



## Le numérique frugal au service de la décarbonation



Une publication du **Groupe de Travail**  
**« Décarbonation & Numérique Frugal »**  
de **Systematic**

### **Chapitre 1 : Le constat**

Croissance de l'usage du numérique & envol des émissions de GES

### **Chapitre 2 : Le paradoxe**

Adopter les technologies numériques pour réduire les émissions de GES

### **Chapitre 3 : l'impératif**

Faire évoluer rapidement les pratiques

### **Chapitre 4 : l'urgent**

Créer localement de nouvelles activités nativement décarbonées

### **Chapitre 5 : l'indispensable**

Stimuler et soutenir le développement des solutions logicielles

# Parole d'Experts



**Systematic Paris Région s'est donné comme objectif de contribuer à la stratégie mondiale de décarbonation définie par l'Accord de Paris et d'aider les entreprises à s'inscrire dans une trajectoire conforme aux choix européens de NetZero en 2050.**

Le groupe de travail Décarbonation & Numérique Frugal que nous avons créé en 2023, transversal aux hubs et enjeux, a l'ambition de documenter la place de la filière numérique, aussi bien dans la production d'outils et de services que dans les usages dans la production d'émission de gaz à effet de serre

Notre intuition est que le bilan global entre, d'une part, les émissions de gaz à effet de serre (GES) induits par la production et l'usage des outils numériques et, d'autre part, la réduction des activités génératrices de GES grâce à l'utilisation des outils numériques devrait être positif. Le numérique peut déjà permettre d'optimiser des activités impliquant l'usage d'énergies émettrices de CO2, comme le transport ou l'agriculture, ou permettre la mesure et le contrôle de toutes les sources d'émissions de GES afin d'en permettre des optimisations ultérieures. Notre objectif est de démontrer la pertinence de cette approche et de fournir les éléments de méthode permettant à chaque entreprise comme à chaque particulier, de contribuer par un usage maîtrisé des moyens numériques à la baisse maîtrisée des émissions de GES.

A cette fin, nous avons collecté, à travers des sources fiables d'information, les résultats scientifiques comme les bonnes pratiques. Nous avons conscience que ce travail est inachevé, mais les enjeux considérables de la décarbonation, comme la nécessité d'une contribution étayée au débat public, nous ont incité à publier nos travaux en l'état de nos connaissances en fin 2024.

Il ne reste que 25 ans pour atteindre le Net Zero. Chaque instant, chaque geste compte alors que chaque année la planète dépasse les records de chaleur et de perturbations climatiques de l'année précédente.

**La planète brûle. Le groupe de travail Décarbonation & Numérique Frugal ne veut pas regarder ailleurs mais agir, maintenant, avec les outils les mieux appropriés.**

**Pour commencer, il partage aujourd'hui avec vous son analyse de la situation et sa vision pragmatique et déterminée des pratiques à changer ainsi que des solutions à mettre en place pour inverser la tendance. Parce que oui, c'est encore possible !**

**Nous vous souhaitons une bonne lecture et vous invitons à nous rejoindre !**

**Le groupe de travail Décarbonation & Numérique Frugal de Systematic**

**NB : Systematic est déjà un acteur engagé dans la décarbonation des activités du numérique via la mise à disposition des acteurs économiques et collectivités d'une [cartographie de solutions liées à l'enjeu de la décarbonation et d'un numérique plus frugal](#)**

## Chapitre 5 : L'indispensable

### Stimuler et soutenir le développement des solutions logicielles

par Jean-Pierre Corniou, CEO, Agile-IT & Pdt de l'Enjeu Industrie & Services, Systematic  
Gwenaëlle Berthier, Cheffe de Projet, IRT SystemX  
Cristian Maxim, Ingénieur-chercheur Senior, IRT SystemX  
Floris Thiant, Doctorant, IRT SystemX / LGI / LISN

#### Introduction

Considérons la définition du service numérique **(1)** comme étant l'ensemble des ressources logicielles et matérielles coordonnées, nécessaire pour répondre aux besoins des utilisateurs.

