



Matérialité des infrastructures du numérique

enjeux politiques et environnementaux, outils pédagogiques

Clément Marquet

06 mars 2023 - Grenoble

Conférence VerIT – Le numérique dans les limites planétaires, quelles nouvelles formations
pour quels métiers d'avenir

Assistant de recherche en sciences techniques et société au Centre de Sociologie de l'Innovation, Mines Paris – PSL, i3



Coordinateur avec Sophie Quinton (INRIA) du groupe de travail « Politiques environnementales du numérique » au sein du Groupement de Recherche Scientifique 2091 du CNRS « Internet, IA et société »



Thématiques de recherche : data centers, câbles sous-marins de télécommunication, mobilisations, politiques publiques, environnement

Contact : clement.marquet@minesparis.psl.eu



PAR7, data center d'Interxion, La Courneuve, Plaine Commune.
(crédit photo : C. Marquet)



Manifestation contre le data center PAR7 d'Interxion
La Courneuve, 2015

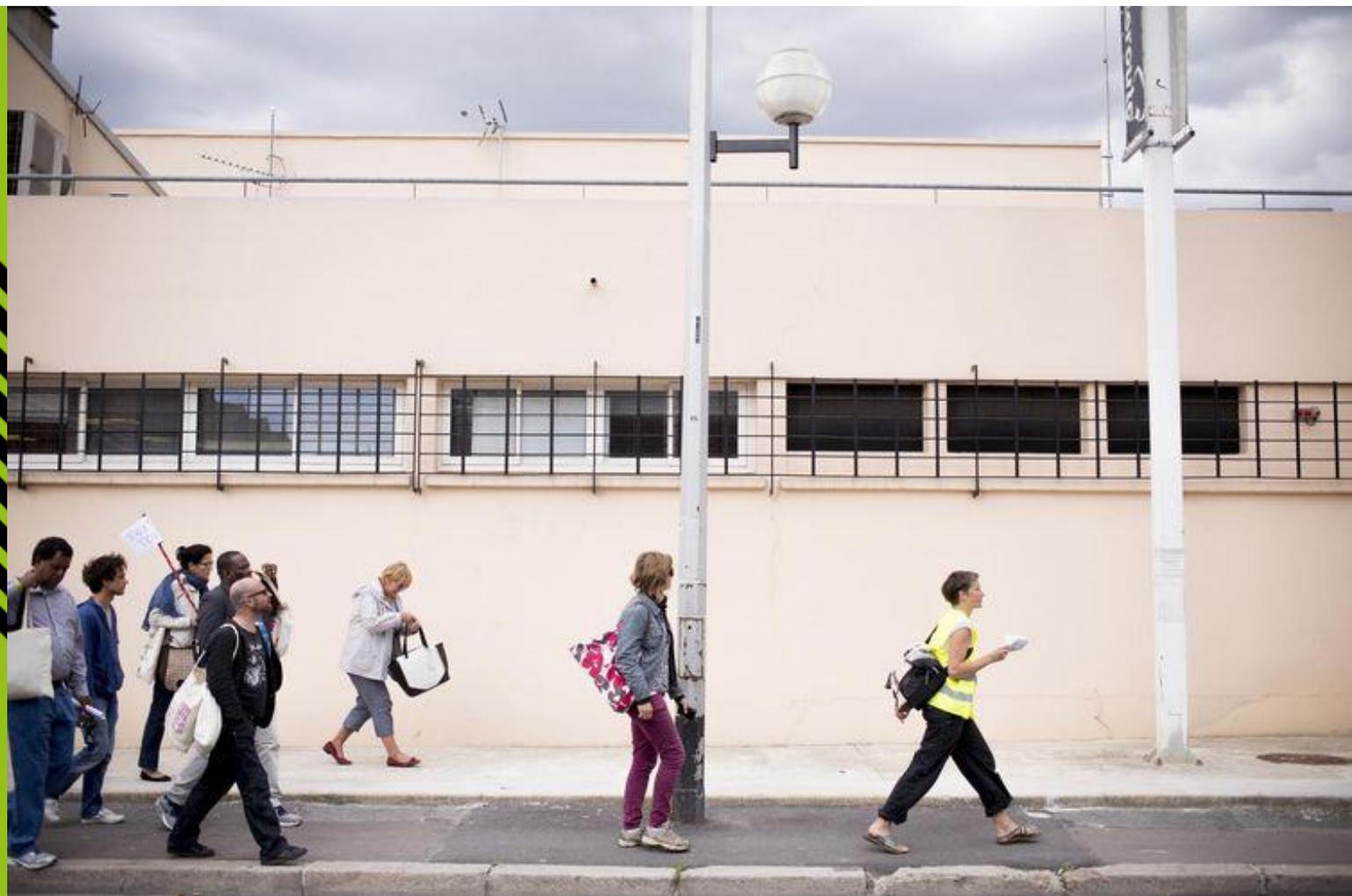


Photo Sébastien Calvet,
Libération, « Les data centers, monstres avides d'énergie »,
24 Août 2014.



