

LES CAHIERS DE RECHERCHE

# Les data centers, ou l'impossible frugalité numérique ?



**Caisse  
des Dépôts**  
GROUPE



## Institut pour la recherche

*L'Institut pour la recherche de la Caisse des Dépôts et le département Cohésion sociale et territoriale de la Banque des Territoires s'intéressent, en articulation avec les questionnements opérationnels des métiers, à l'émergence des plateformes collaboratives, qui transforment l'accès aux infrastructures sociales (énergie, transport, services publics de proximité, logement...), aux données, ou encore aux territoires... Ces nouvelles plateformes cherchent, par des démarches ouvertes et transparentes, des modes de gouvernance innovants, des modèles économiques alternatifs permettant une création de valeur sur les territoires et son partage équitable entre l'ensemble des parties prenantes. Les résultats de ces travaux nourrissent la réflexion de la Banque des Territoires dans le cadre de sa recherche d'identification de modèles économiques à fort impact territorial, en vue de nouvelles actions d'investissement.*

---

**Cet article est la synthèse d'une recherche menée entre 2017 et 2019, financée par l'Institut pour la Recherche de la Caisse des Dépôts, l'ADEME et la Fondation Tuck, et consacrée à l'analyse des impacts spatiaux et énergétiques des data centers sur les territoires, sujet largement ignoré dans les travaux académiques et de recherche sur les infrastructures numériques. Le rapport complet est disponible sur le site internet de l'Institut Paris Région et l'Institut pour la Recherche. Les auteures en sont Cécile Diguët, Directrice du Département Urbanisme Aménagement et Territoires de l'Institut Paris Région, et Fanny Lopez, Maîtresse de conférences et chercheuse à l'École d'Architecture de la Ville & des Territoires Paris-Est, au sein du Laboratoire Infrastructure Architecture Territoire.**

---

---

## Constats et enjeux

---

Les coulisses de la *smart city*, du big data et de l'optimisation numérique s'incarnent de la façon la plus visible, mais pourtant très discrète, par l'emprise grandissante des data centers sur les territoires urbains comme ruraux, métropolitains et périphériques. Les perspectives actuelles de croissance du secteur numérique<sup>1</sup>, malgré les limites mises en avant (pénuries de terres et de métaux rares et pollutions des industries extractives<sup>2</sup>, insoutenabilité énergétique<sup>3</sup>), et le manque de fondements solides pour certaines de ces prévisions, obligent à reconsidérer nos usages et leurs impacts sur les territoires et les systèmes énergétiques, vers des pratiques numériques plus sobres et décroissantes.

---

## Une part croissante dans la consommation électrique mondiale

---

Une étude de 2015 de Anders Andrae et Tomas Edler du centre R&D de Huawei à Stockholm<sup>4</sup>, estimait que le secteur numé-

rique consommait 7% de l'électricité mondiale en 2013<sup>5</sup>, soit la puissance de 210 réacteurs nucléaires pendant un an (pour sa phase de production et de consommation). Les centres de données représentaient eux 2% de l'ensemble mondial, soit 420 TWh ou 60 tranches nucléaires en fonctionnement continu. Leurs prévisions atteignent un maximum de 13% de l'électricité mondiale consommée par les data centers en 2030, et 51% pour le secteur informatique dans sa totalité, soit respectivement 1130 et 4400 réacteurs nucléaires (graphique ci-dessous). Le groupe de travail numérique du think-tank « The shift project » a revu à la baisse ce scénario du pire mais estime cependant que le secteur numérique pourrait représenter 25% de l'électricité mondiale en 2025 (5% pour les data centers), sans se prononcer sur 2030. Enfin, pour la France, l'association Négawatt a tenté l'exercice et estime que le numérique consommait 8,5% de l'électricité du pays en 2015 dont 2% pour les data centers (soit 10 Twh/an)<sup>6</sup>. Il n'existe cependant pas d'étude territorialisant les projections mondiales en France aujourd'hui.

