recyclage et traitement des déchets.

Il est également possible de s'appuyer sur la stratégie en trois parties (« stratégie des 3 R ») de l'économie circulaire ayant pour objectif la réduction de l'empreinte carbone :

1. Réduire

Faire mieux avec moins. Cela passe par l'écoconception, l'efficacité énergétique et la réduction de matière dans un produit qui permet d'économiser de la ressource. Optimiser la consommation matière et énergétique des serveurs par exemple permet également de réduire l'impact lié aux usages.

2. Réparer, réemployer ou réutiliser

Le secteur du réemploi des matériaux de construction et des équipements informatiques se développe depuis ces dernières années. Le réemploi peut se faire au sein d'un même projet (in-situ) ou pour d'autres projets (ex-situ). Un diagnostic de ressources (quantitative et qualitative) est la première étape à envisager pour déterminer le potentiel de réemploi sur un projet. L'incorporation de produits réemployés dans la construction de datacenters diminue leur empreinte carbone, mais nécessite l'implication du secteur du bâtiment/de la construction. De même, la réutilisation de friches industrielles est pertinente et s'inscrit pleinement dans l'objectif de réemploi.

Concernant les serveurs, il faudra veiller à réparer, puis réemployer ou réutiliser le plus d'équipements possibles, en lien et en accord avec la future révision de la directive européenne sur les déchets d'équipements électriques et

¹³ Source : étude sur l'empreinte environnementale du numérique Ademe/Arcep

¹⁴ idem

	<p>électroniques (DEEE). Une maintenance efficace peut également prolonger la durée d'usage des équipements (maintenance préventive, conditionnelle, prédictive).</p> <p>3. Recycler</p> <p>L'incorporation de matière recyclée dans la fabrication des datacenters et le recyclage des serveurs usagés diminue leur empreinte carbone. Cela nécessite une bonne collecte des déchets des équipements électroniques et électriques, qu'il faudra quantifier également en accord avec la directive européenne sur les déchets (DEEE) ; ainsi que la collecte et le recyclage des déchets du bâtiment dans le cadre de la REP (Responsabilité élargie des producteurs) en application depuis le 1^{er} janvier 2023.</p> <p>Pour mémoire, plusieurs réglementations européennes relatives à l'économie circulaire existent et/ou sont en cours de révision :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le règlement écoconception des produits durables (« ESPR ») ; • Le règlement sur l'écoconception des serveurs (« lot 9 ») ; • La directive sur les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) ; • Le règlement sur les matières premières critiques. <p>Afin de réduire l'empreinte carbone des datacenters lors de ces différentes phases, trois sous-leviers significatifs sont ici envisagés :</p> <p>Sur la partie bâtiment, la filière se concentrera sur la réduction de l'emprise au sol via la réutilisation de friches industrielles et sur l'utilisation de matériaux bas carbone (béton notamment, qui représente plus de 40% du bilan carbone lors de la phase de construction).</p> <p>Sur la partie équipements, il s'agit principalement de réduire l'impact carbone des équipements liés à l'infrastructure (refroidissement, alimentation électrique) ainsi que des serveurs (partie IT), en prolongeant leur durée d'usage et en améliorant leur efficacité via l'augmentation du taux d'utilisation.</p>
<p>Objectif visé en 2030</p>	<p><u>Réutiliser les friches industrielles en phase de conception :</u></p> <p>Privilégier la réutilisation de friches industrielles dans les projets d'implantation de nouveaux datacenters.</p> <p>Les objectifs inclus dans la logique « ZAN » (zéro artificialisation nette) vont déjà largement dans ce sens. La rénovation de friches/bâtiments existants ('brown field') est à mettre en avant plus que la construction d'installation neuve ('green field'). Privilégier la rénovation de bâtiments</p>

(changement d'usage) est donc une orientation pertinente pour 2030. Pour rappel, l'implantation des centres de données en Ile-de-France doit s'inscrire dans les orientations préconisées par le schéma directeur de la région d'Île-de-France (SDRIF) et, plus généralement, être compatible avec les politiques d'aménagement durable du territoire qui englobent de très nombreuses thématiques, et notamment :

- La trajectoire du « zéro artificialisation nette » (ZAN) inscrite dans la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 dite « climat et résilience » ;
- Les ambitions de sobriété énergétique définies dans le schéma régional climat air énergie (SRCAE) d'Île-de-France ;
- La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2028 adoptée le 21 avril 2020 ;
- La loi n° 2021-1485 du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France.

Ainsi, l'instruction des demandes d'agrément des centres de données en Ile-de-France repose sur les deux critères fondamentaux suivants :

- L'impact du projet en termes d'aménagement du territoire, notamment au regard de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (sobriété foncière) ;
- La sobriété et l'efficacité énergétique, notamment au regard des consommations énergétiques et de la valorisation de la chaleur générée.

Les datacenters en France doivent ainsi s'inscrire dans la politique de « zéro artificialisation nette » fixé par les pouvoirs publics d'ici à 2050. Un fléchage vers les friches industrielles existantes pourrait être opéré en vue de l'installation d'infrastructures.

Utiliser du béton bas-carbone en phase de construction :

Dans la mesure du possible, utiliser du béton bas carbone et des matériaux recyclés pour l'implantation, la construction, l'extension et la rénovation de datacenters, et recycler effectivement les matériaux via les éco-organismes agréés dans le cadre de la REP bâtiments.

Allonger la durée d'usage des équipements en phase d'exploitation :

L'extension de durée d'usage matérielle est primordiale, parce que d'une part les émissions à la construction du matériel sont très conséquentes en proportion de l'utilisation en France (électricité bas carbone) et que les autres impacts environnementaux (pressions sur les ressources, pollutions..)

	<p>sont importants. La gestion écoresponsable du parc de serveurs est indispensable pour parvenir aux objectifs de décarbonation. Ces objectifs doivent s'inscrire dans les discussions en cours au sein du Climate Neutral Data Center Pact et du lot 9 du règlement éco-conception.</p> <p>Des analyses en cycle de vie devront être menées afin de juger la pertinence et l'utilité de remplacer les serveurs anciens peu efficaces par des nouveaux plus efficaces en termes de consommation énergétique. En effet, il convient de faire la balance entre, d'une part, la consommation énergétique réduite d'un nouveau serveur et, d'autre part, l'utilisation supplémentaire de matériaux et minerais nécessaires à sa fabrication. La mise en place d'une méthodologie pour évaluer cette balance coût/bénéfice est nécessaire. Il sera également important de mettre en place des indicateurs de consommation et de performance standardisés pour les clients tant sur la partie IT que sur la partie non IT.</p> <p>Il convient ici de distinguer trois modèles de datacenters, auxquels correspondent une maîtrise variable des équipements en question :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les datacenters qui fabriquent et détiennent leurs propres serveurs, i.e. certains opérateurs de cloud, qui peuvent agir directement sur la fabrication (matériaux recyclés) et l'utilisation des serveurs ; • Les datacenters qui détiennent leurs propres serveurs, i.e. les datacenters privés (sur site), et certaines administrations, qui peuvent agir sur l'utilisation des serveurs ; • Les datacenters de colocation, qui accueillent des serveurs appartenant à leurs clients, et qui n'ont donc pas de moyen d'action sur ces serveurs en dehors d'inciter à la sobriété et à l'augmentation du taux d'utilisation. <p>Il faudra bien veiller à distinguer ces trois modèles dans l'évaluation des marges de manœuvre disponibles sur la question des serveurs (voir ci-dessous dans la partie mesures concrètes).</p> <p>Pour rappel, ce levier s'inscrit également dans la mise en œuvre les objectifs de la directive européenne DEEE, en cours de révision.</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<p>Limiter l'artificialisation des sols : impact de niveau 2 : IMPORTANT</p> <p>Utiliser le béton bas carbone : impact de niveau 2 : IMPORTANT</p> <p>- Estimation des émissions de gaz à effet de serre évitées d'ici 2030 : 883 690 TeqCO2.</p>

	Allonger la durée d'usage des serveurs : impact de niveau 3 : TRES SIGNIFICATIF
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<p>La moindre artificialisation des sols induit un moindre impact sur le foncier : espaces naturels, emprise au sol.</p> <p>Le béton bas carbone a un bon impact sur l'empreinte carbone (30% moins émetteur).</p> <p>L'allongement de la durée de l'usage des serveurs réduira l'utilisation des métaux rares.</p>
Freins à la mise en œuvre	<p><u>Sur la réutilisation des friches urbaines :</u></p> <p>Les constructions neuves peuvent permettre des durées de vie moyenne plus importantes et la création d'écoquartiers ainsi que la récupération de chaleur fatale, ce que permettent plus difficilement les constructions sur sites anciens.</p> <p><u>Sur l'éco-conception :</u></p> <p>Des datacenters éco-conçus dépendent étroitement des matériaux et technologies disponibles dans la filière du bâtiment. De même, le recyclage des rebuts de matériaux dépend largement du niveau de maturité technique des entreprises de collecte et de recyclage des déchets. Depuis la mise en place de la REP bâtiments en 2023, plusieurs éco-organismes sont toutefois agréés.</p> <p><u>Sur l'allongement de la durée d'usage des équipements :</u></p> <p>Le modèle de datacenter de colocation permet peu de marge de manœuvre et d'actions sur les serveurs, que ce soit pour la fabrication ou l'utilisation.</p> <p>En revanche, les deux autres modèles précités peuvent mettre en œuvre des mesures sur la fabrication et/ou l'utilisation.</p> <p>La réutilisation/le réemploi des équipements détenus par les datacenters, et notamment les serveurs, se heurte par ailleurs à la question de l'assurance des clients finaux et de la responsabilité des fabricants. On pourrait envisager la création d'un label technique indépendant européen ou international pour certifier l'utilisation de matériels de seconde main. La création future du « digital product passport » (DPP) européen (ESPR) va dans ce sens. Le DPP contiendra des informations sur la réparabilité, la ré-employabilité pour faciliter le travail des réparateurs et des recycleurs. Les fournisseurs de cloud ont également l'obligation de garantir aux clients un environnement protégé contre les cyberattaques. Pour cette raison, la fin de vie de certains appareils doit être gérée d'une manière spécifique. Il est donc important de prendre en compte l'aspect de la cybersécurité.</p> <p>De plus, les décisions de remplacement d'un serveur, de réemploi et de réutilisation sont nourries par d'autres</p>

	considérations, telles que l'efficacité énergétique, les besoins clients, l'évolution des technologies, de garantie de confidentialité/sécurité des données.
Niveau de maturité	Réutilisation des friches urbaines : moyen Utilisation béton bas-carbone : moyen/bas Allongement de durée d'usage des équipements : faible
Investissements nécessaires	Dépenses liées aux analyses de cycle de vie Pour la réutilisation des friches industrielles : coûts parfois imprévus comme celui de la dépollution des sites
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoins en emplois/compétences	Compétences nécessaires : <ul style="list-style-type: none"> • Dans la maintenance préventive • Dans les ACV • GTB : gestion technique du bâtiment • Analyse de données
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> • Réutiliser les friches industrielles pour l'implantation de datacenters ; • Utiliser le béton bas-carbone aussi souvent que possible ; • Créer un label indépendant européen ou international, en accord et en collaboration avec les pouvoirs publics, pour certifier les équipements (IT et hors IT) de seconde main ; • Dresser un inventaire actualisé annuellement des équipements IT et non IT présents dans les datacenters en fonction de leurs durées de vie et de leurs actes de maintenance ; • Disposer d'une ACV de référence pour tout projet de construction ou de rénovation de datacenter ; • Privilégier l'achat d'équipements IT et hors IT ayant une bonne durabilité ; • Sur les serveurs : <ul style="list-style-type: none"> ○ Encourager des évaluations environnementales systématiques des serveurs par tous les acteurs, avec des indicateurs clairs et normés de niveau européen, et imposer un suivi de ces indicateurs ; ○ Pour les acteurs qui détiennent leurs propres serveurs : prolonger la durée d'usage des serveurs tant que possible ; ○ Pour les acteurs qui ne détiennent pas leurs propres serveurs : faire de la pédagogie auprès de leurs clients pour augmenter la durée d'usage des serveurs.

	<p>Par ailleurs, les opérateurs de datacenters qui sont signataires du Climate Neutral Data Center Pact se sont engagés dans le cadre d'un groupe de travail sur l'économie circulaire, sur les objectifs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluer l'ensemble de leurs serveurs en vue de les réparer, réemployer/réutiliser ou les recycler ; • Augmenter la quantité de serveurs réparés ou réutilisés à l'horizon 2025. Des objectifs plus précis sont en cours de définition ; <p>Diffuser les bonnes pratiques environnementales d'économie circulaire.</p> <p>France Datacenter anime un groupe de travail sur l'économie circulaire qui se réunit tous les mois.</p>
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	La création d'un label indépendant européen ou international permettant de certifier les équipements (IT et non IT) de seconde main, en collaboration avec la filière, participerait à rassurer les exploitants.
Indicateur (s) de suivi	<p>Analyses en cycle de vie pour les serveurs et la construction des datacenters (PCR).</p> <p>Quantité de déchets produits</p> <p>Empreinte carbone du foncier construit/réaménagé</p> <p>Durée d'usage des équipements</p>

Levier 4 - Valorisation de la chaleur fatale informatique des datacenters

Description du levier	<p>Les datacenters contiennent des matériels informatiques (serveurs et switches) qui utilisent l'énergie électrique et la convertissent en chaleur, qu'on appelle chaleur fatale informatique. Il faut évacuer cette chaleur sous peine d'endommager les matériels. Les groupes froids sont équipés le plus souvent de ventilateurs pour disperser cette chaleur dans l'air, en terrasse. Dans ce cas, la chaleur est perdue.</p> <p>Il est néanmoins possible de récupérer cette chaleur, par exemple pour chauffer des logements, une piscine, ou pour des process industriels. Dans certains cas, la conception du groupe froid, combinée au bon choix de liquide frigorigène, permet d'atteindre des températures suffisamment élevées et directement exploitables pour les usages en aval. La récupération de chaleur fatale est plus facile et aussi très pertinente sur des sites utilisant l'immersion cooling ou le direct water cooling. Les datacenters utilisant la technologie DEC (refroidissement par évaporation directe) peuvent quant</p>
------------------------------	--

	<p>à eux récupérer la chaleur à une température plus basse mais cela induit une chaleur récupérée moins utile.</p> <p>Le levier de la récupération de la chaleur fatale doit ainsi être examiné en lien avec celui du refroidissement : l'étude de l'Ademe en cours sur le sujet devrait justement déterminer les technologies de refroidissement et les types de datacenters les plus adéquats pour ces projets.</p> <p>Les datacenters peuvent ainsi, dans certains cas, représenter de véritables opportunités énergétiques et contribuer à chauffer des villes, des bâtiments tertiaires, entrepôts, serres agricoles ou bureaux (y compris les bureaux appartenant aux opérateurs de datacenters). Ils peuvent parfois disposer d'un important gisement de chaleur fatale (en fonction de la chaleur mobilisable), qu'ils sont prêts à mettre à disposition d'usages existants mais aussi de futurs usages.</p> <p>Même si cette chaleur fatale reste peu valorisée à ce jour, on peut néanmoins constater que des projets existent et que les technologies nécessaires sont disponibles. L'industrie du datacenter propose aujourd'hui différentes solutions pour utiliser cette nouvelle source énergétique.</p> <p>Ces projets démontrent la faisabilité économique de la valorisation de la chaleur, lorsque les conditions sont réunies. La réduction de leur impact environnemental va au-delà de l'efficacité énergétique ou de la réduction du PUE.</p> <p>Quelques spécificités sont toutefois à prendre en compte sur ces projets qui ne peuvent être généralisés immédiatement à grande échelle : voir la partie « freins ».</p>
Objectif visé en 2030	<p>Si les projets sont facilités à l'avenir (voir la partie préconisations destinées aux pouvoirs publics ci-dessous), un objectif est d'étudier l'opportunité de projets de récupération de chaleur fatale sur les datacenters existants ainsi que pour les nouveaux datacenters.</p>
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	<p>Impact de niveau 2 : IMPORTANT</p> <p>L'étude de l'Ademe en cours permettra a priori de préciser cet impact sur les émissions de gaz à effet de serre au niveau national.</p> <p>Pour exemple, un projet porté par Dalkia mentionne un potentiel de récupération de 26 GWh pour chauffer 500 000 m² de locaux (bureaux, hôtels, logements, etc.), soit 5400 tonnes de CO₂ évitées chaque année.</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les	<p>Le déploiement de réseaux de chaleur peut avoir des répercussions sur la biodiversité.</p> <p>La récupération de chaleur fatale peut également dégrader le PUE, et donc l'efficacité énergétique.</p>

ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<p>La chaleur fatale des datacenters peut facilement être réutilisée en hiver mais en été, il est nécessaire de trouver des besoins spécifiques pour la valoriser (hôpitaux etc.) ou de la stocker pour un usage ultérieur dans la journée (eau chaude sanitaire, etc.). A contrario, garantir la fourniture d'énergie sur plusieurs années aux collectivités, fournir des engagements sur la durée est un facteur clé de succès pour celles-ci. Avoir un mix énergétique varié, mutualiser la distribution et les productions de chaleur semblent indispensables collectivement.</p> <p>L'extraction et la valorisation de la chaleur fatale ne s'arrêtent pas en sortie de datacenter : il faut aussi compter sur d'autres parties prenantes dont le métier principal est la production et la distribution d'énergie. Par ailleurs, la chaleur se perd avec les mètres parcourus, il faut donc potentiellement « réchauffer » cette chaleur (déperdition de chaleur si les distances sont longues entre producteur et consommateur) ; et la chaleur récupérée dépend largement de la taille des datacenters : les acteurs modestes ne peuvent fournir que peu de chaleur.</p> <p>Baisser les niveaux de température des réseaux de chaleur est également un enjeu. Cela est possible sur des nouveaux projets ou dans le cas de réseau basse/très basse température, mais beaucoup plus complexes sur d'autres projets, bien que faisable petit à petit. Dans le cas contraire, remonter la température, si elle ne peut pas être compensée par ailleurs par d'autres acteurs sur le réseau, nécessite des investissements conséquents (pompe à chaleur avec un COP - coefficient de performance énergétique - nominal performant par exemple) et donc une analyse coût/avantage.</p> <p>Entre collectivités, réseaux de chaleur et opérateurs de datacenter, la question de la charge de la récupération se pose. Le datacenter peut représenter une source d'énergie sur un territoire mais doit être accompagné pour identifier les opportunités de projets de récupération ; un rôle d'intermédiaire doit exister entre opérateurs et réutilisateurs. N'ayant souvent pas accès au consommateur de chaleur, ayant pour mission principale la sécurisation et l'accès aux données publiques et privées et la gestion du bâtiment et de ses utilités, le datacenter peut être un acteur de la récupération, mais il n'a pas pour métier d'être un exploitant</p>

	<p>d'un réseau de chaleur pour le territoire. La question de l'obligation de reprise de la chaleur fatale, lorsqu'elle est offerte gratuitement par les datacenters aux collectivités, devrait être posée.</p> <p>Les projets de chaleur fatale peuvent parfois induire une dégradation des niveaux de PUE des datacenters (donc de l'efficacité énergétique et de l'efficience de l'infrastructure du datacenter) : ajouter des équipements (échangeurs pour récupérer la chaleur fatale) peut impliquer une augmentation des pertes de charges sur le réseau.</p> <p>Pour développer massivement la valorisation de la chaleur fatale informatique, opérer un rapprochement géographique des datacenters et des utilisateurs de leur chaleur peut être utile et nécessaire (<i>edge computing</i>), de même que de procéder à une intégration urbanistique anticipée des datacenters dans un environnement où leur chaleur fatale sera plus facilement réutilisable. Il est techniquement difficile voire impossible de réutiliser la chaleur résiduelle si les centres de données sont situés dans des endroits semi-ruraux isolés, loin des infrastructures. Par ailleurs, ce mouvement vers les zones urbaines n'est pas forcément toujours possible (difficulté d'acceptation des datacenters en zone urbaine ; foncier plus onéreux ; choix urbanistiques des élus ; conditions d'implantation qui ne correspondent pas aux besoins des opérateurs de datacenters).</p> <p>Plus généralement, il serait souhaitable de proposer un cadre beaucoup plus incitatif et accessible à tous les acteurs de la chaîne de production en matière de chaleur. Renforcer la confiance entre les collectivités et les acteurs économiques est indispensable ; se faire connaître mutuellement est également important.</p> <p>Le passage à plus grande échelle suppose que les opérateurs de datacenters ne soient pas seuls dans la réalisation des projets.</p> <p>Les points de rentabilité sont souvent à trouver sur les lieux d'implantation actuelle de datacenters, et la réflexion doit préférablement avoir lieu dès la conception / l'installation du datacenter pour prendre en compte toutes les contraintes et saisir toutes les opportunités.</p> <p>D'autres freins ont été identifiés, tels que la concurrence avec d'autres sources d'énergies renouvelables, les choix politiques, la multiplicité d'interlocuteurs, les démarches administratives à effectuer.</p>
Niveau de maturité	Quelques projets emblématiques existent, à consolider dans le temps.

