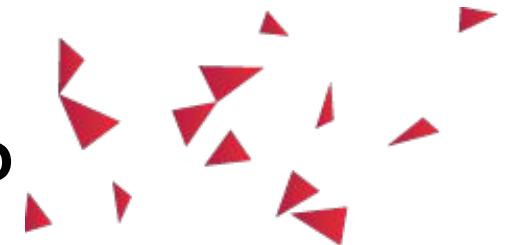
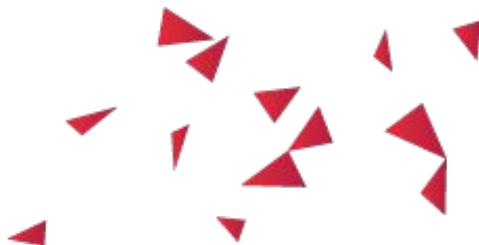




Et si on se penchait sur
l'impact énergétique de l'IT ?



@AvertyBenoit



@srevereault





La consommation électrique cachée de vos activités sur Internet

⌚ 25/05/2018 à 07h43

(...) un film classique en 720 pixels pèse 3 giga. Pour aller du data center à votre ordinateur, le fichier va consommer au total 15,36 kWh, l'équivalent de 1000 ampoules basse consommation (15W de puissance) allumées pendant une heure.



De quoi parle-t-on ?

%	Energie	GES	Eau	Ressources ⁽¹⁾
Utilisateurs	64 %	84 %	91 %	79 %
Réseau	21 %	10 %	5 %	15 %
Centres informatiques ⁽²⁾	15 %	6 %	4 %	6 %

Répartition par tiers des impacts du numérique en France en 2020

<https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2020/06/2020-06-iNum-etude-impacts-numerique-France-rapport.pdf>





Et si on se penchait sur
l'impact ~~énergétique~~ de l'IT ?
électrique

L'effet McNamara...

...aussi appelé l'effet de focus.

=> L'illusion de l'indicateur unique



L'électricité n'est pas un indicateur environnemental

<https://www.greenit.fr/2020/01/21/lelectricite-nest-pas-un-indicateur-environnemental/>





La consommation électrique cachée de vos activités sur Internet

⌚ 25/05/2018 à 07h43

(...) un film classique en 720 pixels pèse 3 giga. Pour aller du data center à votre ordinateur, le fichier va consommer au total 15,36 kWh, l'équivalent de 1000 ampoules basse consommation (15W de puissance) allumées pendant une heure.



Un rapide rappel

Energie, en kilowatts heures (kWh)

Une ressource qu'on stocke et qu'on consomme

$$E = P \times T$$

Puissance, en kilowatts (kW)

mesure instantanée de la vitesse à laquelle un travail est fourni

Durée, en heures (h)

Pendant combien de temps la puissance est délivrée

$$(D = V \times T)$$



$$E = P \times T$$

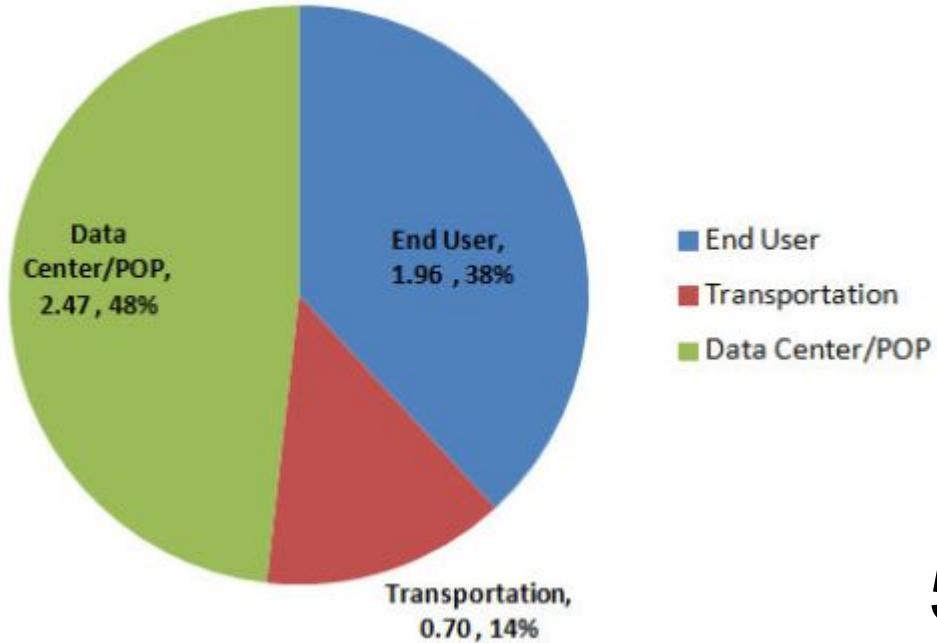
$$E = 141\ 000\ 000 \text{ (kW)} \times T$$

$$E = 141\ 000\ 000 \text{ (kW)} \times 24 \times 365 \text{ (h)}$$

$$\frac{141\ 000\ 000 \text{ (kW)} \times 24 \times 365 \text{ (h)}}{241\ 000\ 000\ 000 \text{ (GB)}} = 5.12 \text{ (kWh / GB)}$$



Figure 1. Internet Energy Breakdown (kWh per GB)