---

<sup>1</sup> Par secteur numérique, nous entendons ici : réseaux, data centers et terminaux informatiques

<sup>2</sup> Guillaume Pitron, La guerre des métaux rares, la face cachée du numérique, 2018, éditions Les Liens qui Libèrent

<sup>3</sup> Hugues Ferreboeuf, Lean ICT, rapport, The shift project, 2018.

<sup>4</sup> Andrae Anders S. G. et Edler Tomas, 2015, "On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030", Challenges 6, 2015, pp. 117-157. Dans cette étude, la consommation électrique mondiale en 2013 est estimée à 21 000 TWh et les projections pour 2030 atteignent 61 000 TWh. On compte une production annuelle de 7 TWh pour un réacteur nucléaire.

<sup>6</sup> Négawatt, <https://decrypterenergie.org/la-revolution-numerique-fera-t-elle-exploser-nos-consommations-denergie>



## Plus de numérique ne résoudra pas la crise écologique et climatique

Les discours des opérateurs de *data centers* et des entreprises du numérique font craindre un emballement énergétique et infrastructurelle que ces projections reflètent en partie. Pourtant, des doutes apparaissent quant à la saturation des consommateurs et la croyance en une croissance illimitée, « toutes choses étant égales par ailleurs ». Rappelons, avec Jonathan Koomey, chercheur de l'université de Stanford, et spécialiste mondial des *data centers*, que de tels discours inflationnistes ont pu, par le passé, mener à un surdimensionnement infrastructurel dommageable<sup>7</sup>. Il cite ainsi un surinvestissement massif en fibre optique aux États-Unis, basé sur un chiffre faux, répété sans être vérifié, dans la seconde moitié des années 1990. Ceci fait également écho aux constats du Gimelec qui souligne le surdimensionnement de nombreux *data centers* de colocation en France, remplis en moyenne à 30% mais calibrés pour une croissance constante. Enfin, il faut rappeler qu'à ce stade, le « smart » ne réduira pas la crise climatique et énergétique, au contraire. Aucune étude ne prouve en effet que le bilan global se fait à la faveur du numérique<sup>8</sup>. Il aggraverait plutôt davantage les problèmes qu'il prétend résoudre<sup>9</sup>, malgré les discours techno-solutionnistes.

## Des territoires énergétiques déstabilisés par les data centers

Les *data centers* ont des impacts spatiaux très peu documentés jusque-là, alors qu'on note des concentrations importantes de *data centers* dans certains territoires stratégiques (la Plaine St Denis, la Silicon Valley, Marseille...), en mutations et particulièrement vulnérables à certains effets du changement climatique (inondations, vagues de chaleur, sécheresses, incendies...). Si l'on identifie aujourd'hui des zones de polarisation, les *data centers*, dans leur diversité de tailles et d'usages, sont présents sur de très nombreux types de territoires et questionnent à chaque fois leurs projets énergétiques. Comment en tirer un meilleur profit pour les territoires ?

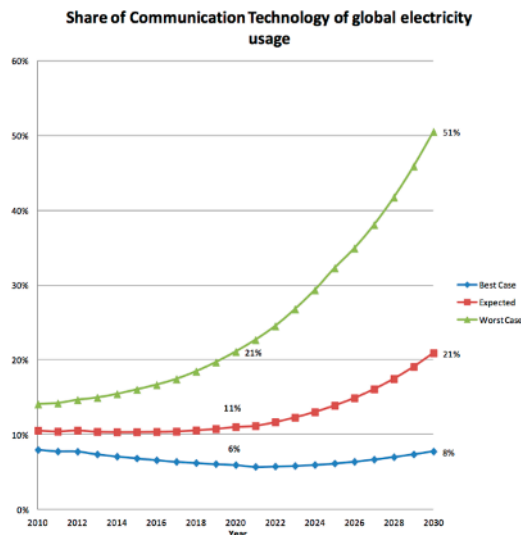


Figure 8. Share of communication technology of global electricity usage 2010-2030

