



## En synthèse

L'objet du présent document est de faire un premier bilan des expérimentations, pour certaines encore en cours, liées à la mesure dans le cadre de la feuille de route ministérielle « Numérique et Ecologie », et d'en tirer une première perspective d'actions pour les années 2022/2023.

Ces actions s'inscrivent dans un double contexte : celui du plan d'action sur les services publics écoresponsables d'une part, celui des feuilles de route – [feuille de route gouvernementale « Numérique et environnement »](#) et sa déclinaison pour les services de l'Etat, [la mission interministérielle « Numérique écoresponsable »](#)<sup>1</sup> conduite dans le cadre du programme Tech.gouv.

1

Trois expérimentations de mesure ont été retenues pour 2021.

- La mesure du PUE<sup>2</sup> du data centre parisien ;
- La mesure de produits numériques ;
- La mesure autour du parc informatique d'administration centrale.

Ces expérimentations, effectivement menées ou engagées, ont offert une vue globale des facteurs d'émission sur toute la chaîne, des serveurs aux postes de travail en passant par les produits numériques. Elles ont également permis de mettre en évidence deux limites :

- Celle liée à la marge d'erreur qu'implique l'exercice ;
- Celle liée au fait qu'elle ne permet pas vraiment aux acteurs de se projeter dans des actions concrètes de réduction, au-delà de la confirmation de l'importance du levier de la maîtrise du cycle de vie du parc d'équipements (achats, durée d'usage).

## Réalisation des expérimentations

### La mesure du Data Centre Parisien

Le premier objectif de cette action était d'obtenir la mesure de l'efficacité énergétique (PUE) de ce centre, mais l'accompagnement d'EcoInfo<sup>3</sup> nous permet d'envisager également la labellisation européenne (Code de conduite des data centres) que notre intervenant a déjà réalisé pour d'autres centres.

L'échéance initiale prévue en septembre 2021 a dû être reportée (et interviendra courant 2022) en raison de l'absence de compteurs en entrée des groupes froids qui se combinait avec des attentes de décisions concernant des évolutions sur les points de distribution électrique. Suite aux décisions prises tout début 2022, la mesure pourra être relancée dès que les compteurs seront disponibles, avec une échéance espérée avant la fin du second trimestre. Même si elle est pour partie dépendante des mesures, la constitution du dossier de labellisation va être réalisée en parallèle pour limiter les cumuls de délais.

<sup>1</sup> Cette mission est co-pilotée par le ministère de la transition écologique et à la direction interministérielle du numérique.

<sup>2</sup> Power Usage Effectiveness : indicateur d'efficacité énergétique, utilisé pour qualifier l'efficacité énergétique d'un centre d'exploitation informatique.

PUE = Énergie totale consommée par le centre informatique / Énergie consommée par les équipements informatiques

<sup>3</sup> Groupement de Services du CNRS, constitué d'ingénieurs, de chercheurs, d'étudiants des secteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur en France autour d'un objectif commun : agir pour réduire les impacts (négatifs) environnementaux et sociétaux du numérique

## L'évaluation des produits numériques

Deux types de produits ont été retenus pour ces premières expériences :

- La mesure d'un produit réalisé en interne sur des technologies et un hébergement classiques et parfaitement maîtrisés (le choix s'est porté sur SECHÉL), avec le prestataire IJO, qui nous a remis son rapport définitif fin novembre (cf. annexe 1)
- La mesure d'un produit plutôt type « progiciel » à usage large, mais hébergé sur des plateformes étatiques. Le choix s'est porté sur la Webconf de l'Etat, à la fois pour sa portée interministérielle et l'apport que l'on peut imaginer de ce type d'outil dans une démarche « écologique ». Les actions ont été lancées fin 2021 avec la société Greenspector ; les résultats sont attendus pour février 2022, tant sur la mesure d'usage de l'infrastructure (y/c postes de travail) par un produit numérique, que sur la conception du produit.

## L'évaluation du parc informatique (cf. annexe 2)

Le principe de l'utilisation d'outils complémentaires de mesure ([Ecodiag](#), proposé par EcoInfo, et [WeNR](#), proposé par l'Institut du Numérique Responsable) a été retenu et nous permet à la fois de vérifier la complétude de notre inventaire en fonction des attentes des deux outils et d'évaluer aussi les éventuels écarts.

Dans les deux cas, la hiérarchie des postes est identique, à savoir, par ordre décroissant et pour les plus significatifs : les écrans, les PC portables, les imprimantes et copieurs multi-fonctions, les PC fixes, les téléphones portables et les serveurs bureautiques locaux. Le principal écart de mesure entre les deux outils concerne l'empreinte des écrans.

