
Rapport final IEN - groupe 9

Comparaison d'outils de visioconférence sur le plan environnemental

Damien LU, Romain LOIRS, Florian LECOMTE

22 avril 2021

Table des matières

Introduction	2
0.1 Motivations	2
0.2 Le rapport de l'UTC	2
0.3 Le travail de Greenspector	2
1 Cadre de notre étude	3
1.1 Objectifs	3
1.2 Matériel	3
1.2.1 Client	3
1.2.2 Serveur Jitsi	4
1.3 Outils de mesures	4
1.3.1 Carbonanalyser	4
1.3.2 Moniteur système Gnome	5
1.3.3 iptables	5
1.3.4 Scaphandre	6
2 Résultats	7
2.1 Consommation d'énergie des applications de visioconférence	7
2.2 Données échangées des applications de visioconférence	8
2.3 Impact carbone des applications de visioconférence (gEqCO ₂)	9
2.4 Du côté serveur	10
2.5 Limites	10
Conclusion	11
Bibliographie	12

Introduction

0.1 Motivations

Le contexte actuel lié à la crise du coronavirus favorise le télétravail et augmente mécaniquement l'usage d'outils de collaboration en ligne, en particulier les outils de visioconférence, ce qui amène à une pression sur le réseau et plus particulièrement à une charge importante sur les serveurs de chaque solution. Il est donc important d'un point de vue efficacité mais aussi impact environnemental de choisir la solution la plus sobre en ressources. Nous allons nous inspirer de travaux réalisés par l'UTC et d'une étude de Greenspector afin d'analyser différents outils de vidéoconférence.

0.2 Le rapport de l'UTC

Tout d'abord, l'UTC suppose directement que l'audio et la vidéo sont actifs ; ils considèrent l'impact matériel, logiciel et transport.

Il y a 3 scénarios, tous avec 5 participants :

- le premier où la réunion est en présentiel, et chaque membre s'y rend physiquement selon son temps de trajet,
- le deuxième où la réunion est organisée avec du matériel professionnel de visioconférence dans l'entreprise à deux endroits, avec un troisième endroit où il y a juste un PC d'un participant, en utilisant la solution Skype,
- enfin le dernier où les participants se regroupent à 3 endroits différents, donc 3 ordinateurs pour 5 participants, avec de faibles temps de transport et en visioconférence sur Jitsi.

D'après leurs études, le dernier scénario semble être le moins impactant des 3, en terme environnemental mais aussi sur la santé des participants. On remarque que les logiciels n'ont pas réellement d'impact comparé au matériel utilisé. Ils ont enfin aggravé certains scénarios, mais cela ne changeait pas le constat final. On comprend donc que leur étude n'était pas centrée sur le logiciel utilisé, mais sur ce qu'utilisaient en général les participants.

0.3 Le travail de Greenspector

Greenspector s'intéresse spécifiquement aux différents logiciels de visioconférence. Il y a là encore 3 scénarios, avec cette fois 2 participants : un avec audio, un avec audio + vidéo et enfin un avec audio + vidéo + partage d'écran.

Ils s'intéressent à la quantité de données échangées ainsi qu'à la consommation électrique, qu'ils transposent ensuite en équivalent carbone. La conclusion de leurs travaux est que la vidéo consomme énormément, et le partage d'écran moins que la vidéo mais toujours plus que l'audio.

La partie qui consomme le plus est le réseau, mais la consommation de l'appareil est également importante (presque 1 tier). La consommation serveur est très faible. Selon eux l'application qui a le moins d'impact est GoToMeeting, celle qui consomme le plus est Jitsi.

Chapitre 1

Cadre de notre étude

1.1 Objectifs

L'objectif est de comparer les outils de visioconférence Openmeetings, Zoom et Jitsi (voir figure 1.1) dans différentes conditions d'utilisation qui reflètent un usage standard en entreprise ou à l'école. Pour Zoom, nous utiliserons à la fois l'application pour pc et la version web. Pour Openmeetings, nous utiliserons le serveur de l'école. Pour Jitsi, nous avons mis en place un serveur de visioconférence hébergé par nos soins. Nous utiliserons également les serveurs Jitsi dédiés sur le web.



