

# Empreinte GES par jour d'un graphiste au studio vs. à distance



## 1. Architecture

Comparaison Empreinte GES sur site/remote d'un graphiste

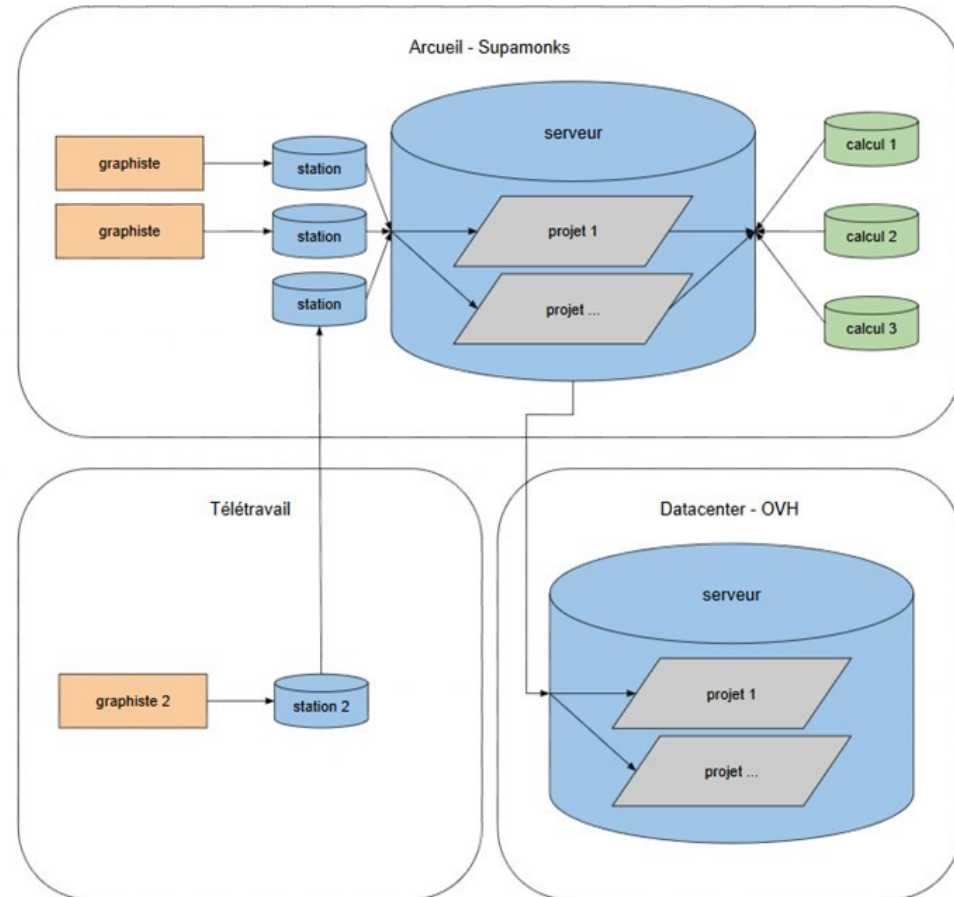
### 1. Empreinte GES sur site d'un graphiste

- Une WS allumée à Supa avec 2 écrans branchés et allumés, avec souris et clavier
- Serveur
- Allocation rendu
- Back-up Cloud
- Déplacement physique aller-retour pour se rendre au studio

### 2. Empreinte GES Remote d'un graphiste

- Une WS allumée à Supa avec 2 écrans branchés et allumés, avec souris et clavier
- Une machine allumée chez lui avec au moins un écran allumée, clavier, souris et souvent tablette
- Serveur
- Allocation rendu
- Back-up Cloud