## Démultiplication et redondance infrastructurelle : des profits à tirer pour les territoires

Les *data centers*, quel que soit leur type, possèdent des infrastructures dédoublées en cas de panne : une deuxième alimentation électrique, des batteries et des générateurs de secours au fioul pour la plupart. Cette exigence de redondance pourrait devenir une ressource partagée pour les territoires d'accueil, comme le fait Portland General Electric (Oregon), avec une smart grid connectant 85 clients (dont 5 *data centers*) possédant des générateurs de secours (121MW au total). La compagnie électrique peut les mobiliser en cas de panne sur son réseau. En échange, elle gère l'entretien et achète le fioul pour tous ces générateurs. Pour autant, il ne faut pas occulter les problèmes de pollution de l'air liés à l'utilisation des générateurs au fioul (qui pourrait être remplacé par du gaz ou de la biomasse).

## Les Big Tech, de nouveaux acteurs énergétiques

Aux États-Unis, certains grands acteurs du numérique sont des accélérateurs de l'usage des énergies renouvelables, en particulier solaire et éolien. Cela leur permet d'assurer une croissance continue de leurs services, grâce à des prix stables et une souveraineté énergétique affirmée aussi bien par des investissements massifs de leur part, que par d'intensives négociations avec les opé-

rateurs énergétiques traditionnels, bousculés par ces demandes rapides et massives de puissance. Facebook et Apple ont ainsi co-investi avec Pacific Corp, opérateur énergétique en Oregon et Californie du Nord, pour créer deux fermes solaires de 15 MW chacune, tout près de leurs *data centers* de Prineville dans l'Oregon (voir photo ci-dessous). S'ils soutiennent ainsi le développement des EnR, ils ne remettent pas en cause les développements énergétiques de grande échelle. Le secteur numérique aux États-Unis s'inscrit par ailleurs dans un système électrique plus fragile et moins fiable qu'en Europe. Cela explique en partie l'appétence des grands acteurs du numérique pour un approvisionnement plus local en EnR, dont ils maîtrisent éventuellement une partie de la ressource. Aucun d'entre eux ne porte cependant de discours sur la sobriété énergétique et numérique nécessaire.

## Des mutualisations difficiles

La chaleur fatale rejetée par les *data centers* constitue une source d'énergie récupérable pour d'autres usages. Leur température moyenne (40 à 50°C) n'est pas un frein pour les réseaux de chaleur urbain les plus récents, et des systèmes de pompes peuvent rehausser les températures pour les réseaux plus anciens. Pourtant, très peu de projets ont abouti à ce stade, en France ou dans le monde. On peut citer le data center d'un acteur bancaire à Bailly-Romainvilliers (77) qui chauffe le centre nautique voisin, ou celui de Céleste à Noisy-Champs qui chauffe ses propres bureaux. Malgré les travaux prospectifs de la DRIEE, dans les travaux préparatoires au SRCAE en 2012 et de l'Alec Plaine Commune en 2014, la récupération de chaleur reste très rare. Les freins sont de deux ordres : économiques d'abord. En effet, les

modèles de rentabilité économique, les intérêts et les temporalités de projets divergent entre les promoteurs de *data centers* qui engagent des retours sur investissements sur des périodes très courtes (entre 2 et 5 ans) alors que la contractualisation pour les réseaux de chaleur, contraint à des engagements sur des durées de 25 à 30 ans. C'est ensuite un frein technique qui limite les initiatives. En effet, il est préférable, pour un opérateur, d'envisager la récupération de chaleur au moment de la construction du data center car l'intervention et les travaux sur une installation existante pourraient perturber son fonctionnement et, selon eux, ont un coût souvent trop élevé. Le développement de la récupération de chaleur reste soumis à une volonté politique qui associe planification urbaine et énergétique. A Stockholm, un exemple particulièrement intéressant a retenu notre attention : le programme « data center parks » développé depuis 2016 qui allie stratégie énergétique, numérique et foncière (voir plan ci-dessous). Sur du foncier appartenant à la ville, desservi par le réseau de chaud et de froid de la compagnie municipale Exergi, par la fibre de l'entreprise également municipale Stokab et par des puissances électriques importantes et bon marché (Ellevio), il est proposé un bail longue durée à des opérateurs de *data centers* (comme Multigrid et Interxion) pour s'installer, en leur proposant le refroidissement gratuit contre leur chaleur fatale. La ville veut en effet éliminer les 10% encore fossiles de ses sources d'énergie consommées, notamment en récupérant la chaleur émanant des serveurs dans les *data centers*.