## Les principales difficultés rencontrées, transverses à l'ensemble des travaux menés

Le vœu initial d'un accompagnement global par EcoInfo sur l'ensemble des travaux à mener n'ayant pu se concrétiser, il a été nécessaire de recourir à des prestataires avec des impacts calendaires évidents liés à la commande publique.

Par ailleurs, plusieurs incertitudes sont apparues au fur et à mesure des travaux qu'il a fallu instruire sur un temps plus long qu'initialement envisagé :

- **La définition précise du périmètre de mesure**, à la fois évidemment sur le matériel à intégrer, mais aussi sur l'échelle de temps de référence ou scénarios d'usage représentatifs pour des produits numériques.
- **La maîtrise des inventaires ou de l'architecture globale** : ils ne contiennent pas toujours l'information nécessaire à la mesure qui n'avait pas de précédent ;
- **La multiplicité des acteurs** : la compréhension de leur périmètre d'action est clé pour éviter les doubles comptes ;
- **L'existence de mesures ou de journaux établis à des fins opérationnelles** : ils donnent un sentiment de facilité d'accès à l'information mais peuvent in fine se chevaucher ou ne pas correspondre aux attentes, ce qui a nécessité des analyses complémentaires
- **Des usages qui ne sont pas toujours ceux qui étaient attendus** : ce qui a nécessité de réajuster les hypothèses ou faire des extrapolations.

Même si aucun de ces points évoqués n'a conduit à des impossibilités d'établir une mesure (sauf dans le cas du PUE du data centre), la qualité de cette dernière en termes d'exhaustivité ou de précision (et donc de comparaison voire réutilisation possible des résultats obtenus) est évidemment amoindrie par rapport à l'ambition initiale.

## Les enseignements méthodologiques à retenir

Les difficultés relevées sont globalement celles identifiées aussi par des structures qui engagent des démarches similaires. Chaque progrès sera donc capitalisable soit en interne soit en externe.

Les expérimentations ont montré un engagement des acteurs sollicités. IJO ou EcoInfo n'ont jamais essuyé de refus et ont obtenu des réponses assez détaillées et précises de la part de l'écosystème, ce qui est de bon augure pour la poursuite des travaux.

Dans la même logique et grâce au défrichage réalisé, les acteurs concernés comprennent mieux les éléments à fournir. En complément des expérimentations, le data centre a par exemple commencé à identifier des mesures qui pourraient faciliter la reproductivité des mesures pour les produits numériques.

Les expérimentations menées constituent un embryon de démarche. Sur la mesure des produits numériques, une première formalisation issue du travail d'IJO a été livrée dans le cadre du rapport. Elle permettra d'établir une première généralisation à minima interne qui partagée avec d'autres structures pourra contribuer à l'établissement d'une méthode.

On retient donc les principaux enseignements suivants :

- Choisir son approche : Top-down (vision globale) ou Bottom-up (vision locale)
- Bien définir son périmètre de mesure (ex.: parc informatique)
- Maîtriser ses inventaires et ses schémas d'architecture : risques de chevauchements et doubles comptes
- Multiplicité des acteurs : bien les identifier ainsi que les points de mesure (ex. : ceux dédiés au data centre, ceux dédiés au gestionnaire de bâtiment...)
- La mesure s'affine avec l'expérience ainsi que la marge d'erreur. Nous partons sur des objectifs en tendanciel plus que des valeurs absolues

## Prochaines étapes

Doter les acteurs d'une vision claire sur les actions concrètes à mener et leur potentiel de réduction, sur la base d'un point zéro « sérieux », s'avère clé pour établir des indicateurs et mesurer les évolutions et qui doit devenir un support aux plans d'actions portés par les différents acteurs : hébergeurs, acteurs de la réalisation des produits numériques et gestionnaires du parc. La mesure seule ne permet évidemment pas de progresser.

Pour 2022 et 2023, le plan d'action de la mesure va ainsi se concentrer autour de 3 priorités :

- **Finaliser la mesure expérimentale** sur la webconférence de l'Etat et **labelliser le datacentre de La Défense** selon le Code de Conduite Européen ;
- **Etendre et suivre la mesure** pour réduire les marges d'erreur observées en 2021 et établir une mesure globale MTE ; en déduire **une méthode et des outils de mesure exportables** en interministériel ;
- Grâce à la mesure, **accompagner les contributeurs à l'usage du numérique** (équipes produits, gestionnaires de parc, producteurs de mesures) dans **l'identification et l'activation des principaux leviers pour réduire l'empreinte**.