**Dans une perspective de décarbonation du numérique, un ensemble de méthodes ou approches existe, en particulier la frugalité.**

**Dans une démarche de décarbonation du service numérique, l'obtention d'un service frugal passe avant tout par la quantification des impacts environnementaux du dit-service (ex. frugalité de l'IA **(2)**).**

Il convient donc, dans ce bilan, de tenir compte de plusieurs dimensions :

- **les parties prenantes** (utilisateurs, support, maintenance, etc.)
- **l'inter-dépendance** entre le matériel et le logiciel
- **les phases de fabrication et transport** (par ex. sur les hardwares, RAM, GPU, etc.), **les phases d'usage du service numérique** (abordées dans ce chapitre) et **les phases de fin de vie** (moins documentée) sont importantes à quantifier

**(1)** <https://learninglab.gitlabpages.inria.fr/mooc-impacts-num/mooc-impacts-num-ressources/Partie3/FichesConcept/FC3.2.1-servicenumerique-MoocImpactNum.html>

**(2)** <https://www.afnor.org/actualites/intelligence-artificielle/referentiel-reduire-impact-environnemental-ia/>

# Parole d'Experts



La problématique est à la fois de comprendre et modéliser les liens / interactions / rétroactions entre ces différentes composantes, et d'évaluer le bilan carbone avec des données pertinentes et de qualité, tout en maintenant un périmètre d'étude constant **(3)**.

## 1. Une approche méthodologique à consolider

### 1.1 - Quelles problématiques ?

Malgré l'importance croissante de ces évaluations, mesurer l'impact environnemental du secteur informatique demeure une tâche complexe pour plusieurs raisons, une perspective en partie éclairée par les observations issues de la littérature **(4)** :

- **Diversité des équipements et des usages** : La variété des appareils (smartphones, ordinateurs, serveurs) et leurs usages diversifiés rendent la standardisation difficile lorsqu'une comparaison est nécessaire.
- **Cycle de vie complexe** : Les produits numériques ont des cycles de vie impliquant de nombreux acteurs à travers le monde, de l'extraction des matières premières à leur élimination en fin de vie. Ce cycle de vie complexe ajoute de la complexité aux composants produits et à leur évaluation.
- **Données fragmentées** : Les données nécessaires à une ACV (Analyse du Cycle de Vie) complète sont souvent dispersées et difficiles d'accès. Les fournisseurs et les fabricants de composants divulguent parfois l'empreinte carbone de leurs produits et services.  
Cependant, les informations disponibles publiquement se concentrent souvent sur l'empreinte carbone, négligeant d'autres impacts.  
De plus, les méthodologies utilisées pour calculer ces empreintes carbone sont fréquemment omises, ce qui rend difficile l'évaluation de l'exactitude et de l'exhaustivité des données rapportées **(5)**.
- **Évolution technologique rapide** : Les progrès technologiques et les changements rapides des pratiques de consommation **(6)** rendent rapidement les données obsolètes.

**(3)** Notamment dans un contexte où l'impact des data center est en forte hausse <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>

**(4)** Cf. Maxim et al. (2025), White Paper STATE OF THE ART OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES <https://hal.science/IRT-SYSTEMX/hal-05230562v1>

**(5)** F. Monteverchi, T. Stickler, R. Hintemann, and S. Hinterholzer, "Energy-efficient cloud computing technologies and policies for an eco-friendly cloud market. final study report," Vienna, Final Study Report, 2020.

**(6)** A. Redissi, "Étude du désir de changement des produits numériques, le cas du smartphone : représentation du comportement de l'utilisateur et contribution du co-design," Thèse de doctorat, Université Paris 8, 2021.

# Parole d'Experts



## 1.2 – Quel guide ?

Face à ces problématiques, les normes et standards sont des aides précieuses pour l'évaluation de l'impact d'un service numérique.

Si plusieurs standards monocritères (ex : GHG Protocol **(7)**, Bilan Carbone de l'ADEME **(8)**) ou multicritères (ex : Analyse du Cycle de Vie – ACV – standard régi par les normes ISO 14040/14044 **(9)**) ou même référentiels (ex. IA frugale AFNOR **(10)**) existent pour quantifier l'impact des services numériques, la méthode d'ACV est de plus en plus intégrée et recommandée dans le cadre des politiques d'évaluation d'éco-conception et de responsabilité environnementale.

Par exemple, l'Agence de la transition écologique (ADEME) promeut, au niveau national, la méthodologie des ACV multicritères dédiées aux produits numériques. Ainsi, l'ADEME a développé un ensemble de Référentiels par Catégorie de Produit (RCP) **(11)**. Ces RCP fournissent des lignes directrices sectorielles pour la réalisation d'ACV, visant à accroître la pertinence et la comparabilité des évaluations environnementales au sein de groupes de produits spécifiques.

