

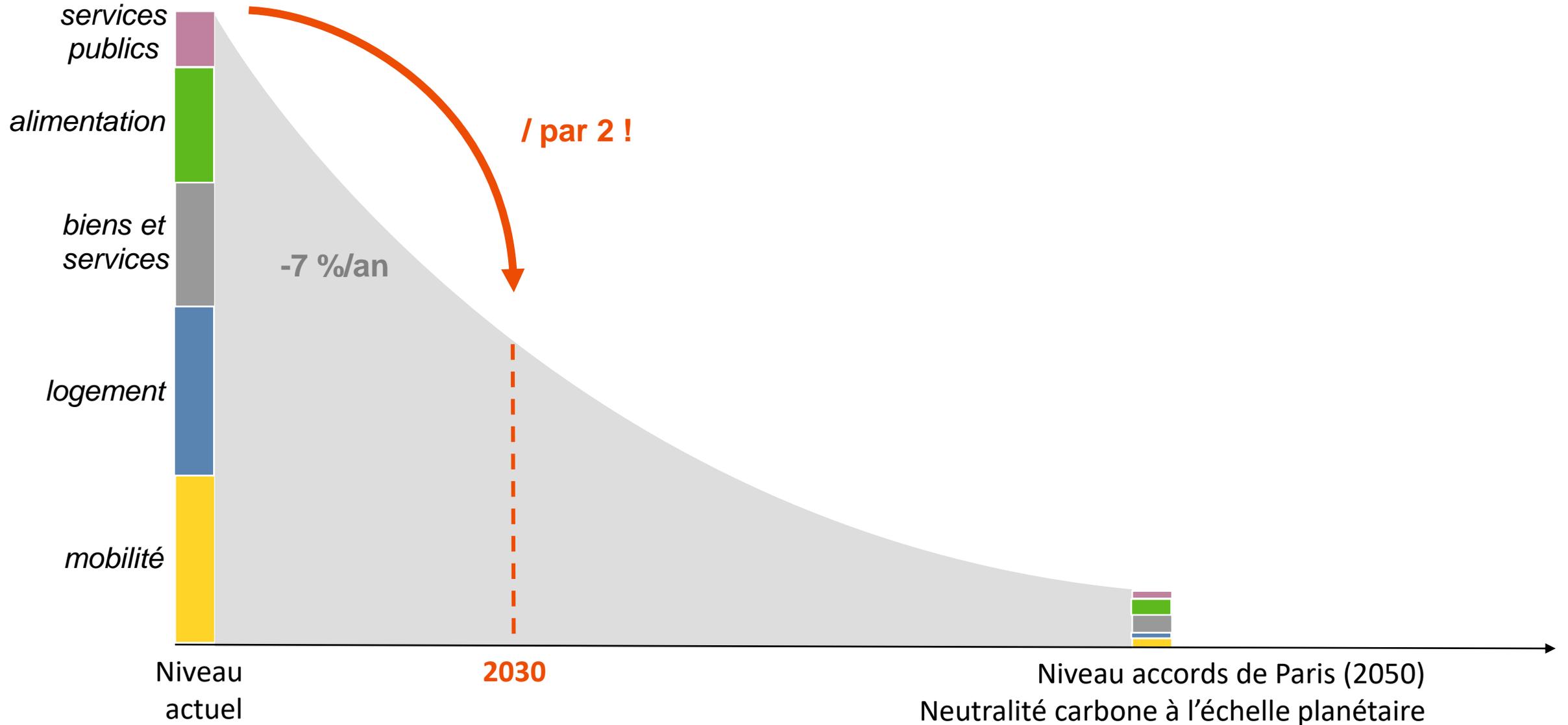
Contenu CO2 des services numériques, de quoi parle-t-on ?



Françoise BERTHOUD - GRICAD

Enjeu climatique : pas plus de +2° ?

Empreinte carbone de la France (par an)



Le secteur des TICs

~2-4 %

des émissions de
Gaz à Effet de Serre (GES)
(dans le monde)