## ANNEXE 1 : ZOOM SUR LA MESURE DE SECHEL

### Principaux enseignements

- Avec le niveau d'utilisateur.rices actuels, la majeure partie de l'empreinte carbone de SECHEL se situe dans le data centre. SECHEL étant encore assez peu utilisée, ce poids relatif a vocation à diminuer avec l'augmentation du nombre d'utilisateur.rices.
- Les résultats confirment l'importance d'évaluer également l'empreinte carbone des logiciels et des équipes mobilisées sur l'application.
- Améliorer l'empreinte d'une application se traduit par une démarche des équipes d'urbanisme (data centres et réseaux) pour utiliser une architecture moins gourmande, où les fonctionnalités sont alignées avec les besoins réels, et sollicitant un nombre optimal d'équipements informatiques.
- Optimiser l'empreinte carbone des postes de travail est également très important. Cette action doit s'entreprendre au regard des besoins de chaque type d'utilisateur.rice.
- Si l'urbanisme de l'application est performant, l'écoconception au niveau logiciel permettra d'améliorer encore l'empreinte carbone de l'application.

4

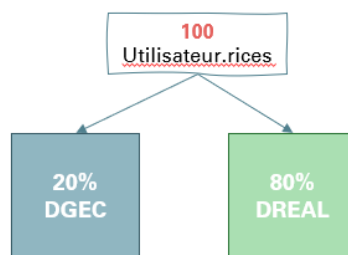
### Les hypothèses retenues



La période d'analyse retenue a été une année glissante de **juin 2020 à mai 2021**, ce qui correspond à une phase de production (année nominale sans phase de développement)

**1 heure**  
d'utilisation de l'application par jour

Nous avons modélisé le temps passé sur l'application par utilisateur.rice à 1 heure par jour, soit 1/8 d'une journée



Les utilisateur.rices se connectent via deux types d'architecture réseau en fonction de leur entité d'appartenance (DGEC ou DREAL), c'est pourquoi nous avons modélisé cette part en fonction de la quantité d'utilisateur.rices recensée dans chaque direction.

## Amortissement des émissions liées à la fabrication sur la durée de vie

Cette méthode est **la plus répandue**, elle **répartit équitablement** l'impact de la fabrication et de la fin de vie sur l'ensemble de la durée de vie de l'équipement.

Pour cela, nous devons recueillir la **durée de vie des équipements**.

### Durée de vie standard par type d'équipement

Type d'équipement	Durée de vie (années)
Ordinateurs	5
Ecrans	7
Switch	10
Équipements réseaux	5
Serveurs	6

Ce tableau présente la durée de vie des équipements retenue grâce aux informations du ministère.

**Fin de vie des équipements :**  
Nous avons retenu un **ratio de 2%** lié à la fin de vie des équipements.

Le **PUE** retenu est de

**1.8**

les mesures **mises en place** par le MTE pour réutiliser la chaleur fatale dégagée par le datacenter **n'ont pas été prises en compte**

5

## Principaux résultats

**9.6**  
tCO<sub>2</sub>eq

**pour 100 utilisateur.rices**  
**1 h d'utilisation par jour**

Dont Équipements **75%**  
 Logiciels et licences **19%**  
 Équipes et maintenance **6%**

Si **doublément des utilisateur.rices** (200 utilisateur.rices) : **11.8 tCO<sub>2</sub>eq**.

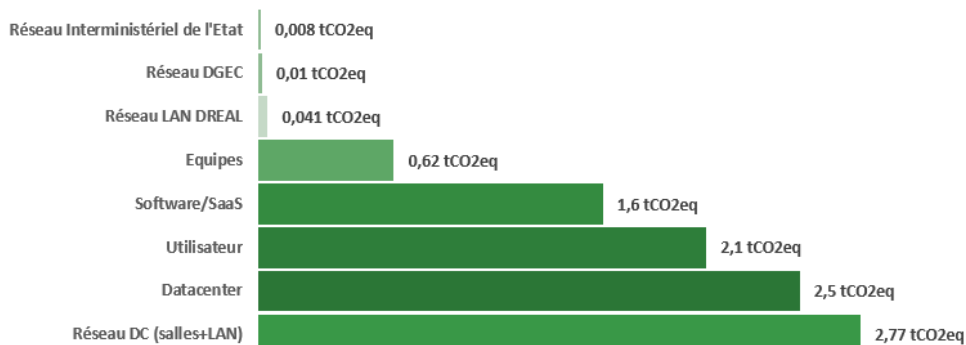
Si l'**utilisation moyenne passe à 3h/jour**, on aurait une empreinte totale de **13.9 tCO<sub>2</sub>eq**.



### Comment utiliser ce chiffre ?

cette empreinte est propre au produit **Sechel** : un inventaire de l'infrastructure, des logiciels et équipes est nécessaire pour établir l'empreinte d'un autre produit

## Répartition des émissions liées à SECHEL par catégorie



## ANNEXE 2 : ZOOM SUR LA MESURE DU PARC

### Résultats bruts

Les outils utilisés n'ont effectué qu'une mesure de l'empreinte carbone du parc. Nous ne disposons donc pas encore d'une mesure globale de l'empreinte écologique de ce parc (incluant la consommation de ressources abiotiques – ressources minérales non renouvelables –, de ressources en eau, ainsi que l'impact sur la biodiversité), ni de l'empreinte sociale (travail de personnes fragiles ou non qualifiées, dont les enfants sur l'ensemble de la filière : extraction, fabrication, distribution, traitement des déchets).