Investissements nécessaires	Les investissements sont très dépendants des projets. Ils sont de l'ordre de 1 à 9 millions d'euros pour chaque site, selon que le site soit neuf ou ancien.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoins en emplois/compétences	Compétences en ingénierie
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fournir aux collectivités qui le demandent le premier livre blanc de France Datacenter sur la chaleur fatale informatique publié en juin 2022. ○ Participer aux interviews de l'étude de l'Ademe sur la récupération de chaleur fatale, en disséminer les résultats tant aux datacenters qu'aux collectivités (juin 2023), publier des informations sur les gisements de chaleur disponible qui seront dans l'étude. ○ Etudier la faisabilité de projets de récupération de chaleur fatale sur les datacenters existants ainsi que pour les nouveaux datacenters et plus généralement les analyses de cycle de vie globales de ces projets, en accord avec la directive efficacité énergétique. ○ Poursuivre des efforts de recherche et développement sur la gestion et récupération de la chaleur. ○ Poursuivre les échanges avec les collectivités territoriales et les représentants des réseaux de chaleur.
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<p><u>Financements</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cibler et développer des aides spécifiques et informer les opérateurs des possibilités de financement de leurs projets. <p>L'Ademe notamment pourrait être un organisme aidant à cet égard, les projets de récupération de chaleur étant un des moyens d'améliorer l'empreinte énergétique des datacenters. Un co-financement de projets par l'Etat peut être un schéma à envisager sur certains projets. Cela pourra être réalisé dans le cadre de la Stratégie d'accélération numérique écoresponsable et de l'appel à projets innovation "numérique et économie circulaire".</p> <p>Plus généralement, il faut inciter à la connexion aux réseaux de chaleur et également poursuivre les incitations grâce au Fonds chaleur. Les énergéticiens doivent également être incités à développer des réseaux de chaleur de proximité. Une prise de conscience doit s'opérer.</p> <p><u>Ingénierie locale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Faciliter l'identification des interlocuteurs avec éventuellement un guichet unique d'orientation pour la filière

	<p>La multiplication des interlocuteurs ne favorise pas à ce jour le développement des projets de récupération de la chaleur informatique. Ceci permettrait d'inscrire la valorisation de chaleur fatale des datacenters dans notre stratégie nationale de verdissement de la production de chaleur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cartographier les possibles lieux de développement des projets de récupération <p>L'implantation de datacenters peut notamment être analysée au regard des enjeux énergétiques du territoire. Les datacenters doivent pouvoir être associés lors de l'élaboration des Schémas Directeurs de Développement de Réseaux de chaleur par les collectivités, cette obligation n'étant pas toujours remplie dans les faits.</p> <p>Les projections des réseaux de chaleur quant aux sources d'énergie et aux besoins identifiés doivent également pouvoir intégrer la récupération de chaleur sur des bâtiments industriels. Ces études doivent comprendre un plan d'évolution des réseaux de chaleur sur les 10 prochaines années. Les études de valorisation de la chaleur fatale doivent avoir été menées conjointement en concertation entre les collectivités compétentes, les industriels du datacenter, et les opérateurs des réseaux de chaleur existants. Pouvoir identifier des zones préférentielles d'implantation, en croisant ces informations avec celles des réseaux électriques, des réseaux fibres optiques, des besoins en énergie (existants ou en projet dans le cadre de requalification de friches industrielles) dans les environs immédiats des datacenters, et des autres enjeux environnementaux, est à prendre en considération.</p> <p>Plus généralement, les analyses du cycle de vie global des projets de récupération de chaleur doivent être encore être menées.</p> <p>Il serait souhaitable de proposer un cadre beaucoup plus incitatif et accessible à tous les acteurs de la chaîne de production en matière de chaleur fatale. Renforcer la confiance entre les collectivités et les acteurs économiques est indispensable ; se faire connaître mutuellement est également important. Le développement et l'exploitation des réseaux de chauffage urbain nécessitent un service public, un financement public/privé et un sponsor de projet ambitieux.</p>
Indicateur(s) de suivi	<p>Intégrer la dimension d'analyse en cycle de vie (ACV), le facteur de récupération d'énergie (ERF) – norme CEN/CENELEC/EN 50-600-4-6</p> <p>Intégrer la notion d'optimums globaux</p>

Levier 5 - Amélioration des outils existants et des méthodologies en matière d'information environnementale à destination des clients des datacenters et du cloud

Description du levier

Information environnementale à destination des clients

Le Référentiel « Services d'hébergement d'équipements informatiques en centre de données et Services Cloud » (ou « PCR » datacenters et cloud) publié par l'ADEME en 2023¹⁵ propose de décliner des indicateurs environnementaux par unité fonctionnelle (exemple : mettre à disposition une base de données).

Basé sur l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), son objectif est de proposer des méthodes communes dans des périmètres définis, avec un dimensionnement, pour réaliser l'analyse du cycle de vie de ces services (ou unités fonctionnelles) et ainsi avoir une communication aux utilisateurs de l'ensemble de la chaîne de valeur leur permettant de réellement comprendre leurs impacts environnementaux.

Le PCR pourra être complété et devra s'inscrire dans un cadre européen. En effet, les modélisations d'infrastructure y sont simplifiées et ne reflètent que partiellement la réalité des infrastructures ; ainsi, le PCR est une première étape vers l'information environnementale renforcée, mais il doit être affiné pour être utilisé par les responsables d'infrastructures.

La directive européenne sur le reporting extrafinancier (CSRD – Corporate Sustainability Reporting Directive) exige de nombreux indicateurs environnementaux pour toutes les entreprises de plus de 250 salariés (notamment, les clients des datacenters), dont ceux liés à l'hébergement de leurs données. Un standard sectoriel spécifique à l'IT (European Sustainability Reporting Standard) sera mis en consultation publique début 2024 et publié d'ici juin 2025. Les indicateurs environnementaux tendent donc à s'affiner au niveau européen ce qui constitue une échelle territoriale pertinente et adaptée pour aborder la question qui n'est pas spécifique à la France et qui doit s'inscrire dans un cadre garantissant une harmonisation et des règles de jeux égales entre les acteurs.

Communiquer, rendre compte auprès des clients, est de manière générale une réalité de la plupart des datacenters commerciaux actuellement, et ces demandes vont s'accroître, offres et usages s'auto-entretenant par ailleurs, les clients pouvant influencer sur la dynamique des impacts. Une co-

¹⁵ [Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation - La librairie ADEME](#)

	<p>construction entre fournisseurs et consommateurs est nécessaire pour une nouvelle génération de services numériques.</p> <p>Des propositions d'indicateurs et d'actions doivent faire l'objet de recherche plus approfondies et partagées au niveau national et européen, tels que l'adaptation des catalogues des machines virtuelles pour le cloud public et privé avec une granularité suffisante ou encore l'efficacité dans l'utilisation des ressources matérielles...</p> <p>Information environnementale à destination des pouvoirs publics et des clients</p> <p>La révision de la directive européenne efficacité énergétique, dont la publication est prévue fin 2023, prévoit en outre d'intégrer un régime de transparence appliqué aux datacenters, qui comprend un certain nombre d'indicateurs environnementaux. Elle prévoit de la même façon la mise en place d'une labellisation environnementale pour les datacenters. Ces travaux devront être mis en place très prochainement par la filière (une directive européenne devant obligatoirement faire l'objet d'une transposition en droit français).</p> <p>Information environnementale à destination des pouvoirs publics</p> <p>En France, l'Arcep collecte déjà depuis mars 2023 les données environnementales des datacenters (consommation électrique, énergétique, consommation IT, eau, bilan carbone...).</p> <hr/> <p>NB : Ce levier complète celui du GT « Usages » intitulé « Inviter les fournisseurs de cloud à fournir des données d'impact à la bonne granularité ».</p>
<p>Objectif visé en 2030</p>	<p>La mise en application et l'amélioration du PCR datacenters et cloud permettra de mettre à disposition des données d'impact environnemental par service pour les utilisateurs.</p> <p>La granularité des données est à définir avec les clients (par exemple, consommation énergétique par baie/PDU dans le cas de la colocation et dans le respect du secret des affaires).</p> <p>Une logique de partenariat fournisseur/client doit prévaloir dans la mise en œuvre du PCR.</p> <p>Des POC (Proof of Concept) doivent être effectués et les démarches doivent être adaptées à la taille des entreprises.</p> <p>Mettre en place la transparence sur la méthodologie employée et les hypothèses.</p>

<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<p>Impact de niveau 2, IMPORTANT.</p> <p>Mise à disposition de l'information, et capacité à piloter la trajectoire carbone des différentes parties prenantes.</p> <p>Les acteurs économiques peuvent inscrire leurs opérations IT dans leur trajectoire SBTi sur la base d'un scope 3 "normé". Pour rappel, le décret BEGES entré en application le 01/01/23 exige une transparence sur le scope 3 des entreprises clientes.</p> <p>Augmentation de l'efficacité des services numériques en matière d'utilisation de ressources physiques et donc baisse des émissions associées à la fabrication et à l'utilisation des ressources en question.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>D'autres indicateurs environnementaux sont prévus dans la directive européenne sur l'efficacité énergétique des datacenters (acte délégué), la directive européenne sur le reporting extra-financier (CSRD et ESRS), l'enquête annuelle pour un numérique soutenable de l'Arcep et ces indicateurs doivent être en cohérence avec la mise en œuvre du PCR.</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>Les méthodes et hypothèses de calcul doivent nécessairement être homogénéisées et standardisées au niveau européen, pour une qualité des informations et des analyses optimales. Les mêmes éléments doivent être évalués de la même manière partout.</p> <p>La mise en œuvre de méthodes ACV et la réalisation de bilan carbone sont complexes et nécessitent des ajustements, que les PME peuvent avoir des difficultés à appréhender.</p> <p>Certains indicateurs/information sont difficiles à obtenir et le modèle théorique du PCR ne prend pas en compte les aspects contractuels, techniques, des datacenters commerciaux. Il convient d'avoir une démarche phasée et "applicable"/"pragmatique" et adapté à l'organisation actuelle du marché de l'ICT.</p> <p>La base de données NegaOctet, qui permet de chiffrer l'impact carbone des services numériques, est payante. Mais l'Ademe prévoit de mettre en place une base de données ouverte et publique à moyen terme.</p> <p>Le secret des affaires pourrait être opposé pour certaines données.</p>
<p>Niveau de maturité</p>	<p>Très hétérogène, mais en progrès (exemples : calettes en ligne d'hyperscalers, retours d'expérience PCR Cloud de l'ADEME).</p>
<p>Investissements nécessaires</p>	<p>Recours aux bureaux d'étude</p>
<p>Coût d'abattement du carbone (si pertinent)</p>	

Besoins en emplois/compétences	Architectes, Experts ACV Numérique
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Effectuer un "POC" sur le PCR cloud en 2023 ou 2024 ; ○ Mettre en place le PCR cloud ADEME ; ○ Poursuivre la publication des informations environnementales pour les acteurs qui sont déjà dans ce processus ; et mettre en place des indicateurs pour ceux qui ne l'ont pas encore fait ; ○ Organiser des ateliers avec les acteurs de la filière, un panel de clients représentatifs, l'ADEME, les experts pour définir les types et granularité de service à mesurer, en fonction des types de datacenters (colocation, cloud public).
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<p>Inviter les pouvoirs publics à prendre part aux travaux européens de l'IT ESRS, et à poursuivre le suivi des travaux sur la directive efficacité énergétique et l'ESRD en promouvant leur méthodologie française d'évaluation PCR pour l'affichage environnemental.</p> <p>Continuer les travaux sur le PCR cloud.</p>

Levier 6 - Développer les énergies renouvelables, encourager le recours aux carburants bas carbone des groupes électrogènes, favoriser la production sur site en autoconsommation

Description du levier

Les datacenters doivent fonctionner 24 heures/24 et 7 jours/7 et donc être alimentés en électricité de manière continue. Le mix électrique de la France, largement décarboné via le nucléaire (plus de 70% de ce mix), permet aux datacenters d'émettre directement peu de gaz à effets de serre -scope 2-, dans leur phase utilisation/opérationnelle (la phase de construction sera traitée dans la fiche levier « économie circulaire »).

Par ailleurs, l'utilisation d'énergies renouvelables reste majoritairement dépendante de la production disponible (éolienne, photovoltaïque, hydraulique, etc.). Pour autant, la filière s'inscrit pleinement dans la démarche consistant à augmenter la part d'énergies renouvelables dans sa consommation énergétique.

Trois leviers principaux se présentent à la filière :

- Les *power purchase agreements* et garanties d'origine pour ce qui concerne l'alimentation électrique principale ;

Pour augmenter la part de sources renouvelables pour leur alimentation, certains datacenters font appel à ce jour à des garanties d'origine pour la portion d'électricité du mix qui ne serait pas issue de sources renouvelables. Comme défini dans la directive européenne sur les énergies renouvelables (2009/28/EC), une garantie d'origine est un document électronique servant à prouver au client final qu'une part ou une quantité déterminée d'énergie a été produite à partir de sources renouvelables.

Le *power purchase agreement* (vente directe d'électricité) est un contrat passé par un producteur d'électricité, souvent d'origine renouvelable, avec une structure qui la consomme directement, sans passer par un fournisseur d'électricité. Ces contrats de vente directe permettent aux clients de bénéficier d'une énergie renouvelable et moins chère et doit donc être encouragée. Il s'agit d'un procédé qui vise à valoriser la vente d'énergie verte au même titre que les énergies conventionnelles. Il existe deux types de PPAs :

- Les PPAs physiques : ils permettent au preneur/client de recevoir l'énergie physique d'un projet particulier (qui peut être un parc éolien/solaire). Ainsi, ces clients peuvent bénéficier plus directement d'une énergie renouvelable à moindre coût.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les PPAs virtuels : il s'agit d'un instrument financier par lequel le client paie un prix fixe pour chaque mégawattheure d'électricité produit par un projet renouvelable. Dans ce scénario, le client accepte le risque du marché et reçoit les attributs environnementaux associés au projet. Ces contrats peuvent être essentiels pour permettre le développement de projets d'énergie renouvelable, car ils facilitent la réussite du financement d'un projet (les banques exigent souvent que le prix de chaque mégawattheure soit fixe et donc protégé des fluctuations du marché). <p>Il peut être préférable pour les parties de conclure des PPAs, car ces contrats facilitent le développement effectif de nouvelles capacités de production renouvelable, dans le cadre d'un mix entre du solaire, de l'éolien, de l'hydroélectricité et toute autre source de production électrique renouvelable.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Les groupes électrogènes pour ce qui concerne les systèmes de secours des datacenters, qui sont encore majoritairement alimentés au fioul ; <p>L'utilisation des groupes électrogènes dans les datacenters vise à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de coupure (panne, délestage volontaire ou effacement), mais leur mise en action est très rare, en raison de la qualité des infrastructures et des réseaux français : de l'ordre de quelques heures par an, tests de maintenance inclus. Il s'agit ici de développer l'utilisation de carburants décarbonés pour le fonctionnement des groupes électrogènes, en particulier l'hydrogène bas carbone ou encore les carburants de synthèse à base d'huile végétale (comme le HVO), ou encore d'imaginer l'utilisation de l'hydrogène bas carbone dans des piles à combustibles pour remplacer des groupes électrogènes classiques. Par ailleurs, il est possible de limiter l'émission d'oxyde d'azote (NOx) et autres polluants émis par les groupes électrogènes via des technologies mûres et maîtrisées.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ La mise en place, lorsque c'est possible, de systèmes de production d'énergie renouvelable sur site pour assurer une part d'autoconsommation : photovoltaïque et géo-cooling principalement, hydroélectrique, micro-éolien.
<p>Objectif visé en 2030</p>	<p>Augmenter la part d'énergie bas carbone et/ou renouvelable à hauteur de 100% de la consommation électrique des datacenters (via les PPAs - à la fois virtuels et physiques - et les garanties d'origine, pris en compte dans la méthodologie SBTI).</p>

	<p>Utiliser au maximum les carburants bas carbone pour alimenter les groupes électrogènes.</p> <p>Mettre en place, lorsque c'est réalisable, une part d'autoproduction/autoconsommation issue d'énergies renouvelables : photovoltaïque et géo-cooling principalement, hydroélectrique, micro-éolien.</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<p>Impact de niveau 1 : MODERE</p> <p>L'impact sur la réduction des GES sera limité pour la source électrique en provenance du réseau principal pour les raisons suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Croissance d'activité ○ Substitution d'une électricité déjà peu carbonée par une énergie renouvelable non carbonée sur le territoire national <p>L'impact sur la réduction des GES sera plus important pour la source « secours », même si ces groupes ne sont utilisés que quelques heures par an, grâce à la substitution de combustible fossiles par des combustibles moins carbonés.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Ce levier doit être obligatoirement couplé à des mesures d'efficacité énergétique.</p> <p>Impact négatif des panneaux photovoltaïques sur l'empreinte carbone en termes de fabrication, d'importation et d'exploitation de métaux rares. Il faudra veiller à évaluer le bénéfice net de ces installations (sachant qu'elles deviennent obligatoires pour les nouveaux bâtiments de plus de 500 m² à partir de juillet 2023).</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p><u>PPAs</u></p> <p>Sur les PPAs, il est parfois compliqué de trouver un fournisseur local. La question des délais et des procédures pour mettre en place ces PPAs est également un enjeu.</p> <p><u>Recours aux carburants bas carbone</u></p> <p>Concernant la nouvelle génération de carburant pour les groupes électrogènes, ces innovations sont encore peu développées, et les groupes électrogènes existants ne peuvent pas être alimentés avec ce type de carburant. Il faut donc les remplacer par du nouveau matériel. Il faudra veiller à analyser l'impact carbone du remplacement de ces groupes, en termes de matériaux de fabrication. Les piles à combustible à hydrogène bas carbone constituent une technologie prometteuse, mais présente des limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ La chaîne d'approvisionnement en hydrogène n'est pas encore totalement développée ; ○ Le stockage de l'hydrogène est complexe ;

	<ul style="list-style-type: none"> ○ L'hydrogène est hautement volatile et inflammable : si la puissance dépasse 1 mégawatt, un permis ICPE est nécessaire. <p>Il est à noter qu'il existe une perte d'efficacité en utilisant le biocarburant HVO : la puissance mécanique est inférieure en raison de l'énergie plus faible en volume et consommation de carburant en volume supérieure.</p> <p>Autoproduction</p> <p>L'architecture des sites ne le permet pas toujours, car les toitures sont généralement occupées par les groupes froid et/ou les groupes électrogènes. La mise en place d'ombrières sur les parkings pouvant accueillir des panneaux photovoltaïques est une solution alternative, mais qui peut nécessiter des aménagements urbanistiques. Il est important également de préciser que l'autoconsommation permise par des systèmes de production sur site est tout à fait marginale par rapport à la consommation d'un datacenter.</p> <p>Enfin, la filière rappelle que presque toutes les énergies renouvelables sont intermittentes et non-prévisibles, elles ne peuvent donc pas être à elles seules une solution permettant de garantir la continuité de service qu'un datacenter requiert.</p>
Niveau de maturité	<p>Sur les PPAs : plutôt bas, les fournisseurs n'étant pas toujours disponibles. Mais il existe désormais des contrats "types" et le secteur financier (investisseurs, banques, etc) est familier avec les contrats PPAs.</p> <p>Sur les carburants bas carbone : il s'agit de nouvelles technologies, qui ne sont pas encore massivement développées et déployées.</p> <p>Sur l'autoproduction/consommation : à l'heure actuelle, peu de sites mettent en place de tels systèmes car il existe des contraintes urbanistiques fortes.</p>
Investissements nécessaires	<p>Investissements nécessaires dans l'achat de nouveaux groupes électrogènes, pouvant être alimentés avec des carburants bas carbone.</p> <p>Investissements conséquents dans l'achat de panneaux photovoltaïques.</p>
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoins en emplois/compétences	Emplois liés à la transition écologique
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Augmenter la part d'énergie bas carbone et/ou renouvelable à hauteur de 100% de la consommation électrique des datacenters (via les PPAs - à la fois virtuels et physiques - et les garanties d'origine, pris en compte

	<p>dans la méthodologie SBTI). La norme REF servira d'indicateur pour évaluer cette action ;</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Augmenter la part des carburants bas carbone pour alimenter les groupes électrogènes ; ○ Mettre en place, lorsque cela est réalisable, une part d'autoproduction/autoconsommation issue d'énergies renouvelables ; ○ Mettre en œuvre un relevé des bonnes pratiques et/ou un REX pour l'installation de panneaux photovoltaïques sur sites.
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Simplification des procédures pour l'implantation des énergies renouvelables
Indicateur (s) de suivi	Coefficient d'énergie renouvelable (REF) – norme CEN/CENELEC/EN 50-600-4-3

Annexe 1.4 : Fiches levier GT3 – Sobriété et usages

Chantier Usages et formation

Levier 1 - Sensibiliser les publics (professionnels et grand public) de manière continue et pédagogique à l'impact environnemental du numérique.	
Description du levier	<ul style="list-style-type: none">- Le point de départ pour avoir un effet sur les pratiques quotidiennes des utilisateurs est la sensibilisation et l'amélioration de la connaissance des impacts carbone du numérique, tout particulièrement auprès des jeunes publics mais aussi dans les cursus universitaires et les écoles d'ingénieurs. Il est nécessaire d'objectiver les connaissances autour de ces questions, en s'appuyant par exemple sur les études et outils pédagogiques proposés par l'ADEME et le site "longuevieauxobjets.gouv.fr"- Au sein des organisations utilisatrices du numérique il est également essentiel de sensibiliser les métiers utilisateurs du numérique et les décideurs dans les entreprises.- Au niveau de l'éducation nationale, il paraît aussi important de former les professeurs et d'intégrer la question des enjeux environnementaux du numérique dans des modules plus larges sur le changement climatique et d'adapter les programmes éducatifs.- Pix, service public en ligne pour « évaluer, développer et certifier ses compétences numériques », pourrait devenir le vecteur principal de sensibilisation des publics à ces enjeux.
Phase du cycle de vie concernée	N/A
Objectif visé en 2030	Immédiat, mise en application des articles 1 à 3 de la Loi REEN.

Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	N/A
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	N/A
Freins à la mise en œuvre	Le déploiement d'outils numériques dans les écoles peut être perçu comme contradictoire vis-à-vis de modules de sensibilisation aux enjeux environnementaux du numérique.
Niveau de maturité	Très faible niveau de maturité dans le primaire et secondaire, à commencer par les enjeux du dérèglement climatique en général. Maturité faible à moyenne dans les organisations.
Investissements nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - Besoin financier pour la formation des professeurs et enseignants mais aussi pour développer un programme dédié et systématiser l'intervention d'experts dans les écoles et universités (faire appel par exemple à la Fresque du Climat / du numérique pour sensibiliser de manière ludique les élèves) - Développer les financements pour la recherche et la vulgarisation des connaissances. - Appuyer les besoins d'associations d'intérêt général qui ont l'expertise
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	Non renseigné
Besoins en emplois/compétences	Besoin d'expertises scientifiques pour compléter la formation des enseignants, et faire monter en compétences métiers du numérique et professionnels de l'IT.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> - Développer la capacité des experts du numérique en entreprise à intervenir dans les écoles / universités. - Former les conseils d'administration - Élaborer un index du niveau de sensibilisation des collaborateurs et décideurs sur les enjeux environnementaux du numérique (à agréger à des outils déjà existants) - Les entreprises technologiques rendent compte

	publiquement de leur impact sur l'environnement, après audit et validation externe
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France
Réglementations existantes	<ul style="list-style-type: none"> - Loi REEN - articles 1 à 3 - Stratégie numérique pour l'éducation 2024-2027 - Directive européenne concernant la publication d'informations en matière de durabilité par les entreprises
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<p><u>Enseignement :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Intégrer dans les cursus scolaires la sensibilisation aux impacts environnementaux des usages numériques - Développer des filières spécialisées dans l'enseignement supérieur sur le numérique et l'environnement - Développer des certifications ou standards de formation dédiés à l'empreinte environnementale du numérique. S'appuyer sur des outils de certifications professionnels déjà existants comme support de formation (INR, Inria...), et les adapter, le cas échéant, au public ciblé. - Développer des partenariats avec le monde de la recherche et d'autres instances reconnues pour sensibiliser ou élaborer des modules ludiques et des MOOC adaptés au niveau scolaire concerné. <p><u>Professionnels utilisateurs du numérique :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir des parcours dédiés de formation.
Indicateur (s) de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Pourcentage d'école réalisant des formations externes sur le numérique et l'environnement (même si elles sont intégrées dans des modules plus larges sur les enjeux climatiques) - Pourcentage de modules ou spécialités dédiés au numérique responsable dans les universités - Taux de formation professionnelle réalisée dans les organisations - Evaluation des connaissances dès le secondaire

Levier 2 - Affichage de l’empreinte environnementale des services numériques	
Description du levier	<p>Mise à disposition, par les fournisseurs de services auprès des utilisateurs (grand public ou entreprises/organisations) de données et d’indicateurs permettant l’exercice par les utilisateurs de leur gouvernance environnementale en matière de numérique. Sur le modèle des opérateurs mobiles et des FAI qui indiquent aujourd’hui l’empreinte carbone de la consommation du client sur la facture mensuelle, l’objectif pour les services numériques serait de délivrer à l’utilisateur l’empreinte carbone associée à ses usages.</p> <p>Un tel affichage environnemental de la consommation des services numériques, sur chaque device utilisé, pourrait être à la fois global (via un indice type “écoscore” avec des notes allant de A à E), et plus granulaire en intégrant une analyse détaillée par service (streaming, navigation, jeu en ligne...). Ces nouveaux modèles d’affichages seraient complémentaires du futur indice de durabilité, prévu dans la loi AGEC pour 2024, dédié quant à lui aux équipements.</p>
Phase du cycle de vie concernée	Cycle de vie en phase d’utilisation du service en intégrant l’impact carbone de la consommation énergétique du réseau, du stockage et du calcul.
Objectif visé en 2030	<p>Mettre à disposition les données d’empreinte carbone <i>à minima</i> avec séparation claire des impacts sur les différentes phases du cycle de vie (production, transport, usage, fin de vie) pour permettre aux utilisateurs d’évaluer leurs propres impacts liés aux usages</p> <p>Calendrier en fonction du règlement européen d’éco-conception de produits durables et des expérimentations qui sont en cours dans le cadre de l’article 2 de la loi Climat et résilience</p> <p>Les méthodologies employées pour évaluer les impacts doivent être des méthodologies reconnues, auditées et auditable et les hypothèses doivent être documentées.</p>
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	Selon l’étude prospective Ademe / Arcep (2023), la réduction de CO2 pourrait atteindre 16% en 2030 suivant le scénario tendanciel de sobriété, et -46% à 2050 en intégrant des changements de comportement important et une écoconception généralisée.

Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Non renseigné
Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'existe pas de standard international pour la mesure des services numériques. Le problème réside dans l'hétérogénéité des méthodes et les potentiels biais sur les hypothèses de calcul. Les travaux ADEME sur les PCR peuvent aider à résoudre ce problème. - Tracking / Protection des données / confidentialité : les informations de consommations et d'empreinte CO2 communiquées par les fournisseurs de services numériques doivent être nécessairement anonymisées. - Difficultés de mettre cela en pratique au niveau de chaque service en ligne. Les entreprises individuelles n'ont pas les moyens d'évaluer l'impact total de l'utilisation de leurs services car elles n'ont pas accès par exemple à de l'information détaillée sur la consommation des antennes-relais de téléphonie ou encore sur la source d'électricité à laquelle a accès l'utilisateur au moment où il utilise l'application.
Niveau de maturité	Faible compte tenu de l'hétérogénéité des méthodes et de la difficulté d'accès à l'information de l'ensemble des sources de consommation d'énergie.
Investissements nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - Pour pouvoir déterminer l'impact des différents outils au sein d'un même service, l'écosystème devrait converger sur les normes et les outils de mesures par le biais d'un processus collaboratif basé sur la science. La contribution d'organisations reconnues telles que l'Agence internationale de l'énergie et d'autres, à l'échelle internationale, serait essentielle pour que cette norme et cette méthodologie deviennent un standard. - Besoin en R&D pour développer des méthodes standardisées
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	Non renseigné
Besoins en emplois/compétences	Architectes, experts en ACV numérique, designer d'interface ...

Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> - Proposer au niveau des OS une solution permettant de connaître l'impact carbone des usages par services numériques, tout en veillant à préserver l'anonymat dans l'analyse des données collectées. - Afficher un score d'impact de la navigation du visiteur sur les sites et applications mobiles. - Participation active aux travaux PCR pilotés par l'ADEME pour homogénéiser les méthodes de calcul. - Publication des ACV et des données via des plateformes adaptées.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	<p>Europe</p>
Réglementations existantes	<ul style="list-style-type: none"> - Loi AGEC - Loi Climat et Résilience : l'article 2 instaure un affichage environnemental. Pour cet affichage, les EEE sont un secteur prioritaire, et des expérimentations sont en cours. - Consultation publique conjointe de l'Arcom, l'Arcep et l'ADEME afin de recueillir les réactions des acteurs visés par l'art.26 de la loi REEN sur les propositions de recommandation envisagées par l'Arcom, l'Arcep et l'ADEME, ainsi que sur les actions déjà mises en œuvre par ces acteurs pour réduire l'impact environnemental de leurs activités et/ou informer leurs usagers de l'impact environnemental de la consommation de contenus audiovisuels. - Loi Climat et Résilience : l'article 15 de la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 dispose que l'Arcep et l'Arcom publient tous les deux ans « un rapport mesurant l'impact environnemental des différents modes de diffusion des services de médias audiovisuels. Ce rapport a vocation à renforcer l'information des consommateurs sur la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation de contenus audiovisuels, à la fabrication des terminaux et périphériques de connexion ainsi qu'à l'exploitation des équipements de réseaux et des centres de données nécessaires à cette consommation. » - L'Arcom et l'Arcep, en collaboration avec l'ADEME ont lancé une étude visant à disposer d'une vision précise de l'impact environnemental des réseaux, des centres de données, des terminaux et des principaux usages

	<p>audiovisuels, qu'il s'agisse de contenus vidéo ou audio, en s'appuyant sur une approche multicritère d'analyse du cycle de vie. Les résultats de l'étude seront publiés en 2024 et permettront de disposer de données provenant de sources fiables avec des méthodologies robustes sur l'impact environnement des services audiovisuels.</p>
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Poursuivre et renforcer les travaux d'homogénéisation et de formalisation des méthodes de calcul avec l'écosystème pour bâtir un « écoscore » des services numériques, qui à terme deviendrait la norme.
<p>Indicateur (s) de suivi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Baromètre ARCEP - Sondage pour évaluer le pourcentage d'outils et de communication faite aux utilisateurs, et sur leur pertinence - Suivi de la mise en oeuvre par une entité indépendante, éventuellement l'ARCEP ou un autre organisme en charge du contrôle de la bonne application de(s) levier(s) de décarbonation touchant les services numériques concernés par le levier - Évaluation de l'impact de cet affichage environnemental sur les usages - Suivi de la mise en oeuvre par les acteurs visés par l'art.26 de la loi REEN de la recommandation de l'Arcom, l'Arcep et l'ADEME, concernant l'information des usagers sur la consommation d'énergie et les équivalents d'émissions de gaz à effet de serre de la consommation de données liée à l'utilisation des services audiovisuels - Evolution de la mesure de l'impact environnemental des usages audiovisuels dans le cadre de l'article 15 de la loi Climat et Résilience.

Levier 3 - Réguler les mécanismes de captation de l'attention des plateformes numériques	
Description du levier	La croissance des usages étant indissociable des stratégies de design de l'attention / de l'économie de l'attention à l'ère numérique : informer de manière pédagogique voire ludique les utilisateurs sur les stratégies de rétention de l'attention et leur impact sur leurs comportements et les risques liés à l'addiction.
Phase du cycle de vie concernée	Conception et mise à disposition d'un service numérique
Objectif visé en 2030	Immédiat
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	Significatif : réduction de la croissance exponentielle des usages numériques
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Réduction des phénomènes d'addiction au numérique ○ Effets néfastes de la surexposition aux écrans sur la santé des enfants
Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Développement économique des plateformes, mise en péril de la gratuité d'accès aux contenus... ○ Les plateformes devront trouver d'autres modèles économiques, non basés sur la captation de l'attention ○ Ne peut venir que du législatif afin de s'appliquer à l'ensemble des acteurs du marché
Niveau de maturité	Faible
Investissements nécessaires	
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoins en emplois/compétences	Formateurs, designer, psychologue, expertise académique
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Développer un paramétrage "concentration", (de la même manière qu'il existe un paramétrage par défaut "économie d'énergie"), qui permettrait de

	<p>présélectionner par exemple les cookies selon les préférences de l'utilisateur, de ne pas enclencher les vidéos automatiquement lors du scrolling etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Centraliser les bonnes pratiques mises en place par les plateformes et aller vers une harmonisation des pratiques
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Réglementations existantes	<ul style="list-style-type: none"> ○ RGEN – même s'il ne s'agit pas d'une réglementation, intègre le critère de « respect du temps disponible des utilisateurs des services numériques en ne créant pas de services numériques volontairement trompeurs (« <i>dark pattern</i> ») et addictifs (gestion des notifications) » ○ Art.25 loi REEN : Définition de « critères [qui] concernent 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. »
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Légiférer pour limiter voire interdire le recours aux algorithmes addictifs dont la définition est à circonscrire. ○ Développer des politiques publiques pour alerter les utilisateurs concernant les techniques de captation de l'attention. Prendre la question au même niveau qu'un enjeu de santé publique. ○ Faire appel à une autorité de régulation pour contrôler les mécanismes de captation de l'attention
Indicateur (s) de suivi	Evaluation des impacts de l'addiction numérique sur les comportements et leur impact sur la croissance d'usage des plateformes

Levier 4 – Adapter la définition des vidéos en ligne au terminal utilisé et permettre l'autonomie de l'utilisateur grâce au mode « économie de données »

Description du levier

Une partie très importante du trafic sur internet est liée à la lecture de vidéos en ligne, le plus souvent en *streaming*. La réduction des volumes de données transmises associées à la vidéo est donc un levier clé de décarbonation. Le levier proposé est double :

1. **Permettre d'adapter la définition d'une vidéo au terminal utilisé** et systématiser l'application d'un codec vidéo frugal (a minima VP9)¹⁶
2. Mettre en place un mode « **économie de données** », facilement accessible pour l'utilisateur.

La différence de qualité n'étant pas significative dans de nombreux cas¹⁷, la possibilité d'établir un mode basse résolution « par défaut » a été proposée. Ce mode ne devrait pas dépasser les définitions vidéo suivantes :

- Smartphone et tablette : 720p maximum
- PC : 1080p maximum
- TV : 1440p maximum

Cette limitation spécifique sur la résolution vidéo ne fait cependant pas consensus au sein de l'ensemble des acteurs de la filière.

En parallèle, l'utilisateur sera pleinement autonome pour limiter les impacts environnementaux de ses usages car la plateforme de vidéos en ligne lui permettra de réduire ou d'augmenter la définition vidéo. **Un mode « économie de données », facilement accessible, devra systématiquement être proposé à l'utilisateur.**

Le choix du mode sera mémorisé par la plateforme pour les futurs usages sur le terminal. Quand l'utilisateur sélectionne le mode « économie de données », la définition pourrait alors être encore abaissée (sans consensus au sein des acteurs du secteur) :

- Smartphone et tablette : 480p maximum

¹⁶ Explication recommandation codec VP9 (volume de données VS. consommation d'énergie sur le terminal) : Le Codec VP9 n'est pas aussi efficace que le codec AV1, mais il permet aux vidéos d'avoir un gain moyen de 30 % de bande passante comparé au codec H.264, aujourd'hui majoritairement utilisé et qui n'entraîne aucune économie de données. La prise en charge matérielle par la quasi-totalité des terminaux de VP9 permet d'avoir une consommation d'énergie très faible (au contraire du codec AV1 qui entraîne une sur-consommation d'énergie sur le terminal).

¹⁷ ARCEP, Référentiel Général d'Ecoconception de services numériques, novembre 2022

	<ul style="list-style-type: none"> ○ PC : 720p maximum ○ TV : 1080p maximum
Phase du cycle de vie concernée	Conception et mise à disposition d'un service
Objectif visé en 2030	Intégration de l'adaptation « automatique » des vidéos au terminal utilisé et du mode « économie de données » dès janvier 2024 par les fournisseurs de services vidéo.
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	<ul style="list-style-type: none"> ○ L'impact global est difficilement mesurable à ce stade. ○ Considérant que les vidéos représentent la plus grande part du trafic réseau grand public, du datacenter à l'utilisateur, le fait de réduire les flux vidéo, et donc la capacité nécessaire sur le réseau pour transmettre ces flux, contribuerait à freiner l'expansion des infrastructures réseaux nécessaires. Ainsi, laisser l'opportunité à l'utilisateur de reprendre la main sur ses usages numériques réduirait « à la source » la fabrication de nouveaux terminaux réseaux ayant un impact environnemental maximal. ○ Pour l'évaluation des impacts, il est essentiel de prendre en compte le type d'appareil utilisé (smartphone, PC portable, TV), la taille de l'écran et les réseaux fixes / réseaux mobiles (selon l'étude menée par l'Université de Bristol « Carbon impact of video streaming » (2021), les données ont plus d'impact sur les équipements mobiles¹⁸.)
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les	Non renseigné

¹⁸ Etude sur l'impact réel des flux données vis-à-vis des réseaux fixes

https://online.electronicsgoesgreen.org/wp-content/uploads/2020/10/Proceedings_EGG2020_v2.pdf , p.87

ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Il n'existe actuellement pas de consensus sur l'impact de la consommation des vidéos en ligne. Les recherches externes montrent une grande différence entre les chiffres avancés par les chercheurs, les organisations à but non lucratif et les organisations internationales. On peut citer par exemple les recherches menées par l'Agence internationale de l'énergie, qui ne sont pas alignés avec ceux de l'Ademe sur le même sujet. ○ La nature du débat porte aussi sur la variation de consommation d'énergie qu'il peut y avoir en fonction du type d'appareil utilisé (smartphone, PC portable, TV), la taille de l'écran, ou encore le type de réseau utilisé. ○ Les codecs les plus avancés, comme le VP9, offrent certes de meilleures performances de compression que les codecs plus anciens, comme le H264, mais ils consomment également plus de puissance de calcul. Les fournisseurs de plateformes streaming doivent faire appel à une variété de codecs pour d'une part améliorer l'expérience visuelle et d'autre part réduire la mise en mémoire tampon en choisissant la meilleure qualité en fonction de la bande passante du réseau de l'utilisateur et de son équipement. ○ La consommation énergétique d'un terminal sera identique quelle que soit la résolution de l'image à afficher : elle ne dépend que de la résolution de l'écran, qui est une donnée fixe sur le terminal. Par exemple, un téléviseur 4K qui reçoit un signal HD va l'extrapoler pour afficher une image 4K. Il n'y a pas d'option pour limiter cette définition au niveau de l'écran car celui-ci doit afficher tous les pixels de la dalle.
Niveau de maturité	Maturité avancée, à la main des fournisseurs de services
Investissements nécessaires	Pas d'investissements spécifiques, les fournisseurs de services possèdent déjà les compétences techniques pour rendre le levier opérationnel.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	Non renseigné
Besoins en emplois/compétences	Pas de besoins supplémentaires en emplois /compétences pour déployer le levier, les industriels disposent déjà des expertises en interne.

Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les fournisseurs de services de vidéos en ligne adaptent automatiquement la définition des vidéos au terminal utilisé, et assurent l'opérationnalité du mode « économie de données » sur les plateformes de vidéos en ligne. ○ Utilisation de la technologie ABR (<i>Adaptive Bitrate Technology</i>) déjà utilisée par certains acteurs, permettant d'adapter automatiquement le service en fonction de la connexion internet de l'utilisateur, de la capacité de son appareil, du type de contenu qu'il regarde et des versions de qualité disponibles. <p>Sans consensus au sein des acteurs de la filière:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Orientation vers connexion Wifi lorsque détectée. ○ Mise en place d'un mode de résolution par défaut (puis automatique) : SMP/Tablette = 720p; PC = 1080p; TV= 1440p ○ Mise en place d'un mode « Economie de données » (activé par défaut sur les mobiles) : SMP/Tablette = 480p; PC = 720p ; TV = 1080p ○ Réglages manuels (pour activer les plus hauts profils) : SMP/Tablette = pas de résolution 4K/8K si réseau cellulaire
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Réglementations existantes	Non renseigné
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Suivre l'évolution des pratiques des principaux acteurs concernés via l'enquête annuelle de l'Arcep sur l'empreinte environnementale du numérique (pouvoirs de collecte de données conférés à l'Arcep par la loi n° 2021-755 du 23 décembre 2021, élargie progressivement à de nouveaux acteurs, y compris les « fournisseurs de services de communication au public en ligne »), et en fonction des résultats, envisager le cas échéant une régulation pour rendre ce levier opérationnel.
Indicateur (s) de suivi	Non renseigné

Levier 5 - Mesurer l'impact de l'autoplay et de la publicité vidéo

Description du levier	<p>Encadrer le déclenchement de vidéos non sollicitées par l'utilisateur visant à capter son attention et à la conserver dans la durée (fonctionnalité de lecture automatique de vidéo ou « <i>autoplay</i> »).</p> <p>Le levier de décarbonation concerne ici le déclenchement automatique de vidéos en ligne, sur les plateformes de vidéos en ligne, les réseaux et médias sociaux en intégrant également la publicité vidéo. Il serait pertinent de lancer des travaux pour mesurer et objectiver l'impact spécifique de cette pratique, distincte des impacts généraux de la vidéo en ligne, afin d'identifier la part de l'impact due au déclenchement automatique de vidéos non sollicitées par l'utilisateur. Ces travaux pourraient être confiés à l'Arcep dans le cadre de son enquête annuelle « Pour un numérique soutenable ». En fonction des conclusions de ces travaux, cette pratique pourrait être encadrée, notamment pour (i) désactiver par défaut les fonctions d'autoplay (et permettre à l'utilisateur de l'activer dans les paramètres) et (ii) récolter le consentement de l'utilisateur préalablement au lancement automatique de publicités vidéo, à travers une fonction simple et visible.</p> <p>Outre les impacts environnementaux, ces travaux de mesure pourraient évaluer et le cas échéant mettre en évidence les impacts sociétaux de ces mécanismes, que ce soit en matière de « pollution numérique » ou d'addiction des publics, en particulier des plus jeunes.</p>
Phase du cycle de vie concernée	Conception, maintenance
Objectif visé en 2030	Selon les résultats des mesures réalisées, encadrement de ces pratiques.

<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<p>Les vidéos représentent la plus grande part du trafic réseau grand public, du datacenter à l'utilisateur. Réduire drastiquement les flux vidéos, et donc la capacité nécessaire sur le réseau pour transmettre ces flux, contribuerait à freiner massivement l'expansion des infrastructures réseaux nécessaires. Ainsi, laisser l'opportunité à l'utilisateur de reprendre la main sur ses usages numériques réduirait « à la source » la fabrication de nouveaux équipements réseaux ayant un impact environnemental significatif.</p> <p>Cette mesure pourrait également avoir un impact sur la durée de vie du matériel ancien, pour lequel les pages web peuvent être rendues innavigables par la publicité vidéo.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>N/A</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Frein économique, lié au modèle d'affaire de certaines plateformes numériques. ○ Concernant la publicité dans les contenus vidéo, il est à noter que les organisations représentant les annonceurs en ligne comme le SRI, l'UDECAM, l'Union des marques, l'ARPP et la Filière Communication n'ont pas été consultés dans le cadre de ces travaux, ni la filière des médias dont la publicité constitue aussi une grande part de revenus. Une concertation plus large, au-delà de la filière numérique, est à mener. ○ Plus largement, il n'existe actuellement pas de consensus sur l'impact de la consommation des vidéos en ligne. Les recherches externes montrent une grande différence entre les chiffres avancés par les chercheurs, les organisations à but non lucratif et les organisations internationales. On peut citer par exemple les recherches menées par l'Agence internationale de l'énergie, qui ne sont pas alignés avec ceux de l'Ademe sur le même sujet. Par ailleurs, aucune de ces études ne s'est intéressée spécifiquement au lancement automatique des vidéos, qu'il s'agisse de <i>l'autoplay</i> dans les contenus organiques ou du lancement de publicités dans les vidéos.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Malgré cette absence de consensus, il apparaît que la limitation des flux de données ne pourra qu'avoir un impact positif, dont l'ampleur est à évaluer, sur la demande en ressources et en infrastructures, même si celles-ci améliorent leur performance. La croissance d'usage, quelle qu'elle soit, aura d'ailleurs toujours un effet connexe sur la surconsommation d'équipements.
Niveau de maturité	Hétérogène
Investissements nécessaires	Les acteurs de la filière possèdent déjà les compétences techniques pour rendre le levier opérationnel.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences	Les acteurs de la filière possèdent déjà les compétences techniques pour rendre le levier opérationnel.
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Participer aux travaux d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux de l'<i>autoplay</i>. ○ Encadrer cette pratique, en envisageant la désactivation par défaut et/ou le consentement préalable.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Réglementations existantes	
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Initier des travaux de mesure spécifiques à l'<i>autoplay</i>, menés par exemple par l'Arcep dans le cadre de son enquête « Pour un numérique soutenable ». ○ Mener une concertation élargie sur ce sujet, qui comprendrait filière du numérique, acteurs associatifs engagés en faveur de la réduction de l'empreinte environnementale du numérique, représentants des annonceurs, de la publicité en ligne et des médias dont les modèles économiques sont aussi impactés par ce levier. ○ En fonction des résultats de ces travaux, prévoir un encadrement de cette pratique.