FIGURE 1.1 – Logo des différentes applications de visioconférence

Pour chacune de ces applications, nous avons mesuré :

- la consommation d'énergie des machines lorsque l'application fonctionne (en Wh),
- la quantité de données échangées entre le serveur et l'application de visio-conférence (en Mo)
- la projection des données mesurées en impact Carbone (gEqCO₂)

Nous avons également réalisé des tests d'une durée de 30 minutes à travers différents scénarios :

- conférence simple à trois personnes sans partage audio ni vidéo ni partage d'écran
- conférence à trois personnes avec partage audio des trois personnes, sans partage vidéo ni partage d'écran
- conférence à trois personnes avec partage vidéo et audio mais sans partage d'écran
- conférence à trois personnes avec partages vidéos, audio et d'écran

1.2 Matériel

1.2.1 Client

Pour prendre les mesures, nous considérerons un ordinateur portable Acer tournant sous Arch Linux Gnome (voir figure 1.2) Pour chacun des scénarios, les mesures sont faites avec uniquement l'application ouverte et sur batterie, ceci pour refléter un usage normal scolaire ou en entreprise.



FIGURE 1.2 – Ordinateur portable de test

1.2.2 Serveur Jitsi

Une instance de Jitsi a été configurée et hébergée par nos soins (chez Damien) sur un autre ordinateur portable de test. Cette instance est alors accessible avec le lien suivant : <https://visio.dlu02.ovh>. Sur ce serveur peuvent alors être mesurées les valeurs de puissance instantanée ainsi que de quantité de données échangée (via les utilitaires présentés à la section suivante), ce qui permet d’avoir un aperçu des ressources utilisées par un serveur de visioconférence.



Remarque

Le serveur étant un ordinateur portable, qui par définition consomme moins qu’un ordinateur de bureau, et accessoirement encore moins qu’une armoire de serveurs, les valeurs obtenues du côté serveur sont logiquement très inférieures aux valeurs attendues.

1.3 Outils de mesures

1.3.1 Carbonanalyser

L’extension de navigateur Carbonalyser permet de visualiser la consommation électrique et les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées à une navigation internet. Carbonalyser utilise le modèle "1byte" pour les mesures de consommation électrique. Il s’agit d’un modèle mis au point par The Shift Project dans le cadre du rapport « Lean ICT – Pour une sobriété numérique », publié en octobre 2018. Ce modèle permet de calculer la consommation électrique engendrée par le transfert d’une quantité de données définie, en prenant en compte les consommations associées à la sollicitation :

- des centres de données où résident et transitent les données,
- des infrastructures réseaux,
- du terminal utilisé pour visualiser ou consommer les données.

Deux principales hypothèses sont prises dans la version du modèle "1byte" utilisée dans les calculs de l’add-on :

- Terminal considéré : une moyenne a été effectuée sur les consommations électriques du smart-phone et de l'ordinateur portable ;
- Réseau considéré : est considéré ici la consommation associée au réseau WIFI.

La consommation électrique calculée est traduite en émissions de gaz à effet de serre à partir du facteur d'émission de la zone géographique sélectionnée. Le facteur d'émission traduit l'intensité carbone de la production d'électricité, au vu du mix électrique en vigueur dans la zone géographique :

- Union Européenne : 0,276 kgCO₂e/kWh
- France : 0,035 kgCO₂e/kWh
- Etats-Unis : 0,493 kgCO₂e/kWh
- Chine : 0,681 kgCO₂e/kWh
- Autres (correspond au facteur moyen mondial) : 0,519 kgCO₂e/kWh



Définition 1 Mix électrique

Le mix électrique désigne les sources d'énergie utilisées dans la production d'électricité d'un pays. Leur utilisation se fait en proportions différentes.