« Landlords of the Internet », Greene, 2022

In 2019

Google : 19 data centers [24 aujourd'hui] ; 11 USA, 5 EU, 2 Asia, 1 South America, about 1 million m². → **hyperscale, rural data centers**

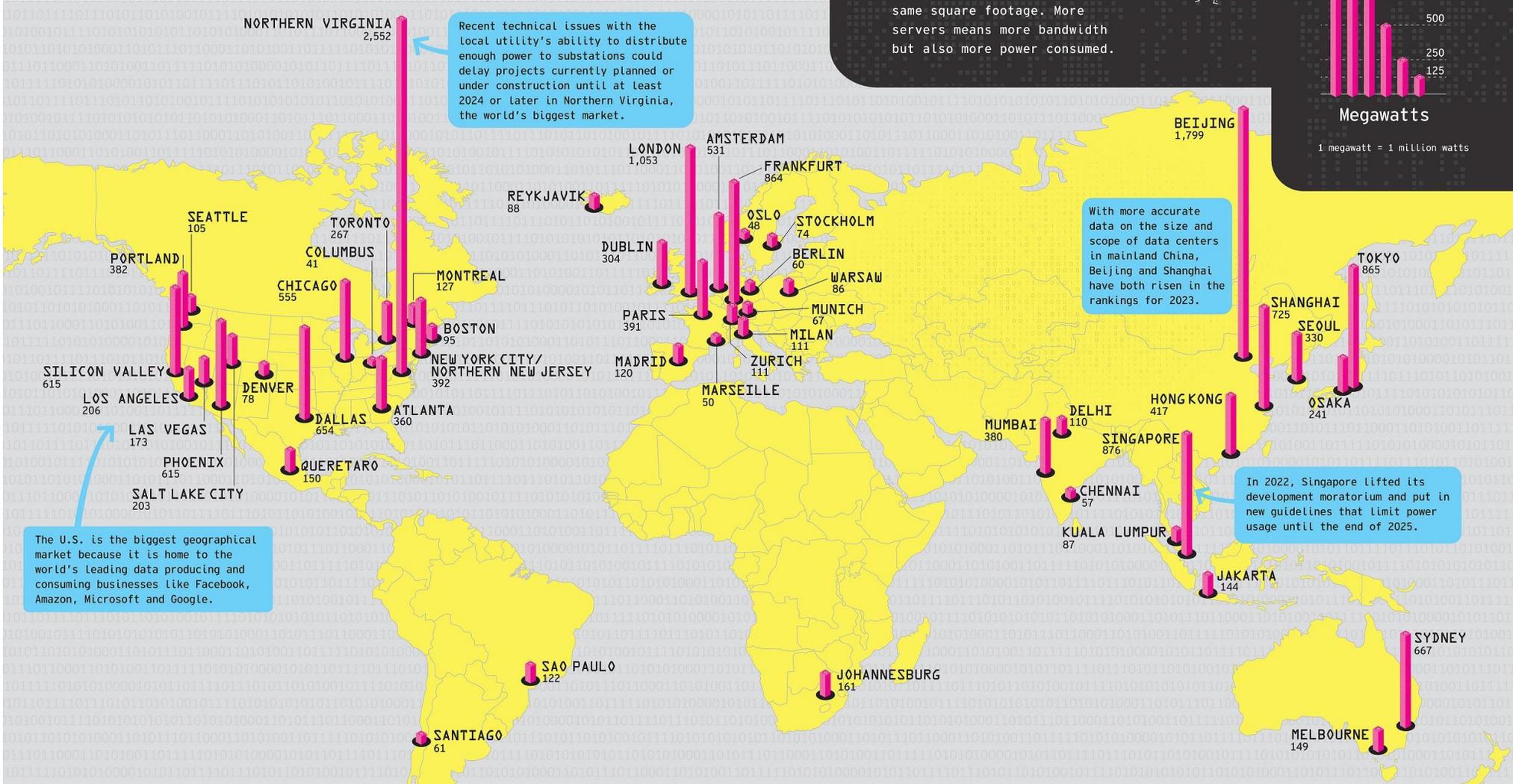
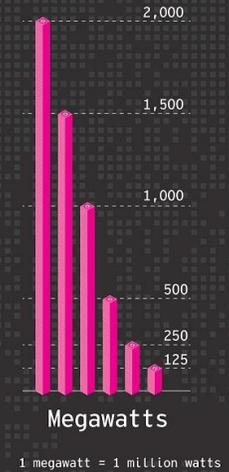
Digital Realty : 225 data centers [plus de 300 aujourd'hui] ; 147 USA, 3 CA, 47 EU, 19 America Latina, 10 Asia, 5 Australia, 36,6 millions de m². → **large scale, urban and rural data centers, metropolitan area**

TOP 50 BIGGEST DATA CENTER MARKETS

BY ELECTRICITY CONSUMPTION in MEGAWATTS

1,600+ data centers surveyed from 63 markets

Unlike real estate which is measured in square footage, data center size is measured in electricity capacity and consumption. To determine data center size, server density is key because many servers can be stacked vertically into the same footprint, enabling more value from the same square footage. More servers means more bandwidth but also more power consumed.