Indicateur (s) de suivi	<p>Suivi de la mise en œuvre par une institution indépendante disposant du degré d'expertise technique adéquat à partir de la réalisation d'une étude d'impact de <i>l'autoplay</i>. Cette institution pourrait être l'ARCEP, qui travaille déjà à l'élaboration de méthodologies permettant de mieux mesurer l'impact environnemental du secteur numérique. L'ARCEP pourrait également mener ces travaux en collaboration avec une organisation internationale comme l'Agence internationale de l'énergie, fondée par l'OCDE.</p>
--------------------------------	--

Chantier Écoconception

Levier 6 - Inviter les fournisseurs de services de <i>cloud computing</i> à fournir des données d'impact à la bonne granularité	
Description du levier	<p>Inciter les fournisseurs de services de <i>cloud computing</i> à fournir des données environnementales au même niveau de granularité que celui utilisé pour la facturation des services, pour permettre à leurs clients d'évaluer les efforts et mesures à réaliser pour modérer l'empreinte de leurs services numériques. La fourniture de ces données constitue un accélérateur pour massifier les mesures d'écoconception et améliorer en continu la performance environnementale des services numériques.</p> <p>Un niveau de granularité pertinent devrait être accessible pour chaque client, étant précisé que la fourniture de données d'impact par zone géographique et couvrant les scopes 1, 2 et 3 serait notamment pertinente.</p> <p>Outre la question de la granularité, l'harmonisation des données d'impact et des méthodes de mesures doit être un objectif à terme, pour permettre aux utilisateurs de travailler sur les mêmes métriques. Le PCR cloud de l'ADEME, récemment finalisé, suit cet objectif. Compte-tenu du caractère très transfrontalier du cloud, cet effort d'harmonisation devrait s'opérer à un niveau international ou à minima européen.</p>
Phase du cycle de vie concernée	Phase d'utilisation

Objectif visé en 2030	<p>En tenant compte des différents niveaux de maturité des fournisseurs de cloud, objectif de fournir des données à haut niveau de granularité et suivant une méthodologie harmonisée d'ici 2030, avec des premières avancées dès 2024-2025 pour les acteurs plus avancés. Tout au long de cette période, fournisseurs et clients pourront itérer pour affiner et améliorer progressivement cette fourniture de données (niveau de granularité adéquat, qualité des données, etc.).</p>
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Taille du parc de terminaux</u> : à terme, peut contribuer à la maîtrise/la réduction du parc matériel des datacenters. ○ <u>Durée de vie des équipements</u> : N/A. ○ <u>Consommation électrique unitaire</u> : impact significatif [à évaluer]. ○ <u>Volume de données</u> : impact important [à évaluer].
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Il est nécessaire de tenir compte des différents modèles en place dans la filière cloud/datacenter, par exemple de la colocation qui peut complexifier la formalisation et la mise à disposition des données (le fournisseur de services cloud n'ayant pas nécessairement accès à ces données). ○ Des contraintes liées à la propriété intellectuelle ou au secret des affaires peuvent également, pour certaines catégories de données stratégiques, freiner une fourniture de données à un niveau élevé de granularité. ○ La formalisation et mise à disposition des données comporte des coûts, à apprécier selon les différents profils de fournisseurs.
Niveau de maturité	<p>Hétérogène selon les fournisseurs.</p>

Investissements nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> ○ Investissements de R&D et en conseil pour les fournisseurs pour établir ces données. ○ L'accès à différentes bases de données publiques (ex. NégaOctet) est indispensable pour réaliser des études ACV mais peut représenter à terme un investissement élevé, notamment pour les acteurs de taille plus réduite.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences	
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Participer aux travaux et continuer d'améliorer le PCR de l'Ademe pour permettre une harmonisation des méthodes de calcul. ○ Pour les acteurs n'ayant pas encore mis en place de politique de fourniture de données à leurs clients, adopter et déployer les modèles ainsi établis.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe pour l'harmonisation : compte-tenu du caractère transfrontalier du cloud, l'harmonisation des données d'impact et des méthodes de mesure devrait a minima s'opérer au niveau européen.
Réglementations existantes	<p>Plusieurs réglementations, récemment adoptées ou voie d'adoption, prévoient un renforcement globalement de la transparence des acteurs du <i>cloud computing</i> et des <i>datacenters</i>.</p> <p>En matière de publication de données environnementales, la révision de la directive Efficacité énergétique, dont l'application interviendra en 2024, prévoit pour un régime de transparence (mise à disposition du public de certaines données) s'agissant de la performance environnementale des centres de données.</p> <p>S'agissant de la capacité des pouvoirs publics à mesurer l'empreinte environnementale de la filière <i>cloud/datacenters</i>, la loi n° 2021-1755 du 23 décembre 2021 a conféré à l'Arcep un pouvoir de collecte de données environnementales directement auprès d'acteurs du numérique, en vue de bâtir un baromètre environnemental du numérique. La première vague de collecte de données a démarré en janvier 2023.</p>

Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Poursuivre les travaux d'harmonisation engagés avec le PCR Cloud de l'ADEME et donner une portée européenne à cette initiative. ○ Travailler sur une base de données publiques ou faciliter l'accès aux bases de données existantes ou en cours de développement. ○ Intégration de cette bonne pratique comme critère dans la commande publique.
Indicateur (s) de suivi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mise en place d'un outil/d'une grille d'évaluation à destination des clients pour les informer sur l'empreinte environnementale des services de <i>cloud computing</i> qu'ils utilisent. ○ Pourcentage de fournisseurs offrant des services de <i>cloud computing</i> en France/en Europe ayant mis en œuvre une politique de fourniture de données suivant la méthodologie du PCR Cloud de l'ADEME.
Levier 7 - Mettre en place une stratégie de fin de vie du service numérique et du jeu de données	
Description du levier	<p>Un service numérique ou un jeu de données doit toujours répondre à un ou plusieurs besoins définis et fonctionnels. Lorsque l'utilité du service numérique, ou de certains de ses composants ou fonctionnalités n'est plus démontrée, il est nécessaire d'envisager son décommissionnement.</p> <p>Le décommissionnement des services numériques et des jeux de données fait référence au processus de désactivation et de retrait définitif des services numériques et des jeux de données, ainsi que le retrait des données et des ressources associées d'une organisation.</p> <p>Le décommissionnement du service numérique ou d'un jeu de données doit faire l'objet d'une stratégie clairement établie dès la conception du service ou du jeu de données. Cette stratégie doit comprendre des évaluations régulières de la pertinence du service (au regard de critères objectifs : utilité au regard du besoin défini, utilisation effective du service, accessibilité, etc.) ou du jeu de données (utilité au regard de l'objectif de collecte des données, utilisation effective des données, etc.). En outre, le décommissionnement peut concerner certains environnements techniques qui ne sont plus actifs mais qui occupent de la ressource et entraînent une consommation d'énergie.</p>

Les critères non exhaustifs qui déterminent le décommissionnement d'un service numérique ou d'un jeu de données peuvent inclure l'obsolescence, le coût, la réorganisation, la sécurité, la performance et le changement de stratégie. Il peut également arriver que le service ou le jeu de données deviennent non pertinent en raison d'un manque d'intérêt ou de notoriété, lorsque les utilisateurs ne sont plus conscients de l'existence même de ce service ou de ce jeu de données.

Obsolescence : le service numérique est obsolète (incompatibilité avec les nouvelles technologies, ne répond plus aux besoins, etc.) et n'est plus utilisé par les utilisateurs.

Coût : Le coût de maintenance et de support d'un service numérique est trop élevé ; il peut être plus rentable de le décommissionner plutôt que de le maintenir. Le coût de stockage et de gestion des données dépasse leur valeur pour l'entreprise, faisant du décommissionnement une option rentable.

Réorganisation : lorsqu'une organisation est en train de se réorganiser ou de fusionner avec une autre, il peut être nécessaire de décommissionner certains services numériques ou jeux de données qui ne sont plus nécessaires ou qui sont redondants.

Sécurité : lorsque le service numérique présente des failles de sécurité ou des vulnérabilités, il peut être nécessaire de le décommissionner pour protéger les données de l'organisation.

Performance : lorsque le service numérique ne répond pas aux exigences de performance ou ne fonctionne pas correctement, il est peut être nécessaire de le décommissionner pour éviter des interruptions de services et pour maintenir la satisfaction des utilisateurs. De même, si le jeu de données a un impact négatif sur les performances des systèmes informatiques de l'organisation, il peut être nécessaire de les supprimer ou de les archiver. En effet, des données obsolètes ou inutiles peuvent occuper de l'espace sur les serveurs et ralentir les performances des applications et des systèmes.

	<p><u>Changement de stratégie</u> : lorsque l'organisation change sa stratégie ou son modèle d'affaires, certains services numériques peuvent devenir obsolètes ou inutiles, nécessitant leur décommissionnement.</p> <p><u>Non-pertinence de l'usage</u> : lorsque les jeux de données ne sont plus utilisés ou ne sont plus pertinents pour les besoins actuels de l'entreprise ou de l'organisation, le décommissionnement peut être considéré comme une option appropriée.</p> <p>Une stratégie de décommissionnement doit nécessairement comporter une politique de gestion des données spécifiques au service numérique. Plusieurs choix peuvent être décidés selon la nature des données : conservation, suppression, affectation à un autre service, archivage.</p> <p><u>Obligations réglementaires et légales</u> : les obligations réglementaires, telles que les durées de conservation (pour des raisons fiscales, comptables, etc.) ou le RGPD peuvent être des critères déterminants dans le décommissionnement d'un jeu de données. Il est important de prendre en compte ces contraintes réglementaires lors de la définition de la stratégie de décommissionnement.</p>
Phase du cycle de vie concernée	<ul style="list-style-type: none"> ○ Si le décommissionnement d'un service numérique et d'un jeu de données est généralement considéré comme la dernière phase du « cycle de vie du service ou du jeu de données », la stratégie de décommissionnement et les évaluations qui en sont liées peuvent être anticipées dès la conception. ○ Le décommissionnement implique la désactivation du service, le retrait des données (archivage et sécurisation des données archivées, suppression des données obsolètes) et des ressources liées.
Objectif visé en 2030	

<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Taille du parc de terminaux : la réduction du volume de données (cf. ci-dessous) peut à terme peut contribuer à la maîtrise de la taille du parc serveur. ○ Durée de vie des équipements : La suppression et l'archivage des données décommissionnées peuvent contribuer à prolonger la durée de vie des équipements et limiter « l'upgrade » de puissance. ○ Consommation électrique unitaire : impact réel, dû à la réduction potentielle du volume de données. ○ Volume de données : impact significatif sur la réduction du volume.
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>La maîtrise de la taille du parc serveur permise par cette mesure peut à terme contribuer à la lutte contre l'artificialisation des sols.</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<p>La mise en œuvre d'une stratégie de décommissionnement et les opérations qui y sont associées (évaluations, tests, gestion des données, etc.) représentent un coût. Cependant, ce coût doit être apprécié au regard des charges que génère le maintien d'un service non-utilisé ou sous-utilisé.</p> <p>Par ailleurs, une certaine culture de « l'accumulation » et de l'indifférence vis-à-vis de la maîtrise du patrimoine de données peut constituer un frein supplémentaire.</p>
<p>Niveau de maturité</p>	<p>Maturité faible, les stratégies de décommissionnement et/ou de gestion de données sont inégalement mises en œuvre par les organisations. Cette phase est parfois négligée, car non-considérée comme essentielle.</p>
<p>Investissements nécessaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sensibilisation des professionnels du numérique, et des donneurs d'ordre pour favoriser l'intégration d'une stratégie d'archivage et de décommissionnement dans les cahiers des charges. ○ Le coût d'un projet de décommissionnement dépend de plusieurs facteurs (taille de l'organisation, quantité de données concernées, compétences et ressources disponibles, etc.).

Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	Le coût d'abattement peut inclure des coûts directs, tels que les coûts liés au stockage des données archivées dans des espaces peu énergivores, les coûts liés à la suppression des données et des ressources associées, ainsi que les coûts liés à la planification de la phase de décommissionnement dès le début du cycle de vie du service numérique.
Besoins en emplois/compétences	En fonction de la taille et de la complexité de l'entreprise, les rôles et compétences peuvent varier : <ul style="list-style-type: none"> ○ Responsable du projet de décommissionnement ○ Expert en sécurité informatique ○ Expert en archivage de données ○ Expert en infrastructure de stockage de données ○ Analyste de données
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Une stratégie de décommissionnement d'un service ou d'un jeu de données peut être composée des phases et actions suivantes : ○ Planifier la phase de décommissionnement dès le début du cycle de vie du service numérique. ○ Définir une stratégie de suppression et d'archivage des données en s'appuyant sur des critères clairement définis, tels que listés ci-dessus et établir un calendrier pour la réévaluation régulière des jeux de données. ○ Réaliser un inventaire complet des données à décommissionner et supprimer/archiver les données selon la stratégie définie. ○ Supprimer les ressources associées au service : Cela inclut toutes les ressources logicielles, matérielles et autres associées au service numérique qui a été décommissionné. ○ Mettre en place une formation pour sensibiliser les collaborateurs de l'entreprise à l'importance de la gestion des données. ○ Mettre en place un processus de suivi régulier pour mesurer les performances du plan d'action et apporter les ajustements nécessaires.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France : le niveau global de diffusion de cette mesure n'est pas encore suffisant au niveau national pour pouvoir envisager une implémentation directement au niveau européen.

Réglementations existantes	S'agissant de la catégorie spécifique des données à caractère personnel, le RGPD comprend un principe de minimisation prévoyant que les données doivent être adéquates, pertinentes et limitées à ce qui est nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées.
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Initier des travaux, en lien avec la filière et l'écosystème numériques, pour mettre en place un référentiel d'audit des services numériques, pour guider les acteurs dans la mise en place d'une stratégie de fin de vie du service.
Indicateur (s) de suivi	Mise en place de statistiques sur le nombre de services et le volume de données décommissionnés et sur les nouveaux services numériques qui comprennent une stratégie de fin de vie.

Levier 8 - Promouvoir et mettre en œuvre les référentiels d'écoconception des services numériques	
Description du levier	<p>Plusieurs référentiels d'écoconception des services numériques ont été élaborés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Référentiel général d'écoconception des services numériques</u> (DINUM/Ademe), 2022. • <u>Ecoconception web : les 115 bonnes pratiques</u> (GreenIT.fr), 2022. • <u>AFNOR Spec Ecoconception des services numériques</u>, 2022. • <u>GR491</u> (Institut du numérique responsable), 2021. <p>Ces référentiels comprennent des recommandations d'écoconception, de nature à la fois technique et organisationnelle, pour chaque phase de développement d'un service numérique (expression des besoins, conception, réalisation, exploitation, maintenance). Ces référentiels présentent des degrés de granularité différents et peuvent s'adresser à différents métiers dans une organisation (SI, organes de direction, etc.).</p> <p>Il est nécessaire de promouvoir largement ces référentiels pour que l'écoconception devienne la norme en matière de développement de services numériques. Ces référentiels doivent être diffusés au-delà des professionnels du numérique dans l'entreprise : organes de direction, équipes métier, communication, ressources humaines, etc.</p>

Phase du cycle de vie concernée	En amont et au moment de la prise de décision de développer un service numérique.
Objectif visé en 2030	Parvenir à une écoconception généralisée (<i>by design</i>) de tous les services numériques développés à l'avenir. Travailler à l'amélioration progressive de la performance environnementale des services numériques existants, en priorisant les services les plus utilisés (nombre d'utilisateurs et nombre de connexions).
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Taille du parc de terminaux</u> : impact réel, résultant de l'impact de la mesure sur la durée de vie des équipements [à évaluer]. • <u>Durée de vie des équipements</u> : impact réel [à évaluer]. • <u>Consommation électrique unitaire</u> : impact significatif [à évaluer]. • <u>Volume de données</u> : impact important [à évaluer].
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	L'écoconception des services numériques contribue à l'allongement de la durée de vie des équipements, et par conséquent à la maîtrise de la taille du parc des terminaux. Cette mesure peut dès lors contribuer indirectement à la réduction des impacts liés au renouvellement des terminaux.
Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • S'il est acquis que la mise en œuvre de ces référentiels d'écoconception permet de modérer l'empreinte environnementale des services numériques, les gains offerts par ces mesures d'écoconception sont à ce jour insuffisamment chiffrées. <u>La difficulté à objectiver les gains en émissions de GES évitées de ces mesures peut retarder la décision de les mettre en œuvre dans une organisation.</u> • <u>Risque de déperdition des objectifs d'écoconception lors du passage en phase de production du service numérique.</u>
Niveau de maturité	<p>L'offre de référentiels d'écoconception web est désormais développée ; en revanche, le niveau de maturité est plus faible s'agissant de l'écoconception logicielle.</p> <p>De manière générale, dès lors qu'un service numérique comprend un traitement de données à caractère personnel, le RGPD impose aux acteurs un principe de</p>

	minimisation des données, contribuant (en partie) aux objectifs d'écoconception.
Investissements nécessaires	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation et formation à l'écoconception dans chaque organisation. - Réalisation d'études pour chiffrage des impacts des mesures d'écoconception.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences	
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>A l'échelle de chaque organisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensibiliser et former les collaborateurs, à la fois les acteurs qui interviennent dans le développement du service numérique, mais également les fonctions métiers, les organes de direction, la communication, les ressources humaines, etc. • Insister en particulier sur la poursuite des objectifs d'écoconception durant la <u>phase de production</u>. • Privilégier lors du développement d'un service numérique les langages de programmation ayant une meilleure efficacité énergétique (<u>étude comparative</u>). <p>A l'échelle de la filière et de l'écosystème numériques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poursuivre et amplifier les initiatives assurant la diffusion et la promotion des référentiels d'écoconception (ex. Planet Tech'Care) ou travaillant à affiner les connaissances en la matière (ex. Green Code Initiative, Green Software Foundation). • Poursuivre les travaux pour affiner le chiffrage en économie d'énergie et/ou en équivalent CO2 des mesures prodiguées par ces référentiels. • Affiner les travaux d'évaluation des effets de l'écoconception des services numériques sur la durée de vie des terminaux. • Renforcer la formation des développeurs sur les langages de programmation à haute efficacité énergétique mais à dont l'apprentissage est plus difficile (formations dédiées à tel ou tel langage, modules de formation communs, etc.).
Niveau d'implémentation	France : le niveau global de diffusion de ces mesures d'écoconception n'est pas encore suffisant au niveau

<p>pertinent : France ou Europe</p>	<p>national pour pouvoir envisager une implémentation directement au niveau européen.</p> <p>En revanche, il serait utile de travailler à des référentiels et standards d'écoconception au niveau international, ou à minima européen : les services numériques opérant souvent à l'échelle mondiale, cela permettrait de massifier la diffusion de ces bonnes pratiques.</p>
<p>Réglementations existantes</p>	<p>L'article 3 de la loi du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique (« loi REEN ») prévoit que la commission des titres d'ingénieur vérifie à compter la rentrée 2022 que les formations d'ingénieur comportent un module relatif à l'écoconception des services numériques et à la sobriété numérique.</p> <p>L'article 25 de la loi REEN prévoit, à partir du 1er janvier 2024, l'Arcep, en lien avec l'ARCOM et l'ADEME, définissent un référentiel général d'écoconception des services numériques (un <u>RGESN</u> a d'ores et déjà été publié en 2022 par la mission interministérielle numérique responsable). Une bonne articulation entre ce futur référentiel et les référentiels existants cités précédemment sera requise.</p> <p>L'article 55 de la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (« loi AGECE ») prévoit que les acheteurs publics doivent promouvoir le recours à des logiciels dont la conception de limiter la consommation énergétique associée à leur utilisation.</p>
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Soutenir et amplifier les travaux de chiffrage de ces mesures d'écoconception pour massifier leur mise en œuvre et, le cas échéant, missionner l'ADEME sur ce volet spécifique. Veiller à ce que le référentiel général d'écoconception prévu par l'article 25 soit accompagné d'évaluations chiffrées pour orienter les organisations vers les mesures d'écoconception à plus fort impact. • Poursuivre et généraliser la mise en œuvre de l'article 3 de la loi REEN, pour s'assurer que toutes les formations d'ingénieur comprennent à terme un module dédié à l'écoconception des services numériques.

	<ul style="list-style-type: none"> Réaliser une évaluation de la mise en œuvre de l'article 55 de la loi AGEC, deux années s'étant écoulées depuis son entrée en application.
Indicateur (s) de suivi	Réalisation d'études et de sondages auprès des entreprises et organisations publiques mesurant (i) le pourcentage de professionnels sensibilisés et formés à l'écoconception des services numériques et (ii) la part des organisations ayant pris des engagements en la matière.

Levier 9 - Assurer dans le temps un support aux applications	
Description du levier	L'un des moyens de prolonger la période d'utilisation des terminaux est d'assurer le plus longtemps possible le support aux applications et logiciels, c'est-à-dire d'assurer une conception et une maintenance permettant aux applications de demeurer compatibles avec des terminaux bloqués sur d'anciennes versions de systèmes d'exploitation, en tenant compte du taux d'utilisation effective de ces terminaux.
Phase du cycle de vie concernée	Ensemble du cycle de vie d'une application ou d'un logiciel déployé sur un terminal et encore commercialisé.
Objectif visé en 2030	N/R
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	<ul style="list-style-type: none"> <u>Taille du parc de terminaux</u> : impact réel, lié à l'impact sur la durée de vie des équipements <u>Durée de vie des équipements</u> : impact significatif. <u>Consommation électrique unitaire</u> : N/A <u>Volume de données</u> : N/A
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Cette mesure contribue à l'allongement de la durée de vie des équipements, et par conséquent à la maîtrise de la taille du parc des terminaux. Cette mesure peut dès lors contribuer indirectement à la réduction des impacts lié au renouvellement des terminaux.