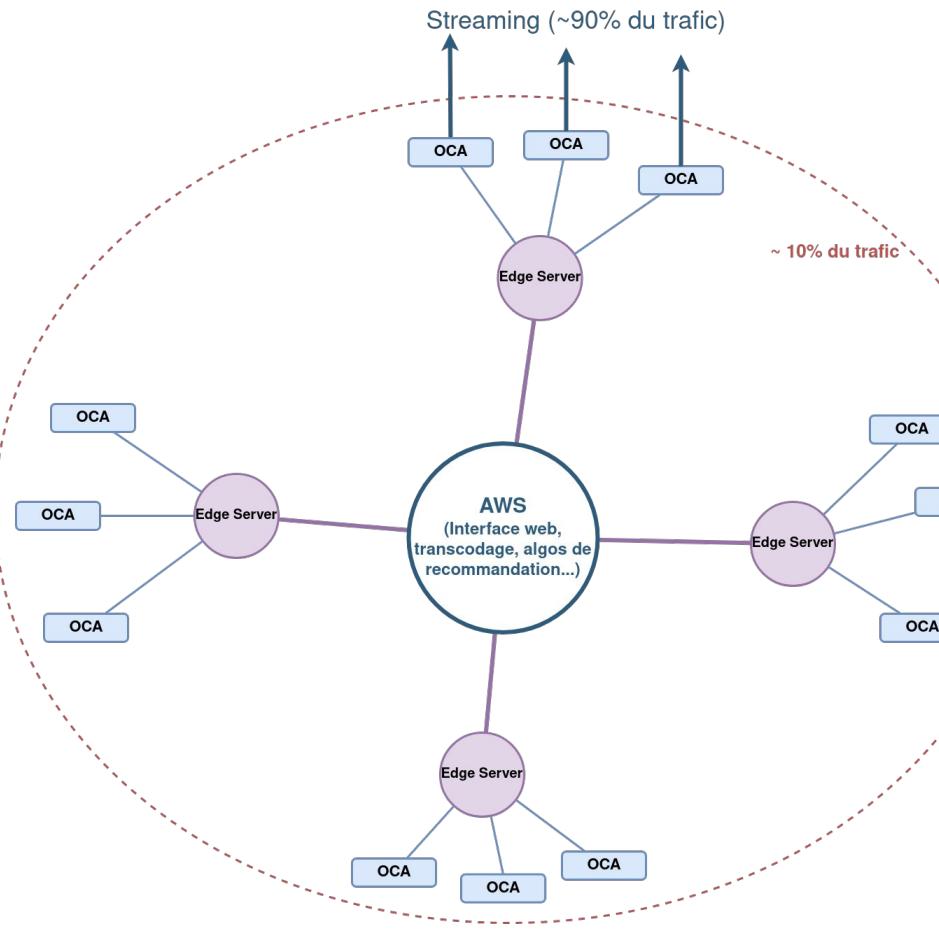


$$5,12 \times 0,48 = \sim 2,46 \text{ kWh / GB}$$



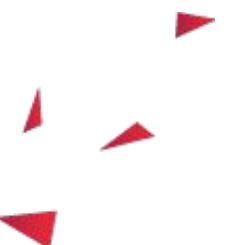


Netflix... on ouvre le capot



<https://openconnect.netflix.com>





Comment estimer la consommation de cette machine complexe ?



Approche «macro»

$$V = \frac{C}{H} = \frac{94 + 357 \text{ GWh}}{122 \text{ milliards}} = 0.004 \text{ kWh ?!}$$

Consommation totale de netflix

Consommation d'une heure de vidéo

Nombres d'heures totales streamées par netflix

The diagram illustrates the calculation of average energy consumption per video hour. It shows the formula $V = \frac{C}{H}$ where C is the total consumption and H is the total hours streamed. The total consumption is given as 94 + 357 GWh, and the total hours streamed is given as 122 billions. A question mark at the end suggests the result is counterintuitive or surprising.

- C (2019) : [Netflix Environmental Social Governance](#)
- H (2019) : <https://www.businessinsider.fr/us/netflix-viewing-compared-to-average-tv-viewing-nielsen-chart-2019-3>

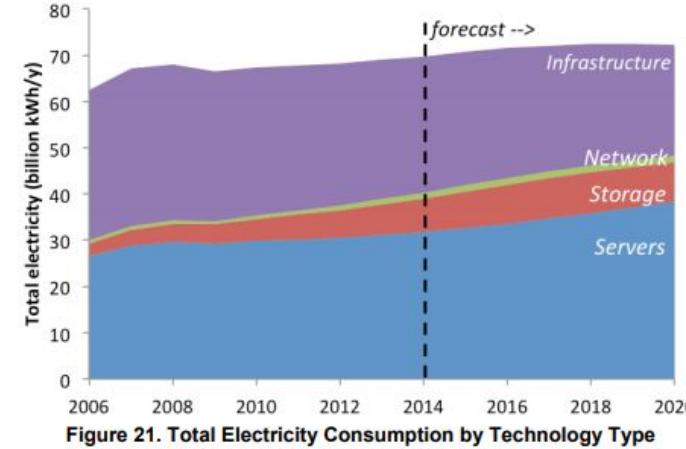


Approche « micro »

$$V = \frac{C \times O \times 2}{H \times U} = \frac{500 \times 24 \times 365 \times 5000 \times 2}{520 \text{ h} \times 167\,000\,000} = 0.5 \text{ Wh...}$$

soit 0,0005 kWh

Consommation d'un OCA en un an
 Nombre d'OCA
 Nombres d'heures moyen par utilisateur par an
 Nombre d'utilisateurs de Netflix



[United States Data Center Energy Usage Report](#)





What the frack!?