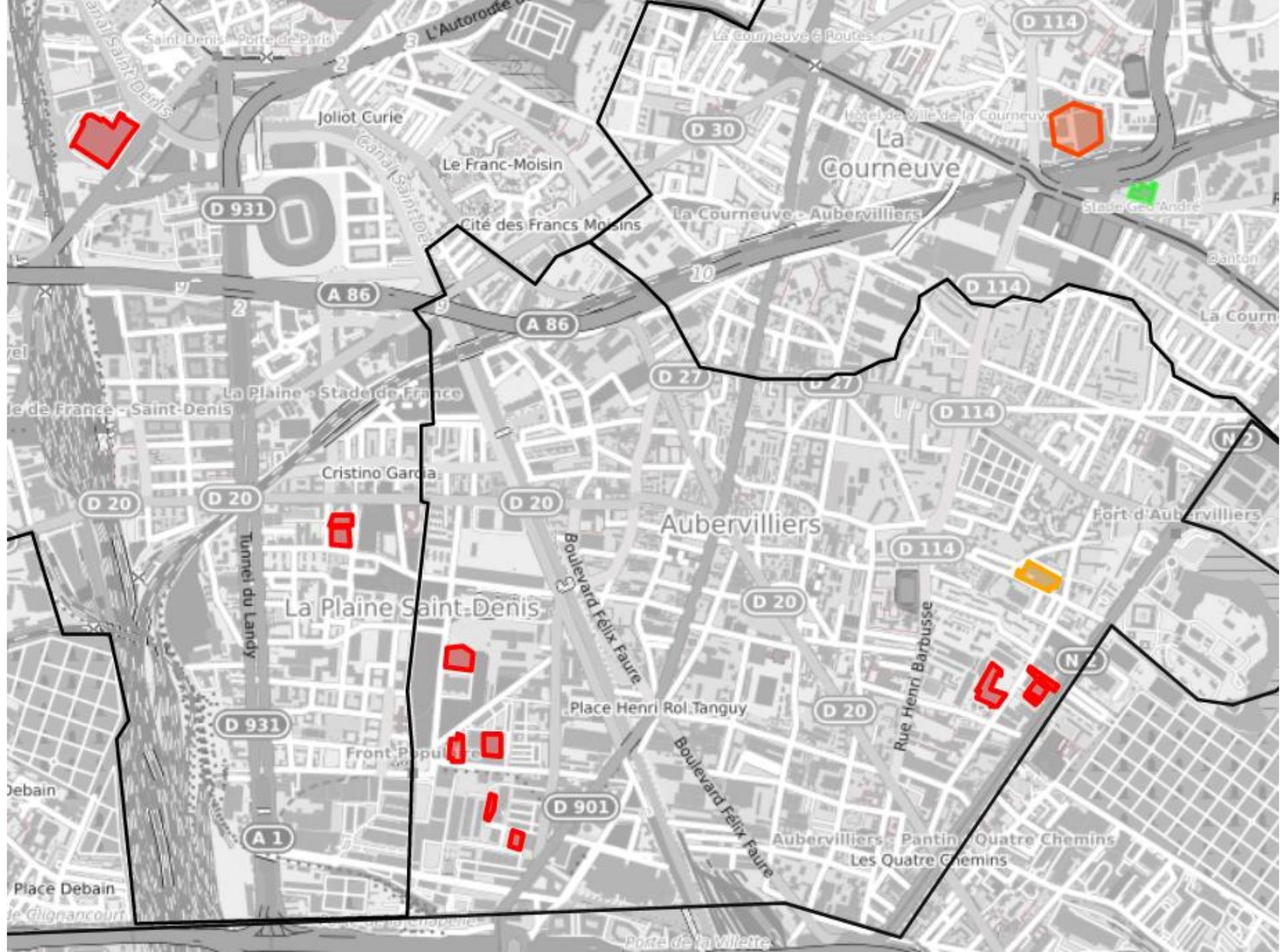


The U.S. is the biggest geographical market because it is home to the world's leading data producing and consuming businesses like Facebook, Amazon, Microsoft and Google.