Freins à la mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les impératifs de sécurité, plus précisément la nécessité de mettre sur le marché logiciels et applications avec un haut de niveau de sécurité, peut dans certains cas réduire les possibilités de fournir un support pour les terminaux les plus anciens. Ce point est à considérer au regard du renforcement de la réglementation cyber (ex. futur <i>Cyber Resilience Act</i>), qui à terme imposera aux logiciels mis sur le marché de disposer d'un haut niveau de sécurité tout au long du cycle de vie. ○ La nécessité d'atteindre un équilibre économique s'agissant du maintien du support d'une application ou d'un logiciel pour les terminaux avec les plus faibles taux d'utilisation effective.
Niveau de maturité	N/A
Investissements nécessaires	Allocation par les entreprises éditrices de ressources supplémentaires dans la conception et la maintenance de l'application, ainsi que dans le maintien d'un niveau de sécurité adéquat.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences	N/R
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ En tenant compte du taux d'utilisation effectif des terminaux les plus anciens, allouer les ressources nécessaires au maintien du support du logiciel ou de l'application le plus longtemps possible. ○ En amont d'une décision d'arrêt du support pour certaines versions d'OS, évaluer le nombre de terminaux concernés par l'arrêt de la fourniture du support et l'impact environnemental de la mesure. ○ Sous réserve de faisabilité juridique, de protection de la propriété intellectuelle et de garantie d'un haut niveau de cybersécurité, il pourrait être envisagé, lorsque le maintien du service par un éditeur n'est plus possible, de verser le support vers des communautés <i>open source</i> voire de développer des organismes de tiers-maintenance.
Niveau d'implémentation pertinent France ou Europe	La disponibilité du support d'une application ou d'un logiciel n'étant généralement pas limitée au seul marché français, une implémentation au niveau européen apparaît pertinente.

Réglementations existantes	L'article L. 111-6 du code de la consommation, en vigueur depuis le 1 ^{er} janvier 2022, prévoit que le producteur de biens comportant des éléments numériques informe le vendeur professionnel de la durée au cours de laquelle les mises à jour logicielles, que le producteur fournit, restent compatibles avec les fonctionnalités du bien, ces informations devant être mises par le vendeur à la disposition du consommateur.
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	N/R
Indicateur (s) de suivi	La mise en place de statistiques de support pour les applications les plus téléchargées et les logiciels les plus utilisés peut être un indicateur pertinent.

Annexe 1.5 : GT Transverse (GT#1 & GT#3) : Obsolescence technique et culturelle

Levier 1 - Lutter contre l'obsolescence culturelle ou psychologique	
Description du levier	<p>L'obsolescence qualifie l'état de dépréciation d'un équipement avant son usure matérielle. Elle peut être absolue lorsque le produit cesse de fonctionner, ou relative lorsqu'il fonctionne encore.</p> <p>Appliquée au secteur numérique, cette notion désigne une usure des produits numériques - terminaux et logiciels - et leur remplacement alors qu'ils sont encore en état de marche.</p> <p>Selon le rapport de l'association canadienne Équiterre, paru en 2018 (lien), l'obsolescence peut être fonctionnelle et technologique, lorsque le produit présente un défaut fonctionnel ou des incompatibilités avec d'autres technologies, mais aussi économique, si le rapport qualité/prix du produit est dépassé.</p> <p>Un autre type d'obsolescence existe aussi, cette fois dû à des changements réglementaires, qui obligent les producteurs et concepteurs de produits et services numériques à changer leur conception et à mettre sur le marché de nouveaux produits, pour répondre aux spécifications législatives et/ou réglementaires.</p> <p>L'obsolescence peut aussi être liée à la durée d'amortissement comptable du matériel ou du logiciel qu'il faudrait certainement faire évoluer, notamment pour</p>

tenir compte des nouveaux enjeux de maîtrise de l'empreinte carbone.

Enfin, l'obsolescence peut être qualifiée de psychologique, lorsqu'elle est due à des facteurs liés à l'esthétique du produit, à sa "tendance", à ses propriétés écologiques...

Ce dernier type d'obsolescence peut aussi découler d'une volonté des utilisateurs de disposer des dernières technologies mises à leur disposition, selon un rapport sur l'obsolescence logicielle publié en France en 2021 ([lien](#)) par le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et au Conseil général de l'économie (CGE).

Ce type d'obsolescence entraîne un renouvellement artificiel des produits numériques, puisque ces derniers sont encore fonctionnels lorsque l'utilisateur décide d'en changer. Certains facteurs peuvent favoriser cette obsolescence psychologique :

- Des incitations économiques, telles des promotions directes sur de nouveaux produits, des programmes de fidélité mis en place par des distributeurs, l'inclusion d'un nouveau produit dans le prix d'un forfait, un contrat de location proposant un produit dernier cri...
- Des caractéristiques des nouveaux produits sont un vecteur de renouvellement, pour disposer des derniers produits à la mode, profiter d'une nouvelle esthétique, ou de nouvelles fonctionnalités accessoires du produit ;
- Enfin, cette obsolescence peut être due à une mauvaise perception par l'utilisateur des fonctionnalités techniques de son produit : l'utilisateur sera attiré par de nouvelles fonctionnalités dont il n'a pas besoin ou dont il ne pense pas encore disposer sur son produit actuel, par exemple sur la puissance ou la capacité de mémoire.

Au sein de la notion d'obsolescence, il est nécessaire de faire la distinction entre l'obsolescence psychologique, qui renvoie au rôle du consommateur quant au renouvellement de ses produits et des choix de consommateur qu'il met en œuvre, par contraste avec l'obsolescence marketing, qui renvoie davantage aux choix des entreprises quant à la communication autour de leurs

	produits et services et des messages véhiculés au sein des communications commerciales.
Phase du cycle de vie concernée	Conception et utilisation
Objectif visé en 2030	N/R
Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050	N/R
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Taille du parc : possible réduction (notamment du parc neuf) consommation unitaire : pas de changement durée de vie : augmentation données : pas de changement ressources naturelles : préservation des ressources biodiversité : préservation de la biodiversité adaptation au changement climatique : pas de changement
Freins à la mise en œuvre	Le principal frein relatif à la notion d'obsolescence psychologique est la difficulté à cerner les pratiques qui en relève effectivement, par rapport à une obsolescence technique, par exemple. Les déterminismes de consommation des utilisateurs sont multiples et parfois, le renouvellement d'un produit numérique peut être dû à plusieurs raisons.
Niveau de maturité	N/A
Investissements nécessaires	Mettre en place davantage d'outils de mesure sur le fonctionnement et l'utilisation des matériels permettant de déterminer concrètement ceux devant être remplacés et ceux qui peuvent encore rester en circulation.
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences	N/R
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Actions consensuelles au sein de la filière : <ul style="list-style-type: none"> ○ Développer des nouveaux modèles d'affaires tels le leasing, promouvoir l'économie de la fonctionnalité de manière vertueuse

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mieux expliquer à l'utilisateur les fonctionnalités des produits pour les mettre en adéquation avec ses besoins par rapport aux nouvelles innovations et technologies disponibles ○ S'engager sur les communications commerciales, par exemple au travers des contrats climat (article 14, loi climat et résilience) ○ Suivre les recommandations de l'ARCOM, de l'ADEME et de l'ARPP en termes de publicité et de messages responsables ○ Introduire des messages d'intérêt public / général au sein des communications commerciales des produits et services numériques ○ Axer les publicités sur les choix proactifs des entreprises, pour se différencier et encourager les démarches vertueuses ○ Rendre cohérent les efforts de conception et de durabilité des producteurs avec les gestes et engagements quotidiens des consommateurs <p>Propositions d'actions, sans consensus au sein de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Introduire des incitations financières à garder son matériel plus longtemps ○ En cas de location, s'engager à ne pas vendre une flotte après une seule rotation
<p>Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe</p>	<p>Europe</p>
<p>Réglementations existantes</p>	<p>Encadrement des pratiques commerciales trompeuses Diverses mesures comprises dans la loi Climat et Résilience (2021) ainsi que la loi sur la réduction de l'empreinte environnementale du numérique (2021) Encadrement du délit d'obsolescence programmée</p>
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<p>N/R</p>
<p>Indicateur (s) de suivi</p>	<p>Suivi de la durée de vie des produits via le pouvoir de collecte de l'ARCEP et leur enquête annuelle pour un numérique soutenable. Suivi des engagements sur les communications commerciales au sein des contra Climat.</p>

Levier 2 - Lutter contre l'obsolescence technique

<p>Description du levier</p>	<p>L'obsolescence technique, dans le contexte numérique, est fortement liée à la caractéristique d'interdépendance entre la composante logicielle d'un produit et sa composante – matérielle. Selon le rapport sur l'obsolescence logicielle du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et du Conseil général de l'économie (CGE), du 15 février 2021, « l'obsolescence logicielle correspond à la diminution des possibilités d'usage d'un appareil numérique (smartphone, tablette, ordinateur, etc.) en raison de l'indisponibilité ou du dysfonctionnement d'un logiciel ». A cela s'ajoute la problématique de l'obsolescence matérielle, souvent liée à l'obsolescence logicielle, qui résulte des politiques de mise à jour des systèmes d'exploitation (OS) et de l'arrêt des supports logiciels.</p> <p>Les problématiques les plus fréquentes concernent :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Les montées de versions logicielles ou d'OS qui sont incompatibles avec les performances matérielles ○ La durée des supports techniques ou de maintenance des OS, et les durées de disponibilité des mises à jour de sécurité ○ La distinction entre les mises à jour fonctionnelles et de sécurité ○ La durée de mise à disposition des pièces détachées ○ L'information et la transparence vis-à-vis des utilisateurs concernant les montées de versions et les exigences matérielles requises, et les durées de support. <p>L'obsolescence technique peut aussi renvoyer à des problématiques d'incompatibilité entre divers matériels : l'évolution des connectiques par exemple qui ne correspond plus aux équipements, et réciproquement.</p>
<p>Phase du cycle de vie concernée</p>	<p>Conception et utilisation</p>
<p>Objectif visé en 2030</p>	<p>N/R</p>
<p>Impact sur la réduction des GES en 2030 et en 2050</p>	<p>N/R</p>

<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>N/R</p>
<p>Freins à la mise en œuvre</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Il y a une relation étroite entre obsolescence logicielle/matérielle et psychologique. Les choix liés à l'esthétique, à la mode, à l'incitation marketing, peuvent rendre les terminaux obsolètes. La réparabilité et la durabilité des terminaux ne vont peut-être pas rentrer dans des critères esthétiques répondant aux "standards" actuels pour le consommateur. Il est nécessaire de rendre attrayant ce modèle vertueux. ○ L'obsolescence matérielle peut aussi découler d'une volonté de se doter de nouvelles technologies dont les performances énergétiques sont meilleures, au détriment de l'empreinte carbone liée à la fabrication de ces nouveaux matériels. ○ Multiplication des versions : les organisations risquent d'avoir des difficultés à maintenir une multiplicité de versions sur leurs équipements et à assurer la continuité et la qualité du service client. Il semble important de pouvoir limiter le nombre de versions et de s'orienter plutôt vers des modes de compatibilités ascendantes et descendantes. Les éditeurs rencontreront des difficultés à tester toutes les versions ○ Open source : <ul style="list-style-type: none"> ▪ La libération de la propriété intellectuelle sur du code est complexe, avec des effets de marché contraignants qui ne concernent pas uniquement les grands opérateurs. ▪ Ces propositions n'ont pas fait consensus : le propriétaire du code pourrait s'engager à une maintenance ou une mise à jour de sécurité a minima sur le long terme ; soit il s'engage à reverser le code selon des conditions à définir à un tiers pour maintenance ; soit, en dernier recours, il le verse en open source.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La mise à disposition du code en open source ne donnera pas forcément lieu à la naissance d'une communauté et à une maintenance collective. Il faut soulever par ailleurs la difficulté à prendre en charge les milliers de lignes de code qui seraient fournies par les grands éditeurs. <p>Par ailleurs, le remplacement ou la réparation de composants d'un équipement, lorsque celui-ci est hors garantie, est généralement plus coûteux, en tenant compte de l'amortissement du matériel au bout de 2 - 3 ans, que l'achat d'un appareil neuf. Ce système suppose qu'il est préférable financièrement d'acheter un matériel neuf en remplacement d'un matériel hors garantie (cf. GT#1 Fiche réparation).</p>
Niveau de maturité	
Investissements nécessaires	
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	N/A
Besoins en emplois/compétences	
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rassembler les acteurs pour travailler ensemble à la question de la démocratisation de l'open source et de l'open hardware. ○ Promouvoir des modes de conception qui anticipent les évolutions logicielles et la rétrocompatibilité des composants entre différents appareils d'une même marque et à terme de marque différente. ○ Travailler le plus en amont possible à l'ouverture du code, dans le respect des droits de propriété intellectuelle. ○ Laisser la possibilité d'avoir recours à une version "minimaliste" d'une application lorsque les mises à jour fonctionnelles ne sont plus compatibles avec l'équipement, en dissociant notamment les fonctionnalités (entre texte, image, vidéo par exemple), tout en conservant les mises à jour de

	<p>sécurité pour les fonctionnalités qui peuvent être maintenues en mode dégradé.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Évaluer l'impact environnemental des changements majeurs de versions d'OS sur un parc informatique. ○
<p>Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe</p>	<p>Europe</p>
<p>Réglementations existantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Loi AGEC dont l'article 16 traite des indices de réparabilité et de durabilité, l'article 19 et 22 abordent des exigences concernant la prolongation de la durée de vie des équipements avec l'obligation de mise à disposition de pièces détachées pendant 5 ans sur certains équipements, et l'extension de la garantie légale de conformité de 6 mois pour les appareils ayant fait l'objet d'une réparation et l'article 27 qui consacre l'obligation, pour les fabricants et les vendeurs de biens comportant des éléments numériques, d'informer sur la durée au cours de laquelle les mises à jour des logiciels fournis lors de l'achat du bien restent compatibles avec un usage normal de l'appareil) ○ Loi REEN : modification du code de la consommation prenant en compte la réparabilité (art. L. 441-3), la liberté d'installation d'un OS ou d'un logiciel de son choix sur un terminal (art. L. 441-6), la possibilité de refuser les mises à jour non nécessaires au maintien de la conformité du bien (art. L. 217-19 et L. 217-20), et l'amélioration de l'information au consommateur (art.L. 111-6 et D. 111-5-1 à D. 111-5-3) ○ Réglementation européenne Ecodesign ○ Directive batterie ○ Directive sur les chargeurs universels
<p>Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Proposer un cadre législatif européen pour favoriser l'ouverture volontaire du code, afin d'encadrer cette pratique tout en protégeant les droits de PI. ○ Commande publique à l'éducation nationale : encourager dans le cahier des charges la mise à disposition des OS différents, pour enrichir la connaissance et l'appropriation par les élèves de différents outils, avec par exemple un dual boot Linux / Windows.

Indicateur (s) de suivi

Suivi de la durée de vie des produits via le pouvoir de collecte de l'ARCEP et leur enquête annuelle pour un numérique soutenable

Annexe 1.6 : Fiches levier GT4 – Réseaux

Écoconception des équipements de réseau mobile de nouvelle génération.	
Description du levier	<p>Réduction du carbone embarqué dans les équipements de réseau mobile de nouvelle génération.</p> <p>Les avancées de conception des équipements permettent de réduire le volume de ces équipements (moins d'aluminium par ex) et de concevoir des circuits intégrés beaucoup plus optimisés. Cette année les équipementiers annoncent des objectifs ambitieux de gains de plusieurs dizaines de pourcents</p>
Phase du cycle de vie concernée	Fabrication, transport
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Court terme, et améliorations continues sur la période
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Poids et volume des équipements. Densité de la couverture des équipements dans le système</p> <p>Les équipementiers visent sur la période jusqu'à 2030 deux paliers de réduction de 20%, ce qui fait en cumulé d'ici à 2030 35% de réduction du carbone embarqué, à performance/capacité équivalente (d'ici à 2030)</p> <p>Objectif annoncé par les équipementiers : -35% d'ici à 2030</p> <p>Les opérateurs soulignent que cet objectif semble intéressant pour les équipements mais augmentera le scope 3 des opérateurs (nécessité de faire une étude comparative pour savoir si la réduction permise par un parc nouvelle génération (scope 2) pourrait compenser l'impact scope 3)</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Impact positif également sur les ressources naturelles
Freins à la mise en œuvre	<p>Cycles de renouvellement des équipements, capacité d'innovation dans la réduction du carbone embarqué.</p> <p>Ils doivent être étudiés en fonction de la durée de vie des équipements déjà installés et en fonction de l'intégralité du</p>

	<p>système réseau nécessaire à son fonctionnement nominal pour éviter les effets rebonds.</p> <p>L'écoconception et l'allongement de la durée de vie constituent de bonnes initiatives même si dans certains cas il est tout de même nécessaire de renouveler les vieux équipements en raison par exemple de l'obsolescence logicielle (ex : 5G stand Alone, fonctionnalités de mise en veille).</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Processus en cours.
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Expertise pour constituer/choisir le référentiel
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels à l'écoconception
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	<p>Engagement des équipementiers à écoconcevoir leurs équipements</p> <p>Engagement des opérateurs à intégrer la dimension environnement dans les choix d'équipements pour parvenir à la solution la mieux-disante à niveau de service équivalent ou raisonnablement dimensionné pour les besoins réels.</p>
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France, global
Réglementations existantes	
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Porter au niveau européen la démarche
Indicateur(s) de suivi	Evolution du carbone embarqué par équipement. Teneur carbone du système dans son ensemble.

Réduction de la consommation des déplacements des opérations réseaux mobile avec l'IA	
Description du levier	Les avancées dans l'IA et le machine learning peuvent contribuer à anticiper des problèmes et grouper des opérations réseau.
Phase du cycle de vie concernée	Phase d'utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Court terme, et améliorations ultérieures possibles
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Consommation des opérations réseau</p> <p>les équipementiers visent 20% de réduction (sur l'énergie nécessaire pour les opérations réseau), à performance/capacité équivalente sur la période jusqu'à 2030).</p> <p>En particulier ils pensent à une réduction des déplacements des équipes de techniciens (en mutualisant des actions) et une meilleure utilisation de moyens de transport plus vertueux.</p> <p>De plus l'IA peut permettre d'identifier en amont d'éventuels déplacements l'origine de certaines pannes (réduisant potentiellement la quantité de déplacements)</p> <p>Objectif pris par les équipementiers : -20% d'ici à 2030 (vise les déplacements de techniciens)</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<p>Nouvelles fonctionnalités IA/ML à mettre en œuvre . Les promesses de l'IA sont encore hypothétiques à date.</p> <p>Organisation des activités à revoir aussi</p> <p>La consommation de l'IA est également à expertiser. Des projets de recherche sont actuellement lancés sur le Green IA pour réduire la consommation énergétique de l'IA.</p>

Niveau de maturité (si pertinent)	Techniquement assez mûr pour démarrer, les process liés aux opérations doivent être revus
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Expertise pour mettre en œuvre ces nouvelles solutions
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels sur ces nouveaux outils basés sur l'IA/ML
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Engagement des équipementiers pour favoriser ces nouvelles solutions/approches
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France, global
Réglementations existantes	
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	
Indicateur(s) de suivi	Evolution de la consommation énergétique et de l'impact carbone des opérations réseau (nombre de déplacements des techniciens de maintenance)

Efficacité énergétique des nouveaux équipements antennaires.	
Description du levier	<p>Efficacité des équipements de réseau mobile en fonctionnement</p> <p>Les avancées de conception des équipements permettent de réduire leur consommation et en particulier de concevoir des circuits beaucoup plus optimisés. Cette année les équipementiers annoncent vouloir réduire de plusieurs dizaines de pourcents les consommations de leurs derniers produits.</p> <p>Ceci est particulièrement valable pour les antennes MIMO (nouvelles antennes)</p>
Phase du cycle de vie concernée	Phase d'utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Court terme, et améliorations continues sur la période
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Consommation énergétique des équipements. Densité des équipements dans le système.</p> <p>Les équipementiers visent sur la période jusqu'à 2030 deux paliers de réduction de 20% (en étant conservateur), ce qui fait en cumulé d'ici à 2030 35% de réduction de l'énergie par bit de donnée, et donc de la consommation du réseau radio, à performance équivalente sur la période jusqu'à 2030</p> <p>Objectif annoncé par les équipementiers : -35% d'ici à 2030</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en oeuvre	<p>Cycles de renouvellement des équipements, capacité d'innovation dans les gains d'efficacité Prise en compte de l'intégralité du système réseau nécessaire à son fonctionnement nominal pour éviter les effets rebonds.</p> <p>Il faut regarder l'ensemble des scopes</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Processus en cours

Investissements nécessaires pour déployer le levier	Expertise pour constituer/choisir le référentiel Se fera avec le déploiement de nouveaux équipements
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels dans le choix des équipements les plus efficaces en fonction des contraintes de couverture, capacité et performances énergétiques
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Engagement des équipementiers pour favoriser ces nouveaux équipements Engagement des opérateurs à intégrer la dimension environnement dans les choix d'équipements pour parvenir à la solution la mieux-disante à niveau de service équivalent ou raisonnablement dimensionné pour les besoins réels.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Réglementations existantes	
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Porter au niveau européen la démarche
Indicateur(s) de suivi	Evolution de la consommation énergétique par unité de trafic écoulé. Evolution de la consommation énergétique dans l'ensemble du système. Teneur carbone du système dans son ensemble.