<sup>7</sup> <http://www.koomey.com/post/179556571967>

<sup>8</sup> Deloitte Développement Durable, EcoInfo, Futuribles et le CRÉDOC, *Potentiel de contribution du numérique à la réduction des impacts environnementaux : état des lieux et enjeux pour la prospective*, Étude ADEME 2016.

<sup>9</sup> Aujourd'hui, le secteur numérique augmente ses émissions de CO2 de 8% par an (alors qu'il devrait les réduire de 5% par an pour rester sous les 1,5°C d'augmentation des températures planétaires), et pourrait en émettre autant que le secteur automobile en 2025. Source : *Lean ICT*, Rapport, The shift project.





## Des pressions sur les systèmes électriques

En France, les très fortes puissances électriques nécessaires aux *data centers* sont un sujet délicat et relativement opaque : Enedis ne peut partager de données précises publiquement sur les consommations réelles, étant donné le devoir de discrétion qu'elle assure envers ses clients. Les *data centers* tentent de capter d'importantes puissances pour freiner la concurrence. Ils demandent en général une puissance plus forte que celle qu'ils souscriront finalement, mais cela bloquera un certain nombre de MW pendant des mois, le temps que leur demande remonte la file d'attente. Plusieurs années passeront ainsi, avant que le data center ne consomme véritablement la puissance qu'il a souscrite. Il y a donc une mobilisation induite de puissance électriques pouvant pénaliser d'autres usages dans un territoire, mobilisation qui pousse par ailleurs à des nouveaux investissements sur les infrastructures de transport et de distribution, comme des postes sources.

---

### Les data centers confortent les hiérarchies urbaines en place, le caractère servant des territoires et favorise le mitage dans le périurbain et le rural

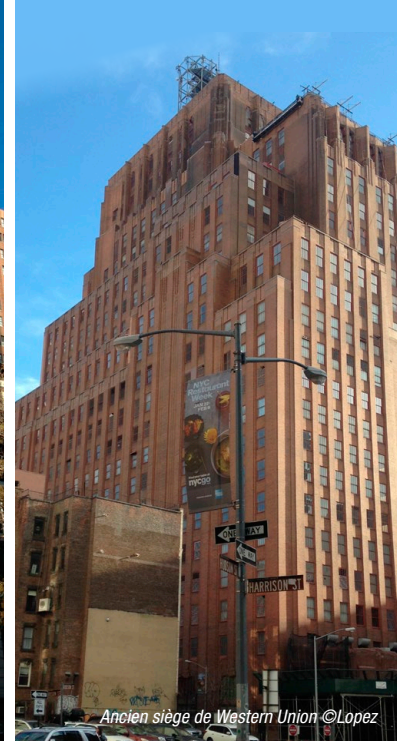
---

Le système technique numérique a suivi les réseaux précédents dans ses tracés et implantations : la fibre court le long des réseaux urbains, routiers et ferroviaires, et les *data centers* s'installent à proximité. Loin de l'idée que le numérique allait abolir les distances et bousculer les hiérarchies urbaines en place, à l'inverse les infrastructures numériques confortent les géographies actuelles.

› Les grandes métropoles mondiales comme Paris, Londres, New York (voir photos ci-dessous) ou Los Angeles sont les plaques tournantes d'internet, et on trouve dans leurs hyper-centres des bâtiments numériques sur-équipés, à la fois data center et point d'échange internet majeur. Indispensables à certaines activités économiques pour lesquelles la latence doit être la plus faible possible, ils fonctionnent en complémentarité di-



Ancien siège d'AT&T ©Diguët



Ancien siège de Western Union ©Lopez

recte avec leurs anciennes zones de services urbains ou d'industries des 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècles : Plaine Commune pour Paris, le New Jersey pour New York, ou encore Santa Clara et San José pour San Francisco et la Silicon Valley.