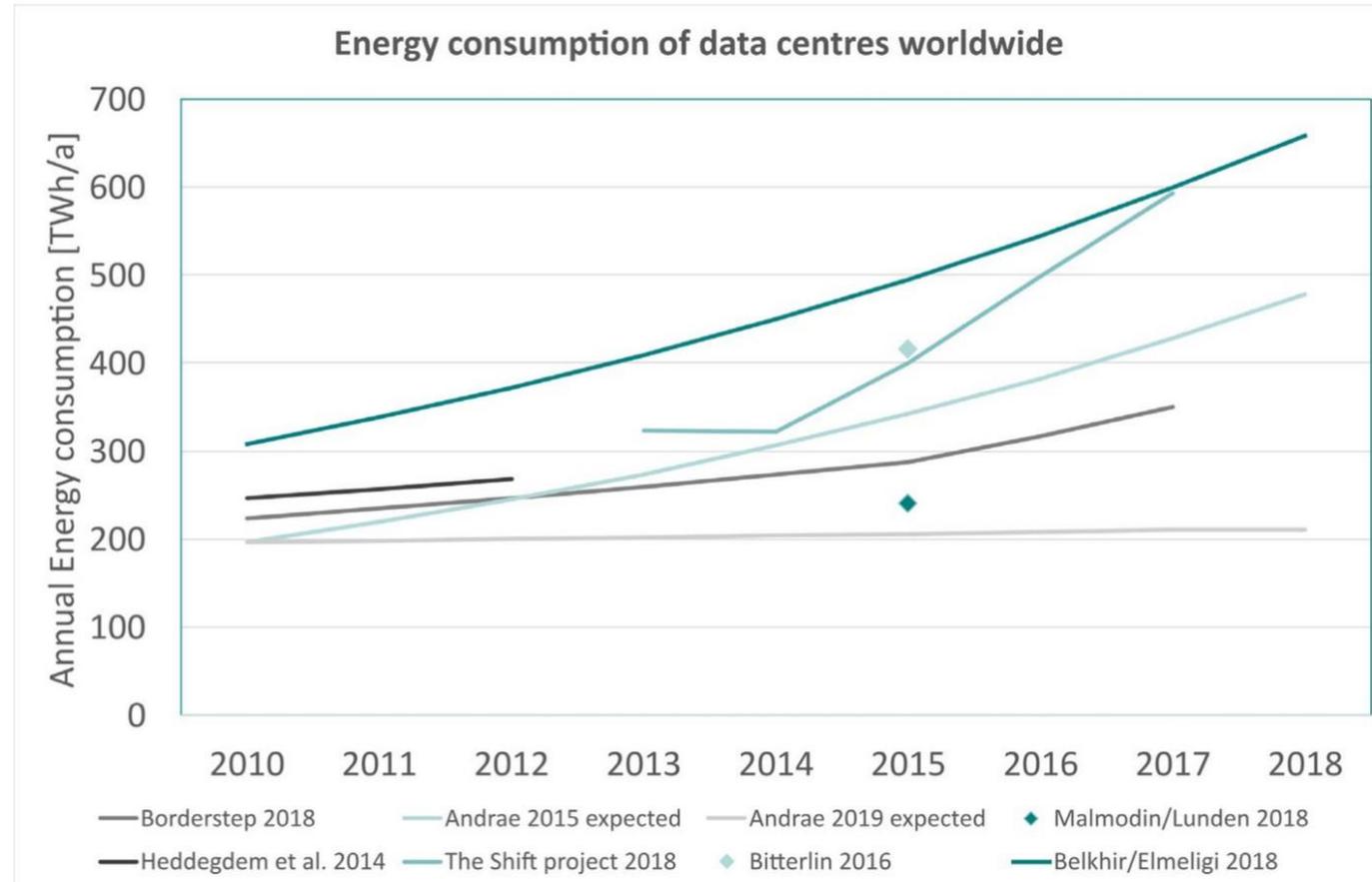
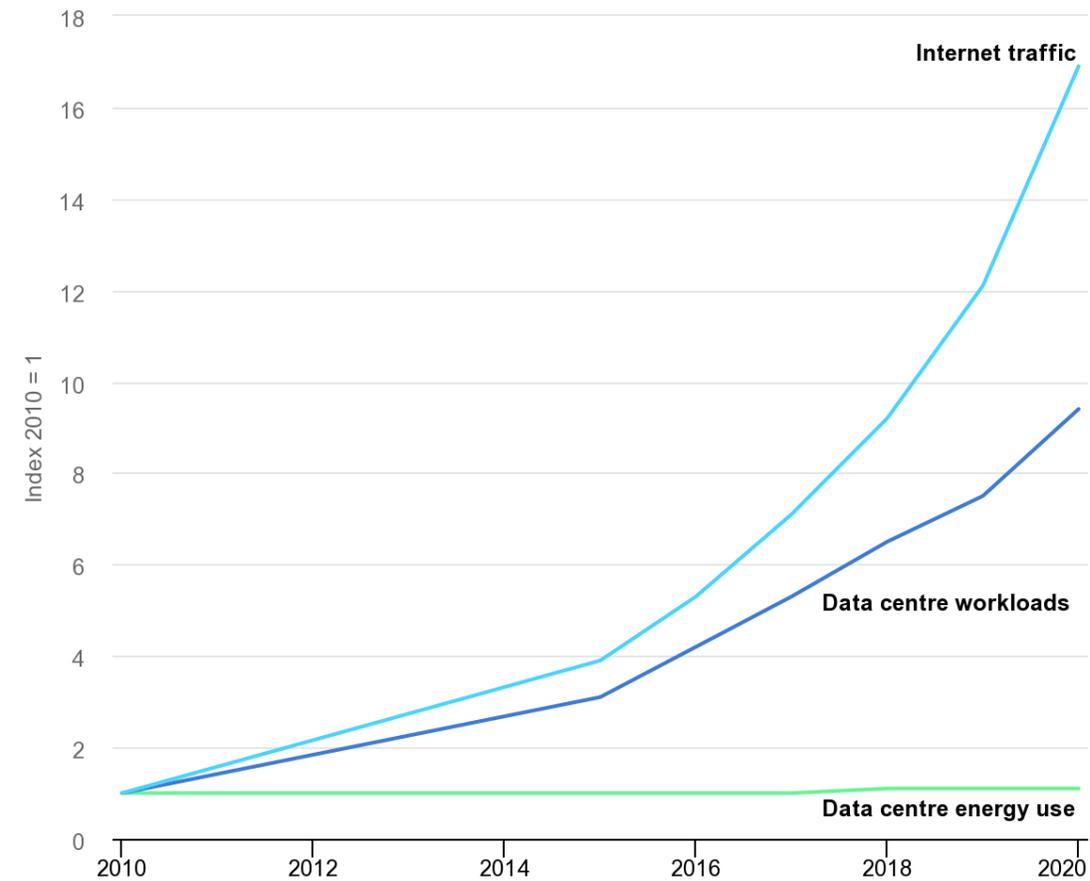
Recent technical issues with the local utility's ability to distribute enough power to substations could delay projects currently planned or under construction until at least 2024 or later in Northern Virginia, the world's biggest market.

With more accurate data on the size and scope of data centers in mainland China, Beijing and Shanghai have both risen in the rankings for 2023.

In 2022, Singapore lifted its development moratorium and put in new guidelines that limit power usage until the end of 2025.