Nom levier : Réduction automatique de la consommation des réseaux mobiles (en réduisant les interférences)	
Description du levier	<p>Réduction automatique de la consommation des réseaux mobiles lors de l'usage</p> <p>Les avancées dans l'IA et le machine learning peuvent contribuer à optimiser les performances du réseau en réduisant le niveau d'interférences, ce qui augmente la capacité du système et son efficacité. Les innovations permettent par exemple d'optimiser de manière dynamique la taille et la forme des zones de couverture de chaque antenne pour minimiser les interférences, augmenter la capacité du système et donc réduire la consommation associée. De même des fonctions permettent d'annuler les interférences (en envoyant des signaux orthogonaux), ce qui réduit aussi l'énergie nécessaire.</p> <p>Il s'agit en quelque sorte d'une décision logicielle adaptant en temps réel le design réseau (y compris entre les différentes bandes de fréquence disponibles)</p>
Phase du cycle de vie concernée	Phase d'utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme en 2030	Court terme, et améliorations continues sur la période
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Consommation énergétique des équipements</p> <p>les équipementiers visent sur la période jusqu'à 2030 deux paliers de réduction de 15%, ce qui fait en cumulé d'ici à 2030 plus de 25% de réduction de l'énergie par bit de donnée, et donc de la consommation du réseau radio, à performance/capacité équivalente sur la période jusqu'à 2030</p> <p>L'impact énergétique de l'IA dans ce cas d'usage devrait être limité, comme l'IA sera appliqué à des cas d'usage spécifiquement telecom et sera exécuté sur les mêmes processeurs que ceux déjà utilisés sur le réseau radio</p> <p>Objectif annoncé par les équipementiers : -25% d'ici à 2030</p>

Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	Nouvelles fonctionnalités IA/ML à mettre en œuvre. Il peut y avoir un impact sur la qualité de service ou les performances pics. Selon les bandes, les interférences sont variables et les gains peuvent donc être relativement faibles.
Niveau de maturité (si pertinent)	Processus en cours
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Investissements et expertise pour mettre en œuvre ces nouvelles solutions
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels sur ces nouveaux logiciels et outils d'optimisation basés sur l'IA/ML
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Engagement des opérateurs et des équipementiers pour favoriser ces nouvelles solutions
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	Europe
Proposition d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Porter au niveau européen la démarche
Indicateur(s) de suivi	Evolution de la consommation énergétique des équipements en fonction du trafic écoulé

Nom levier : Mise en veille de certaines fréquences du réseau mobile en l'absence d'usage	
Description du levier	<p>Une mise en veille, voire une extinction si possible, de certaines fréquences permettant des gains en termes de consommation énergétique + l'aide de l'IA qui permettra de définir les meilleurs scénarios de mise en veille :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Les opérateurs pourraient conserver une ou plusieurs couches en bande basse (sous les 1 GHz) allumées , ce qui permettra de se connecter au réseau. <p>Cette pratique n'est pas encore généralisée pour éviter qu'un client se plaigne de pas retrouver ses usages habituels. Or l'IA pourrait permettre d'aller plus loin et d'agir plus finement sur le réseau (avec des bénéfices accrus)</p>
Phase du cycle de vie concernée	Phase d'utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Court terme, et améliorations ultérieures possibles
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Consommation énergétique des équipements</p> <p>Les équipementiers visent au moins 10% de réduction (de la consommation du réseau radio), à performance/capacité équivalente sur la période jusqu'à 2030. L'extension de ces fonctions de veille, avec de l'IA/ML à d'autres moments de la journée, peut aussi augmenter ces bénéfices.</p> <p>Objectif annoncé par les équipementiers : -10% d'ici 2030</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en oeuvre	<p>Nouvelles fonctionnalités IA/ML à mettre en œuvre. Il peut y avoir un impact sur la qualité de service ou les performances pics. Changement des critères de mesures des performances nécessaire : Il faudrait donc faire ces campagnes de jour et aux heures chargées et focaliser les métriques sur les performances ressenties par les utilisateurs et non pas des débits pics (par ex le bon téléchargement d'une video plutôt que le débit max)</p>

Niveau de maturité (si pertinent)	Techniquement assez mûr, les process de fonctionnement et d'évaluation doivent être revus L'ARCEP a débuté les bilatérales et pense mettre en place un groupe de travail.
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Expertise pour mettre en œuvre ces nouvelles solutions Approche collective nécessaire pour favoriser ces approches
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels sur ces nouveaux logiciels et outils d'optimisation basés sur l'IA/ML
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Les équipementiers s'engagent à proposer des solutions neutre carbone lors de la mise en veille / réveil Impliquer l'ARCEP comme facilitateur afin que les exigences de niveau de qualité intègrent les contraintes liées à la mise en veille.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France, global
Réglementations existantes	Le régulateur doit adapter ses métriques et méthodes de mesures de la qualité de service, les impacts
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Porter au niveau européen la démarche (comme les benchmarks de performances sont souvent réalisés au niveau global)
Indicateur(s) de suivi	Evolution de la consommation énergétique des équipements en fonction du trafic écoulé

Passage vers la 5G	
Description du levier	La 5G a une efficacité décuplée par rapport aux générations précédentes et en particulier la 4G.
Phase du cycle de vie concernée	Phase d'utilisation
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Sur la période
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	<p>Consommation énergétique des équipements</p> <p>Les équipementiers ambitionnent + de 50% de réduction (sur la consommation réseau, en tenant compte de parties fixes et variables et ces 50% sont additionnels par rapport aux 35% de la fiche efficacité des équipements réseau), à performance/capacité équivalente sur la période jusqu'à 2030</p> <p>Ces gains sont relatifs aux bande 5G et 4G déjà allouées en France (3,5 GHz pour la 5G)</p>
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<p>Les investissements, et le carbone embarqué des nouveaux équipements, doivent être amortis sur une certaine durée.</p> <p>L'analyse des autres paramètres (tels que, nécessité de passage à la 5G liée au trafic, nouveaux services impossibles à mettre en œuvre en 4G ou obsolescence des équipements) doit avoir été étudiée.</p> <p>Besoin de meilleures informations sur les ACV.</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Les solutions existent et vont continuer à s'améliorer
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Déploiements de nouveaux équipements pour les nouvelles bandes

Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Engagement des opérateurs à déployer à bon escient ces nouvelles solutions, après une analyse de l'empreinte carbone anticipée et des besoins capacitaires. Cette analyse des opérateurs suppose la transmission par leurs fournisseurs d'ACV standardisées des équipements, grâce à une harmonisation de la filière.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France, global
Réglementations existantes	
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	
Indicateur(s) de suivi	Evolution de la consommation énergétique du réseau et en particulier en fonction du trafic écoulé

Ecoconception des câbles et accessoires télécoms	
Description du levier	Systématiser l'analyse du cycle de vie et l'écoconception des câbles et accessoires télécoms
Phase du cycle de vie concernée	Fabrication, transport, et fin de vie
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Définir un cadre d'analyse commun pour les ACV et la restitution des données d'impact environnementales, faciliter les analyses comparatives et ainsi accélérer les démarches d'écoconception
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	Réduction de GES sur les cycles de production/logistique/ /fin de vie des équipements
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Effet levier de l'écoconception généralisée sur d'autres indicateurs tels que l'utilisation de l'eau et de l'énergie, l'épuisement des ressources abiotiques, l'acidification sols/eau, l'eutrophisation de l'eau, ou encore la gestion des déchets
Freins à la mise en œuvre	Standardiser un référentiel méthodologique d'analyse et d'écoconception pour les équipements passifs télécoms (dont harmoniser les hypothèses et règles de calculs - définir un socle commun). Cadre normatif à utiliser par l'ARCEP. Maturité insuffisante de l'écosystème.
Niveau de maturité (si pertinent)	Processus de réflexion en cours
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Expertise pour constituer le référentiel commun d'analyse et de restitution. Investissements modérés, principalement sur formation, avec ROI au travers des innovations apportées par l'écoconception
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	

Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels de la filière à l'écoconception. Formation cycle initial de formation
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Engagement des opérateurs d'exiger des ACV pour établir des objectifs de réduction d'impact environnemental et effets collatéraux sur les fournisseurs favorisant l'écoconception.
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	<ul style="list-style-type: none"> ○ France métropolitaine et territoires d'Outre-mer ○ Puis Europe
Réglementations existantes	XP C-08-100-1 et-2 pour déclarations environnementales des équipements passifs télécoms ; loi AGEC
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Définir cadre réglementaire et rendre obligatoires pour les constructeurs la fourniture de données environnementales pour analyse comparative. Porter au niveau européen la démarche
Indicateur(s) de suivi	Indicateurs sur équipements passifs conformes au référentiel et analyse comparative sur impacts environnementaux

- **Autres leviers identifiés par les opérateurs télécoms**

Ces leviers constituent des propositions complémentaires élaborées par le groupe de travail réseau. Ils ont fait l'objet de beaucoup de discussions et ne sont pas consensuels au sein de la filière. De fait, il s'agit de propositions qui sortent du champ de la feuille de route de décarbonation du numérique à ce stade des travaux.

Ecoconception des boxes (modems)	
Description du levier	Systematiser l'écoconception.
Phase du cycle de vie concernée	Fabrication, transport, utilisation et fin de vie

Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	CT
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	Poids et volume des équipements, Consommation énergétique unitaire et au global.
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	Manque de données pour la fin de vie et de référentiel méthodologique pour les boxes Maturité insuffisante de l'écosystème Coût significatif (60 à 100 Keuros par équipt avec une certification/revue critique)
Niveau de maturité (si pertinent)	Processus en cours
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Expertise pour constituer/choisir le référentiel Coût non négligeable
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	Formation des personnels à l'écoconception
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Engagement des opérateurs pour leurs modèles à la marque

Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France
Réglementations existantes	Art 13 loi AGEC
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Porter au niveau européen la démarche
Indicateur(s) de suivi	Nombre de boxes conformes au référentiel

Sobriété dans le déploiement des installations mobiles	
Description du levier	Analyse et sobriété des déploiements des opérateurs (liés à leur obligation) sans altérer la qualité de service des usages réellement observés.
Phase du cycle de vie concernée	Fabrication, utilisation (consommation électrique etc.)
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	CT
Impact sur la réduction des GES en 2030(avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	Nombre d'équipements Les gains énergétiques résultant des déploiements des opérateurs liés à leurs différentes obligations réglementaires en cours ou à venir (si elles étaient amenées à évoluer en faveur de la sobriété énergétique) devraient être analysés et pourraient atteindre quelques pourcents d'économie (environ 5%) sur la consommation énergétique des réseaux de télécommunications.
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	Ressources naturelles, consommations électriques.

Freins à la mise en œuvre	Obligations réglementaires de couverture mobile et de capacité Choix des indicateurs de qualité de service de l'ARCEP (le fait que les baromètres de l'ARCEP, en matière de qualité de service, ne soient orientés que vers les enjeux de performance, de débit et de couverture amènent à une escalade sans fin en matière de densification des réseaux, bien au-delà des besoins propres à la bonne qualité du service) Frein culturel de la course à la performance Renouvellement rapide des technologies
Niveau de maturité (si pertinent)	Hétérogène selon les interlocuteurs Chantier ARCEP en cours
Investissements nécessaires pour déployer le levier	Faible
Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	5 % sur la consommation électrique + gains à chiffrer sur la partie équipements/travaux
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	NON
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Travail de cartographie des opérateurs sur les zones pertinentes
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	France
Réglementations existantes	Décisions ARCEP, Obligations des autorisations de fréquence, loi Climat et Résilience
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	Modifier l'indicateur de QoS de l'ARCEP et amender les licences
Indicateur(s) de suivi	Nouveaux indicateurs ARCEP

Charte de sobriété des transferts de données numériques via la collaboration entre émetteur et transporteur de trafic	
Description du levier	<p>Définition des bonnes pratiques de collaboration dans le transfert des données numériques entre l'émetteur et le transporteur de données.</p> <p>Coordination des émetteurs et transporteur données dans la temporalité des transfert volumineux de données.</p> <p>Collaboration des émetteurs et transporteurs de données dans la provision efficace de données simultanées (infrastructures employées, mode de provision)</p> <p>Les acteurs seront invités à collaborer dans le transfert de données de manière efficace : en-dehors des heures pics de consommation de données et selon un mode de provision efficace et sobre.</p>
Phase du cycle de vie concernée	Diffusion de la donnée au sein des réseaux de télécommunication.
Objectif de déploiement visé à court terme en en 2030	Inscrire dans un guide des bonnes pratiques la capacité de collaboration et la bonne volonté des acteurs.
Impact sur la réduction des GES en 2030 (avec jalons intermédiaires + impact 2050 si possible)	
Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.	
Freins à la mise en œuvre	<p>Frein technique : Adaptation technique au cas par cas selon les besoins du flux et les caractéristiques techniques de provision</p> <p>Frein commercial : Perte de micro-données utilisateurs pour l'émetteur de données.</p>
Niveau de maturité (si pertinent)	Elevé côté opérateur.
Investissements nécessaires pour déployer le levier	

Coût d'abattement du carbone (si pertinent)	
Besoin en emplois/compétences pour déployer le levier	
Actions concrètes de la filière contribuant à l'activation du levier	Production de standard de collaboration avec les émetteurs de données
Niveau d'implémentation pertinent : France ou Europe	
Réglementations existantes	
Propositions d'évolution des politiques publiques pour activer le levier	
Indicateur(s) de suivi	

Annexe 1.6 : Fiches levier GT5 – Rôle du numérique dans la (dé)carbonation des autres secteurs

Levier 1 – La décarbonation du secteur de l'agriculture	
Description du levier	<p>L'agriculture est le deuxième poste d'émissions de GES de la France, représentant 19% du total des émissions, soit 85 MtCO₂ eq. en 2019). Ces émissions sont composées de méthane (38 MtCO₂ eq.), de protoxyde d'azote (36 MtCO₂ eq.) et de dioxyde de carbone (12 Mt). Ces émissions comprennent également les émissions des engins agricoles, à hauteur de 11 MtCO₂ eq.</p> <p>La SNBC 2 vise à réduire ces émissions avec un objectif d'environ 50MtCO₂ eq. à horizon 2050. A cette fin, elle envisage un développement de l'agroécologie, de l'agriculture de précision et une réduction des consommations d'énergie pour réduire les émissions du secteur.</p> <p>Les leviers technologiques identifiés dans le présent document doivent poursuivre cet objectif, c'est-à-dire permettre une réduction des émissions GES de l'agriculture, tout en conservant des rendements efficaces et en tenant compte d'autres impératifs environnementaux, tels que la protection de la biodiversité. De manière générale, il est nécessaire d'appréhender les bénéfices de ces solutions innovantes pas seulement au regard du modèle agricole actuel mais aussi en considération des nécessaires évolutions des pratiques, et notamment le développement de l'agroécologie.</p> <p>Les apports des technologies numériques dans la décarbonation de l'agriculture peuvent être articulés autour de trois axes principaux :</p> <p><u>Les modèles numériques d'aide à la décision</u> : associés à des capteurs localisés directement dans les parcelles et des images satellites des exploitations, ces outils suivent deux grandes catégories d'usages :</p> <ul style="list-style-type: none">○ <i>Des outils d'aide à la décision (OAD) tactiques</i> : établir un diagnostic en temps réel sur l'état et la performance d'une exploitation agricole, pour permettre une optimisation des interventions sur la parcelle, notamment :<ul style="list-style-type: none">▪ modulation intra-parcellaire (<i>application au champ de conseils basés sur des cartes d'hétérogénéités de la parcelle pour adapter les</i>

opérations culturales) et meilleure allocation de ressources : gestion des intrants à la bonne dose, au bon endroit et au bon moment pour réduire le recours aux fertilisants et diminuer les émissions de GES qui en sont liées.

- re-conception des itinéraires techniques pour réduire les déplacements et le labour de l'exploitant sur ses parcelles les plus éloignées, et diminuer les émissions de GES qui en sont liées.
- *Des outils d'aide à la décision (OAD) stratégiques* : effectuer des simulations pour repenser le système de production à long terme et tendre vers des exploitations conçues pour émettre moins de GES.

Les outils techniques et de robotisation : de nombreux engins robotisés (voire autonomes) sont actuellement développés pour effectuer des travaux agricoles ou viticoles (ex. désherbage, récolte, taille, etc.). Les effets de l'utilisation de tels outils sur la décarbonation sont :

- *Directs* : d'une part, par la substitution d'engins à propulsion thermiques par des outils automatisés à propulsion électriques ; d'autre part, par la limitation du nombre d'interventions requises sur les exploitations.
- *Indirects* : par la réduction de l'utilisation de phytosanitaires (par exemple, le désherbage mécanique par machine robotisée peut remplacer, au moins partiellement une chimique), et par l'utilisation d'engins de petite taille par rapport aux machines traditionnelles, plus favorables à l'agroécologie (par exemple, en modérant par exemple le tassement des sols ou en facilitant la réintroduction de haies et de bandes).

Les outils numériques favorisant le stockage du carbone dans le sol : l'agriculture impacte la capacité des sols à stocker le carbone. Les outils numériques peuvent jouer un rôle pour favoriser l'agri-intelligence et, par la modélisation, favoriser des pratiques renforçant le stockage du carbone dans le sol : outils d'aides à la décision (rotations culturales, gestion dynamique de la fertilisation, etc.), outils de suivi du cycle de vie du carbone, etc.

<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Outre une capacité à décarboner l'agriculture, nombre de solutions permettent aussi l'amélioration d'autres indicateurs environnementaux : par exemple, la réduction des volumes de phytosanitaires utilisés permise par des outils numériques contribue à la préservation de la biodiversité.</p> <p>Certains outils (notamment les OAD tactiques) peuvent aussi poursuivre des finalités environnementales autres que la décarbonation, notamment la préservation des exploitations et des récoltes face aux risques climatiques ou biologiques.</p>
<p>Risques identifiés</p>	<p>Il n'existe pas un modèle unique de parcelle ou d'exploitation agricole sur lequel chaque solution identifiée aurait vocation à être installée. Tout déploiement d'une solution technologique doit répondre à des besoins clairement identifiés et faire l'objet d'une évaluation préalable.</p> <p>Il importe également de veiller aux effets rebonds que pourraient comprendre le déploiement de ces solutions : la multiplication de capteurs et autres outils connectés dans les exploitations contribue à accroître le parc de terminaux, dont la fabrication comprend des impacts environnementaux non-négligeables (cf. étude Ademe/Arcep sur l'empreinte environnementale du numérique). De même, la fabrication d'outils agricoles robotisés comporte des impacts (énergie, consommation de ressources naturelles, de terres rares, etc.).</p> <p>Par ailleurs, il est également nécessaire d'anticiper les éventuelles dépendances des professionnels du secteur qui pourraient survenir avec la multiplication des usages numériques, tant vis-à-vis de certains offreurs de solutions que de métaux critiques indispensables à la mise en place de solutions.</p>
<p>Freins à la mise en œuvre et conditions d'émergence</p>	<p>Plusieurs freins au déploiement de ces solutions numériques dans le secteur agricole peuvent être identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Le coût de l'adoption de ces solutions par les professionnels du secteur, et un retour sur investissement pas nécessairement immédiat. ○ Une maîtrise hétérogène des professionnels du secteur aux outils numériques, et une valorisation parfois insuffisante des données produites par ces outils. ○ Une évaluation inégale et parfois insuffisante des impacts effectifs des solutions numériques. Sur ce point, pour garantir que les solutions numériques puissent être un facteur de décarbonation de l'agriculture, il faudrait pouvoir réaliser des Analyses de

	<p>Cycle de Vie (ACV) des différents outils et solutions (y compris les outils d'aides à la décision) afin de pouvoir comparer les émissions « avec » et « sans » déploiement de ces solutions.</p> <p>A partir de ces éléments, les conditions d'émergence suivantes peuvent être déduites :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Inciter économiquement à l'adoption de solutions dont l'effet positif en matière de transition écologique est avéré, et soutenir financièrement les jeunes et les petits acteurs de « l'agritech » (tant startups que TPE/PME) qui développent des solutions innovantes en France pour assurer leur rentabilité et leur croissance. ○ Systématiser l'évaluation des impacts de ces solutions pour objectiver leurs apports en matière environnementale. A ce sujet, l'accès aux données est clé et une meilleure association entre les acteurs de la mesure des impacts et les offreurs de solutions est requise. ○ Favoriser l'interopérabilité entre les solutions numériques, pour assurer une pérennité dans les temps des solutions déployées et limiter les risques de dépendance. ○ Former les professionnels du secteur agricole aux usages des outils numériques (acculturation et non seule adoption des outils), et assurer un plus grand accompagnement dans la valorisation des données produites. ○ Permettre un accès internet aux exploitants agricoles qui soit adapté aux déploiements des solutions pertinentes.
Niveau de maturité	<p>Hétérogène, de nombreuses solutions disponibles sur le marché mais adoption inégale par les acteurs (source) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 agriculteur sur 2 est équipé d'un système de guidage avec assistance par satellite. ○ 30 % des agriculteurs sont équipés de capteurs de rendement. ○ 75 % des agriculteurs possèdent au moins un outil robotisé. ○ 55 % des producteurs en grandes cultures utilisent un logiciel de gestion du parcellaire.
Observations	<p>Outre leur rôle dans la décarbonation, les outils numériques peuvent être utiles à l'expérimentation et la production de</p>

	<p>connaissances sur le fonctionnement des sols et des plantes et enrichir les bonnes pratiques.</p> <p>Par ailleurs, l'Etat a lancé en janvier 2023 le programme et équipement prioritaires de recherche (PEPR) sur l'agroécologie et le numérique, financé à hauteur de 65M€ dans le cadre de France 2030. Quatre axes ont été identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ l'accompagnement des changements de pratiques en étudiant la place et le rôle des technologies, leurs impacts et les politiques publiques ; ○ la caractérisation des ressources génétiques animales et végétales, afin d'évaluer leur potentiel en faveur de l'agroécologie et favoriser leur déploiement ; ○ le développement des nouvelles générations d'agroéquipements, grâce aux technologies numériques et à la robotisation. Elles assisteront les agriculteurs dans leur travail et permettront par exemple d'améliorer la santé des animaux et leur bien-être grâce à des bâtiments d'élevage connectés où de réduire l'usage de produits phytosanitaires par une agriculture de précision ; ○ le développement des outils numériques d'aide à la décision, en particulier d'intelligence artificielle pour la collecte puis l'analyse des données en agriculture, au service de pratiques agricoles plus efficaces.
--	---

Levier 2 – La décarbonation des transports et de la mobilité	
Description du levier	<p>Le transport est le secteur le plus émetteur de gaz à effet de serre (GES) en France, avec en 2019 136 Mt eq. CO₂, soit 31% des émissions totales du pays. Les transports constituent le seul secteur pour lesquelles les émissions ont augmenté (hausse de 9%) en France entre 1990 et 2019. 97 % des GES émis par les transports sont constitués de CO₂. Les transports routiers contribuent à la quasi-totalité (94 %) des émissions du secteur des transports (51% aux voitures particuliers, de 24 % aux poids lourds et de 20 % aux véhicules utilitaires légers).</p> <p>La SNBC 2 prévoit une diminution drastique des émissions de ce secteur, avec un objectif d'émissions de GES inférieures à 100 MT eq. CO₂ en 2030 et inférieures à 10 MT eq. CO₂ à horizon 2050. L'électrification des transports et la transition</p>

vers des mobilités décarbonées/moins émettrices ont été identifiés en Europe comme des axes majeurs pour atteindre ces objectifs.