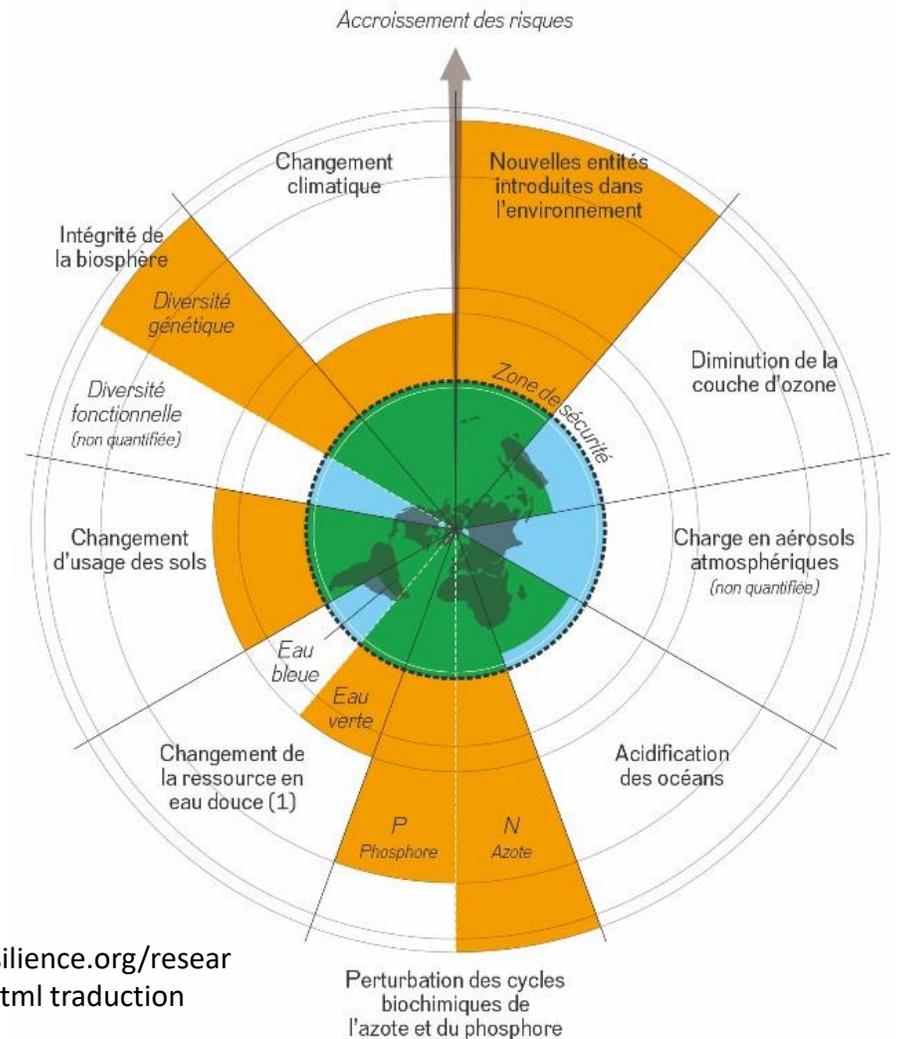
C'est la dématérialisation, des nuages, du virtuel...
... ou pas :

Secteur : **+7 %** /an

Électricité : **>10 %**
(en France)

Les autres catégories d'impacts et les limites planétaires

- **Changement climatique**
- **Effondrement de la biodiversité**
- **Changement d'usage des sols**
- **Pollution (nouvelles entités introduites dans l'environnement)**
- Acidification des sols
- **Eau douce**
- Épuisement de ressources non renouvelables (métaux, énergie fossile)



<https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> traduction reporterre

Contraintes réglementaires et BGES

- Loi REEN en 2021 (réduire l'empreinte environnementale du numérique)
- Loi Climat et Résilience d'aout 2021 (-5% par an)
- Plan Climat et Biodiversité du MESR (-2% par an au minimum -5% idéal)
- Plan de sobriété énergétique du MESR : -10% par an => 2030
- Plan Climat (respect des obligations du secteur tertiaire) : réduction des consommations énergétiques de 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050

La grande majorité des laboratoires réalisent leur BGES → besoin des données – eq CO2 - sur les services numériques externalisés à partir de leur utilisation

Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?

=

Facteur d'émission
d'1 heure de calcul
(kg CO2e)

Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?

$$\frac{\text{La consommation électrique des serveurs de calcul sur une année (kwh)}}{\text{Facteur d'émission d'1 heure de calcul (kg CO2e)}}$$

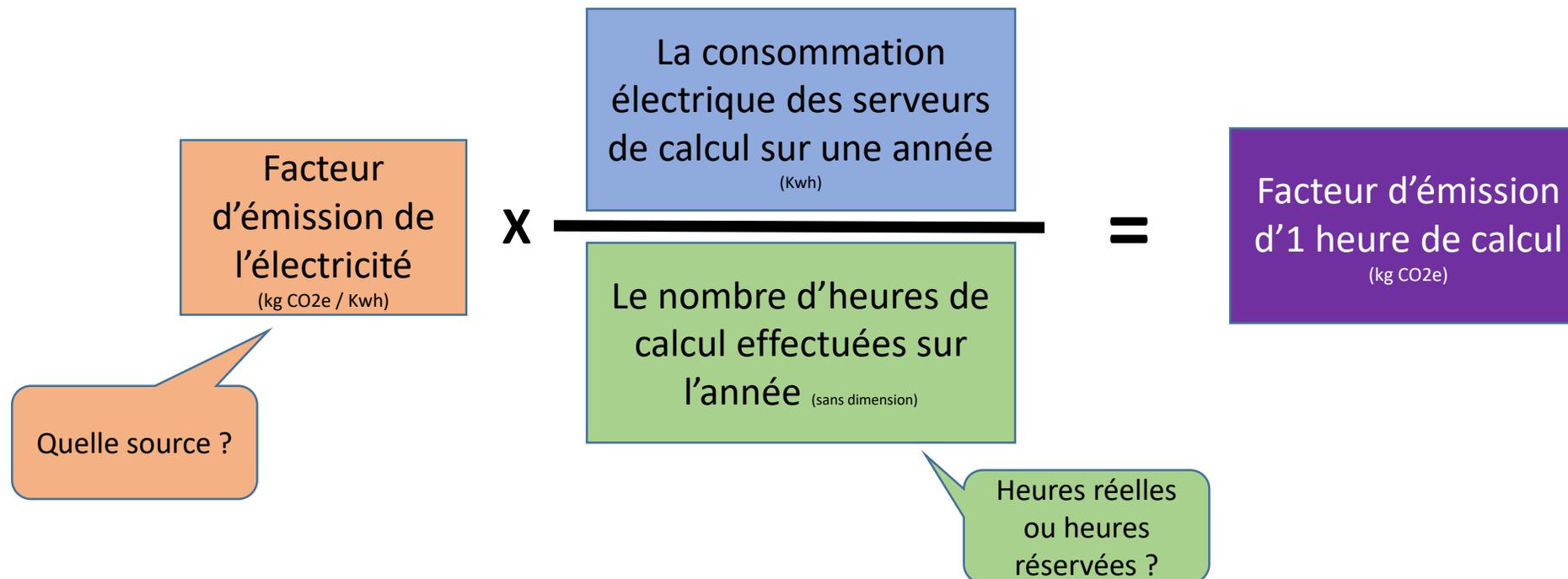
Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?