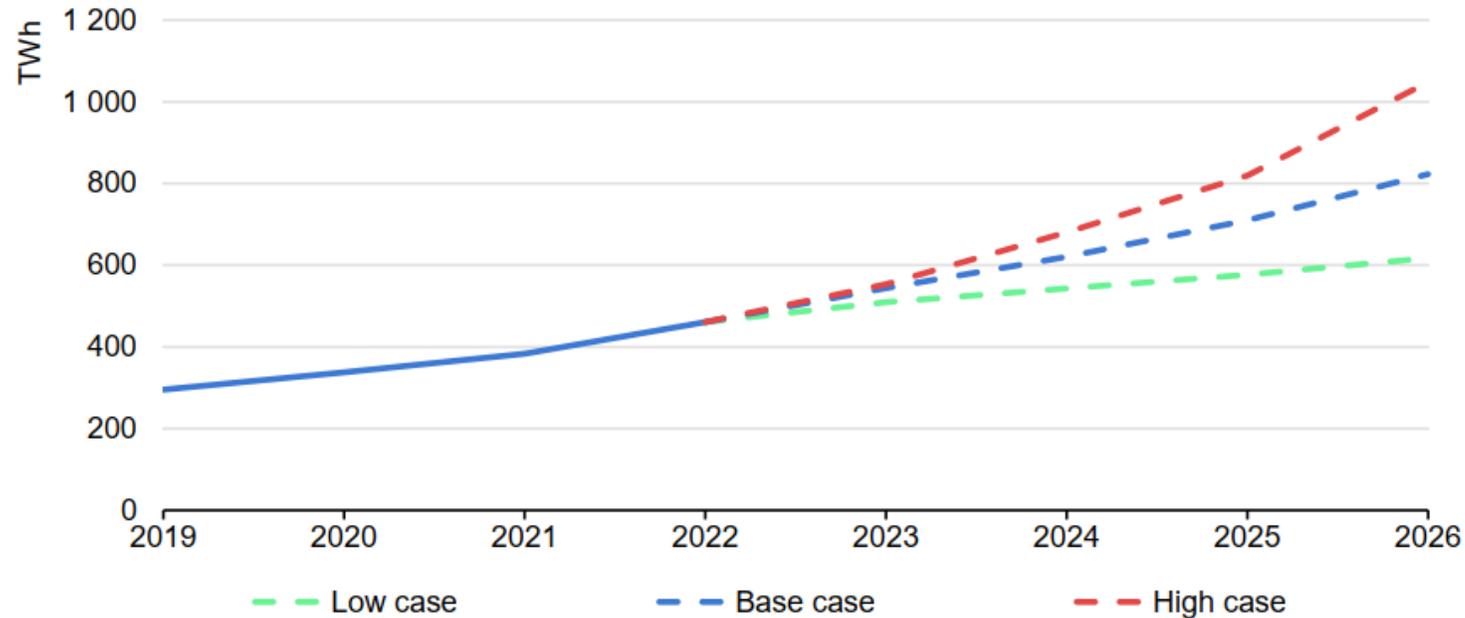


Les data centers en quelques courbes



Les data centers en quelques courbes

Global electricity demand from data centres, AI, and cryptocurrencies, 2019-2026



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Includes traditional data centres, dedicated AI data centres, and cryptocurrency consumption; excludes demand from data transmission networks. The base case scenario has been used in the overall forecast in this report. Low and high case scenarios reflect the uncertainties in the pace of deployment and efficiency gains amid future technological developments.

Sources: Joule (2023), [de Vries. The growing energy footprint of AI](#); [CCRI Indices \(carbon-ratings.com\)](#); The Guardian, [Use of AI to reduce data centre energy use](#); [Motors in data centres](#); The Royal Society, [The future of computing beyond Moore's Law](#); Ireland Central Statistics Office, [Data Centres electricity consumption 2022](#); and Danish Energy Agency, [Denmark's energy and climate outlook 2018](#).

Enjeux politiques nationaux



Fig. 2: Promotional brochure from data center developer Verne Global, 2014.

Attractivité économique

- Incitations fiscales

Souveraineté technologique

- Extraterritorialité des lois étatsuniennes
- Stratégies différenciées de relocalisation des données
 - Russie
 - Europe