La communauté scientifique du secteur des technologies de l'information a d'ailleurs adopté et perfectionné cette méthode d'ACV afin de quantifier la diversité des impacts environnementaux des technologies numériques.

Si ce guide existe, son utilisation pour une diversité de services numériques plus ou moins complexes est plus délicate. A notre connaissance, il n'existe pas de socle méthodologique d'évaluation des systèmes de services numériques. Les méthodologies existantes demeurent cloisonnées et non standardisées. De plus, elles ne prennent pas en compte les caractéristiques intrinsèques des systèmes et services numériques.

## 1.3 – Vers une nouvelle méthode d'ACV ?

Ainsi, l'un des travaux **(12)** dans cette thématique propose une analyse systémique des systèmes et services numériques, fondée à la fois sur l'état de l'art et sur une modélisation générique permettant de gérer leur complexité.

**(7)** <https://ghgprotocol.org/>

**(8)** <https://nosgestesclimat.fr/>

**(9)** ISO 14040:2006 Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes et cadre <https://www.iso.org/fr/standard/37456.html>  
ISO 14044:2006 Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences et lignes directrices <https://www.iso.org/fr/standard/38498.html>

**(10)** <https://www.afnor.org/actualites/intelligence-artificielle/referentiel-reduire-impact-environnemental-ia/>

**(11)** <https://librairie.ademe.fr/industrie-et-production-durable/6022-referentiel-par-categorie-de-produit-rcp-des-services-numeriques.html>

**(12)** Thèse SystemX en cours "Développement d'une méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux de systèmes numériques", réalisée avec IRT SystemX, CentraleSupélec et Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique (LISN), dans le cadre du projet de R&D collaborative Impact Environnemental du Numérique <https://www.irt-systemx.fr/en/projet/ien-project/>

# Parole d'Experts



- La méthodologie caractérise dans un premier temps le service numérique étudié (défini comme un **système de services numériques : SSN**), et ses implications quant à son plongement dans l'ACV.
- Dans un second temps, pour contribuer à l'évaluation environnementale des SSN, l'approche d'ingénierie des systèmes, et notamment d'ingénierie des systèmes basée sur des modèles (MBSE **(13)**), est utilisée pour faciliter la prise en compte de la complexité d'un tel système SSN, y compris ses nombreuses exigences et parties prenantes. L'ensemble permet de garantir la large applicabilité de la modélisation, la traçabilité des dépendances et la reproductibilité des analyses inhérentes.
- Dans un troisième temps, les interdépendances identifiées dans le contexte de l'analyse du cycle de vie sont analysées.

Cette contribution est une première étape vers une automatisation accrue afin d'aider les praticiens de l'ACV. L'article publié (Thiant et al., 2025 **(14)**) a démontré que l'analyse du cycle de vie des systèmes de services numériques (ACV-SSN) nécessite des limites du système explicitement déterminées, et qui s'étendent au-delà des ACV traditionnelles axées sur les produits/services.

## 1.4 – Méthodologies de quantification de l'impact carbone net

La **méthodologie QuantiGES (15)** de l'ADEME permet de quantifier l'impact des gaz à effet de serre (GES) d'une action de réduction des émissions. Plusieurs fiches pratiques sont disponibles, par exemple pour une utilisation raisonnée des pratiques numériques (optimisation des doublons de sauvegarde des serveurs, ou optimisation des courriels, ou encore la mise en place du télétravail pour les agents de la ville de La Rochelle). La quantification de l'action devient possible avec différents scénarios appliqués à un arbre des conséquences de la dite-action. Cette méthodologie concrète n'intègre pas d'autres critères d'évaluation, elle ne quantifie que la réduction de CO<sub>2</sub>e/an **(16)**.

L'ensemble des conséquences de l'usage du service doivent être identifiées et classées dans un arbre de conséquences. En fonction des objectifs de l'étude, tout ou partie des conséquences doivent être quantifiées. Par exemple la mise en place d'un service de télétravail peut engendrer une augmentation de la consommation énergétique au domicile du salarié, typiquement pour le chauffage.