$$\mathbf{X} \frac{\text{La consommation électrique des serveurs de calcul sur une année (Kwh)}}{\text{Le nombre d'heures de calcul effectuées sur l'année (sans dimension)}} = \text{Facteur d'émission d'1 heure de calcul (kg CO2e)}$$

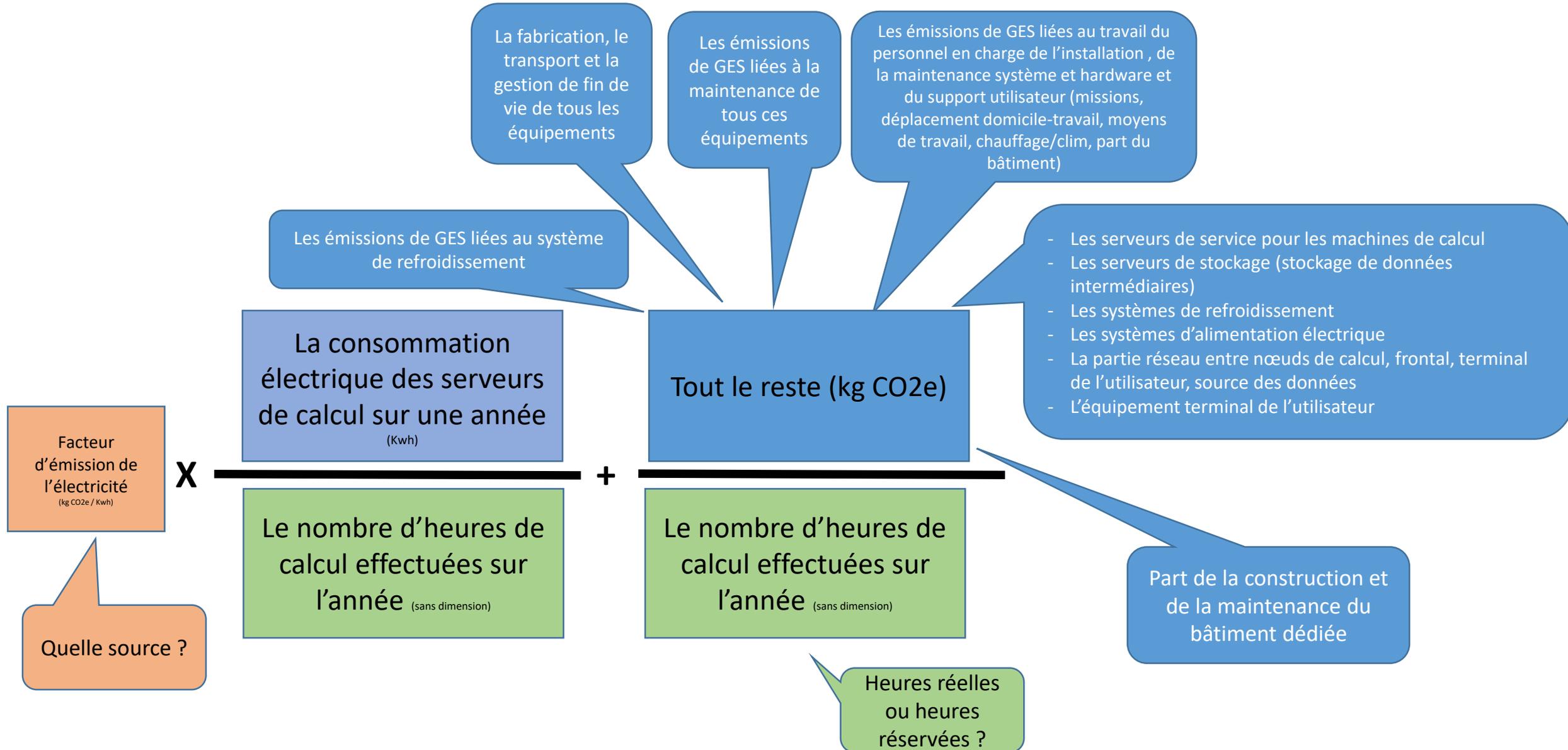
Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?

$$\begin{array}{c} \text{Facteur} \\ \text{d'émission de} \\ \text{l'électricité} \\ \text{(kg CO2e / Kwh)} \end{array} \times \frac{\begin{array}{c} \text{La consommation} \\ \text{électrique des serveurs} \\ \text{de calcul sur une année} \\ \text{(Kwh)} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{Le nombre d'heures de} \\ \text{calcul effectuées sur} \\ \text{l'année (sans dimension)} \end{array}} = \begin{array}{c} \text{Facteur d'émission} \\ \text{d'1 heure de calcul} \\ \text{(kg CO2e)} \end{array}$$