Alix Johnson, 2019

Depuis 2018,
allègement fiscal au-
delà du 1 GW



La France, destination idéale

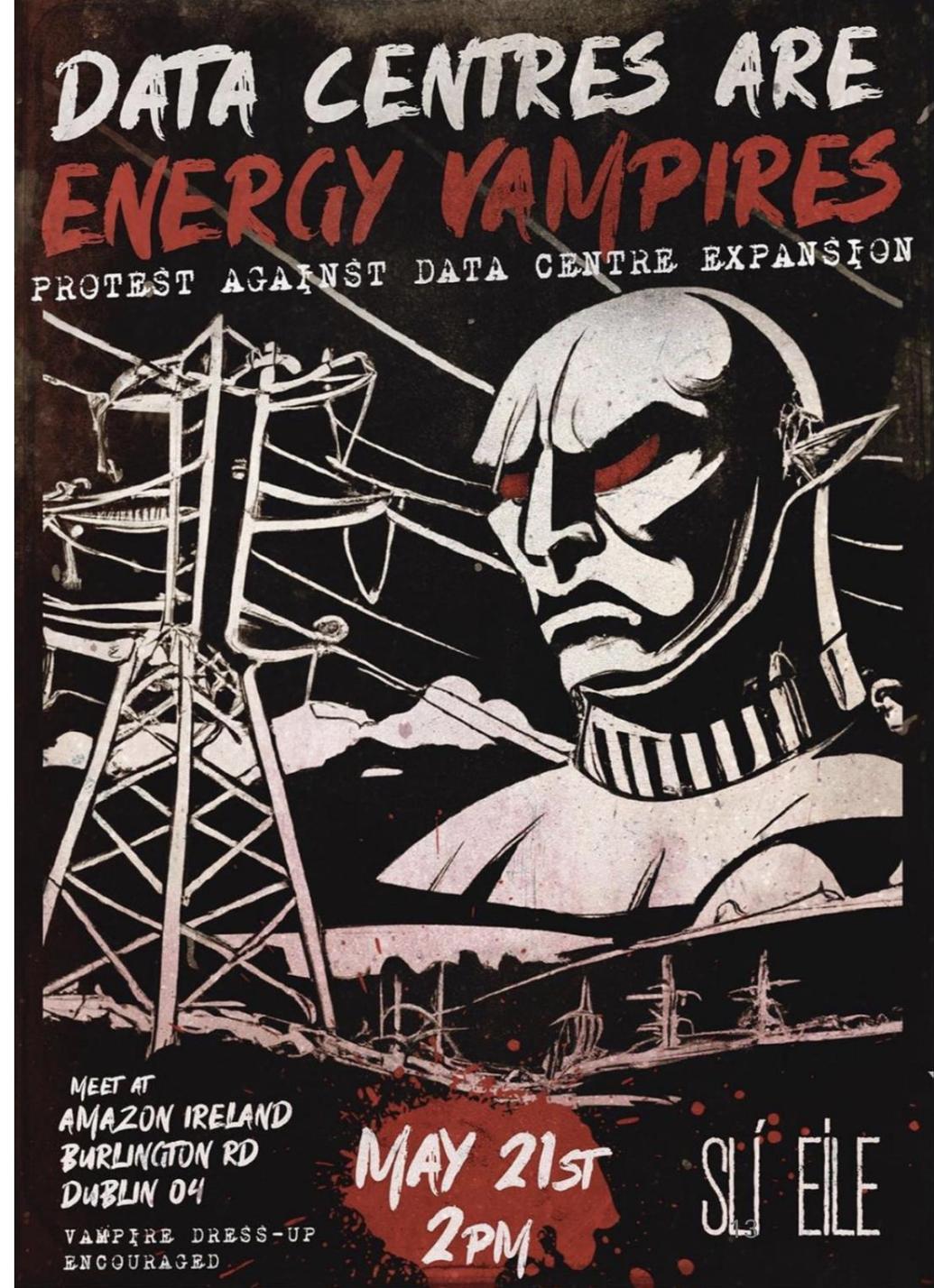
pour implanter
votre datacenter
et héberger
vos
données

« Concrètement, pour un datacenter avec une puissance installée IT disponible de 2 MW et un taux de charge de 50 %, et dont la consommation électrique annuelle est de 17,6 GWh, la réduction de la TICFE représente une économie substantielle de près de 175 000 euros. » [source : Caroline Vateau, APL Datacenter, dans DCMag 2021]

Tensions sur les ressources et conflits d'usage – I – l'électricité

L'approvisionnement électrique en
Europe

- Irlande
- Amsterdam
- Singapour
- Francfort
- Île-de-France
- Marseille



Tensions sur les ressources et conflits d'usage – II – l'eau

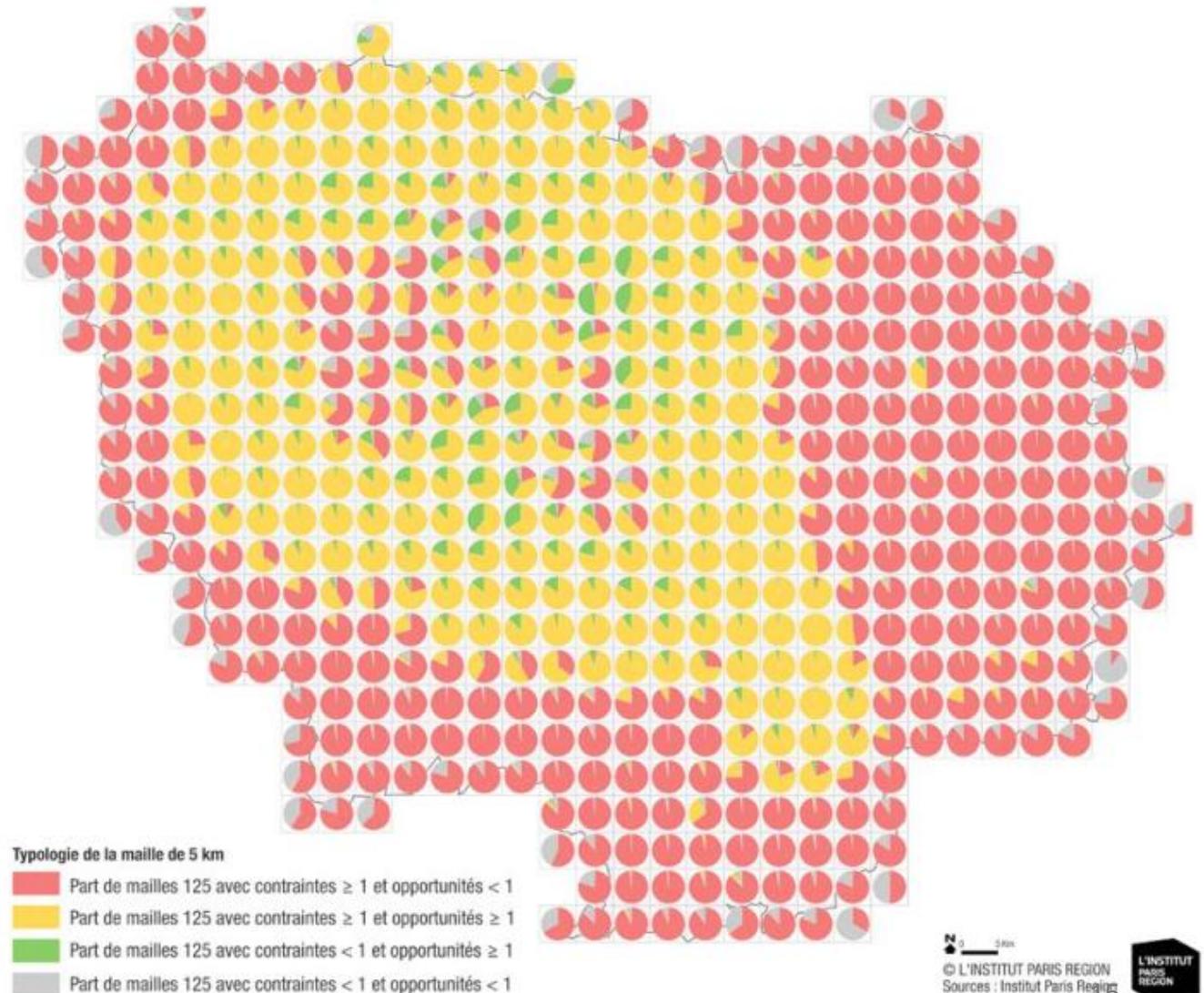
- Amsterdam
- Irlande
- Madrid
- Luxembourg
- Etats-Unis (Oregon, Arizona, Nouveau Mexique)
- Montevideo, Uruguay
- Santiago, Chili