› Ces nouvelles zones d'activités numériques connaissent une concentration croissante des *data centers* car chaque nouvel arrivant améliore la connectivité de l'ensemble et leur proximité réduit les coûts de raccordement en fibre entre eux. Cette polarisation s'accompagne d'une pression foncière et environnementale croissante pour ces territoires, aggravant leurs fragilités face notamment aux manifestations climatiques extrêmes actuelles et à venir.

› Enfin, les acteurs les plus puissants du numérique, les Big Tech, déploient des *data centers* dans les territoires ruraux et périurbains : l'Oregon, l'Iowa, en Irlande, en Suède ou aux Pays Bas par exemple. Face à des collectivités ou à des États affaiblis, ces acteurs posent leurs conditions dans une négociation asymétrique qui pousse certains territoires à sur-calibrer des infrastructures énergétiques, hydrauliques et viaires pour pouvoir accueillir quelques dizaines, ou centaines d'emplois si l'on inclut les phases de construction, mais aussi à opérer un dumping fiscal dommageable. Ce mitage spatial va par ailleurs à l'encontre de la nécessaire protection des sols contre l'artificialisation, pourtant indispensable pour rester sous des températures acceptables dans le futur.

---

## Les data centers, un nouveau programme immobilier, peu d'architecture

---

Depuis le développement des *data centers* au début des années 1990, l'industrie est passée d'une phase de transformation de bâtiment à une phase de construction de bâtiments dédiés, en série, avec cependant des différences selon les types de territoires.

› Dans les grandes métropoles, ce sont souvent les anciens centraux téléphoniques qui ont été transformés, comme à New York (anciens sièges de ITT, AT&T, Western Union...), les centraux postaux (Coresite à Los Angeles), mais aussi les bâtiments industriels à structure métallique (pour la presse et le textile dans le Sentier à Paris, une ancienne usine de biscuits à New York, une ancienne usine automobile à Courbevoie). Une nouvelle dynamique de transformation pourrait se développer dans les années à venir, comme l'illustre par exemple le partenariat entre l'entreprise Qarnot, connue pour ses radiateurs numériques, et la chaîne de grande distribution Casino qui vise à transformer une partie de son patrimoine commercial en data center.

› Dans les Zones d'Activités Numériques, si la dynamique a aussi commencé par la transformation (Equinix dans les EMGP à Aubervilliers ; Infomart dans une ancienne usine électronique à Hillsboro, près de Portland), très rapidement dans les années 2000, des bâtiments dédiés ont été construits de façon sérielle, avec comme princi-

pales préoccupations le caractère fonctionnel et sécurisé de l'ensemble. Ces équipements numériques sont devenus des produits immobiliers d'investissement. De nombreux opérateurs de *data centers* sont d'ailleurs des fonds d'investissement immobilier (Real Estate Investment Trust (REIT) comme Digital Realty ou Equinix).

› A l'inverse des gares pour le réseau ferroviaire ou des usines de production pour le réseau électrique, très peu de latitude a été donnée aux architectes sur ces programmes, qui restent donc largement au format « boîte à chaussures ». A ce stade, aucune ambition d'en faire les nouveaux signaux de la société numérique n'a été portée. Quelques exceptions sont cependant à noter : en France, les réalisations de l'agence Enia spécialisée dans le domaine ; aux Etats-Unis, c'est l'opérateur de data center Coresite à Santa Clara, les *data centers* d'entreprises comme Adobe à Hillsboro, conçu par l'agence Gensler, ou encore le data center d'Apple à Prineville, qui y perpétue son goût du design.

---

## Les tendances du monde des data centers : croissance, interdépendances, centralisation

---

La première tendance forte est celle de la croissance des *data centers* dans les trois types de territoires identifiés :

› La croissance du *edge* et du *cloud* viendra nourrir le développement de capacités de stockage et de traitement de données dans les hyper-centres métropolitains.