Les technologies numériques jouent un rôle pour accélérer ces transitions et peuvent être mobilisées dans le cadre d'une logique « *avoid – shift – improve* » :

- *avoid* : maîtriser et réduire la demande de transport.
- *shift* : transition d'une mobilité individuelle carbonée vers des mobilités douces et/ou collectives.
- *improve* : améliorer l'intensité carbone des mobilité et optimiser la logistique des transports.

Plusieurs axes de contribution du numérique peuvent ainsi être distingués :

Les technologies numériques pour accélérer l'électrification du parc de véhicules (*improve*):

L'électrification massive du parc automobile, prévue à l'échelle européenne à l'horizon 2035 fait face à plusieurs obstacles s'agissant de sa mise en œuvre pratique : absence d'information sur la disponibilité en temps réel des bornes de recharge et possibilités limitées de réserver une borne, interopérabilité insuffisante entre opérateurs, hétérogénéité et prévisibilité insuffisante des tarifs, constituent des obstacles à la recharge électrique pour les utilisateurs et plus largement des freins à l'électrification du parc.

Les solutions numériques peuvent contribuer à lever ces obstacles et faciliter le développement de la mobilité électrique : géolocalisation des bornes avec indicateurs d'occupation en temps réel, applications de réservation avec interopérabilité entre opérateurs, comparateurs de tarifs, ou encore « *plug & charge* » (reconnaissance automatique du véhicule, recharge puis tarification automatique). Ces applications numériques, en offrant de la visibilité et de la prévisibilité aux utilisateurs de véhicules électriques, peuvent être une solution pour lever ces freins et massifier les usages.

S'agissant de l'électrification des poids lourds, les projets « d'autoroutes électriques » (alimentation des poids lourds à propulsion électrique par caténaire installée sur l'autoroute ou par le sol), actuellement testés en Europe et à partir de 2025 en France, nécessiteront pour pouvoir fonctionner un environnement numérique conséquent pour assurer la gestion des flux en temps réel.

Les technologies numériques pour faciliter la transition vers des mobilités moins émettrices (*avoid* et *shift*) :

La numérisation des offres de transport, tant public ou privé que collectif ou individuel, contribue à l'essor de mobilités décarbonées ou moins carbonées. La « Mobilité comme service » ou MaaS (*Mobility as a Service*) et les données qui y sont liées offrent en effet des perspectives intéressantes pour la transition vers des mobilités douces et/ou moins émettrices :

- En offrant la possibilité de calculer, réserver voire payer un trajet multimodal, le MaaS permet d'accroître le report modal. Cette possibilité d'utiliser facilement plusieurs modes de transport permettra à terme d'accélérer fortement le recours à des mobilités douces et partagées (vélo, trottinette, transports en commun).
- Depuis la loi Climat et Résilience (art. 122), les services numériques d'assistance au déplacement proposent aux utilisateurs un classement des itinéraires suggérés en fonction de leur impact environnemental, notamment en termes d'émissions de GES.
- Ces solutions permettent également de lisser les flux, que ce soit dans l'espace (report des véhicules vers les flux les moins congestionnés) que dans le temps (report vers des horaires moins congestionnés) pour réduire une concentration des émissions simultanées et sur un même espace.

Si ces solutions MaaS concernent en priorité la décarbonation des transports en milieu urbain, des solutions peuvent également s'adresser aux milieux péri-urbains voire ruraux et favoriser le déploiement d'infrastructures plus légères, comme le transport à la demande.

Par ailleurs, le numérique peut contribuer à optimiser le système routier s'agissant de la voiture individuelle : en effet, avec un taux d'occupation des voitures de 1,3 personne pour les trajets du quotidien, l'augmentation du taux d'occupation et l'utilisation des « sièges vides » pour ce type de trajet constitue un levier majeur de décarbonation de la mobilité. Des solutions numériques sont actuellement développées et déployées pour favoriser le covoiturage sur les trajets du quotidien, sans planification et avec une mise en relation en temps réel entre les véhicules avec des sièges libres et les personnes en demande de transport sur une même portion d'itinéraire. L'usage du numérique est ici nécessaire, tant dans

	<p>la phase d'étude (analyse des données pour étude des flux de circulation et les demandes de mobilité) que pour l'exploitation en temps réel (applications de mise en relation, panneaux numériques, véhicule connecté en interaction avec l'environnement et l'infrastructure, etc.).</p> <p><u>Le numérique pour optimiser la logistique du transport de marchandises</u> (<i>improve</i>)</p> <p>D'une part, l'utilisation d'outils numériques reposant sur le traitement de données (des données propres à la logistique du transporteur et des données relatives aux trajets et à la circulation) et l'intelligence artificielle permet une meilleure gestion des flux du transport de marchandises, que ce soit en générant des parcours de transport de marchandises moins émetteurs ou en optimisant le chargement des véhicules de sorte à limiter le nombre de déplacements.</p> <p>D'autre part, la dématérialisation de certaines activités permet de réduire les besoins et la demande de transport de marchandises, évitant ainsi des déplacements et contribuer à réduire les émissions du secteur^[1].</p>
<p>Estimation d'impact sur la réduction des GES</p>	<p>Les effets du déploiement de solutions numériques dans les bornes de recharge des véhicules sur la décarbonation du secteur sont indirects. Toutefois, dans la mesure où l'électrification du parc constitue un axe majeur de décarbonation de la mobilité, l'usage du numérique pour faciliter et accélérer cette transition peut avoir des impacts importants en termes de diminution des émissions GES.</p> <p>Les deux autres axes ont des impacts directs sur la décarbonation du secteur car permettant des émissions évitées, que ce soit grâce à des déplacements évités ou par l'adoption de mobilités moins émettrices de GES.</p>
<p>Risques identifiés</p>	<p>Il conviendra également de tenir compte des effets rebond induits par le déploiement des solutions numériques, et les impacts environnementaux que ce déploiement occasionne : consommation des services numériques et du trafic de données liées, croissance du parc d'objets connectés, etc.</p> <p>A titre d'exemple, l'étude « L'IoT au service de la planète » réalisée par BearingPoint en partenariat avec Mavana comprend une estimation du déploiement à grande échelle de services d'autopartage en boucle, avec une interconnexion des flottes de véhicules via des dispositifs IoT présents dans les véhicules. En tenant compte des émissions évitées grâce au</p>

	<p>service (notamment les km évités et les véhicules cédés) mais aussi de l’empreinte carbone de la solution IoT, il est estimé que le déploiement de la solution à l’échelle nationale (en excluant les villes de moins de 20k habitants) pourrait offrir 8% d’économies sur les émissions de CO2 eq liées à l’utilisation des voitures en France.</p>
<p>Freins à la mise en œuvre et conditions d’émergence</p>	<p>S’agissant de l’électrification du parc, l’interopérabilité entre les solutions numériques déployées par les différents opérateurs de bornes de recharge est une condition nécessaire pour permettre une massification des usages. En revanche, l’absence de connectivité sur une partie du parc de bornes de recharge (notamment les bornes installées avant 2017) est un frein réel à l’émergence de ce levier.</p> <p>S’agissant du report modal permis par le MaaS, le développement à terme d’une billettique unique entre tous les opérateurs et tous les modes de transport serait un moyen de massifier le recours à ces solutions et par conséquent d’accroître le passage à des mobilités douces et/ou moins émettrices. La fragmentation des aides à la mobilité existantes (forfait mobilités durables, prise en charge de l’abonnement de transport en commun, prime transport, etc.) et l’absence de guichet unique en la matière demeure toutefois un frein à cette mutation des usages.</p> <p>Plus largement, s’agissant du développement de fonctionnalités liées au MaaS, l’interopérabilité et l’accès aux données sont clés pour favoriser l’émergence de ces solutions.</p> <p>Par ailleurs, certains services de mobilité douce et/ou partagée ne reposent pas sur des modèles économiques purement privés, et suppose la mise en place de partenariats public/privé, en particulier avec les collectivités territoriales qui exercent le rôle d’autorités organisatrices de la mobilité.</p>
<p>Niveau de maturité</p>	<p>Si les technologies requises sont pour la plupart d’ores et déjà disponibles, le niveau de maturité s’agissant de la valorisation des données de mobilités est hétérogène, tout comme le déploiement des solutions identifiées.</p>
<p>Observations</p>	<p>En octobre 2021, le Gouvernement a publié une Stratégie d’Accélération Transport « Digitalisation et décarbonation des mobilités » (informations) qui s’inscrit dans le cadre du 4^{ème} programme d’investissements d’avenir (PIA 4). Cette stratégie, qui « <i>ambitionne de faire de la France un leader mondial des transports décarbonés et digitalisés</i> », vise à faire émerger une offre française de solutions de transports et logistiques</p>

innovantes et décarbonées. Parmi les mesures prévues par cette stratégie figure le soutien au déploiement de solutions, démonstrateurs ou pilotes des services « *Systèmes innovants pour automatiser la surveillance de l'état de l'infrastructure* » et « *Infrastructure énergétique pour l'alimentation et la recharge intelligente des véhicules* ».

^[1] Exemple de cas de dématérialisation réduisant les émissions du transport de marchandises : il est estimé que la dématérialisation des titres restaurants (solutions numériques au lieu du papier) permettrait une réduction de l'ordre de 60% des émissions de CO2 par euro dépensé (source : étude PRé pour Edenred, 2022).

Levier 3 – La décarbonation du secteur du bâtiment

Description du levier

La décarbonation du secteur de la construction, et plus spécifiquement du bâtiment, s'applique sur l'ensemble du cycle de vie de ce dernier, depuis le programme exprimé par le maître d'ouvrage jusqu'à la déconstruction avec recyclage, réemploi et réutilisation de l'ensemble des constituants. Les différents leviers de la fiche sont organisés selon ces étapes, avec une approche en Analyse de Cycle de Vie (ACV), et prenant en compte l'ensemble des composants technologiques et tous les acteurs intervenants. Le recours aux outils numériques appliqués au secteur du bâtiment (pilotage énergétique et numérique du bâtiment notamment), permettra le passage à l'échelle pour enclencher la massification de la rénovation énergétique et de l'exploitation optimisée du parc construit, et notamment pour répondre aux obligations de réduction des consommations énergétiques du parc tertiaire. Sur ces aspects numériques et environnementaux, les plans numériques bâtiment successifs (PTNB, Plan BIM 2022 et Plan BIM en cours), le projet MINnD pour les TP et pour l'environnement (RAGE, PACTE et Profeel) ont permis d'identifier les leviers de décarbonation du bâtiment. Les objectifs d'optimisation des deux cas d'usage (Pilotage du bâtiment & BIM) sont détaillés sur les différentes étapes du cycle :

- **Programmation**

La première étape de l'usage du numérique dans la décarbonation du bâtiment passe de manière incontournable par la phase de programmation du projet de construction par le maître d'ouvrage avec la définition détaillée de ses besoins et attendus programmatiques intégrant l'usage du numérique sur toutes les phases du projet notamment celle de l'exploitation maintenance. En ce sens, il y a lieu de poursuivre les travaux réalisés dans le cadre des

Plan BIM avec le renforcement et développement de la formalisation par la maîtrise d'ouvrage de l'expression des usages BIM et attendus numériques associés (dont ceux liés aux enjeux environnementaux à toutes les phases du projet notamment exploitation maintenance). Exemple : outil d'aide à l'accompagnement à la rédaction d'un cahier des charges Orélie BIM établi dans le cadre du Plan BIM 2022)

- **Conception**

Le « Building Information Modeling » (BIM) permet la gestion numérique des projets de construction en temps réel, permettant l'optimisation et la réduction des impacts environnementaux. Il a un impact particulièrement bénéfique sur les émissions de CO2 du secteur sur la phase de conception des projets immobiliers. Il permet notamment d'optimiser le choix des matériaux, systèmes et équipements qui ont les impacts environnementaux les plus réduits et d'améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment. Afin de sécuriser et simplifier la mise en œuvre du BIM, un cadre de référence dédié doit être adopté, et adapté aux spécificités territoriales. Le BIM est utilisé comme support à l'information nécessaire, voire à l'assistance ou l'automatisation des calculs : A titre d'exemple dans le cas de la RE2020, le BIM facilite notamment l'extraction de quantitatifs, phase préliminaire à une étude carbone.

La phase de conception est cruciale, car elle va impacter les émissions carbone de toutes les phases à venir : chantier, exploitation et fin de vie. Ainsi, les projets de smart building doivent impérativement être conçus en prenant en compte plusieurs nécessités, parmi lesquelles : mutualisation des réseaux pour éviter la multiplicité des équipements et câblages, choix d'équipements selon des critères environnementaux, dimensionnement des réseaux informatiques en adéquation avec les usages visés qui doivent être bien évalués, l'interopérabilité pour éviter l'obsolescence et permettre l'évolution des systèmes... Ces problématiques étant multiples, le respect d'un cadre de référence aide également à valoriser les bonnes pratiques et sécuriser la mise en œuvre du numérique lors de la phase de conception, construction ou rénovation du bâtiment (résultat de la charte "Bâtiments connectés, bâtiments solidaires et humains" du Ministère de la Cohésion des territoires).

- **Chantier**

Le BIM est également utile pour dimensionner au plus propre des besoins en termes de matériaux, induisant une réduction du gaspillage et une réduction des chutes et déchets. Il permet aussi de limiter les erreurs d'exécution grâce à la modélisation 3D. Le BIM permet également d'intégrer aisément les infrastructures

nécessaires pour accueillir les équipements de pilotage intelligent et aide pour vérifier les performances attendues du bâtiment.

- **Exploitation**

Le pilotage énergétique et numérique du bâtiment permet d'optimiser et de réduire significativement la consommation énergétique des bâtiments et ce faisant, d'accroître sa performance d'usage et d'exploitation. De plus, l'optimisation des propriétés et comportement du bâtiment permet de mieux anticiper les rénovations pour augmenter la durée de vie des composants (suivi des matériaux, systèmes et équipements et alerte sur l'érosion du bâti). Cette optimisation doit s'accompagner de l'éco-conception des systèmes d'information, tant concernant l'obsolescence de l'IoT que la continuité numérique (interventions ultérieures, reconfiguration, évolution de destinations, déconstruction, fin de vie).

En exploitation, il existe plusieurs leviers permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre du bâtiment :

Sobriété : Les actions permettant de "consommer moins", d'éviter les gaspillages énergétiques" par exemple : abaissement de la température de consigne, modification des plages de chauffage/climatisation, programmation de la ventilation, coupure ballon d'eau chaude sanitaire quand non nécessaire..., mais aussi mutualiser l'utilisation d'équipements ou de services (exemple : encourager la mutualisation d'espaces du bâtiment), utiliser au mieux les équipements (exemples : éteindre l'éclairage dans les lieux inoccupés ou les appareils non utilisés),

Efficacité énergétique et flexibilité : les actions permettant de "consommer mieux et au bon moment" : intégrer les nouveaux usages décarbonés, intégrer les ENR, décaler et programmer certaines consommations importantes (exemple : recharge véhicules électrique et sa réversibilité) sur des plages horaires spécifiques, par exemple durant les heures creuses pour éviter les pointes carbonées de consommation électrique nationale.

Avec l'expérience de l'hiver 2022, on sait désormais que les solutions de pilotage énergétique et numérique du bâtiment permettent de répondre à ces deux enjeux de sobriété et d'efficacité énergétiques à des fins de décarbonation. Le Smart Building est également un levier de développement de la flexibilité énergétique. Les rapports prospectifs (« Transition(s) 2050 » de l'ADEME ou « Futurs énergétiques 2050 » de RTE) portant notamment sur l'évolution du système énergétique français mettent en avant l'intérêt du développement de la flexibilité de la demande, lié notamment à l'intégration croissante d'infrastructures de recharge

de véhicule électrique dans les bâtiments. Disposant de moyens de flexibilité, le bâtiment n'est plus passif mais peut devenir un acteur actif du système énergétique.

En plus de ces deux règles, le renouvellement du matériel est un levier important. Il est nécessaire de renouveler quand nécessaire (le matériel le plus éco responsable est celui que l'on ne renouvelle pas) avec des critères d'achat, exemples : acheter du matériel d'occasion reconditionné, avoir un matériel solide et facile à réparer, avec une durée de garantie des pièces de rechange, matériel peu énergivore... Un jumeau numérique du bâtiment est également un outil permettant d'agir plus efficacement sur ces trois leviers (par exemple scénarios BIM 4 Value en cours de développement).

- **Fin de vie**

L'archivage numérique résilient permet de modérer les impacts environnementaux de la fin de vie du bâtiment (contrôle et suivi des matériaux, suivi en temps réel des éventuelles pollutions, etc.) Le suivi des métadonnées disponibles permet de rallonger la durée de vie du bâtiment et un réemploi plus performant des matériaux réutilisables/recyclables. De même, les outils de pilotage intelligent des bâtiments sont utiles pour mesurer la performance résiduelle des matériaux, permettant une maintenance prédictive et une réduction des risques de structure. Pour cela, il est indispensable d'assurer la continuité numérique de la conception à la fin de vie.

Afin d'éviter le remplacement d'équipements liés au numérique encore en état, la sélection des équipements reconnus pour leur « démontabilité », « réemployabilité » et « recyclabilité » doit être privilégiée pour prolonger la durée de vie du bâtiment et réduire son empreinte carbone. Le BIM, principalement utilisé pour la conception/construction permet de numériser les matériaux du bâtiment et de sélectionner ceux qui pourront être réutilisés lors d'une rénovation ou de la déconstruction du bâtiment, le tout dans l'optique de faire du bâtiment une banque de matériaux réutilisables, qui pourraient être réinvestis dans d'autres immeubles.

Le numérique peut également être mobilisé pour capitaliser la connaissance du parc construit sur tous les territoires. Réalisée dans le cadre du projet Go-RénoV du programme Profeel, la création récente de la Base de Données Nationale des Bâtiments (cartographie numérique détaillée du parc construit, agrégeant une vingtaine de base de données issues d'organismes publics) permet le développement de services et fonctionnalités pour orienter les politiques d'amélioration du parc construit que ce soit au niveau individuel, local, régional voire national, mais également poser les conditions de suivi du nouveau parc construit en continuité du PC.

**Objectif
annoncé
pour 2030**

En 2030, environ 93% du parc de bâtiment restera constitué de bâtiments construits avant 2023. Bien qu'il ne faille pas mettre de côté le neuf, il s'agit de concentrer les efforts sur les bâtiments existants. Ainsi, pour 2030, l'objectif est :

- L'enjeu de décarbonation du bâtiment passe donc de manière prioritaire par la massification de la décarbonation du parc construit en particulier pour répondre aux besoins concomitants en logements des ménages. En ce sens, le développement et déploiement large d'outils numériques destinés à optimiser l'intervention de rénovation énergétique est un levier important à considérer. Des premières approches ont été réalisées dans le cadre du programme filière ProFeel et demande à être renforcé vers l'accompagnement des outils numériques facilitant le relevé et la connaissance de l'existant, l'analyse fine des déperditions et fonctionnement des installations existantes et optimisation des travaux.
- Pour le neuf et la rénovation : bénéficier des informations environnementales des équipements numériques (fiches PEP notamment) pour être en mesure de réaliser des ACV et guider les choix de conception ;
- Pour l'existant : déploiement de système d'automatisation et de contrôle pour les bâtiments soumis au décret BACS et contribution du numérique aux atteintes des objectifs du décret éco-énergie tertiaire par un meilleur pilotage du bâtiment.

Ce déploiement repose sur plusieurs clés de réussite d'ordre organisationnel, ou en termes de ressources et de compétences pour les différentes parties prenantes. On parle de désignation/formation d'énergie managers pour piloter les projets, de pratiques de commissionnement et de recommissionnement, ou encore de positionnement de la filière comme stratégique qu'il s'agisse d'approvisionnement en composants comme d'attractivité pour recruter les nouvelles générations.