1.3.2 Moniteur système Gnome

Pour mesurer les quantités de données, nous utiliserons le moniteur système intégré à Gnome, qui présente le débit de données échangés en temps réel sous forme de graphique (voir figure 1.3).

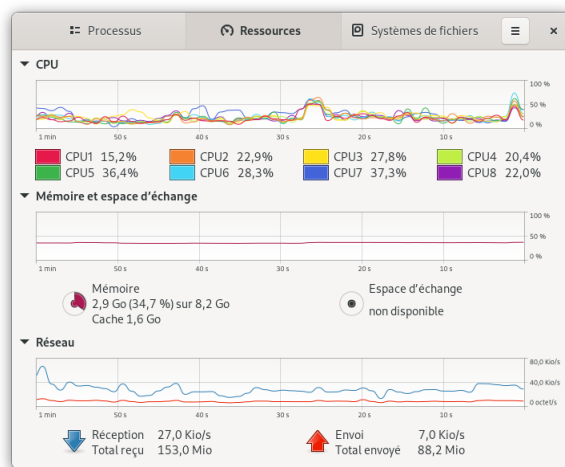


FIGURE 1.3 – Moniteur système Gnome et graphique du débit échangé

La valeur retenue à l'issue de chaque mesure est la valeur moyenne du débit, et donc pour obtenir la quantité de données échangées, il suffit de multiplier par la durée de la mesure (30 min).

1.3.3 iptables

Pour mesurer la quantité de données échangées en Mo du côté serveur (qui ne possède pas d'interface graphique), nous utiliserons le pare-feu logiciel du serveur iptables qui permet de mesurer la taille totale des paquets correspondant à chaque règle du pare-feu (et donc une règle du pare-feu autorise les échanges entre Jitsi et Internet), comme montré à la figure 1.4.

Dans notre cas, la règle pour autoriser Jitsi est l'ouverture des ports UDP 10000 à 20000. Ainsi, la taille des paquets reçus indique la quantité de données échangée lors d'une visioconférence.

```

57973 79M ACCEPT all -- lo * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
2288 323K ACCEPT tcp -- wlp2s0 * 192.168.1.52 0.0.0.0/0 tcp dpt:443
224 29876 ACCEPT tcp -- wlp2s0 * 192.168.1.52 0.0.0.0/0 tcp dpt:80
18 1862 ACCEPT tcp -- * * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0 tcp spt:80 state ESTABLISHED
7 4164 ACCEPT tcp -- * * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0 tcp spt:443 state ESTABLISHED
145K 107M ACCEPT udp -- wlp2s0 * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0 udp dpts:10000:20000
6435 347K DROP all -- wlp2s0 * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0

Chain FORWARD (policy ACCEPT 0 packets, 0 bytes)
pkts bytes target prot opt in out source destination
0 0 ACCEPT all -- wlp2s0 wg0 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
0 0 ACCEPT all -- wg0 wlp2s0 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
0 0 ACCEPT all -- wlp2s0 wg0 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
0 0 ACCEPT all -- wg0 * 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0

Chain OUTPUT (policy ACCEPT 57973 packets, 79M bytes)
pkts bytes target prot opt in out source destination
214K 912M ACCEPT all -- * wlp2s0 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0
root@servperso:~#

```

FIGURE 1.4 – Règles du pare-feu iptables et quantité de données échangées

1.3.4 Scaphandre

Scaphandre est un logiciel open-source de mesure de la consommation d'énergie d'un serveur informatique ou d'un ordinateur, mais aussi plus précisément des services et applications qu'il exécute. Plus précisément, scaphandre est à la fois un outil utilisable en ligne de commande et un démon (service). Le projet a notamment pour objectif de rendre la mesure de consommation d'énergie suffisamment simple pour que ça devienne "un basique", au même titre que le nombre de requêtes par seconde ou la latence, le temps CPU consommé ou la RAM, etc...