Data center de Microsoft à Santa Clara, Silicon Valley (USA)

› Les dynamiques de concentration et de polarisation vont se poursuivre dans les Zones d'Activités Numériques. Le cluster *data center* s'étend ainsi de Santa Clara vers San José dans la Silicon Valley, tandis qu'il se déploie au Nord, vers La Courneuve à Plaine Commune.

› Les Big Tech, états-unis et chinois, poursuivent leur développement et la construction de *data centers hyperscales*, de préférence dans des territoires ruraux et périurbains.

La seconde tendance est l'interdépendance croissante du système technique data center. Les configurations informatiques (edge, cloud en particulier) s'accompagnent d'implantations spatiales complémentaires sur les territoires entre rural/périurbain (très grands *data centers*) et urbain (colocation et relais edge).

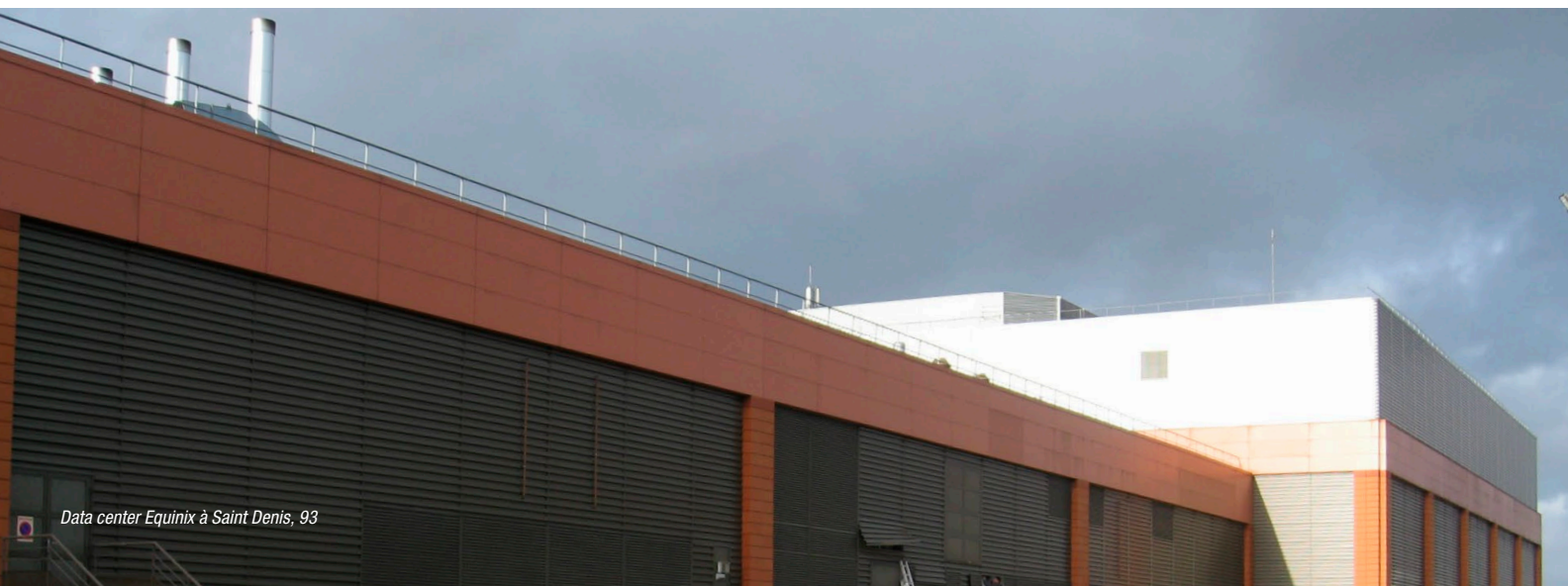
› Les entreprises de cloud ont de plus en plus besoin des *data centers* de colocation, par leur localisation métropolitaine et donc une faible latence pour les internautes, mais aussi leurs

capacités de croissance rapide.