Même s'il ne se déplace plus pour se rendre à son bureau, il est possible qu'il maintienne des trajets au quotidien, voire que ce nouvel équilibre lui permette de démarrer une nouvelle activité extra-professionnelle engendrant de nouveaux déplacements. Toutes ces conséquences, et bien d'autres encore, doivent être quantifiées pour une étude exhaustive.

**(13)** « Model Based System Engineering » (MBSE) ou ingénierie des systèmes basée sur le modèle

**(14)** Thiant et al., 2025 : <https://hal.science/hal-05240543v1>

**(15)** <https://bibliothèque.ademe.fr/changement-climatique/4827-methode-quantiges-9791029718236.html> publié en 2021.

**(16)** CO<sub>2</sub>e ou CO<sub>2</sub> équivalent - exprime la quantité de CO<sub>2</sub> qui aurait le même potentiel de réchauffement climatique que le gaz GES considéré.

# Parole d'Experts



Pour aller plus loin, le SG5 de l'UIT-T (Union Internationale des Télécommunications) a publié en novembre 2022 la **recommandation L.1480 (17)** est une méthodologie pour un service numérique qui prétend décarboner une activité économique.

[Le comité Européen de surveillance des impacts du numérique a lui aussi publié tout récemment une méthodologie, s'appuyant sur les mêmes principes que la L.1480.](#)

L'application de ces méthodologies s'appuie sur une équipe transverse : un client qui utilise la solution et accepte de partager ses données d'usage, un commercial en lien avec le client qui facilite les échanges et la collecte de données, un ou plusieurs fournisseurs capables d'évaluer l'impact de leurs solutions, et des experts méthodologiques qui réalisent l'étude.

Il existe encore aujourd'hui assez peu d'études exhaustives pour quantifier le potentiel de décarbonation du numérique.

## 1.5 – Quid des impacts RSE (responsabilité sociétale des entreprises) ?

Entrée en vigueur pour plus de 6000 entreprises Françaises depuis le 1er janvier 2024, la CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) vise à donner de nouvelles cartes au monde de la finance **(18)**.

L'application de la CSRD impose aux grandes entreprises d'identifier l'ensemble de leurs impacts sociaux et environnementaux, d'extraire les principaux impacts de cette première liste à partir d'une quantification approximative, avant d'évaluer plus finement les principaux impacts.

Le périmètre est l'ensemble de la chaîne de valeur, notamment jusqu'à l'extraction minière qui pourrait bien faire partie des impacts principaux de bon nombre d'entreprises du numérique.

Pour plus de transparence pour les agences de notation, une comparaison devrait être facilitée pour les entreprises d'un même secteur. Même si cela reste optionnel, le rapport de soutenabilité d'une entreprise permettra plus facilement de lui attribuer un score de durabilité.

Il s'agit donc avant tout d'une directive incitative, qui devrait permettre aux entreprises les plus vertueuses de tirer leur épingle du jeu.

**(17)** <https://www.itu.int/md/T22-SG05-221205-TD-GEN-0588/fr>

**(18)** [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en)

## 2. Un éventail de solutions numériques déjà disponibles

Bien que les normes ISO — notamment ISO 14040 et ISO 14044 — fournissent un cadre méthodologique complet pour évaluer les impacts environnementaux, leur application pratique exige des indicateurs et des données concrets.

Dans le contexte des TIC **(19)**, cela signifie transformer les principes théoriques de l'ACV en indicateurs, eux-mêmes élaborés à partir d'éléments mesurables, notamment en ce qui concerne la consommation d'énergie.

La section suivante explore comment la consommation d'énergie, l'un des principaux contributeurs aux émissions de carbone des technologies numériques, peut être quantifiée et analysée à l'aide d'indicateurs clés de performance (KPI).

Il existe trois grandes catégories **(20)** de mesures d'énergie :

1. **Mesures matérielles** : Elles offrent une grande précision, mais fonctionnent à un niveau de granularité grossier. Elles nécessitent du matériel supplémentaire, intégré ou externe.

Limitations :

- Incapacité à évoluer
- Difficultés de mise à l'échelle

2. **Modèles de consommation** : Ils fournissent des méthodes pour calculer ou estimer la consommation d'énergie du matériel et des logiciels. Cependant, ces modèles sont souvent trop génériques et à granularité grossière. Ils ont également tendance à dépendre de la plateforme, en particulier dans le cas de Java.