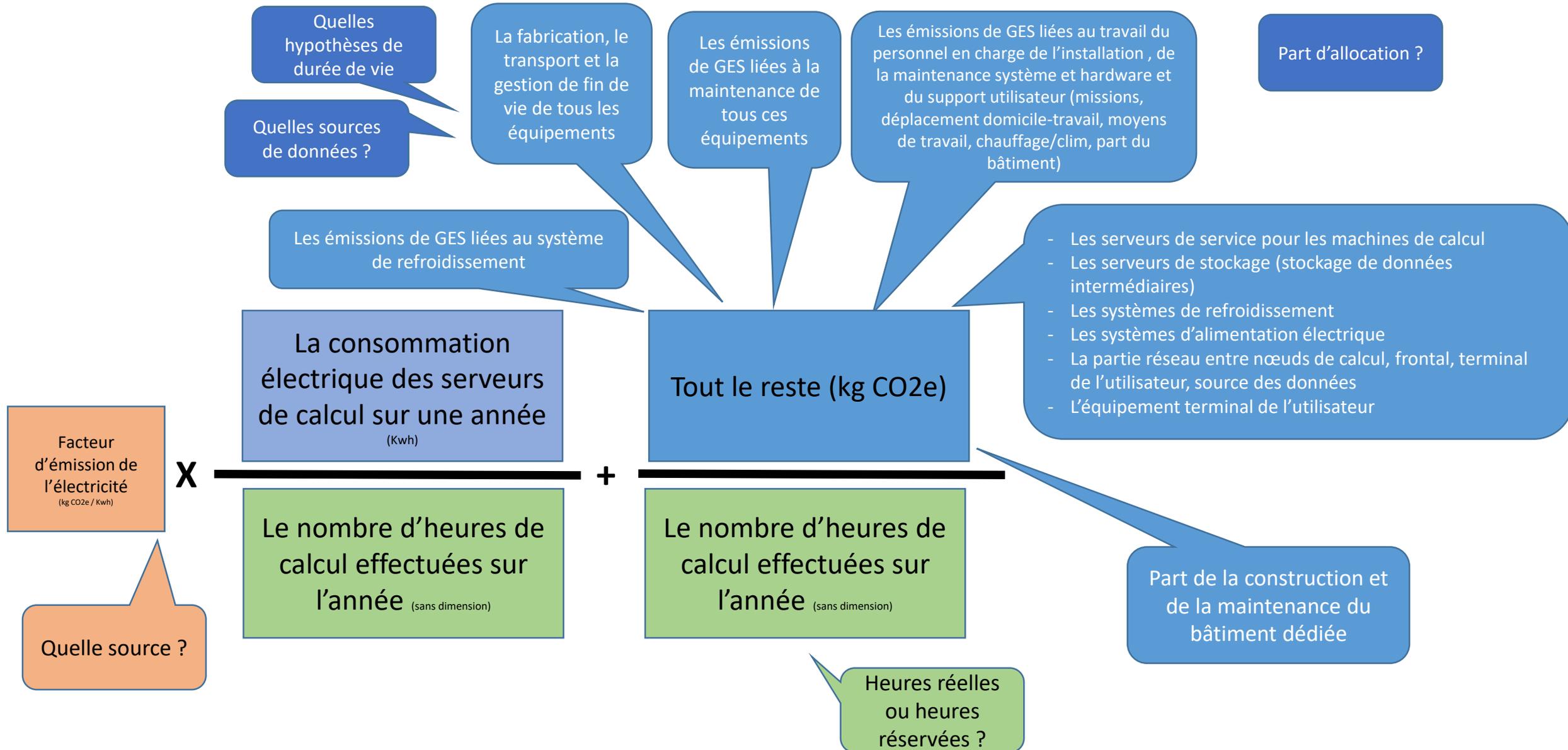
Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?