### Gestion des données avant confinement - Supamonks



## 2. Empreinte GES par jour d'un graphiste au studio vs. En remote

Postes d'émissions	Au studio					En remote			
	Nombre/volume de données/lignes/km déplacement	Facteur d'émission fabrication en kg CO2 e /unité – BC 8.5	Facteur d'émission fonctionnement en kgCO2 eq -protocole de mesure réel avec <b>0,0571 kgCO2 e/kWh****</b>	Empreinte GES par jour	% de l'empreinte avec déplacements vélo/motocycle	Nombre/volume de données/lignes /km déplacement	Empreinte GES par jour	% de l'empreinte	Différentiel/postes d'émissions en en kgCO2 e
Ecrans 23,8 pouces	2	- Matières premières : 229 - Approvisionnement : 4,94 - Mise en forme : 2,55 - Assemblage : 2,48 - Distribution : 9,21 <b>Total : 248,18 kg CO2 e</b> Cycle de vie : <b>5 ans</b> (1825 jours) <b>Par jour/unité : 0,1359 kg CO2 e</b>	Consommation/jour *****: 14 Wh/écran soit 112 Wh/unité/ jour (8 heures) = 0,224 kWh = <b>0,012 kgCO2</b>	Fab (0,1359 kg CO2 e) x2 + Use (0,012 kg CO2 e) = <b>0,284</b> kg CO2 e	19,31%/6,05%	4	Fab (0,1359 kg CO2 e) x4 + Use (0,024 kg CO2 e) = <b>0,567</b> kg CO2 e	26,25 %	+ 0,283
WS (ordinateur fixe haute performance)	1	- Matières premières : 153 - Approvisionnement : 7,95 - Mise en forme : 7,36 - Assemblage : 2,9 - Distribution : 124 <b>Total : 295,21 kg CO2 e</b> Cycle de vie : <b>3 ans</b> (1095 jours) <b>Par jour/unité : 0,2695 kg CO2 e</b>	Consommation/jour***** : 200 Wh/WS Soit 1,6 kWh/unité/ jour (8 heures) = <b>0,091 kgCO2</b>	Fab (0,2695 kg CO2 e) x1 + Use (0,091 kgCO2 e) = <b>0,36</b> kg CO2 e	24,48%/7,67%	2	Fab (0,2695 kg CO2 e) x2 + Use (0,182 kgCO2 e) = <b>0,721</b> kg CO2 e	33,37 %	+0,361
Serveur	1	- Matières premières : 600 kg CO2 e <b>Total : 600 kg CO2 e</b> Cycle de vie : 5 ans (1825 jours)	Puissance absorbée moyenne du serveur 139,80W/heure***** Pour 24 heures : 3,355 kWh = <b>0,1915 kg CO2 e</b>	Fab (0,3228 kg CO2 e) x1 + Use (0,1915 kg CO2 e) = <b>0,514</b> kg CO2 e	34,96 %/10,95 %	1	Fab (0,3228 kg CO2 e) x1 + Use (0,1915 kg CO2 e) = <b>0,514</b> kg CO2 e	23,79 %	=

		<b>Par jour/unité : 0,3287 kg CO2 e</b>					e		
Rendu (allocation par graphiste)	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matières premières : 153</li> <li>- Approvisionnement : 7,95</li> <li>- Mise en forme : 7,36</li> <li>- Assemblage : 2,9</li> <li>- Distribution : 124</li> </ul> <b>Total : 295,21 kg CO2 e</b> Cycle de vie : <b>6 ans</b> (2190 jours) <b>Par jour/unité : 0,1347 kg CO2 e</b>	Consommation/jour : 200 Wh/WS Soit 1,6 kWh/unité/ jour (8 heures) = <b>0,091 kgCO2</b>	Fab (0,1347 kg CO2 e) x1 + Use (0,091 kgCO2) = <b>0,225 kgCO2 e</b>	15,3%/4,79%	1	Fab (0,1347 kg CO2 e) x1 + Use (0,091 kgCO2) = <b>0,225 kgCO2 e</b>	10,41 %	=
Transmission data domicile/studio/ upload/download – 8 heures – 40 Mbps	1 (studio – non utilisé dans le cadre de l'activité graphiste)	Access network : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modem-Fiber :</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matières premières : 74.7</li> <li>- Approvisionnement : 2.96</li> <li>- Mise en forme : 1.49</li> <li>- Assemblage : 0.696</li> <li>- Distribution : 6.03</li> </ul> <b>Total</b> : 82.9 kg CO2 e Cycle de vie : 5 ans (1825 jours) <b>Par jour/unité : 0.0454 kg CO2 e</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Switch routeur firewall</li> </ul> <b>Total</b> : 80.7 kg CO2 e Cycle de vie : 5 ans (1825 jours) <b>Par jour/unité : 0.0442 kg CO2 e</b>	Ligne studio : CPE & access network+Data transmission & IP core network (divisé par 20, nombre de graphistes au studio) = 18 W/heure = 144 W =7,2 W = <b>0,0004 kgCO2 e</b>	Fab (0.0454 kg CO2 e + 0.0442) + Use (0.0004 kgCO2) = <b>0.09 kgCO2 e</b>	6,12 %/1,91 %	Ligne graphiste (1 utilisateur) : -xDSL Broadband (BB)  Total : 61.3 kg CO2 e Cycle de vie : 5 ans (1825 jours) <b>Par jour/unité : 0.033 kg CO2 e</b>  Consommation d'énergie par jour 20W/heure = 160 W = 20W/heure = 160 W = <b>0,009 kgCO2 e</b>	Fab (0.033 kg CO2 e) x1 + Use (0.009 kg CO2) = <b>0.042 kgCO2 e</b>	1,94 %	+0,042
						Ligne studio : CPE & access network+ Data transmission & IP core network <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mode m-Fiber :</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matières premières : 74.7</li> <li>- Approvisionnement : 2.96</li> <li>- Mise en forme : 1.49</li> <li>- Assemblage : 0.696</li> </ul>	Fab (0.0454 kg CO2 e + 0.0442) + Use (0,0004 kgCO2) = <b>0.09 kgCO2 e</b>	4,16 %	