Tensions sur les ressources et conflits d'usage – III – le foncier

- Amsterdam
- Île-de-France
- Francfort
- Londres
- Marseille

CARTE DE LA GÉOGRAPHIE PRIORITAIRE POUR L'IMPLANTATION DES DATA CENTERS
EN ÎLE-DE-FRANCE



IA et intensification des problèmes

Densification et intensité électrique

90's: 700w par m²

2000's: 2,5 kw par m²

2010's: 5,5 à 6,5 kw par m²

2020's: pour les salles IA

- 20 to 40 kw par m² pour l'apprentissage
- 40 to 90 kw par m² pour les moteurs d'inférence

Besoins en capacité électrique

En Île-de-France

- 4 to 12 MW entre 1999 et 2005
- 15 et 30 MW entre 2005 et 2011
- 64 et 130 MW entre 2011 et 2018.

Depuis, les grands projets navigent entre 100 et 240 MW, demandes cumulées : 3 GW pour le seul opérateur RTE (soit l'équivalent de la pointe de consommation d'hiver de la ville de Paris)

IA et intensification des problèmes

[...] Et la seule réponse, [...] [c'est] une programmation urbaine en région parisienne et à Marseille sur des centaines d'hectares comme ont pu le faire les Espagnols, les Hollandais, sinon, on n'y arrivera pas. On n'y arrivera pas parce qu'à un moment donné, la croissance du data center fait que la multiplication des dossiers va complètement coïncider. Sur la zone des Bouches-du-Rhône, en ce moment, alors ça ne se réalisera pas, mais en ce moment, il y a 1 GW de demandes faites auprès de RTE et ENEDIS. 1 GW, c'est une centrale nucléaire. Ça ne va pas passer. Alors tous les projets ne vont pas se faire, ça on le sait, mais il y a quand même un vrai problème.

Qui parle ?

Outils pédagogiques

Visite de site :

- Data center
 - Réelle (à Grenoble EOLAS)
 - Virtuelle 
- Usine de traitement des déchets industriels
- Usine de fabrication des semiconducteurs

S'appuyer sur les projets RSE des entreprises

Utiliser la presse et les articles académiques pour discuter des enjeux au-delà de la visite, dans l'articulation : chiffres, infrastructures, dynamiques locales