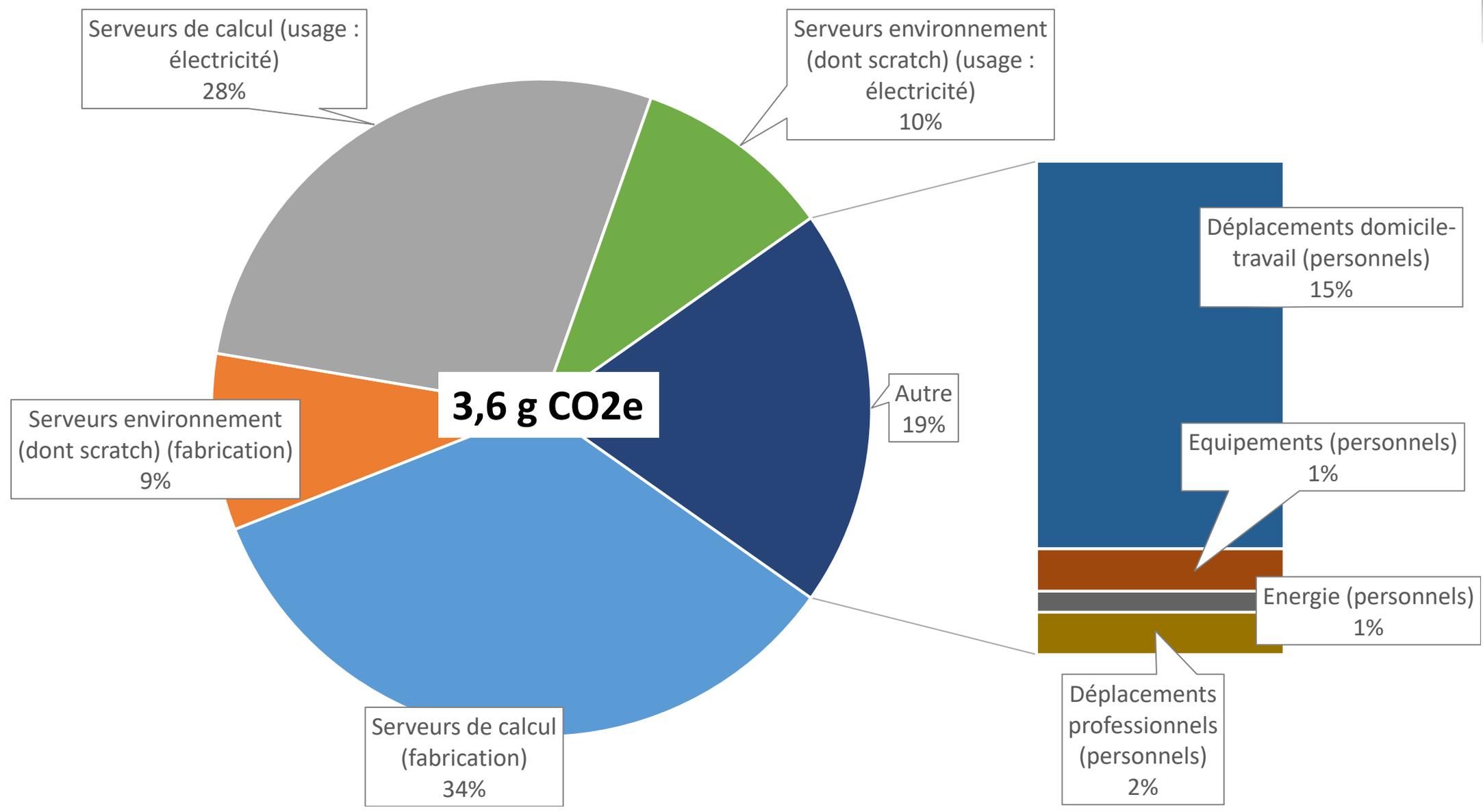
Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?



Qu'est ce qu'on devrait mesurer ?