						-Distribution : 6.03  <u>Total</u> : 82.9 kg CO2 e Cycle de vie : 5 ans (1825 jours)  <b>Par jour/unité :</b> <b>0.0454 kg CO2 e</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Switch routeur firewall</li> </ul> Total : 80.7 kg CO2 e Cycle de vie : 5 ans (1825 jours)  <b>Par jour/unité :</b> <b>0.0442 kg CO2 e</b>  (divisé par 20, nombre de graphistes en remote) = 1 W/heure = 8 W = <b>0,0004kgCO2 e</b>			
Back-up Cloud (OVH) – Data Centre	5,19 GB/jour (transmission studio/DC)	<b>0,0005989 kgCO2 e /GB/jour</b> (IT + infra) ** – facteur d’émission adapté de la source originale Carbon and the Cloud – Hard facts about data storage – Stanford Magazine – référence conseillée par l’ADEME	<b>0,0031</b> kgCO2 e	0,21 %/0,06%	5,19 GB/jour (moyenne sur 1 semaine)	<b>0,0031</b> kgCO2 e	0,14%	=	
Déplacement A/R	Moyenne île de France- trajet domicile/travail 21 km***	Voitures motorisation moyenne courte distance 2018 : <b>0,138 kgCO2 e/km</b> (combustion)	<b>2,898</b> kgCO2 e	Selon, le mode de transport de 0% à 219%	Pas de déplacement	<b>0</b> kgCO2 e/jour	0%	+2,898	
		- Cyclomoteur urbain 2018 : <b>0,0644 kgCO2 e/km</b> (amont+combustion)	<b>1,352</b> kgCO2 e					+1,352	
		- Moto >250 cm3 urbain: <b>0,1536 kgCO2 e/km</b> (amont+combustion)	<b>3,225</b> kgCO2 e					+3,225	
		-Bus moyen - agglomération >250 000 habitants: <b>0,129 kgCO2 e/km</b> (combustion)	<b>2,709</b> kgCO2 e					+2,709	

	- Métro, Tramway, Trolleybus - Agglomération >250 000 habitants: <b>0,00298 kgCO2 e /passager</b>	<b>0,0625 kgCO2 e</b>				+0,0625	
	-RER et Transilien – Ile de France 2019: <b>0,0041 kgCO2 e /passager.km</b>	<b>0,0861 kgCO2 e</b>				+0,0861	
	-TER – 2019 – traction Moyenne: <b>0,0248 kgCO2 e /passager.km</b>	<b>0,5208 kgCO2 e</b>				+0,5208	
	-Vélo mécanique: <b>0 kgCO2 e /passager</b>	<b>0 kgCO2 e</b>				=	
Total par jour/an		<b>1,47 kgCO2 e + déplacements soit entre 1,47 kgCO2 e (vélo) et 4,69 kgCO2 (moto 250 cm3)</b>	100%		<b>2,16 kgCO2 e</b>	100%	De <b>+0,69 kgCO2 e</b> à <b>-2,53 kgCO2 e</b> Soit empreinte GES remote > empreinte studio si déplacement à pied, vélo, metro, tramway, RER et transilien, TER et TGV
		<i>Pour 226 jours ouvrés = de <b>332,22 kgCO2 e</b> à <b>1 059,94 tCO2 e</b></i>			<i>Pour 226 jours ouvrés = <b>488,16 kgCO2 e</b></i>		