Limitations :

- Dépendance à la plateforme

3. **Mesures logicielles** : Elles consistent à profiler la consommation d'énergie des applications. Les profileurs aident à comprendre le système en analysant la consommation d'énergie des composants du système.

**(19)** TIC - Technologies de l'Information et de la Communication

**(20)** A. Nouredine, R. Rouvoy, and L. Seinturier, "A review of energy measurement approaches", *Operating Systems Review*, vol. 47, no. 3, pp. 42–49, Dec. 2013. doi: 10.1145/2553070.2553077.

# Parole d'Experts



Dans cette section, nous synthétisons une vue non exhaustive des outils utilisés pour mesurer la consommation d'énergie (tableau 1). Des efforts similaires ont été entrepris par le passé (21), mais ces sujets ont connu une évolution constante et de plus en plus de solutions de ce type apparaissent chaque année. Ce tableau publié en 2025 est maintenant obsolète.

Tool/ Framework	Energy Meas.	Status	Monitored Resources	Energy Precision	Output unit	Domain	Limitations
Powermeter	✓	-	Hardware Energy	Hardware	Watts	General	Requires hardware investment
os utilities	×	-	Hardware and OS Resources	×, but also SW/Process for other resources	-	General	No actual energy measurement
Software Profilers	×	-	Software resources	Software methods/classes	-	General	No energy output, only profiling
PowerScope	✓	-	Program counter, processes	Process, procedure	Joules	General	Requires hardware investment
pTop	✓	-	CPU, Disk, Network	Process level	Watts	General	Limited energy metrics
PowerTop	✓	Active	Hardware resources	Application	Watts	General	Focused more on tuning, not logging
Energy Checker	✓	End of Life	Hardware + app counters	Application	-	General	Discontinued, limited support
JouleMeter	✓	Deprecated	Hardware resources	Process	Joules	General	No longer maintained, basic estimation
PowerAPI	✓	Active	HW resources, thread/container/VM	Container/process/thread	Watts	General	Setup complexity for distributed use
Jalen	✓	-	Software resources	Code blocks (Java)	Joules	Java	Java-specific
CodeCarbon	✓	Active	CPU, RAM, GPU	Code blocks (Python), HW	gCO <sub>2</sub> eq	ML/DL	Focused on ML
Carbontracker	✓ + prediction	Active	CPU, GPU, DRAM	Code blocks (Python)	gCO <sub>2</sub> eq	ML/DL	Focus on training only, estimates
Scaphandre	✓	Active	CPU, DRAM	HW/VM	Joules or Watts	General	Limited device support
Alumet	✓	Active	CPU, GPU, DRAM	Hardware	Joules	General	Newer project, still maturing
Energy Scope	✓	Abandoned	CPU, DRAM, GPU	Hardware	Joules	General	No longer maintained
PowerJoular	✓	Active	CPU, GPU	HW + process, VM	Joules	General	Needs kernel support
pyJoules	✓	Active	CPU, RAM, GPU	Hardware	Joules	ML/DL	Limited to Linux, Python
Experiment Impact Tracker	✓	Unsupported	CPU, RAM, GPU	Hardware	gCO <sub>2</sub> eq	ML/DL	No longer maintained, outdated dependencies
Boavizta API	×	Active	CPU, GPU, storage, network	Estimation model	gCO <sub>2</sub> eq	General	No real-time data, estimate-based
Green Algorithms	×	Active	HPC specs	Spec-based formula	gCO <sub>2</sub> eq	HPC/ML	Offline estimation only, requires specs
Ecologits TEMME	✓	Active	CPU, GPU, Memory, Disk I/O, Network Interfaces	Hardware	millijoules (mJ), joules (J)	HPC, ML/LLM	Hardware Dependency, Overhead, Platform Support

Tableau 1. Comparaison des plusieurs outils et cadres de mesure de l'énergie (Maxim et al., 2025 ; <https://hal.science/IRIT-SYSTEMX/hal-05230562v1>)

(21) A. Nouredine, R. Rouvoy, and L. Seinturier, "A review of energy measurement approaches", *Operating Systems Review*, vol. 47, no. 3, pp. 42–49, Dec. 2013. doi: 10.1145/2553070.2553077.