Exemple : 1h.coeur

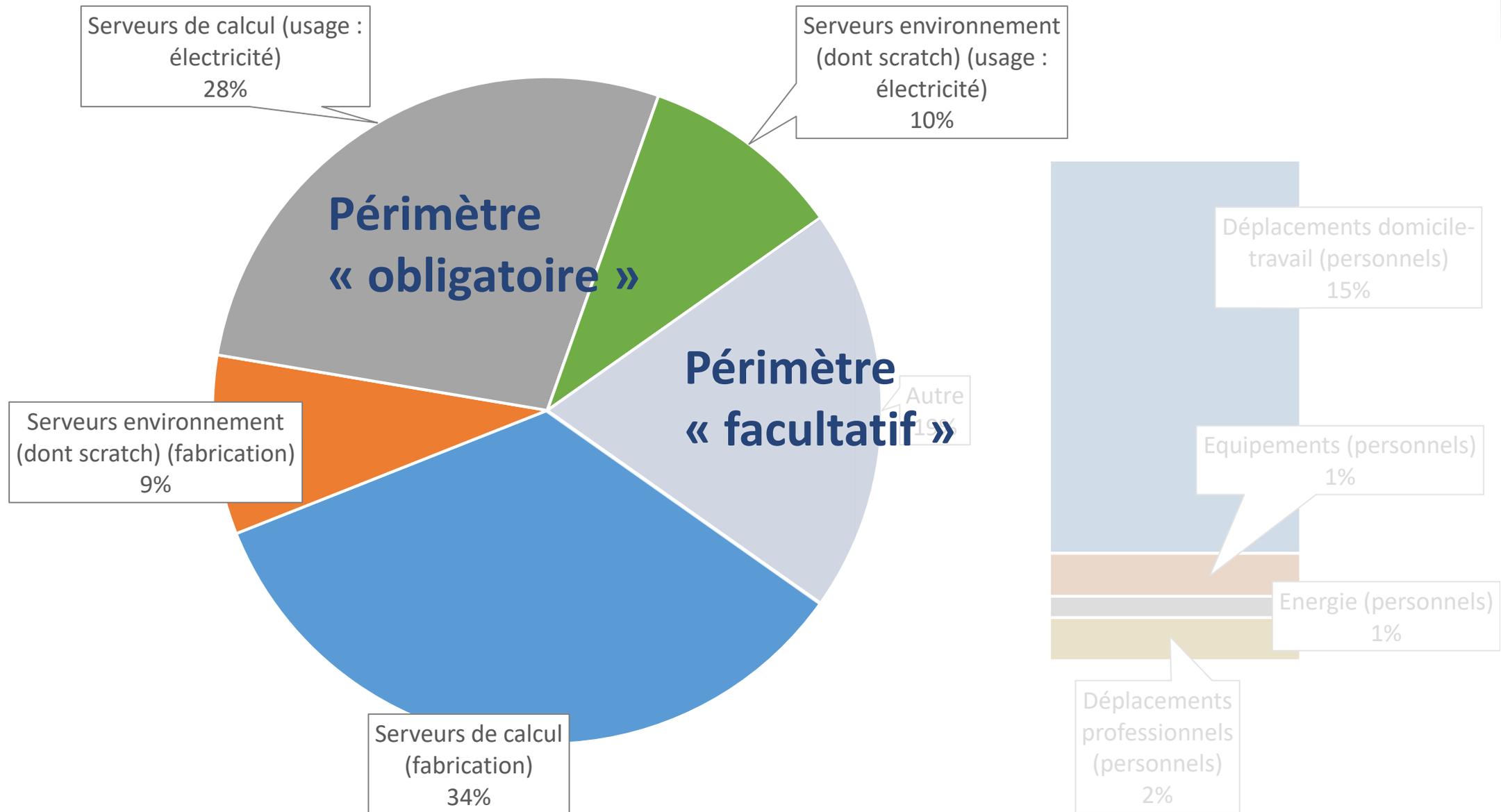


(FE 0,0599 kg CO2e/kwh – 7 ans – sources ecodiag – heures réservées)

Sources d'incertitudes / variations

- Périmètre considéré
- Données primaires (sources + incertitudes) sur la fabrication des équipements
- Méthodologie pour la mesure de consommation d'électricité
- Facteur d'émission pour l'électricité (année considérée, source de la donnée)
- Méthodologie d'estimation des heures utilisées

Méthodo pour les mésocentres + GENCI



(2019 - FE 0,0599 kg CO2e/kwh – durée de vie 7 ans – sources ecodiag – heures réservées)



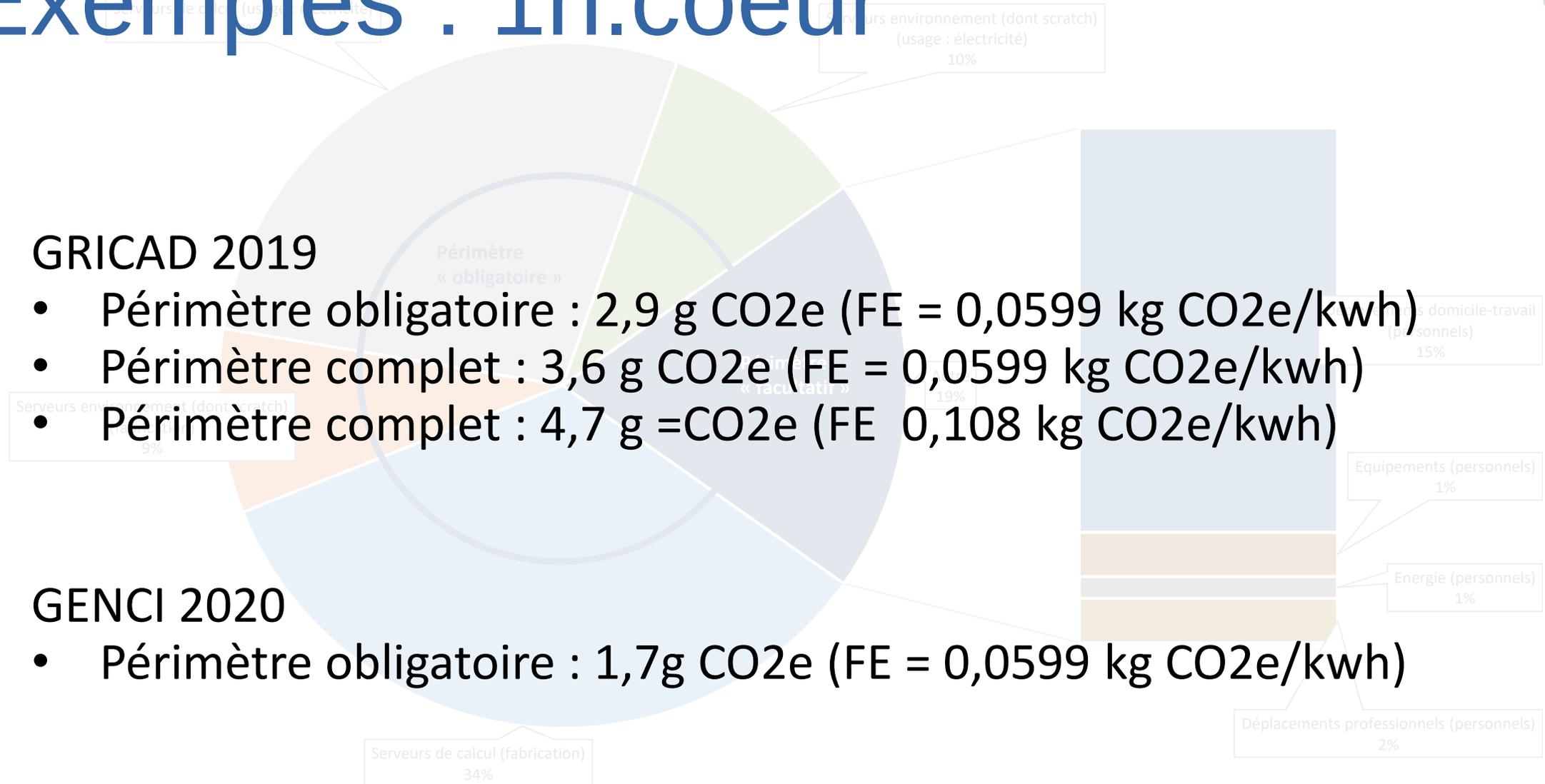
Exemples : 1h.coeur

GRICAD 2019

- Périmètre obligatoire : 2,9 g CO₂e (FE = 0,0599 kg CO₂e/kwh)
- Périmètre complet : 3,6 g CO₂e (FE = 0,0599 kg CO₂e/kwh)
- Périmètre complet : 4,7 g CO₂e (FE = 0,108 kg CO₂e/kwh)