The Megawatts behind Your Megabytes : 2,56 kWh / heure de vidéo

Approche macro Netflix : 0,004 kWh / heure de vidéo

Approche micro Netflix : 0,0005 kWh / heure de vidéo

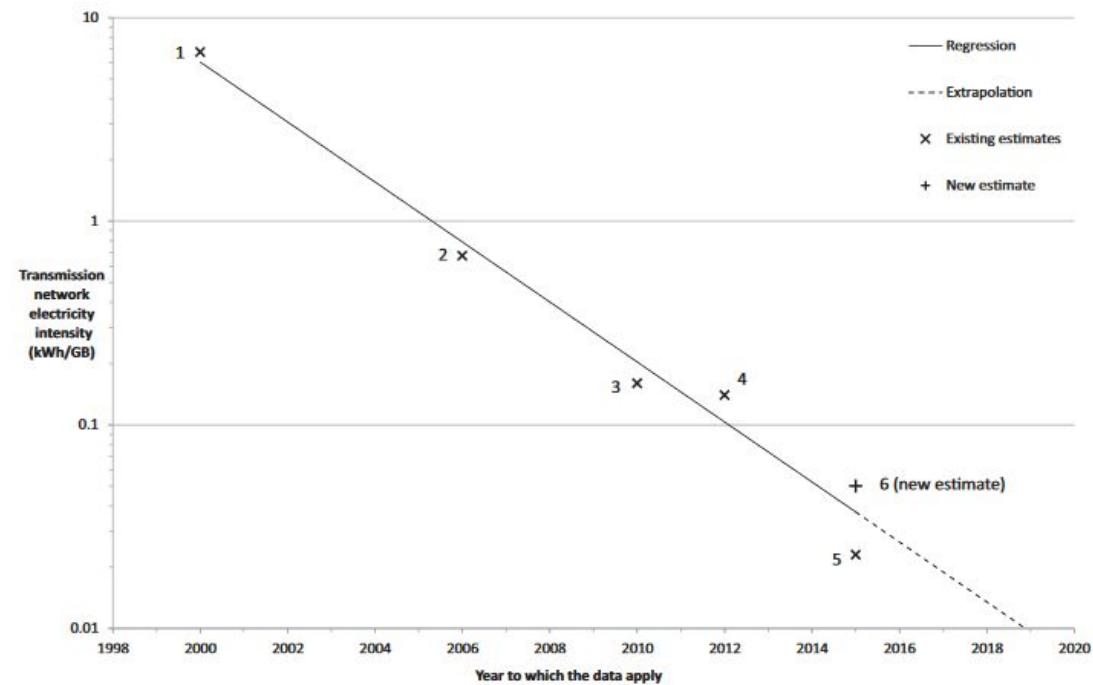
=> facteur 5000



C'est pas si mal...

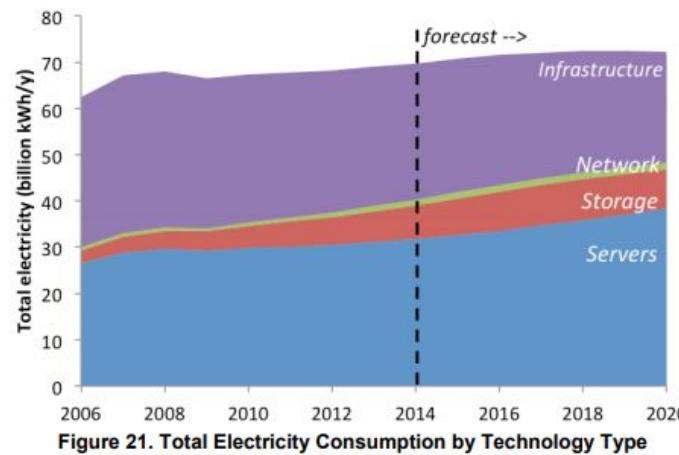
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jiec.12630>

14 études du coût énergétique pour 1 Go : de 0,004 kWh / Go à 160 kWh / Go



Que conclure ? Qu'a-t-on appris ?

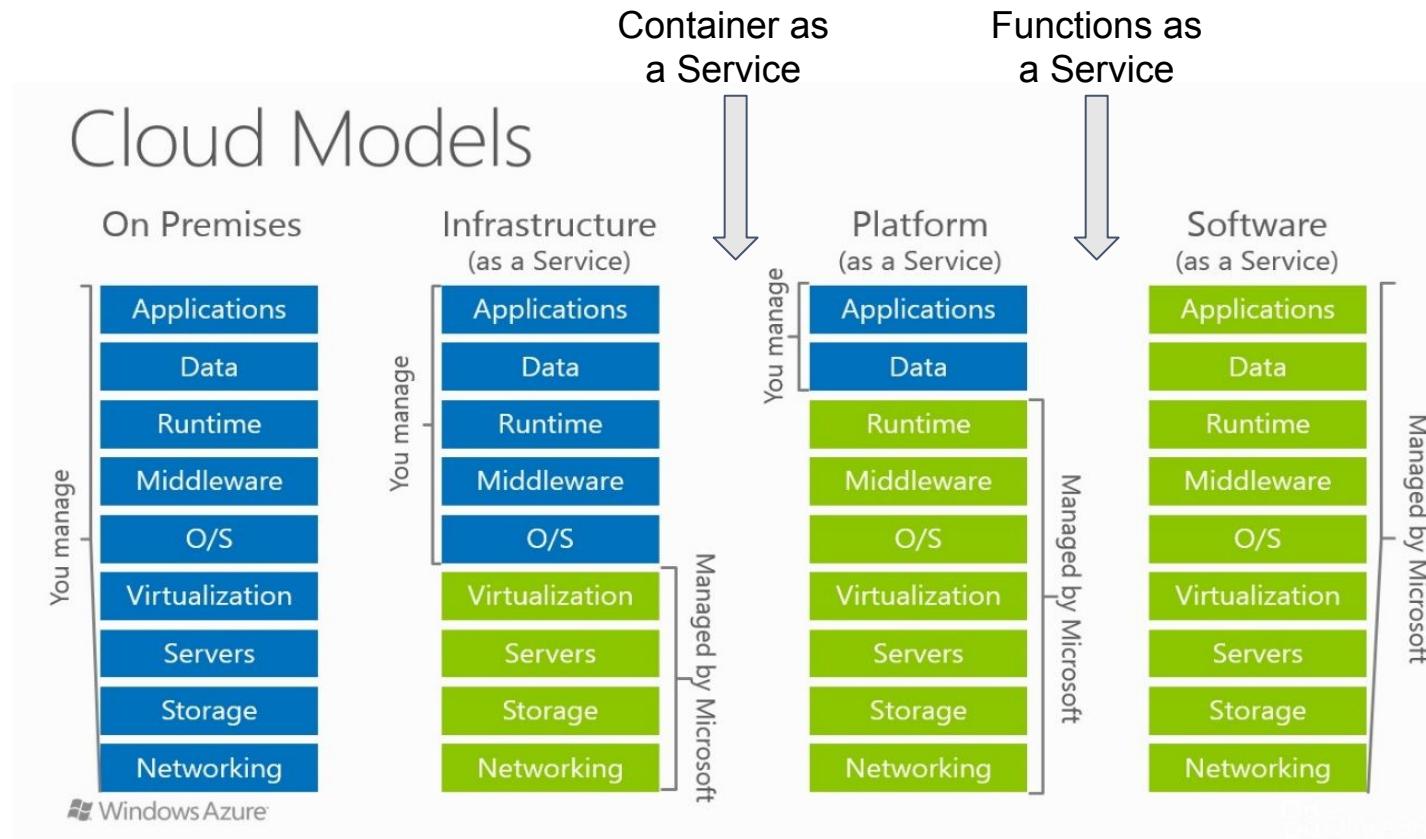
- Calculer à une échelle aussi petite qu'une heure de vidéo est complexe
(Est-ce seulement pertinent ?)
- Netflix investit énormément sur son CDN. Le stockage est moins cher que le transfert sur le réseau.
- Un datacenter consomme plus que la somme des serveurs (PUE)