Nous utilisons Scaphandre sur la machine cliente pour mesurer la consommation électrique soit du client Zoom, soit du navigateur web, comme montré à la figure 1.5 :

```

Host: 4.380749 W Core 0.827621 W Uncore 1.778961 W DRAM 0.401858 W
Socket0 4.371812 W
Top 5 consumers:
Power PID Exe
3.2630582 W 3676 "/usr/lib/firefox/firefox"
0.010071168 W 178 ""
0.010071168 W 329 ""
0.010071168 W 331 ""
0.010071168 W 332 ""

Host: 4.538605 W Core 0.884335 W Uncore 1.848742 W DRAM 0.452833 W
Socket0 4.537462 W
Top 5 consumers:
Power PID Exe
3.2346666 W 3676 "/usr/lib/firefox/firefox"
0.9256123 W 2962 "/usr/lib/firefox/firefox"
0.119433835 W 933 "/usr/bin/gnome-shell"
0.00995282 W 12 ""
0.00995282 W 326 ""

SF314-54G-archlinux%

```

FIGURE 1.5 – Commande scaphandre stdout renvoyant les 5 processus les plus gourmands

Chapitre 2

Résultats

2.1 Consommation d'énergie des applications de visioconférence

Dans ce qui suit, nous allons nous intéresser à la consommation énergétique des applications de visioconférence sur l'ordinateur de l'utilisateur. Les résultats sont présentés sur la figure 2.1. Rappelons également que ces valeurs sont données pour une minute de visioconférence à 3 participants (mesure de 30 minutes normalisée à 1 minute). Plus la consommation est faible, plus l'impact environnemental de l'application est faible.