Exercice comparatif entre 5 pays

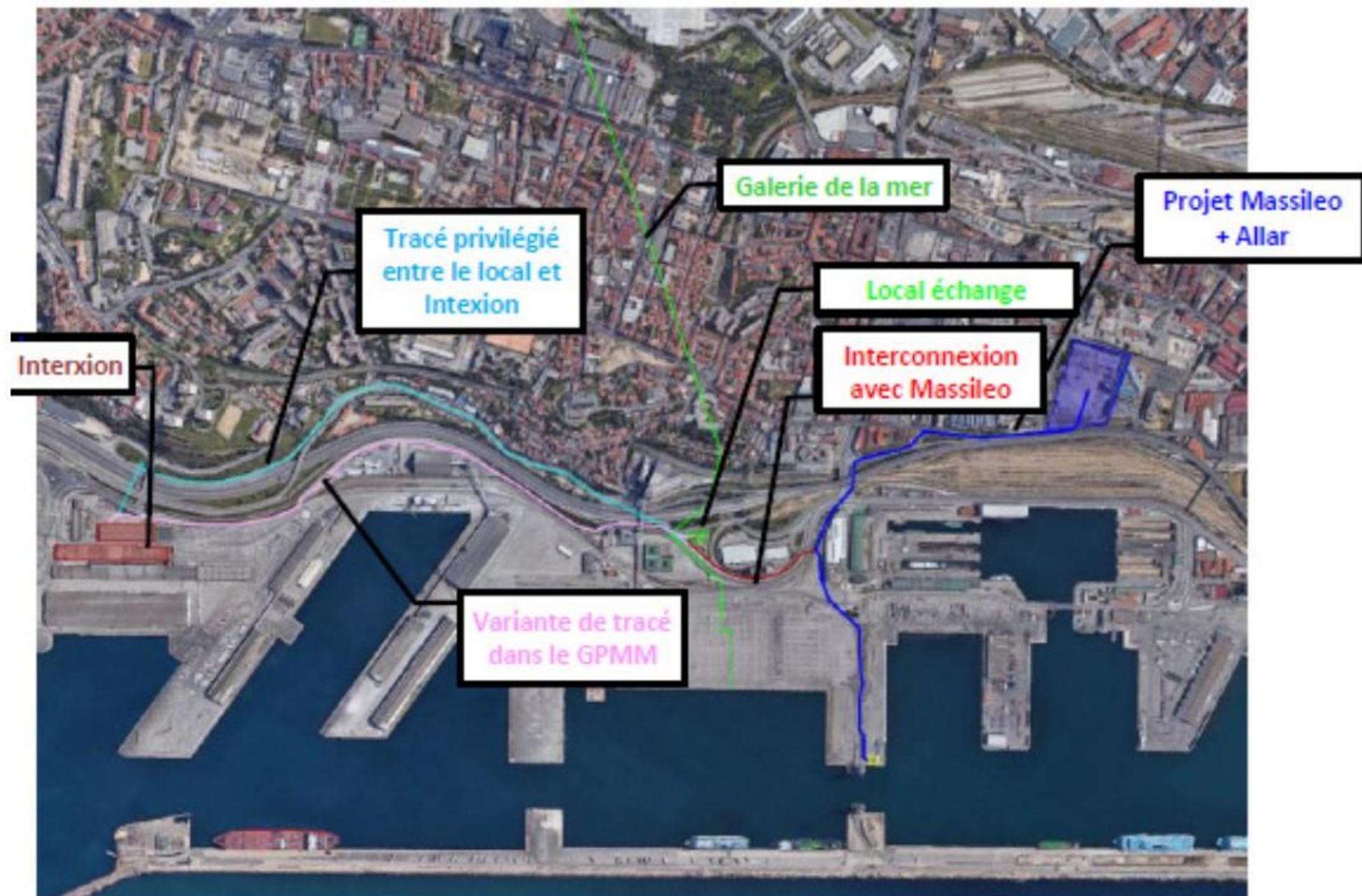


Outils pédagogiques

Promenade urbaine (ou randonnée !)

- Identifier les équipements associés au numérique en ville
 - Antennes
 - Caméras de surveillance
 - Armoires de télécommunication
 - Centres de données
 - Autre...
- Mettre en perspective ces infrastructures avec les problèmes de maintenance ou de déploiement
 - Ressources en ligne sur le câblage, les pannes etc.

Cartographie des réseaux



(Conclusion) Les nombres et leurs problèmes

- Simplification
- Décontextualisation
- Agrégation
- Circulation

On peut étudier la fabrique de la quantification, les conflits sur les nombres.

Mais cela tend aussi à faire perdre de vue ce qu'il se passe concrètement pour celles et ceux qui vivent auprès des infrastructures, y travaillent, ou souhaitent réguler leur développement.

(Conclusion) autre exemple d'abstraction : les ressources abiotiques

Tableau 9 - Répartition des impacts par niveau

	Niveau 1 Terminaux utilisateurs	Niveau 2 Réseau	Niveau 3 Centres de données
Utilisation des ressources, minéraux et métaux	88,8 %	5,9 %	5,3 %
Utilisation des ressources, fossiles	62,0 %	14,1 %	23,9 %
Acidification	65,8 %	12,1 %	22,1 %
Écotoxicité, eau douce	69,4 %	10,1 %	20,5 %
Changement climatique	65,5 %	11,9 %	22,5 %
Radiations ionisantes, santé humaine	65,5 %	14,4 %	20,2 %
Émission de particules	64,0 %	13,0 %	22,9 %
Formation d'ozone photochimique - santé humaine	67,3 %	11,4 %	21,3 %
Matières premières	66,7 %	12,2 %	21,2 %
Production de déchets	78,6 %	8,6 %	12,8 %
Consommation d'énergie primaire	58,2 %	15,6 %	26,2 %
Consommation d'énergie finale (utilisation)	53,8 %	17,9 %	28,2 %

(Conclusion) autre exemple d'abstraction : les ressources abiotiques

Tableau 9 - Répartition des impacts par niveau

	Niveau 1 Terminaux utilisateurs	Niveau 2 Réseau	Niveau 3 Centres de données
Utilisation des ressources, minéraux et métaux	88,8 %	5,9 %	5,3 %
Utilisation des ressources, fossiles	62,0 %	14,1 %	23,9 %
Acidification	65,8 %	12,1 %	22,1 %
Écotoxicité, eau douce	69,4 %	10,1 %	20,5 %
Changement climatique	65,5 %	11,9 %	22,5 %
Radiations ionisantes, santé humaine	65,5 %	14,4 %	20,2 %
Émission de particules	64,0 %	13,0 %	22,9 %
Formation d'ozone photochimique - santé humaine	67,3 %	11,4 %	21,3 %
Matières premières	66,7 %	12,2 %	21,2 %
Production de déchets	78,6 %	8,6 %	12,8 %
Consommation d'énergie primaire	58,2 %	15,6 %	26,2 %
Consommation d'énergie finale (utilisation)	53,8 %	17,9 %	28,2 %



Rio tinto, Andalousie, Espagne









Berkeley Pit (Butte, Montana, USA). Crédits : James St. John.

(Conclusion) Appréhender la matérialité

1. ressaisir les inégalités voire la violence des situations socioécologiques (euphémisation des chiffres et du vocabulaire des « impacts »)
2. retrouver l'épaisseur historique, territoriale, politique et sociale de ces configurations, rendre compte des forces qui les entretiennent ou se mobilisent pour les transformer (recontextualisation et singularités)
3. remonter aux pratiques de production logicielle et/ou équipement (donner concrètement à voir les conséquences de la recherche de la performance en calcul et en latence)