Et mon Cloud ?

Le déploiement dans le Cloud... un ensemble de choix



Mutualisation => optimisation

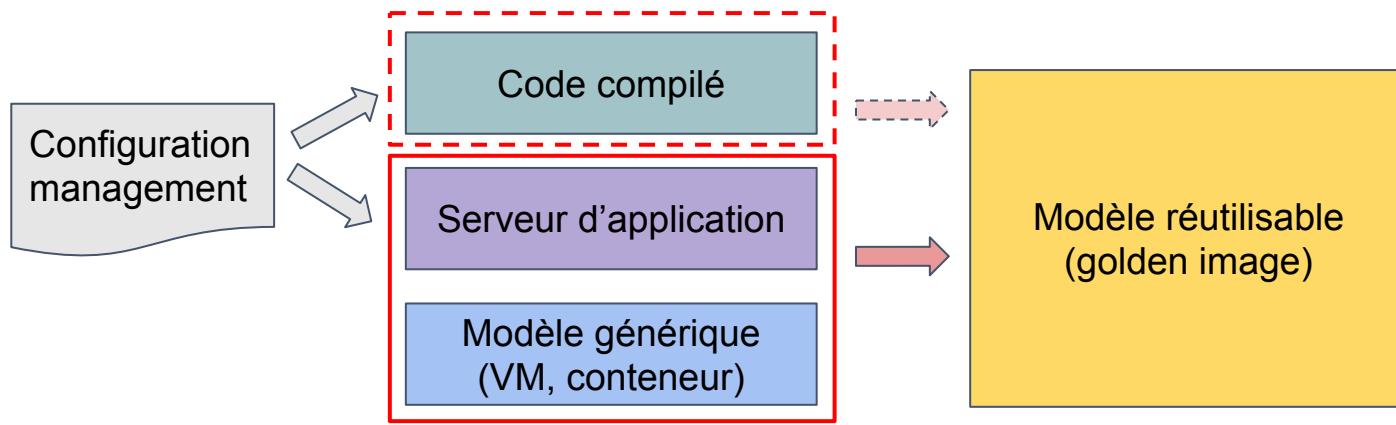
Attention au risque de “sur-ingénierie”

Le bon modèle pour le bon usage
(ex. : CDN pour un site web statique)



Et mon Cloud ?

Le déploiement dans le Cloud... un ensemble de choix

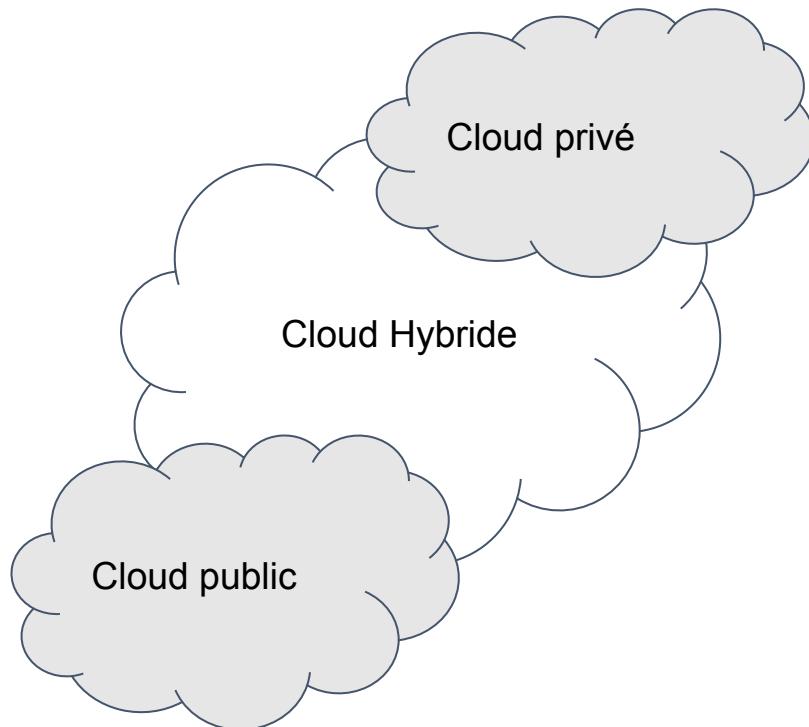


=> Éviter d'utiliser de la puissance de calcul quand c'est possible



Et mon Cloud ?