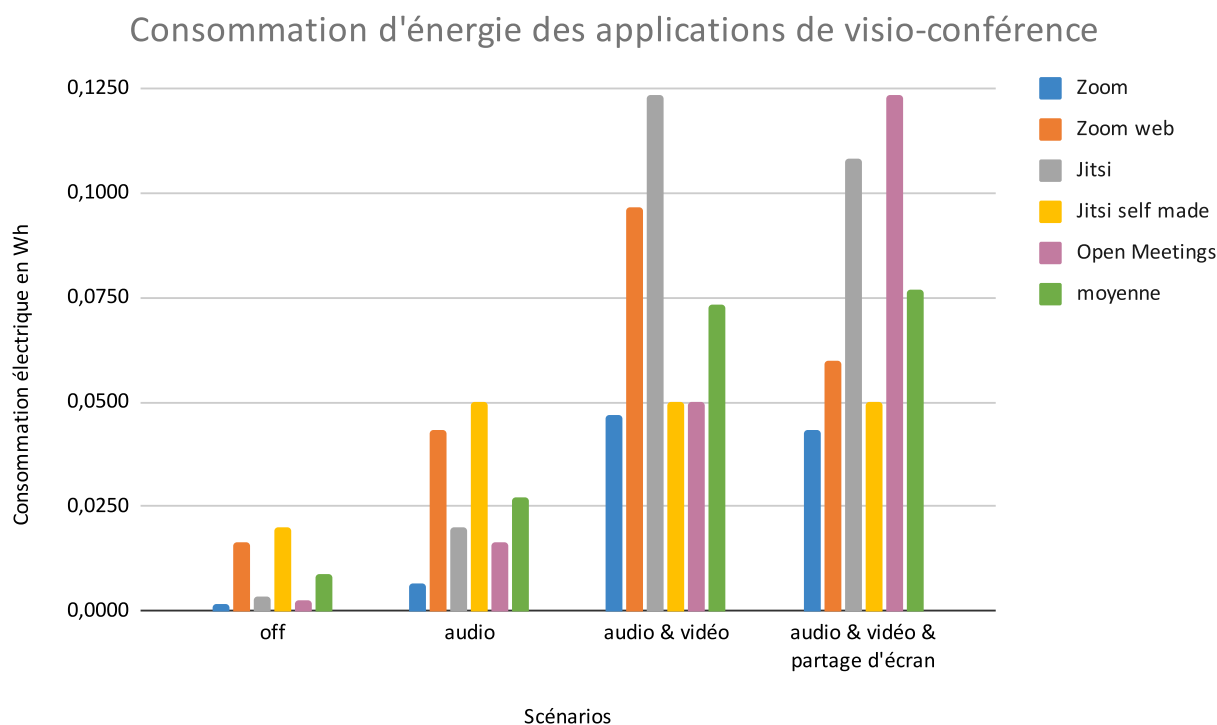


FIGURE 2.1 – Consommation d'énergie d'une minute de visioconférence

On peut remarquer que généralement l'utilisation de l'audio et la vidéo ainsi que le partage d'écran sont nettement plus énergivores que l'audio simple ou encore la connexion à la réunion sans interactions. En effet, les réunions avec vidéo et audio sont en moyenne trois fois plus gourmandes en énergie que les réunions ne faisant appel qu'à l'audio.

De plus, nous avons remarqué que même si les applications consomment 2 fois moins d'énergie en moyenne en mode off (sans aucun échange) que lorsque l'audio est activé. Cependant, consommer

de l'énergie pour ne rien faire est du gaspillage pur et dur.

Là où les applications Open Meetings et Jitsi (avec notre serveur hébergé sur l'ordinateur de Damien) sont plus performantes en audio, elles le deviennent beaucoup moins que les autres lorsque l'on active la vidéo, avec ou sans partage d'écran.

Enfin, on remarque que Zoom reste l'application la plus performante peu importe le mode d'utilisation, au niveau de la consommation électrique c'est donc l'outil de visioconférence à privilégier. La pire étant en moyenne Jitsi (avec les serveurs de Jitsi).



Remarque

L'ajout d'un partage d'écran dans une conférence audio et vidéo entraîne une baisse de la consommation énergétique dans toutes les applications excepté Openmeetings.

Ceci est dû notamment à l'affichage d'une seule vidéo sur l'interface des applications ainsi que du partage d'écran. Les vidéos des autres participants ne sont donc plus affichées par défaut.

Ceci n'explique néanmoins pas le cas d'Openmeetings...

2.2 Données échangées des applications de visioconférence

Dans ce paragraphe, nous allons nous intéresser aux données échangées des applications de visioconférence entre l'ordinateur de l'utilisateur et le serveur. Comme précédemment, ces valeurs sont données pour une minute de visioconférence à 3 participants (mesure de 30 minutes normalisée à 1 minute). Plus la quantité de données est faible, plus l'impact environnemental de l'application est faible.