# Parole d'Experts



## Conclusion

Décarboner le numérique n'est pas simple, que ce soit son évaluation ou même qualifier ou quantifier les effets rebonds ou indirects, difficilement mesurables. Le constat est que l'impact environnemental des technologies numériques est de plus en plus important à mesure que la société devient dépendante des infrastructures et services numériques **(22)**.

Il devient nécessaire de disposer de méthodologies standardisées, génériques, facilitant la reproductibilité et la traçabilité dans le cadre d'analyse de cycle de vie de systèmes/services numériques, notamment dans le cadre de transition écologique qui nécessite de considérer les différentes stratégies pour décarboner le numérique **(23)**.

Malgré l'intérêt croissant pour les pratiques numériques responsables, il n'existe pas de cadre universel pour mesurer l'empreinte environnementale des technologies numériques. Cette lacune est en partie due à la complexité de la collecte de données précises tout au long des phases de production, d'utilisation et de fin de vie des infrastructures numériques. De nombreux acteurs privés hésitent à partager des données par crainte de révéler des secrets industriels, tandis que le manque de données fiables complique davantage les évaluations complètes.

Au regard des projections de l'impact environnemental du numérique, il semble important de ne pas minimiser l'impact environnemental du numérique, omniprésent et en constante augmentation dans nos sociétés **(24)**.

L'amélioration de la transparence des ACV de services numériques actuels et la promotion de la collaboration intersectorielle sont essentielles, en particulier le partage de données fiables et de qualité pour l'évaluation de l'impact environnemental du numérique. En continuant d'innover et d'affiner notre compréhension de l'impact environnemental du secteur numérique, nous pouvons contribuer de manière significative aux objectifs mondiaux de développement durable, notamment à l'objectif de neutralité carbone de l'UE d'ici 2050.

**(22)** <https://theshiftproject.org/publications/planification-ressources-locales-rapport-final/>

**(23)** Cf. loi REEN, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044327272>

**(24)** <https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/>

Pour aller plus loin, le projet SystemX de R&D collaborative :

## Impact Environnemental du Numérique (IEN)



La problématique traitée dans cette publication est adressée au sein du projet de R&D IEN (Impact Environnemental du Numérique).

Opéré par l'IRT SystemX, et mené en collaboration avec des acteurs industriels (Airbus Protect, Teclib, TotalEnergies), institutionnels (Afnic) et académiques (CentraleSupélec, Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique (LISN), Sorbonne Université), il vise à outiller l'évaluation de la performance environnementale du numérique.

Une approche systémique sera apportée afin de piloter au mieux les systèmes numériques, d'en évaluer l'impact économique et écologique, et de recommander des usages plus adaptés.

La finalité de ce projet est d'objectiver l'impact environnemental des infrastructures, des process et des usages numériques en définissant des indicateurs et des méthodes de calcul transparents et homogènes qui quantifient de manière concrète les gains et les coûts environnementaux associés.

Ces travaux sont soutenus par le gouvernement français dans le cadre du programme « France 2030 ».

Contact : <https://www.irt-systemx.fr/projet/projet-ien/>

# Parole d'Experts

## Les rédacteurs :



**Jean-Pierre Corniou**  
CEO, Agile-IT  
Président de l'Enjeu  
Industrie & Services, Systematic



**Gwenaëlle Berthier**  
Cheffe de projets  
IRT SystemX



**Cristian Maxim**  
Ingénieur Chercheur Senior  
IRT SystemX



**Floris Thiant**  
Doctorant  
IRT SystemX / LGI / LISN

## Ce sixième « Parole d'Experts » du GT Décarbonation vous a plu ?

Nous vous donnons rendez-vous très prochainement pour un spécial « **Data Center** » !

## Retrouvez les 5 « Parole d'Experts » précédents

**Chapitre 1 :** [Le constat - Croissance de l'usage du numérique & envol des émissions de GES](#)

**Chapitre 2 :** [Le paradoxe - Adopter les technologies numériques pour réduire les émissions de GES](#)

**Chapitre 3 :** [L'impératif - Faire évoluer rapidement les pratiques](#)

**Chapitre 4 :** [L'urgent - Créer localement de nouvelles activités nativement décarbonées](#)

**Hors série :** [Spécial Véhicules électriques](#)

# Parole d'Experts



## Le GT Décarbonation en logos

### Membres & partenaires



### Territoires