GENCI 2020

- Périmètre obligatoire : 1,7g CO₂e (FE = 0,0599 kg CO₂e/kwh)



Mesurer pour réduire

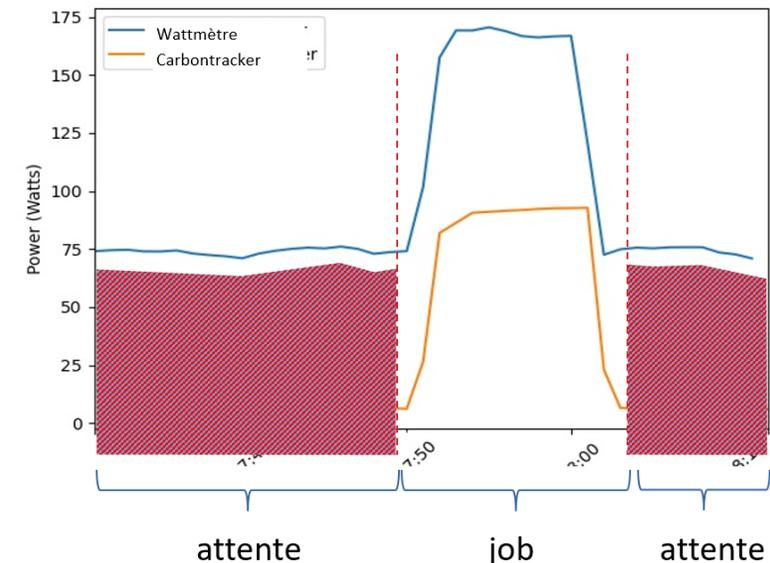
Les leviers du côté de l'UGA

- Réduire le nombre de serveurs sous-utilisés (mutualisation)
- Réduire le nombre de « salles informatiques »
- Proposer des services adaptés aux besoins des utilisateurs
- Adopter une politique d'achat plus contraignante
- Adopter une politique de traitement des déchets plus contraignante
- Adopter une charte d'utilisation des ressources numériques
- Adopter une charte d'utilisation des datacentres
- Etc.

Mesurer pour réduire

Les leviers du côté de GRICAD

- Proposer des services adaptés aux besoins des utilisateurs
- Augmenter la durée de vie des équipements ? A voir en fonction : du taux d'utilisation, de la consommation électrique, des besoins de maintenance etc.
- Réduire le PUE ? Attention : quand on éteint les nœuds non utilisés, cela augmente le PUE ..
Pourtant cela diminue la consommation globale
- Eteindre les nœuds non utilisés
- Favoriser une augmentation du taux d'utilisation
oui si les calculs correspondent à des « vrais besoins »
- Critères d'achats
- Politique de gestion des déchets
- Charte etc.



Mesurer pour réduire Les leviers du côté des utilisateurs / des projets

- Mener une réflexion sur les besoins
- Mener une réflexion sur la façon de répondre aux besoins
- Optimiser les codes (langages / techniques d'optimisation etc.)
- Optimiser les « run »
- ?