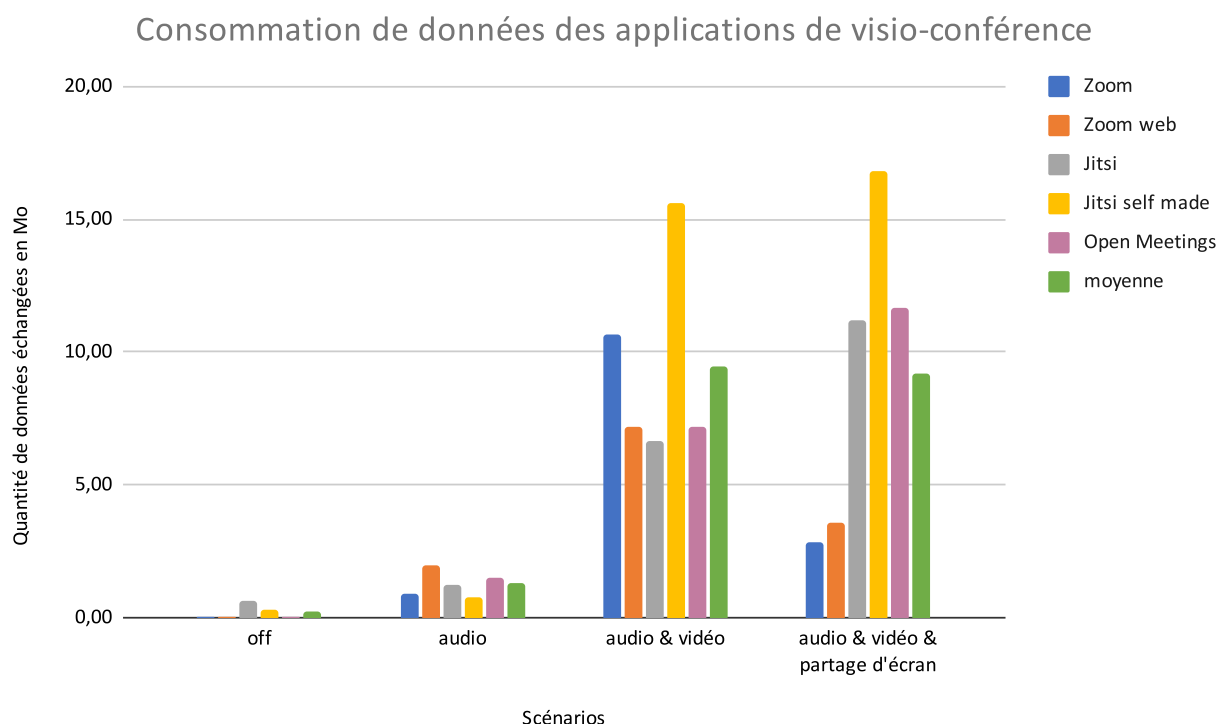


FIGURE 2.2 – Consommation de données d'une minute de visioconférence

Comme montré sur la figure 2.2, une minute de visioconférence en audio nécessite, en moyenne, 7 fois moins de données échangées qu'avec les caméras activées. Cependant, l'utilisation du partage

d'écran est moins impactante que la vidéo. Son impact est, sur la moyenne des différentes mesures réalisées sur les applications de visioconférence, presque négligeable.

On peut également remarquer que lorsqu'aucune fonctionnalité de l'application n'est utilisée, la quantité de données échangée avec le serveur est certes faible mais non nulle. Ainsi, le simple fait de rester connecté sur l'application a un impact.

Ensuite, aucune application ne semble plus performante en matière d'échange de données. Tout dépend du contexte d'utilisation. Zoom (sur l'application et le web) est la plus intéressante lorsqu'il s'agit d'utiliser la caméra, l'audio et le partage d'écran. Cependant lorsque l'audio et la caméra sont activés, les applications les plus intéressantes semblent être Openmeetings et Jitsi. Pour le cas d'utilisation ne faisant intervenir que l'audio, toutes les solutions semblent être plus ou moins équivalentes même si Zoom et Jitsi semblent être plus performants dans ce cas.



Remarque

L'ajout d'un partage d'écran dans une conférence audio et vidéo entraîne une baisse drastique de la consommation de données sur l'application Zoom. Comme dans le cas de la consommation énergétique, ceci est dû au rendu d'une seule vidéo, ce qui réduit les données à transférer.

Cependant, la baisse étant drastique, cela montre également une optimisation poussée de ce mode sur l'application.

2.3 Impact carbone des applications de visioconférence (gEqCO2)

Dans cette partie, nous avons réalisé la moyenne, pour tous les scénarios étudiés, de l'impact carbone des applications en gEqCO2. Les résultats de cette étude sont présentés sur la figure 2.3. Plus l'impact en carbone est faible, plus l'application est efficiente.