Le déploiement dans le Cloud... un ensemble de choix



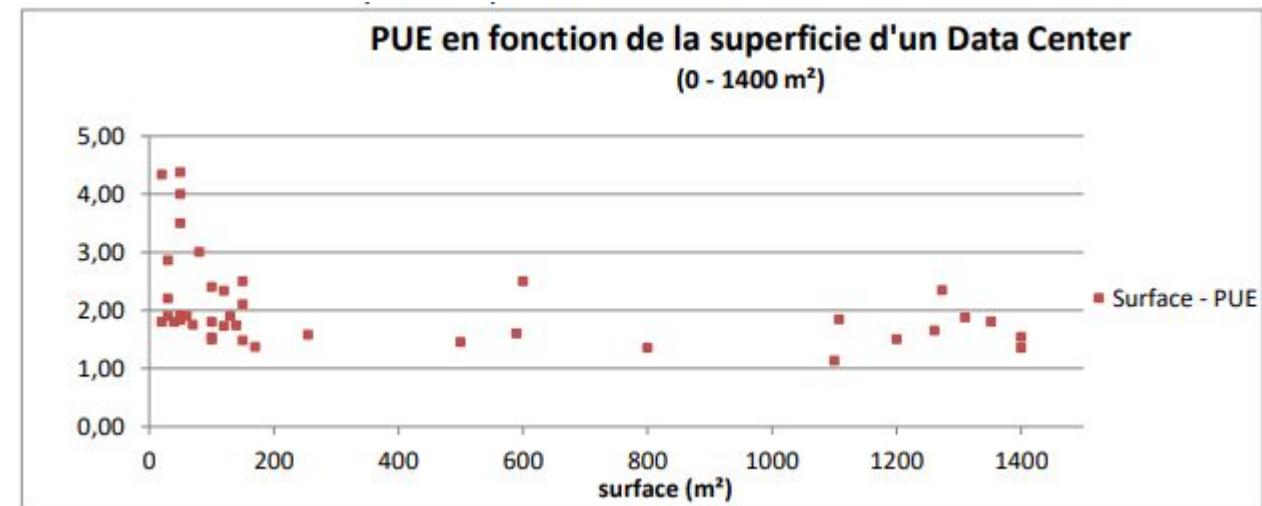
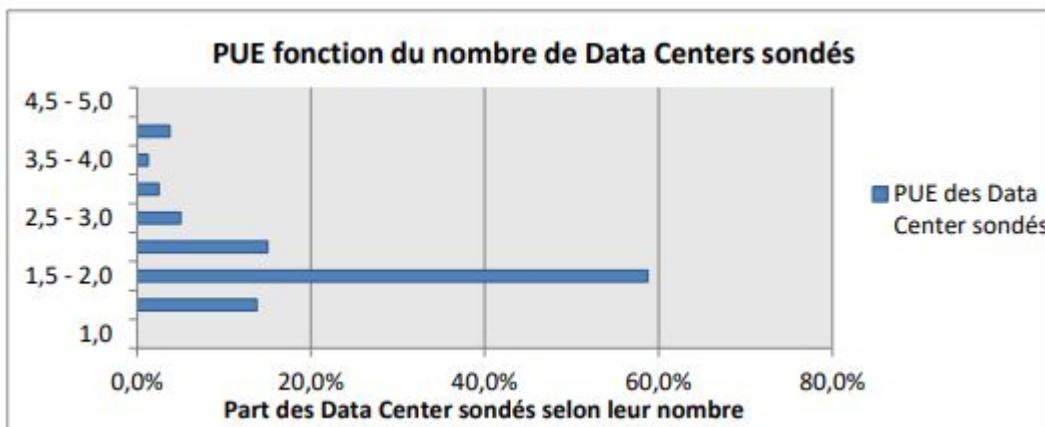
L'indicateur d'efficacité énergétique (en anglais PUE ou Power Usage Effectiveness) est utilisé pour qualifier l'efficacité énergétique d'un centre d'exploitation informatique.

Source: Wikipedia

$$\text{PUE} = \frac{\text{Energie totale consommée par le centre informatique}}{\text{Energie consommée par les équipements informatiques}}$$