Mesurer pour réduire Les leviers du côté des utilisateurs / des projets

Conscience env. / Lois / règlements



Mesures / indicateurs / BGES

Mesurer pour réduire Les leviers du côté des utilisateurs / des projets

Conscience env. / Lois / règlements



Mesures / indicateurs / BGES

**Imaginons que l'empreinte d'1 h.coeur passe à 1 g
(optimisation de tout)**

Mesurer pour réduire Les leviers du côté des utilisateurs / des projets

Conscience env. / Lois / règlements



Mesures / indicateurs / BGES

**Imaginons que l'empreinte d'1 h.coeur passe à 1 g
(optimisation de tout)**

→ Réduction de l'empreinte globale



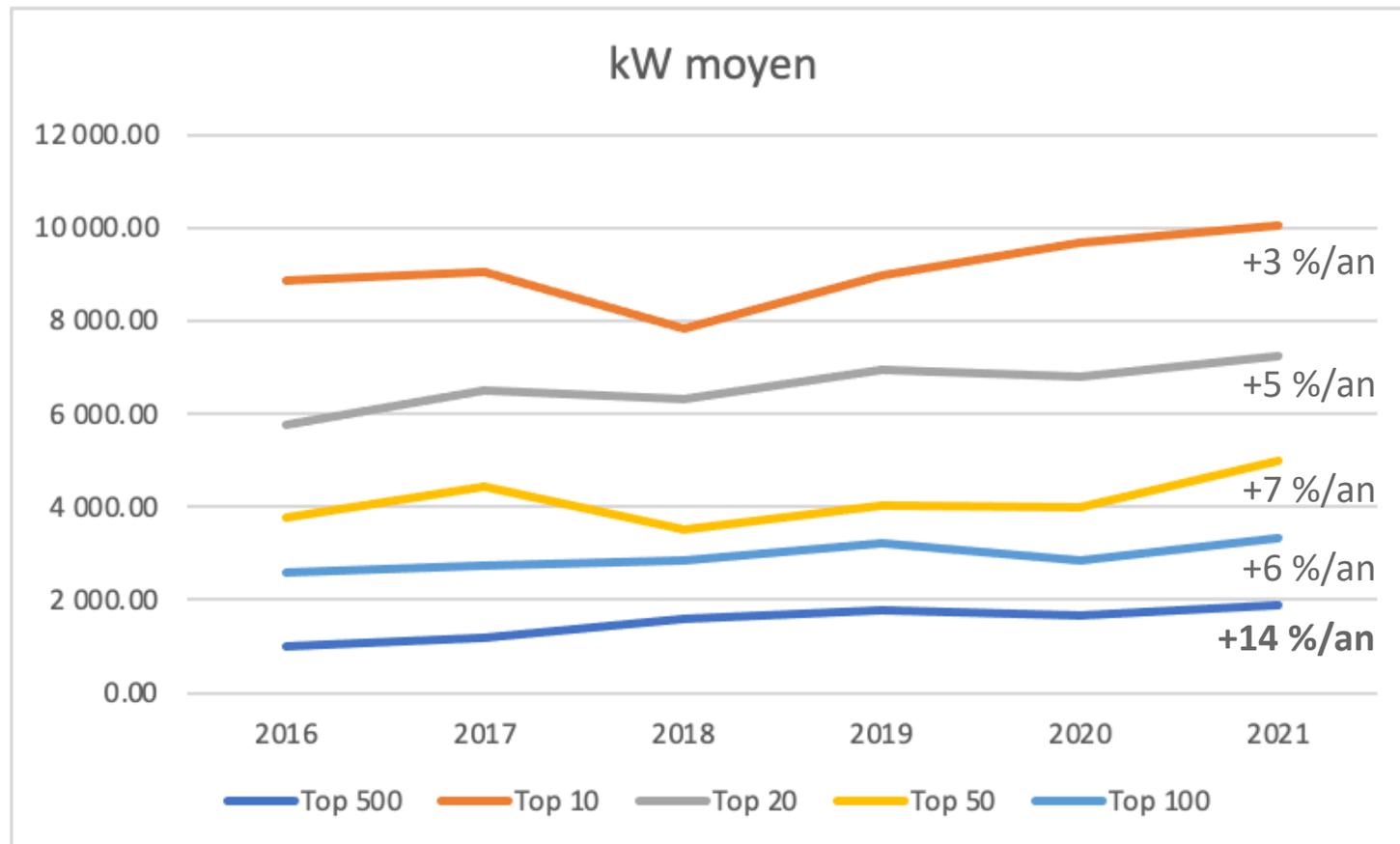
- Plus de calculs
- Serveurs saturés
- Achat de nouveaux serveurs
(effet rebond)
- Augmentation de l'empreinte globale



Calcul scientifique : en croissance

W/Gflops en
baisse constante,
et pourtant :

+ fabrication



Service GRICAD autour de la sobriété numérique

Gricad vous accompagne à la mesure de l'empreinte du numérique et la mise en œuvre d'une politique de sobriété numérique à l'échelle de votre projet ou de votre laboratoire :

- Aide à l'estimation de l'empreinte carbone numérique d'un projet, de votre laboratoire
- Aide à l'identification des leviers de réduction des impacts environnementaux du numérique, notamment :
 - stratégie de mutualisation
 - prolongation de la durée d'utilisation des équipements
 - identification de la meilleure filière possible pour donner une seconde vie à vos équipements inutilisés ou pour les faire recycler
- Animation d'ateliers selon vos besoins autour de l'adoption d'usages plus sobres du numérique

Usage : quelques ordres de grandeur

Quoi	Qu'est ce que cela inclut ? (périmètre)	combien ? (en g eq CO2)
fabrication et transport d'un écran d'un serveur d'un ordinateur portable	Extraction des métaux et des ressources abiotiques, fabrication des composants, assemblage, transport vers le site de vente.	selon la méthodologie : de l'ordre de 150 à 500 kg de l'ordre de 800 à 1800 kg de l'ordre de 140 à 450 kg https://ecoinfo.cnrs.fr/ecodiag-calcul/
1 Go stocké pendant 1 an	les serveurs de stockage et les équipements de refroidissement et d'alimentation électrique (fabrication, usage)	de l'ordre de 6 à 30 g https://hal-cnrs.archives-ouvertes.fr/hal-03573790v1
1h de visio par personne	Les équipements terminaux des utilisateurs (usage) et tous les équipements intermédiaires : serveurs, réseaux (fabrication, transport et usage).	7 g à 70 g eCO2/h https://labos1point5.org/les-infographies/poster-ecoinfo-method
une heure.coeur de calcul	Les serveurs, les équipements de refroidissement et d'alimentation électrique (fabrication, transport et usage)	de l'ordre de 1,4 à 4 g (résultat préliminaire) https://hal.science/hal-02549565v5/document GENCI : moyenne de ~4tCO2e par projet/an (50tCO2e et plus pour les plus gros) https://www.genci.fr/fr/content/bilan-des-campagnes
Consommation électrique pendant 1 an d'un serveur qui tourne presque à vide (calcul ou stockage)	Uniquement la consommation électrique du serveur	Entre 30 et 50% de la consommation maximale du matériel (pleine charge)