\* Source: [The power consumption of mobile and fixed network data services- The case of streaming video and downloading large files](#) – Jens Malmodin (2020) p87

- Réseaux

Year	CPE	Access network	Core network
2003	1 <sup>st</sup> gen. modems:12.5W, 110kWh	1 <sup>st</sup> gen. ADSL:7.5W, 66kWh	5 W, 44 kWh
2007-2010	Modems/routers: 13.5 W, 118 kWh	2 <sup>nd</sup> gen. ADSL:5 W, 70 kWh	3 W, 26 kWh
2015	Home router:11 W, 96 kWh	Mix of all technologies: xDSL, fiber, cable-TV:5W, 44kWh	1.5W, 13 kWh
2018	Home router+*:11.5W, 101kWh		
2018	Media converter:3 W, 26 kWh	Used for fiber lines (about 50% share of lines 2020)	

## Réseau fixe (fixed BB power)

$$\begin{aligned}\text{Fixed BB power} &= 16,5 \text{ W} + 0,02 \text{ W/Mbps (CPE \& access network)} + 1,5 \text{ W} + 0,03 \text{ W/Mbps (Data transmission \& IP core network)} \\ &= 18 \text{ W} + 0,05 \text{ W/Mbps}\end{aligned}$$

- No data (inactive): 18 W
- "Web surf" (0.4 Mbps): 18,02 W
- "YouTube" (1.5 Mbps): 18,08 W
- "Netflix" (4 Mbps): 18,2 W
- **File download (40 Mbps): 20 W**
- File download (100 Mbps): 23 W

The last step to calculate Energy (E) is to integrate power (P) over time (t) which in the simplified form is:

$$E = P_{Use} * t_{Use} (+ P_{Stand-by} * t_{Stand-by}) [Wh]$$

Contrôle de coherence effectué avec:

Aslan, J., K. Mayers, J.G. Koomey, and C. France. 2017. "[Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates.](#)"

\*\* Emissions en kgCO<sub>2</sub>e par GO dans le Cloud IT + infrastructure: 0,2186 kgCO<sub>2</sub>e par GO stocké/an soit 0,0005989 kgCO<sub>2</sub> e /GB/jour avec le mix électrique moyen français avec 10% de pertes en lignes, adapté de la source originale [Carbon and the Cloud - Hard facts about data storage – Stanford Magazine](#) – référence [conseillée par l'ADEME](#).  
A titre de comparaison 2kgCO<sub>2</sub> e par GO stocké/an au US ; 1 750,95 kgCO<sub>2</sub>e par Go stocké par an en UK ;

\*\*\* Le déplacement domicile/travail = moyenne de 21 km par trajet – source : [Observatoire de la mobilité en Île-de-France](#) (OMNIL) – 2018

\*\*\*\* France = 0,0571 kgCO<sub>2</sub>e/kWh – Base Carbone ADEME- France continentale – 2018 – mix énergétique moyen avec 10% de pertes en lignes

\*\*\*\*\* Consommation écran taille d'écran 22/25 pouces = [TEC EnergyStar](#) = 14 Wh en moyenne