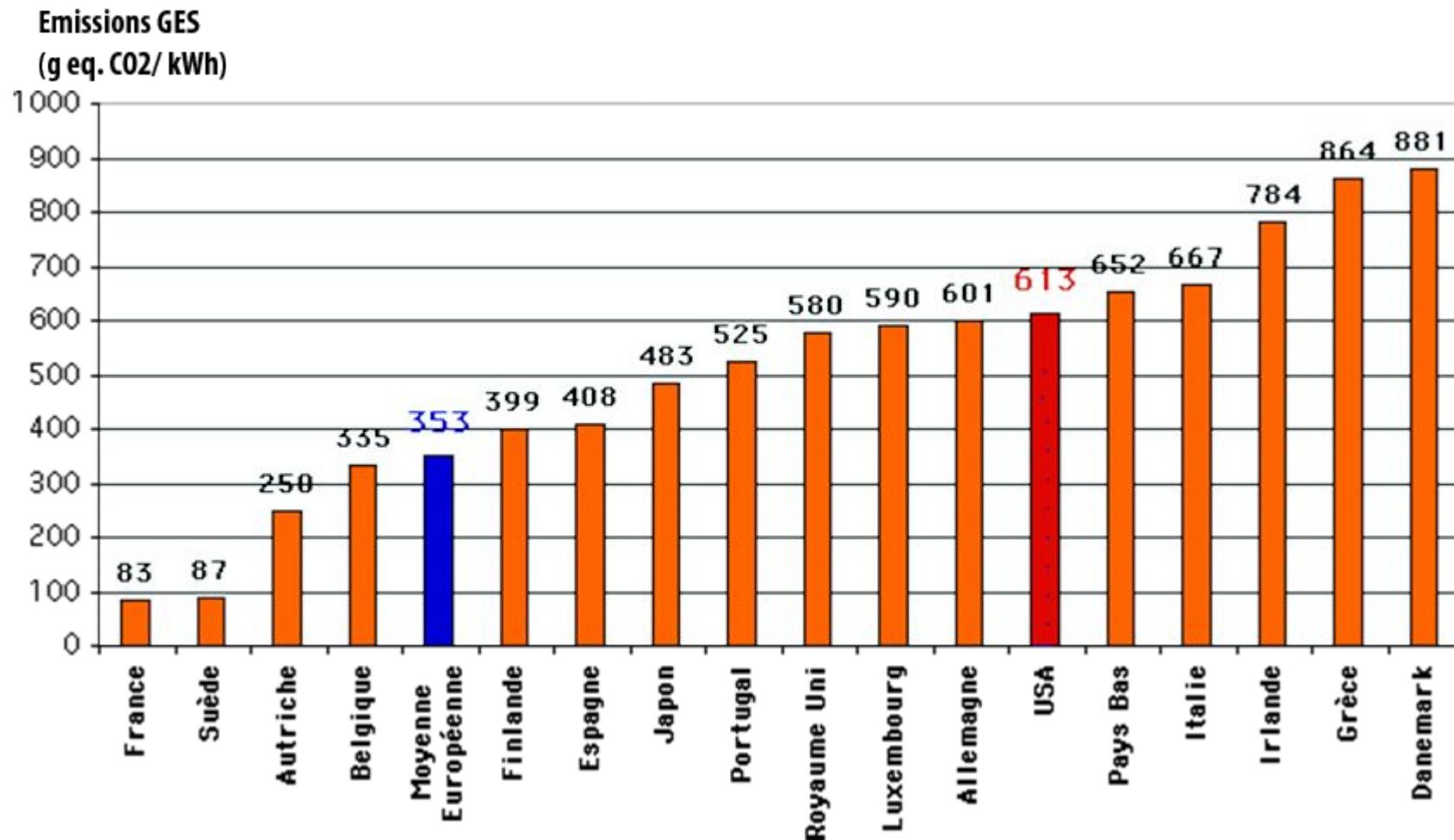
PUE moyen en France = 1,8



<https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-27968-data-center-atee.pdf>



De l'électricité à l'équivalent CO₂



<https://jancovici.com/changement-climatique/agir-individuellement/effectuer-sa-ba-pour-agir-contre-le-changement-climatique-quelques-ordres-de-grandeur/>



Les clouds providers valorisent l'empreinte carbone

Google Cloud Region Picker

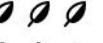
This tool helps you pick a Google Cloud region considering carbon footprint, price and latency.

Optimize for

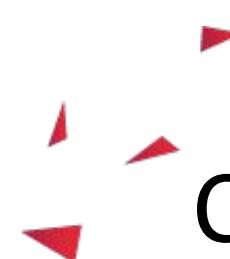
- Lower carbon footprint ⓘ
Not important Important
- Lower price ⓘ
Not important Important
- Lower latency ⓘ
Not important Important

Where is your traffic coming from?

- France
- French Guiana
- French Polynesia
- French Southern Territories
- Gabon

Recommended regions			
1.		europe-west6 Zurich, Switzerland	 \$ \$ \$
2.		europe-north1 Hamina, Finland	 \$ \$ \$
3.		europe-west1 Belgium	 \$ \$ \$
4.		europe-west4 Netherlands	 \$ \$ \$





Cloud, Edge, Fog computing

Estimating Energy Consumption of Cloud, Fog and Edge Computing Infrastructures

Ehsan Ahvar, Anne-Cécile Orgerie, Adrien Lebre

The results showed that a completely distributed architecture(FD) consumes between 14% and 25% less energy than fully centralized (FC) and partly distributed (PD) architectures respectively.

As a result of this analysis, future work on greening emerging cloud architectures should focus on improving their telecommunication network use, the efficiency of their computing infrastructures (i.e., PUE) and exploiting heterogeneous infrastructures to better fit the users' needs.

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02083080/document>





24

Le paradoxe de Jevons

Le paradoxe de Jevons énonce qu'à mesure que les améliorations technologiques augmentent l'efficacité avec laquelle une ressource est employée, la consommation totale de cette ressource peut augmenter au lieu de diminuer.

Le fameux “effet rebond”



Ainsi, bien que la quantité de calcul dans les data centers ait plus de quintuplé entre 2010 et 2018, la quantité d'énergie électrique consommée n'a augmenté que de 6% sur cette même période.

L'Usine Digitale - mars 2020

Basé sur une étude publiée dans la revue Science en février 2020



L'UNIVERS NUMÉRIQUE EN CHIFFRES.

LA PRÉDOMINANCE DES TERMINAUX (SMARTPHONE, TABLETTES, ORDINATEURS ETC.)



34 milliards de terminaux clients
(hors IoT industriel)

1.5 milliards d'équipements réseau

67 millions de serveurs



Et à la fabrication des appareils.