La généralisation du BIM et du *Smart Building* pour les constructions neuves de bâtiments collectifs ou tertiaires et l'utilisation d'applications d'optimisation concernant la logistique de chantier, les matériaux et le contrôle de la *supply chain* permettraient des gains importants en termes d'émissions de CO₂. La mesure de l'impact réel de ces technologies sur les émissions de GES sont actuellement indisponibles, pour manque de données existantes. Néanmoins, l'intégration de solutions IoT dans un « *Smart Building* » engendre une baisse significative de la consommation énergétique d'un bâtiment tertiaire (cas d'usages à l'appui). Globalement, une mesure homogène des gains énergétiques et émissions de GES sur le

	<p>déploiement de solutions IoT/BIM est un prérequis à la généralisation de l'usage de ces technologies.</p>
<p>Estimation d'impact sur la réduction des GES</p>	<p>L'estimation de la réduction des GES est complexe, car elle dépend par exemple des moyens mis en place, de la typologie des bâtiments, de la phase dans laquelle se situe le bâtiment (en conception, rénovation, exploitation). Pour donner quelques ordres de grandeur, 60% des émissions de GES proviennent de la phase de construction (<i>BBCA</i>). Un moyen de décarboner le bâtiment est donc d'agir sur l'existant et en favorisant les rénovations à faible émission de GES. Dans cette perspective, alors que le chauffage prend la place importante (40%) de la consommation énergétique globale, nous pouvons espérer des économies d'énergie conséquentes, dépendamment des solutions préconisées et du contexte énergétique national.</p> <p>On note une marge d'action conséquente dans le pilotage et l'optimisation énergétique des lieux accueillant du public et dans le secteur hôtelier : des économies nécessaires alors que l'adoption d'usages plus sobres de la clientèle semble plus difficile (consommation de chauffage/climatisation excessive, douches/bains nettement plus long que la moyenne etc...)</p> <p>Globalement, on estime que l'on peut économiser 24% du chauffage si nous sommes en mesure de gérer la présence / absence dans un bâtiment.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>Pour aborder les enjeux de décarbonation, il est certes important de fixer un objectif de long-terme mais il faut également intégrer les phases de transition pour y arriver (toute évolution de modèle économique ou de pratiques ne peut que se faire que dans le temps). Par l'optimisation qu'ils offrent, le BIM et le Smart Building permettent une meilleure maîtrise de la consommation de ressources naturelles.</p> <p>Tout comme les GES, il est difficile d'évaluer l'impact du numérique sur la réduction des indicateurs environnementaux. Il est nécessaire d'éviter les 'transferts de pollution' en mettant en place des solutions qui vont réduire les émissions carbone mais vont augmenter l'extraction de matières premières. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'avoir une approche en ACV globale qui prend en compte l'ensemble des impacts environnementaux.</p>
<p>Risques identifiés</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ne pas prendre en compte les sujets organisationnels et de ressources qui sont incontournables pour la réussite des projets ○ L'impact des solutions numériques connectées alourdit l'empreinte environnementale globale du bâtiment

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Les gains dû à l'optimisation de la consommation énergétique ne compensent pas le coût de construction et d'exploitation des solutions numérique énoncées (BIM et Smart Building).
<p>Freins à la mise en œuvre et conditions d'émergence</p>	<p><u>Freins à la mise en œuvre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ La généralisation du BIM se heurte aux difficultés d'appropriation des outils numériques par la filière. ○ De plus, les apports que le BIM représente sont aujourd'hui réservés principalement aux constructions neuves, où le retour sur investissement n'est pas toujours assuré pour le constructeur. De plus, de nombreux bâtiments sont livrés neufs sans accompagnement ou formation de l'exploitant du bâtiment ou des utilisateurs des locaux. ○ La question des données reste encore un sujet peu traité dans sa globalité vu la multiplicité des acteurs du secteur et le nombre important d'entreprises de toutes tailles (sujet à suivre avec le Data Act européen notamment). ○ Le manque de données sur l'impact et le bénéfice carbone des équipements et solutions numériques présentes dans le bâtiment et le manque d'interopérabilité (capacité des outils informatiques à échanger entre eux) des systèmes techniques du bâtiment, et d'ouverture des données (accès aux données produites par le bâtiment) qui limitent l'utilisation des outils, induisent des surcoûts d'entretien et de maintenance et réduisent la faculté à accéder aux données utiles à la décarbonation. nb. L'interopérabilité est à présent imposée par le Décret BACS. ○ Le déploiement de solutions intelligentes dans les bâtiments s'oppose également aux équilibres économiques des constructeurs et promoteurs, n'ayant pas d'intérêt particulier à optimiser les propriétés du bâtiment. ○ Si les gains de l'IoT sont bien réels sur la consommation énergétique du bâtiment, l'impact du BIM dans la performance environnementale globale des bâtiments est à ce jour insuffisamment étudié. Cette évaluation des impacts nécessite une coordination entre les différents métiers et les acteurs, du bâtiment, de l'énergie et du numérique. ○ L'absence d'un « Lot Smart » dans la conception d'un bâtiment, à l'instar des autres infrastructures électriques ou numériques, représente un frein à l'adoption d'outils de pilotage et d'optimisation. <p><u>Conditions d'émergence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ La généralisation d'un permis de construire numérique, s'appuyant sur une maquette BIM structurée autour des

exigences réglementaires et d'urbanisme, constituerait un socle préalable incontournable au déploiement de la pratique du BIM renforçant le pilotage et accélération de la décarbonation du bâtiment.

- Accompagner le maître d'ouvrage dans la prise en main des outils numériques et la formalisation de leurs besoins et attendus numériques dans leurs programmes avec des formations continues.
- Créer un incitatif financier à l'intégration de solutions intelligentes dans les bâtiments pour le constructeur, à condition que celles-ci soient multifonctionnelles et interopérables et/ou que le bâtiment soit labellisé
- Inciter le maître d'ouvrage d'assurer la continuité de l'infrastructure numérique lors de l'obtention du permis de construire, en lien avec l'opérateur d'infrastructure télécom.
- Définir les standards d'obsolescence pour l'IoT des bâtiments et rallonger la durée de vie des équipements.
- Soutenir le développement d'outils numériques de diagnostic et de virtualisation pour accompagner le chantier de la rénovation des bâtiments existants (scan-nuages de point, outils d'assistance aux rénovations thermiques) ...
- Inciter les acteurs à recourir à des protocoles ouverts, standardisés et interopérables et encourager le recours par exemple à des fiches "PEP ecopassport".
- Créer des formations aux outils de gestion du bâtiment pour les exploitants, et organiser des sensibilisations pour les utilisateurs des locaux.
- Communiquer sur le fait que le numérique est un outil dont les objectifs doivent être définis par avance. Son utilisation peut et doit être mise en œuvre de façon responsable (interopérabilité, mutualisation, efficacité...) et ainsi permettre la décarbonation et favoriser des usages sobres.
- Poursuivre et renforcer les travaux collectifs filière menés dans le cadre des plans numériques filière relatifs aux données numériques spécifiques bâtiment et leur structuration. La question des données reste encore un sujet peu traité dans sa globalité vu la multiplicité des acteurs du secteur et le nombre important d'entreprises de toutes tailles (sujet à suivre avec le Data Act européen notamment).

Commentaires :

La généralisation du BIM passe par la massification de la montée en compétence numérique des acteurs du bâtiment. La formation est un prérequis de l'usage des outils numériques auprès de l'ensemble des acteurs quelle que soit leur taille, leur typologie ou leur domaine

	<p>d'activité. Cela passe par la promotion des formations et logiciels BIM comme recensé sur le site PratiquerleBIM.</p> <p>En articulation et complément des leviers « le numérique pour capitaliser et partager la connaissance du parc construit sur tous les territoires » et « le numérique pour accompagner la massification de la rénovation énergétique », considérer et accompagner le développement de solutions numériques optimisant les interventions sur le parc existant en lien les possibilités d'urbanisme et notamment les possibilités de densification et surélévation.</p>
<p>Niveau de maturité</p>	<p>Le recours au BIM est en pleine croissance, mais de manière très hétérogène selon les appels d'offres. L'usage du numérique et plus précisément des outils de modélisation est déjà répandu dans les cabinets d'architectes et les bureaux d'études, mais son appropriation à tous les niveaux du secteur est encore en cours. L'utilisation d'outils numériques de modélisation pour décarboner les chantiers de rénovations est très prometteuse. Les approches appelées lasergrammétrie ou photogrammétrie, largement répandues, permettent de réaliser une rétroconception grâce à une approche « scan to BIM » simplement et de réaliser un « nuage de points » d'un bâtiment existant pour le modéliser ensuite précisément sous forme de maquette BIM. L'utilisation du BIM dans la rénovation permet de renforcer l'efficacité énergétique des projets de rénovation et de massifier la rénovation énergétique (le BIM permettant de réduire de moitié les temps de conception et de réduire de 20% les consommations énergétiques du bâtiment). <u>Ainsi, l'utilisation du BIM pour la construction ou la rénovation est qualifiée d'une haute maturité.</u> En parallèle, il est difficile d'évaluer le niveau de maturité du 'smart building', cela dépend des acteurs dont il est question (maturité des industriels, maîtres d'ouvrage, bureaux d'études, entreprises de constructions, exploitants...) ou du périmètre étudié (sur les logiciels, équipements...) ou le marché étudié (logements, bureaux, logistique...). Nous pouvons néanmoins avancer quelques éléments qui montrent un gain de maturité :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Évolutions réglementaires : plusieurs textes de loi sortis ou à venir impliquent directement ou indirectement le numérique dans le bâtiment. Exemples : le décret BACS sur le déploiement de système d'automatisation et de contrôle sur les bâtiments non résidentiels publié en 2020 et mis à jour en 2023, les travaux et expérimentations en cours à l'échelle européenne sur le 'Smart Readiness Indicator (SRI)' qui a pour but d'évaluer le "potentiel d'intelligence des bâtiments" sur l'efficacité et la flexibilité énergétiques ou les besoins des occupants

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Selon les résultats d'un sondage auprès des signataires de la charte "Bâtiments connectés, bâtiments solidaires et humains" porté par le Ministère de la Cohésion des territoires, en 2019 les maîtres d'œuvre, conseil ou fabricants considèrent que 23% de leurs clients sont passés à l'acte pour le bâtiment connecté et 35% pour le non-résidentiel ○ Selon l'étude "EMEA Occupier Survey Report" de 2019 produite par CBRE met en avant le smart building comme le 5ème facteur de choix d'un immeuble, en forte hausse entre 2018 et 2019. Il s'agit d'une attente en hausse de la part des locataires <p><u>Ainsi les usages relatifs au Smart Building sont qualifiés de haute maturité, nécessitant un accompagnement précis.</u></p>
Observations	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prise en compte de l'usage du bâtiment et des contraintes techniques ; ○ Obligation d'un carnet numérique de suivi du logement pour tertiaire et collectifs s'articulant avec la BDNB; ○ Interconnexion du bâtiment avec les réseaux THD locaux ; ○ Difficultés d'estimer la valeur ajoutée du bâtiment connecté, en termes économiques et environnementaux, bien qu'elle existe ; ○ Vigilance à porter sur l'optimisation des données utilisées (frugalité numérique à considérer) ; ○ Vigilance à porter sur la cybermalveillance et de la vulnérabilité de certaines solutions.

Levier 5 – La décarbonation de la collecte des déchets

Description du levier

○ **L'optimisation de la collecte des déchets ménagers :**

La collecte et l'acheminement des déchets vers les centres de traitement et de tri se fait à 97%* par camions thermique, qui émettent, de fait, du CO₂ : le passage à la collecte des déchets ménagers intelligente permet une optimisation significative des trajets et de la fréquence de la collecte. L'utilisation, à termes, de véhicules électriques et de bennes compartimentées constituent des éléments supplémentaires pour réduire les externalités négatives de la collecte de déchets. Face à la diversité des territoires, des cas d'usage et expérimentation en cours, tout projet de collecte des déchets connectée doit passer par une phase d'étude et diagnostic pour adapter les solutions. Les solutions numériques, avec des bénéfices sur l'empreinte carbone de la collecte, se concentrent sur les points d'apport volontaire (PAV), qui constituent des leviers intéressants pour piloter la politique locale.

L'utilisation de PAV connectés permet de réduire les parcours et la manipulation des bennes, optimisant les trajets effectués par les véhicules : on observe une réduction des émissions directes de CO₂ et une réduction du nombre de véhicules nécessaires. Ainsi, l'optimisation des tournées de collecte en zone rurales et dans les villes à fortes affluences touristiques, grâce à la mesure en temps réel du niveau de remplissage des conteneurs, permettra un double effet : la réduction du transport et l'amélioration de la valorisation/recyclage. La collecte intelligente a également pour objectif d'inciter la réduction des déchets, et doit s'accompagner d'une politique de sensibilisation de la part de la commune.

L'intégration de solutions numériques permet, après une phase de test, d'analyser les flux de collecte et de dépôt ouvrant la possibilité de modéliser une stratégie de réduction des collectes mais également de la production de déchets ménagers.

L'amélioration du traitement des déchets :

En France, le taux de déchets par habitant est de 13,8 tonnes de déchets par an selon le Centre national d'information indépendante sur les déchets (CNIID). La loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (2015) et la Feuille de Route Économie Circulaire (2018) prévoient de diminuer l'enfouissement de 50% entre 2010 et 2025, poussant la filière à se tourner vers des solutions innovantes pour améliorer le tri, le recyclage et la transformation des déchets ménagers.

	<p>Plusieurs exemples de robots de tri intelligents, avec des mécanismes d'apprentissage de reconnaissance des différents déchets, produisent des gains de productivité très importants pour répondre à un recyclage toujours plus exigeant. De plus, le lien avec une collecte des déchets connectée permet une optimisation de la consommation énergétique du centre de tri (optimisation selon les arrivages). La combinaison de la robotique et de l'intelligence artificielle fait émerger des solutions inédites pour améliorer l'effectivité des centres de tri, mais ces applications et cas d'usages ne sont pas encore déployés à grande échelle. De plus,</p>
<p>Objectif annoncé pour 2030</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ L'optimisation de la collecte des déchets La collecte des déchets connectée se développe dans plusieurs villes en France (Le Havre, Vannes, Tarbes...), mais ces cas d'usages sont pour la majorité trop récents pour avoir un audit exhaustif des réductions des GES issus du transport des déchets. L'utilisation de réseaux de PAV connectés, équipés de sondes de télérelève permet également d'accompagner les citoyens dans la réduction des déchets. Le manque de données disponibles et de recul par rapport aux cas d'usage ne permet pas de dessiner un objectif pour 2030. ○ L'amélioration du traitement des déchets L'utilisation de logiciels et robots de caractérisation des déchets au sein des centres de tri, et des camions-bennes, représente une opportunité pour améliorer sensiblement la qualité de tri des déchets ménagers. Ces solutions permettent de réduire les émissions des centres de tri des déchets (réduction des incinérations et productivité des chaînes de tri) mais également de mieux sensibiliser les particuliers au tri (identification des indésirables lors des collectes et traçabilité des déchets). Pour autant, les phases d'expérimentation de ces solutions ne permettent pas d'annoncer un objectif pour 2030. Pourtant, on observe que les Intelligence Artificielle développées aujourd'hui ne répondent pas à l'exigence et à la rapidité nécessaire pour traiter des déchets complexes. En parallèle, les solutions numériques concernant le traitement final des déchets permettent d'assurer une meilleure traçabilité des produits arrivant au centre de traitement des déchets permettant d'adapter les
<p>Estimation d'impact sur la réduction des GES</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ L'optimisation de la collecte des déchets Le passage des collectes de déchets connectées permet en moyenne une réduction des parcours de 15% à 20%^[1], selon les territoires et les zones d'expérimentation. Cette réduction des trajets permet une baisse de 10 % de kilomètres parcourus

	<p>chaque année par chaque véhicule et dans certains cas à une réduction de la flotte de véhicules nécessaires. Ce taux pourra être amené à évoluer avec la réduction de la production de déchets ménagers, les données enregistrées lors de la levée des bacs permettant aux usagers de suivre leur production de déchets (possibilité de créer des incitatifs à la réduction des déchets). De même, la transition électrique des véhicules (ouverte par la réduction des besoins) aura un impact sur les émissions de GES. Certaines solutions vont jusqu'à permettre aux entreprises utilisatrices de réduire leur effort de collecte de 30 % tout en maintenant un taux de débordement inférieur à 1 % de leur parc.</p> <p>Exemple : la communauté d'agglomération du Grand Lac a noté une baisse de près de 66 % du temps de travail à la suite du passage en point d'apport volontaire. D'autre part, le Sirtom a économisé 885 km soit 456 litres de gasoil non consommés en passant de huit tournées effectuées au lieu de seize en milieu rural. Cela réduit les émissions de la collecte de près de 1,41 tonne équivalent CO2.*</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ L'amélioration du traitement des déchets <p>L'utilisation d'outils numériques innovants permet d'augmenter la capacité des centres de tri et donc réduire les déchets qui ne seront pas valorisés (l'incinération produisant du CO2). À ce stade, aucune données exploitables n'ont été présentées au groupe de travail.</p> <p>Pour les deux leviers identifiés, le calcul des émissions de CO2 importés par la fabrication des terminaux et services associés à la solution doit être calculée pour affiner les estimations d'impact. De plus, l'intégration d'un modèle d'économie de la fonctionnalité est nécessaire pour adapter les solutions aux spécificités des territoires et des centres de tri/traitements.</p>
<p>Impact sur la réduction d'autres indicateurs environnementaux : la biodiversité, les ressources naturelles, l'adaptation, etc.</p>	<p>L'utilisation d'outils numérique d'optimisation du tri et de la collecte des déchets ménagers engendre une réduction des pollutions des sols et des eaux dû à la réduction des débordements des bennes. Dans la perspective d'une réduction constante des déchets ménagers, plusieurs autres indicateurs pourraient être impacté : amélioration de la protection des biodiversités et réduction des pollutions aériennes (réduction des déchets incinérés et des trajets de collecte).</p> <p>Il est également nécessaire d'estimer les impacts du déploiement de la solution numérique sur d'autres indicateurs que les émissions de GES. Ainsi, toute solution numérique a un</p>

	<p>impact sur l'épuisement des ressources naturelles dû à l'exploitation des matières premières nécessaires à la fabrication des terminaux (CF. GT1 Terminaux).</p>
<p>Risques identifiés</p>	<p>Un des risque repose sur la croissance du parc de capteurs (IoT) sans écoconception, émettant plus d'émissions de gaz à effet de serre qu'elle ne permet d'éviter. Dans cette perspective, tout déploiement doit faire l'objet d'études préalables prenant en compte les prévisions de croissance des capteurs IoT sur la base de l'étude ADEME/ARCEP.</p>
<p>Freins à la mise en œuvre et conditions d'émergence</p>	<p>Conditions d'émergence</p> <p>La généralisation d'études d'impact est un prérequis à l'adoption de la technologie, nécessitant une phase de diagnostic approfondie et adaptée au territoire visé. Il semblerait plus pertinent d'équiper en priorité les point d'apport volontaires enterrés, dont l'appréciation du remplissage est plus difficile. De plus, l'équipement des conteneurs à verre est identifié comme le plus pertinent, selon les retours d'expérience des communes. Ainsi, l'équipement de PAV sélectionnés lors de la phase de diagnostic permettra un déploiement des capteurs optimisé (conteneurs témoins permettant de déclencher la collecte).</p> <p>Néanmoins, la phase de diagnostic doit également considérer l'impact de l'usage d'une solution numérique (terminaux, services numériques...) dans l'appréhension globale du projet (écoconception, lowtech...). L'usage des technologies connectés de pilotage des collectes de déchets ménagers nécessitera un accès très haut débit jusqu'aux points de collectes. Globalement, il est essentiel d'intégrer l'écoconception de la solution (le déploiement et la fabrication des terminaux IoT) dans tous les projets lancés par les communes/agglomérations ou communautés.</p> <p>Enfin, une condition nécessaire au déploiement de solutions connectées reste l'accès à des réseaux (cellulaire, LPWAN, WiFi, etc), sans que celui-ci soit déployé uniquement pour cet usage.</p> <p>Freins à la mise en œuvre</p> <p>Le groupe de travail a identifié un frein dû à la rentabilité de l'investissement par les collectivités qui est effectif au bout 18 mois en moyen. Pour favoriser son usage, des incitatifs financiers ou amortissements de l'investissement serait souhaitables. Dans la perspective de réduction des déchets ménagers, il serait intéressant d'inciter les collectivités à respecter les objectifs de réduction des déchets ménagers</p>

	<p>(tarification incitative des déchets finançant les outils de pilotage).</p> <p>Le second frein de l'intégration de la solution de collecte intelligente ou d'optimisation du tri est l'absence de mesure fiable de la réduction de l'impact environnemental. Le groupe de travail appelle donc à une étude exhaustive sur les gains environnementaux réels qu'apportent les solutions connectées au secteur, intégrant les coûts environnementaux du déploiement de technologies sur de nombreux points.</p> <p>Un frein technique identifié par le groupe de travail réside dans l'absence de distinction des déchets selon leur densité par certaines technologies mises en place, laissant la possibilité aux capteurs d'induire en erreur la collecte. Il semble que les produits manufacturiers. De plus, la dégradation volontaire des PAV reste une problématique qui altère les capacités et la précision des informations communiquées.</p>
Niveau de maturité	Moyen/Faible
Observations	<p>La présente fiche se concentre sur les déchets ménagers, dits ordinaires, qui sont identifiés comme les ceux les plus collectés en termes de fréquence et ceux dont le tri puis le traitement est le moins performant.</p> <p>L'intégration de solutions connectées dans la collecte et le traitement des déchets aurait un effet sur la filière, et pourra, par l'introduction de nouvelles technologies et d'innovations, dynamiser la filière du recyclage. Ces solutions connectées pourront également faire l'objet d'un contrôle de la part de la collectivité, notamment sur le respect des engagements en terme de réduction du gaspillage alimentaire (mesure de la réduction des déchets et calcul des trajectoires).</p> <p>La collecte intelligente devrait être intégrée aux côtés d'autres services usagers afin de permettre un amortissement du déploiement des capteurs (caméras de surveillance pour détecter les décharges sauvages par exemple). En parallèle, la solution de connectivité est utile pour modéliser les taux de remplissage et les collectes</p> <p>Aujourd'hui, l'impact du refus de collecte constitue un levier important sur lequel les collectivités et industriels peuvent travailler conjointement, notamment avec des solutions connectées.</p>

¹¹ Estimation moyenne faite à partir des cas d'usage étudiés

Annexe 2 : Participants aux groupes de travail et acteurs consultés dans la rédaction des fiches levier

ACOME	Equinix	Platform.sh
ADEME	Fairphone	POINT DE M.I.R
AdVaes	FCD	Qarnot Computing
AGIT	Fédération Française de la blockchain	RCUBE
ALEIA	Federec	Recommerce
Allea Solutions	FEVAD	Renaissance Numérique
Amazon	FICIME	Rolls Royce
Amazon Web Services	FIEEC	Sallaberry
ANCT	Fnac Darty	SAMSUNG
AOTA	France Digital	SAP
Apple	France Stratégie	SBA
ARCEP	Fresque du Numérique	Scaleway
ARCOM	FRUGRR	Secimavi
Artelia	Fujifilm	SFR
ATOS	Gimelec	Smart Buildings Alliance
Avicca	Google	SNJV
Backmarket	Groupe LA POSTE	Société Générale
Boavizta	HOP	Sony
Boulangier	HP	Sopra Steria
Bouygues Telecom	HPE	SPIE
BPCE Solutions informatiques	Hub FranceIA	Strat & Tech
Capingelec	I Care consult	Straton DCIM
Carrier	IBM	Sycabel
CBRE	ILIAD	SNJV
CEGID	INR	Systnaps Software
CEME	Inria	TDF
Cerema	Institut Paris Région	The Shift Project
CGDD	Koevo	United b
Cloud Temple	Kyndryl	VM Ware
Commown	La Poste	Webaxys
CROSSCALL	Legrand	Wiko
CS Horizon	Lenovo	
Ctrl S	Lewebvert	
DATA4	Lutecium	
Dell	Mavana	
Digital Reality	META	
Eaton	Microsoft	
Ecologic	NETFLIX	
Ecosystem	Oppo	
Edenred	Orange France	
Eiffage	Outscale	
Ekhotec	OVHcloud	
Epson	Panasonic	

Annexe 3 : Structures impliquées dans le cadre du comité expert

- Institut Mines Telecom
- Aix-Marseille Université
- Boavizta
- CEA
- ENS Lyon
- ENS Saclay
- Green IT
- IMT Business School
- IMT Nord-Europe
- INRIA
- Institut Pierre-Simon Laplace
- IUT Bayonne - Université Pau
- Mines Alès
- Mines Saint-Etienne
- Observatoire des Sciences de l'Univers - Institut Pythéas
- Telecom Paris
- The Shift Project
- Université de Bordeaux
- UPS - Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique