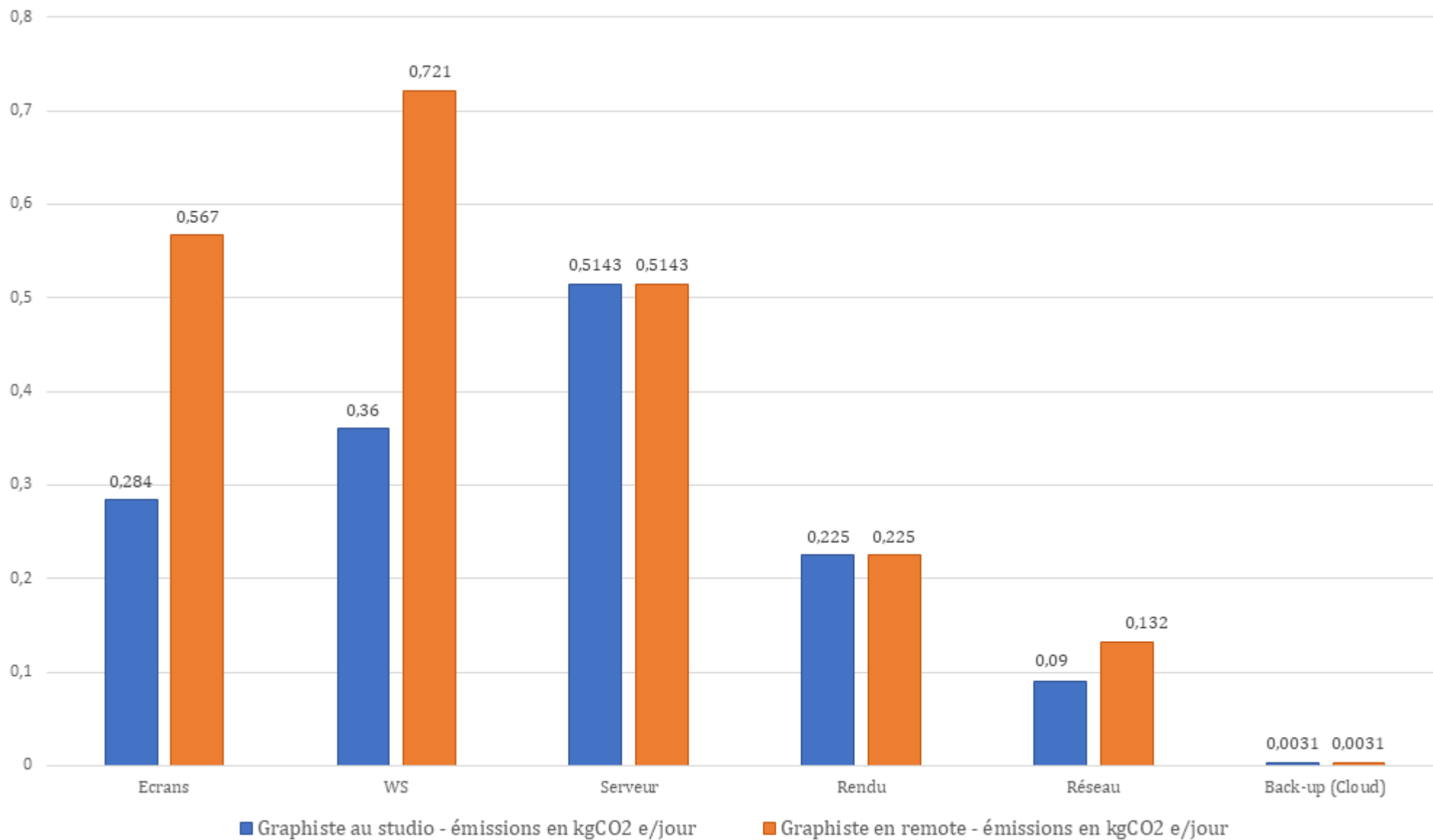
\*\*\*\*\* Consommation WS = [TEC EnergyStar](#) (Total energy consumption/day in kWh) = 200 Wh en moyenne

\*\*\*\*\* Consommation réelle serveur



### 3. Analyse des résultats

L'empreinte GES est supérieure en remote/studio si l'on n'intègre pas les déplacements