Bilan GES	Fabrication	Utilisation	Total
Utilisateurs	40%	26%	66%
Réseau	3%	16%	19%
Centres informatiques	1%	14%	15%
	44%	56%	

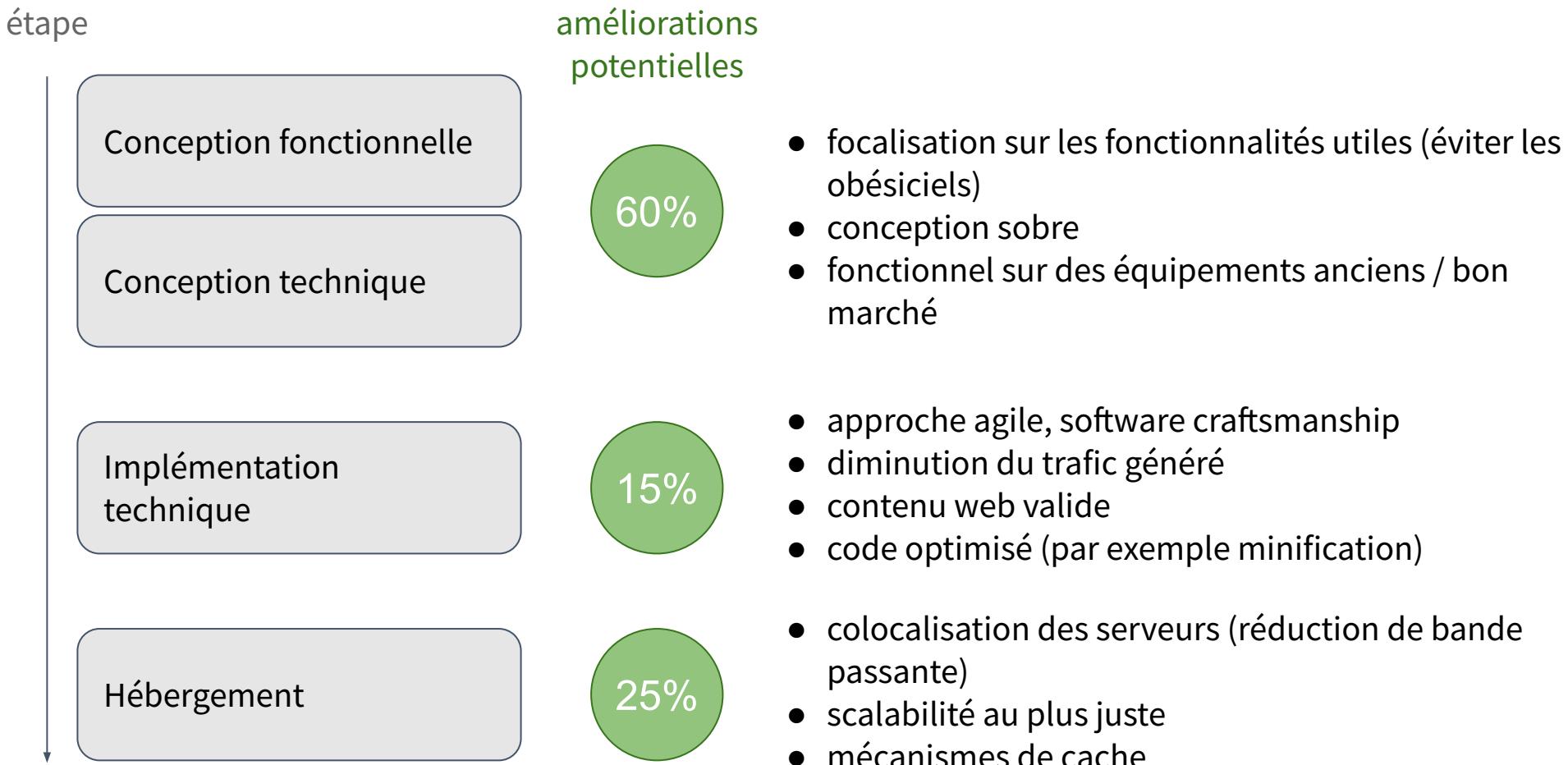
Bilan émissions de gaz à effet de serre 2019

Bilan Ressources	Fabrication	Utilisation	Total
Utilisateurs	76%	0%	76%
Réseau	16%	0%	16%
Centres informatiques	8%	0%	8%
	100%	0%	

Bilan ressources abiotiques 2019



Comment améliorer un service numérique ?