› Le *edge computing* nécessaire à l'internet des objets (IoT) fera des micro *data centers* des relais entre les *data centers* « cœur » et les objets, accroissant les interdépendances fonctionnelles entre eux.

Les *data centers* vont donc fonctionner encore plus en réseau entre eux, et la croissance des uns entrainera celle des autres : on voit donc la consolidation d'un macro-système numérique, qui semble de moins en moins résilient.

La troisième grande tendance est celle de la centralisation. Cette tendance, déjà amorcée avec l'avènement du web aux débuts des années 1990, et les besoins en cyber-sécurité, s'est affirmée avec ensuite les volontés de contrôle gouvernemental sur l'information dans de très nombreux pays, de mettre fin à la neutralité du net par les acteurs télécoms, et enfin, par le caractère monopolistique des Big Tech (Google, Facebook, Amazon, Alibaba...) qui contrôlent les principaux services du net et les données de milliards de personnes et entreprises. Malgré un grand nombre d'initiative autour d'un internet distribué et de systèmes de stockage de plus petite échelle et consommateur de moins d'énergie, l'architecture d'internet se centralise de plus en plus, l'intelligence se situant dans les clouds et les *data centers*, tandis que les terminaux informatiques sont de plus en plus bridés et faibles en logiciels aussi bien qu'en mémoire. Les internautes deviennent ainsi très dépendants des *data centers*, de leur connectivité, sans avoir aucunement la main dessus.



Data center Equinix à Saint Denis, 93



---

## Des recommandations pour améliorer la trajectoire des data centers

---

Les autorités publiques n'ont que très peu de prise sur le marché des *data centers* et plus largement sur le développement des infrastructures numériques. Leur rôle est toutefois central pour aller vers un numérique plus sobre, pour mieux l'intégrer dans nos paysages et territoires, pour mieux les réguler et les orienter vers de bonnes pratiques énergétiques et environnementales. Nous proposons ainsi dix-sept recommandations sur 3 grands domaines (dont le détail est disponible dans le rapport complet). Citons-en quelques-unes ici :

■ **CRÉER UN FORUM D'ÉCHANGES « TERRITOIRES, ÉNERGIE, NUMÉRIQUE » EN FRANCE**

■ **LANCER UN APPEL À PROJET POUR DES TERRITOIRES D'EXPÉRIMENTATION NUMÉRIQUES ET ÉCOLOGIQUES**

■ **FAVORISER AU MAXIMUM LA TRANSFORMATION DE BÂTIMENTS POUR L'INSTALLATION DE *DATA CENTERS***

■ **INTÉGRER LA QUESTION *DATA CENTERS* DANS LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION SPATIALE ET LES STRATÉGIES TERRITORIALES ET ÉNERGÉTIQUES**

■ **FAVORISER LA RÉCUPÉRATION DE CHALEUR ET L'ACCOMPAGNER À L'ÉCHELON TERRITORIAL**

■ **ENEDIS ET LA FILE D'ATTENTE : EN FINIR AVEC LA SUR-RÉSERVATION**



---

## ENSA Paris-Est

L'École d'architecture de la ville & des territoires Paris-Est est un établissement-composante de l'Université Gustave-Eiffel situé à Champs-sur-Marne en Seine-et-Marne, sur le Campus de Marne-la-Vallée.



## L'Institut Paris Région

L'Institut Paris Région a pour mission essentielle de réaliser des études et travaux nécessaires à la prise de décision de la Région Île-de-France et de ses partenaires. De l'échelon local à l'échelon des grandes métropoles, il intervient notamment dans de nombreux domaines tels que l'urbanisme, les transports et la mobilité, l'environnement, l'économie et les questions de société. Il apporte son soutien aux politiques d'aménagement et de développement des communes, des intercommunalités et des départements. Il réalise également pour les organismes qui lui en font la demande des études, tant en Île-de-France qu'à l'étranger.



**Ensemble,  
faisons grandir  
la France**

[caissedesdepots.fr](http://caissedesdepots.fr)