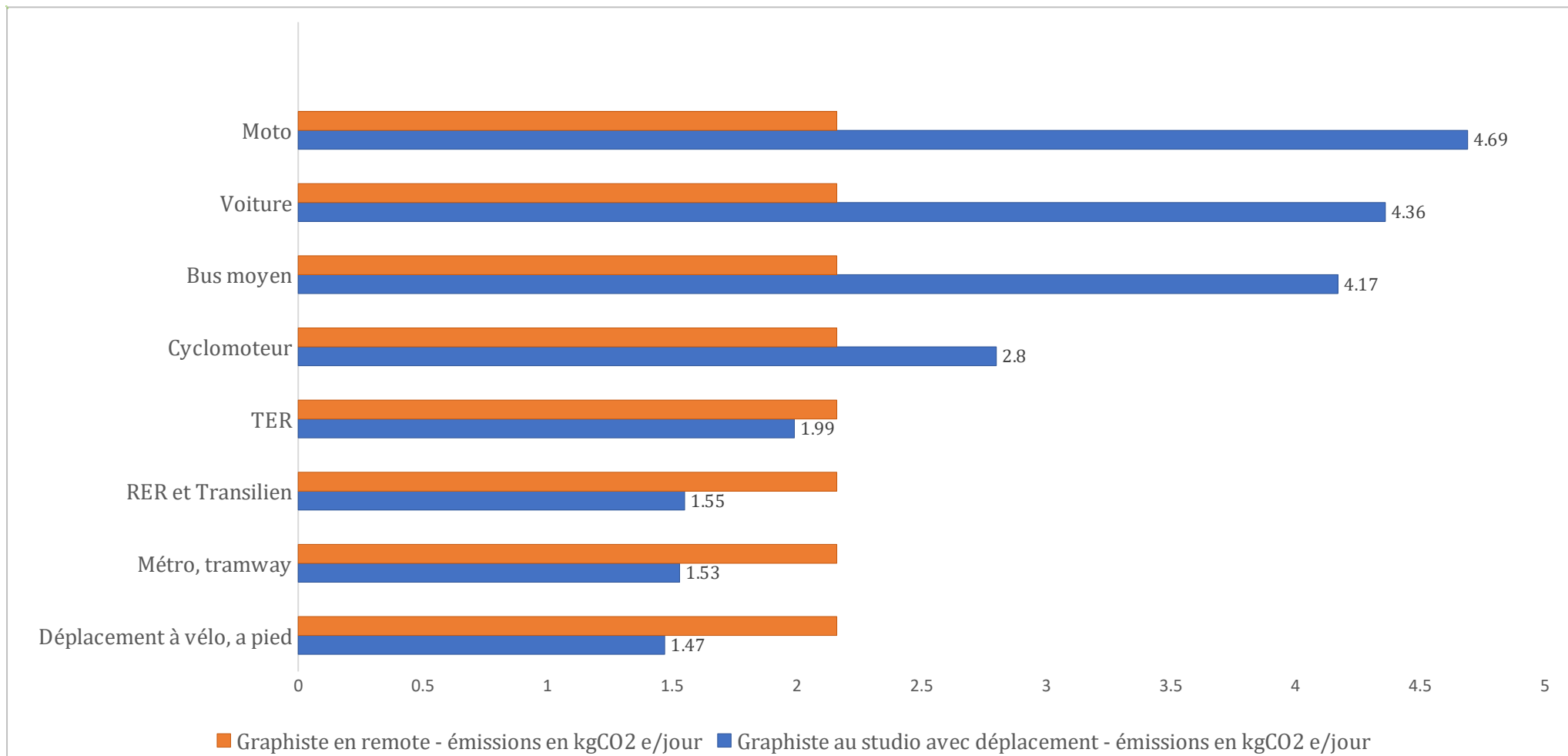


Cela provient du doublement de l'équipement IT : écrans et WS, en effet dans le cadre du remote les WS et les écrans du studio restent allumés.

Si l'on intègre les déplacements l'empreinte GES du remote reste supérieure si le graphiste se déplace au studio (pour un déplacement moyen de 21 km) :



- A pied
- A vélo
- En métro, tramway
- En RER et transilien
- En TER



Il est possible de réduire facilement l'empreinte d'un graphiste en remote, si l'on cible les 2 plus grandes sources d'émissions :

- Les écrans allumés au studio = les éteindre grâce à un simple hack (utiliser un dongle) permettra d'atténuer les émissions de -13,14% (- 0,284 kgCO<sub>2</sub> e / jour)
  - L'utilisation d'un WS comme client léger = utiliser un vrai client léger comme un Rasperry (18 Wh au lieu de 200 Wh) permettra d'atténuer les émissions de 3,84% (- 0,083 kgCO<sub>2</sub> e / jour)
- - 17% d'atténuation des GES fournie par 2 solutions simples à faible coût et à faible émission de carbone = **1,79 kgCO<sub>2</sub> e/jour pour un graphiste à distance**

## Conclusion

L'empreinte annuelle d'un graphiste (226 jours ouvrés) s'élève :

- à 488,16 kgCO<sub>2</sub> e à distance soit l'équivalent de 3 537,39 km en voiture moyenne (0,138 kgCO<sub>2</sub> e/km) ;
- de 332,22 kgCO<sub>2</sub> e à 1 059,94 kgCO<sub>2</sub>e soit l'équivalent de 2 407 km à 7 680 km en voiture moyenne, sachant que l'empreinte GES d'un individu doit être inférieure à 1,7 t CO<sub>2</sub> eq /an pour limiter le réchauffement climatique à 2° c (contre 5 tCO<sub>2</sub>/ an en moyenne par français).