Empreinte totale du parc de postes de travail	Ecodiag		WeNR	
	Empreinte (kgCO2e/an)	%	Empreinte (kgCO2e/an)	%
Total	1 185 733	100	1 436 829	100
Dont fabrication et transport	1 095 250	92	1 377 529	88
Dont utilisation	90 482	8	59 300	12
Empreinte totale (parc de postes de travail et centre de données)	-	-	1 911 812	
Soit par utilisateur			382	

Empreinte par famille d'équipements	Ecodiag		WeNR	
	Empreinte (kgCO2e/an)	%	Empreinte (kgCO2e/an)	%
Ecrans	510 671	43	786 317	55
PC portables	377 746	32	355 672	25
Imprimantes	164 803	14	121 197	8
PC fixes	71 930	6	95 046	7
Ordiphones	32 394	3	56 342	4
Serveurs locaux	24 697	2	11 009	1
Réseau	400	0	9 129	1
Tablettes	3 092	0	2 061	0
Stockage local	-	-	56	0
Total	1 185 733	100	1 436 829	100

### Analyse des résultats

La mesure a été réalisée avec l'outil [WeNR](#)<sup>4</sup> confirme la part prépondérante du parc de postes de travail dans l'empreinte totale (1 436 829 kgCO2e/an sur un total de 1 911 812 kgCO2e/an, soit 75 %) et, pour cette empreinte, le poids très largement prépondérant des phases de « fabrication et transport » du cycle de vie, dans chacune des mesures.

Dans les deux cas, la part relative de la fabrication et du transport est écrasante (environ 90%), ce qui est comparable au ratio obtenu par WeNR par les grandes entreprises participantes. Ceci est à la fois cohérent avec les publications sur le sujet au niveau mondial et avec le mix énergétique national, peu carboné au regard de nombre d'autres pays.

La pole position tenue par les écrans constitue la mauvaise surprise de l'exercice, à plusieurs titres :

- Ce poste est structurellement sous-évalué par l'exclusion du périmètre de mesure des écrans en tisanerie et en salles de réunion, qui sont en outre pour ces derniers de grande taille ;

<sup>4</sup> Outil de mesure de l'empreinte numérique proposé par l'institut du numérique responsable (INR). Il est libre d'utilisation



- Ces équipements sont ceux dont la durée de vie prévisionnelle est la plus grande (7 ans), ce qui offre des perspectives imitées d'amélioration par allongement de cette durée de vie ;
- La tendance évolutive du parc est fortement à la hausse, par conjonction de plusieurs phénomènes (la dématérialisation des procédures qui pousse au doublement des écrans, éventuellement conjuguée à l'accroissement de leur taille – ex : dossiers relevant du droit des sols - ; la dotation éventuelle d'un écran utilisable au domicile de l'agent télétravailleur ; la généralisation programmée en administration centrale de l'équipement des salles de réunion en dispositifs permettant la tenue de réunion en mode hybrides (participants pour partie dans la salle de réunion, pour partie en webconférence à distance) ;

La généralisation récente des PC portables pénalise l'empreinte (légèrement supérieure dans l'absolu, mais surtout accompagnée d'une réduction de la durée de vie prévisionnelle (de 5 à 3 ans, par exposition aux vols, aux chutes, moindre réparabilité).

Si la hiérarchie des catégories de matériels et l'ordre de grandeur de l'empreinte pour chacune des catégories sont globalement les mêmes avec les deux outils de mesure utilisés, force est de constater une différence significative des résultats qui oblige à conclure à une marge d'incertitude importante, de nature à empêcher la comparaison entre entités comme la mesure d'impact de mesures de réduction de l'empreinte. En cause, se trouve probablement une différence dans les référentiels utilisés, soit en valeurs absolues, soit en termes de niveau de finesse (par exemple, avec Ecodiag, décompter tous les postes de travail en profil générique conduit à une empreinte de 1 196 763 kgCO<sub>2</sub>e/an, soit + 11 030 kgCO<sub>2</sub>e/an par rapport à l'évaluation présentée ci-dessus).

En conclusion, cette première campagne de mesure ne permet que de confirmer et d'illustrer les priorités de portée générale :

- La réduction de l'empreinte du parc de postes de travail est le levier majeur de réduction de l'empreinte globale du ministère ;
- Privilégier l'équipement selon une logique de « juste besoin » ;
- Mieux mesurer et accroître autant que faire se peut la durée d'utilisation des équipements.