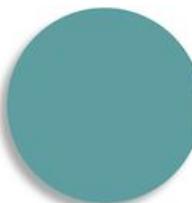


Mise en perspective

<https://raphael-lemaire.com/2019/11/02/mise-en-perspective-impacts-numerique/>



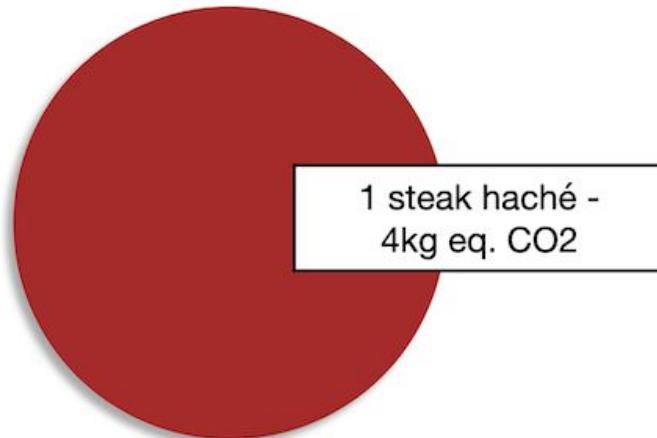
1 filet de saumon -
0,75kg eq. CO2



Paris/Lille en TGV
(200km) -
0,8kg eq. CO2



1h de vidéo - 0,13kg eq. CO2



1 steak haché -
4kg eq. CO2

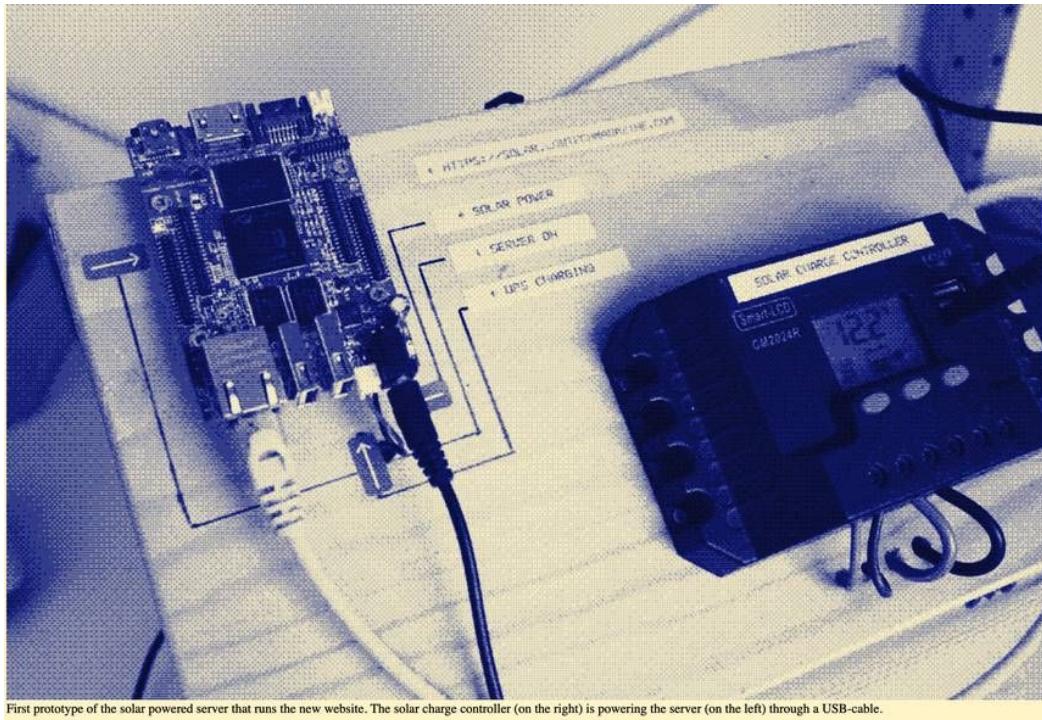


20km en voiture -
6kg eq. CO2

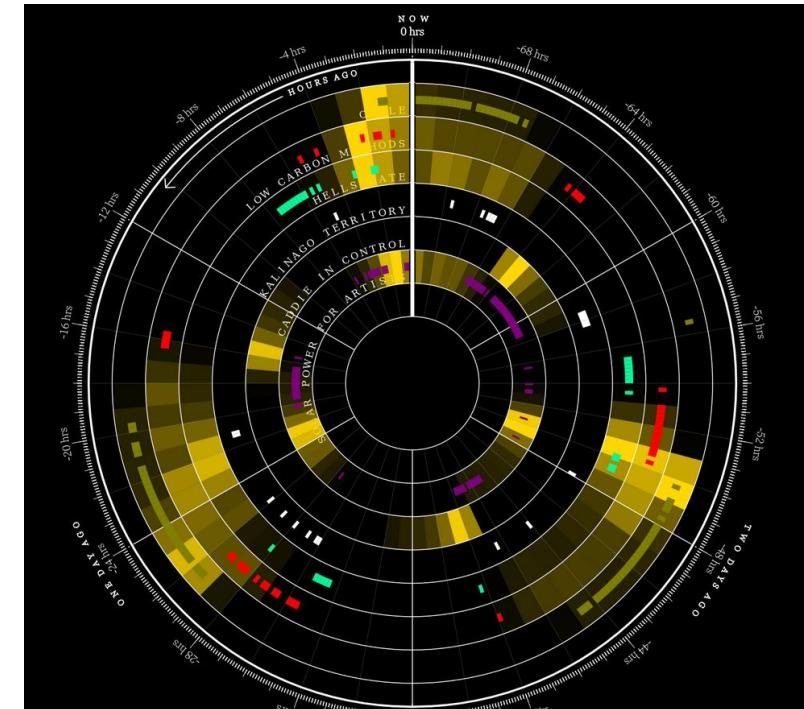


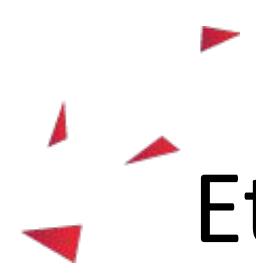
Et pour aller plus loin

Low Tech Web site



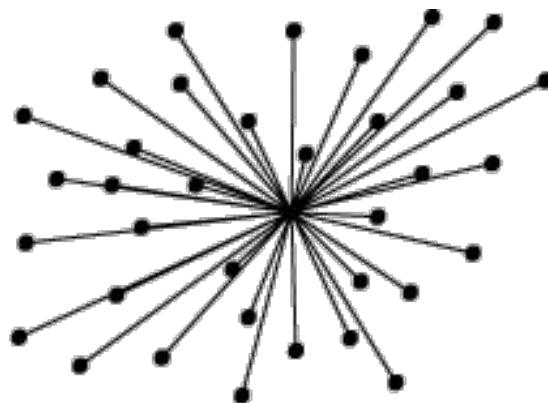
<http://solarprotocol.net/>



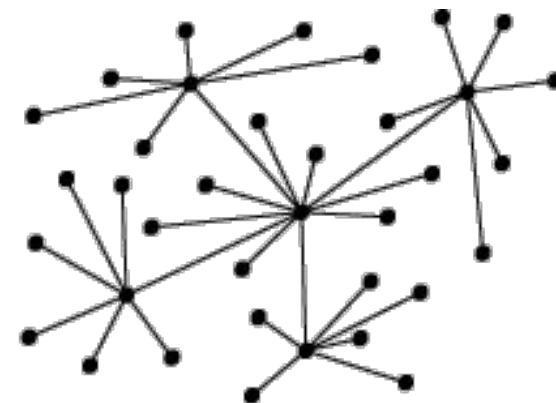


Et pour aller plus loin

Web décentralisé



centralised



decentralised



Merci !