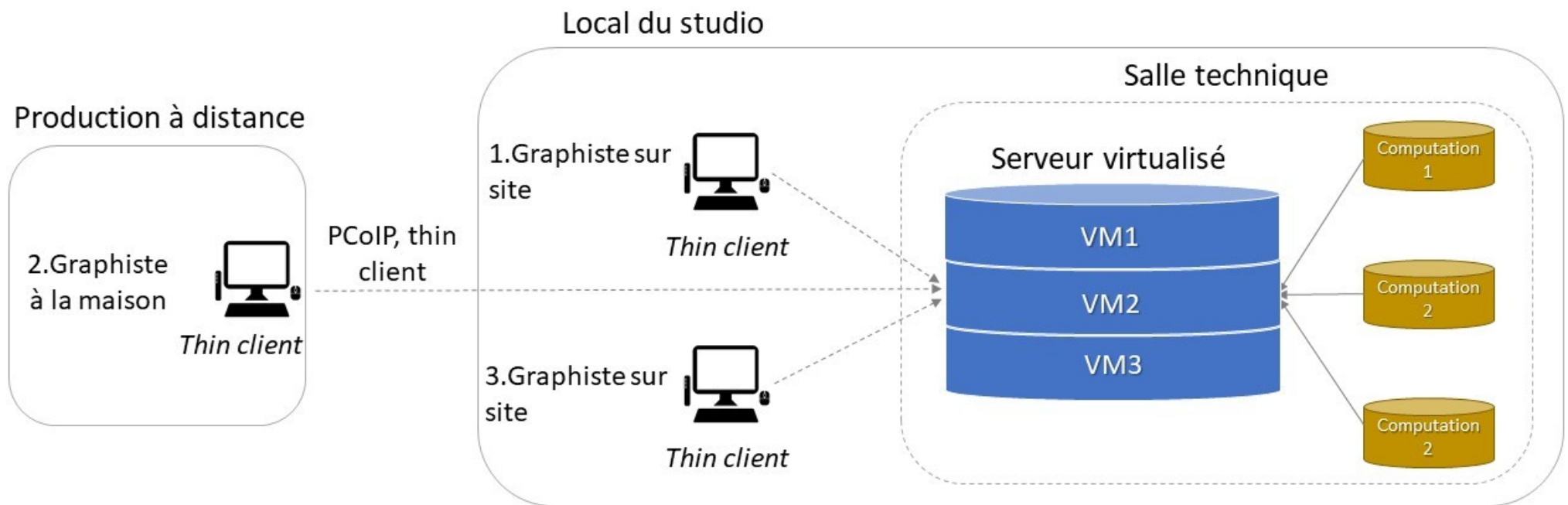
Nous sommes déjà à 1,2 ° c de réchauffement, il ne nous reste donc plus que 10 ans pour agir. Par ailleurs l'Europe a initié une obligation juridique de décarbonation qui est obligatoire pour l'ensemble des secteurs d'activités à partir de 2021 (-2,16% an d'émissions à périmètre constant).

Dans un premier temps, cela n'a rien d'insurmontable, il est possible de réduire facilement l'empreinte d'un graphiste :

- en remote, si les écrans au studio sont éteints, cela permettra de réduire l'empreinte du remote de 13,99 % (-2 écrans soit 0,2835 kgCO<sub>2</sub> e/jour) soit 1,74 kg CO<sub>2</sub> e par jour. A ce moment-là seuls les graphistes qui se rendent au studio à pied ou à vélo (mécanique), en métro/tramway et RER et transilien auront une empreinte inférieure ;
- par l'utilisation d'un véritable thin client (et pas une WS) chez le graphiste à distance.
- au studio, si les mobilités bas-carbone sont privilégiées.

Au-delà de ces solutions simples à mettre en place, il est possible d'aller plus loin grâce à une consolidation de la virtualisation pour le travail graphique sur site et à distance ( voir la figure ci-dessous)

# Clients légers versus Working station: consolidation de la virtualisation



Un client léger est un ordinateur qui fonctionne à partir de ressources distantes stockées dans une dataroom (stockage, CPU, GPU, mémoire...) au lieu d'un poste de travail local. Plusieurs clients légers sur une seule carte graphique ou plusieurs GPU sur un client = **extension de virtualisation au travail graphique = plus de flexibilité dans la gestion des ressources.**

- Optimisation des ressources informatiques
- Moins d'appareils (en masse)
- Consommation d'énergie inférieure par rapport à un poste de travail (18 Wh contre 200 Wh)
- Facilitera la maintenance et la gestion du refroidissement (situé dans un local technique)