Moyenne de l'impact carbone des applications de visio-conférence

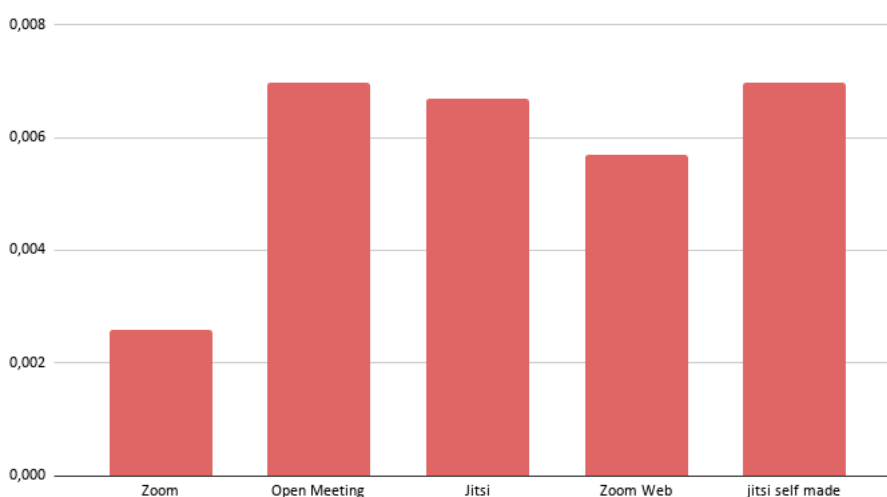


FIGURE 2.3 – Impact moyen d'une application de visioconférence en gEqCO2

Comme nous l'avions prévu, c'est Zoom qui l'emporte largement devant les autres, avec une faible consommation électrique peu importe le cas d'utilisation et un échange de données entre le serveur et l'utilisateur plutôt bien géré. Or, Zoom est utilisé dans ce contexte avec l'application pour pc et mac. Son homologue sur web est quand à lui dans la moyenne des autres applications (également sur le web). Ainsi, utiliser l'application plutôt que la version web est (tout du moins pour zoom) une solution moins impactante en matière d'impact carbone.

2.4 Du côté serveur

Nous avons enregistré à l'aide de Scaphandre du côté du serveur Jitsi une puissance moyenne de 4,7 W pour les scénarios off et audio uniquement et une puissance moyenne de 5,5 W pour les scénarios vidéos et vidéos+partage d'écran.

Ainsi, du côté serveur, l'avantage d'une conférence audio mais sans vidéo est encore une fois montré, même s'il faut recontextualiser ces valeurs au vu de la faible différence entre ces deux scénarios et du fait que le serveur hébergeant Jitsi est un ordinateur portable avec un processeur à basse consommation. Sur une baie de serveurs, la différence peut être plus importante, mais difficile à mesurer, car nous n'avons bien sûr pas accès aux serveurs Jitsi ou Zoom.

2.5 Limites

La précision des mesures que nous avons réalisées est conditionnée à la précision des outils de mesure utilisés. L'outil Carbonalyser propose effectivement une approximation de l'impact carbone. De même, les mesures effectuées par Scaphandre sont également une approximation de la consommation d'une machine.

Ainsi, ces résultats sont à prendre dans le contexte d'une conférence de taille raisonnable et ne sont pas forcément transposables dans le cas d'une plus grande conférence où le besoin de serveurs mieux dimensionnés rendrait la consommation électrique ainsi que la consommation de données beaucoup plus élevés. Les différences entre scénarios seraient alors exacerbées à mesure que le nombre de participants ainsi que la taille des serveurs augmente.

Conclusion

En définitive, notre étude a démontré qu'il était préférable de favoriser l'audio uniquement lors de vos réunions : le flux vidéo (caméra) aura tendance à consommer beaucoup plus. De plus, ajouter un partage d'écran n'est pas trop pénalisant s'il est utile.

Enfin, il est important de souligner qu'une réunion, même si aucun intervenant ne participe, est énergivore. Pensez donc à vous déconnecter si la réunion est finie. Enfin, n'hésitez pas à installer l'application pc ou mac de votre système de visioconférence préféré, votre impact carbone sera moindre et vous y aurez accès plus facilement.

Bibliographie

- [1] Kimberley DERUDDER, *Quelle application mobile de visioconférence pour réduire votre impact?*, Étude de Greenspector, 2020 [consulté le 1er avril 2021]
<https://greenspector.com/fr/quelle-application-mobile-de-visioconference-pour-reduire-votre-impact/>
- [2] Aurélien Béranger, Clément Brizard, Valentin Le Gauche, Yacine Baouch. *Proposition d'une méthode d'évaluation environnementale multicritère des réunions en présentiel et en visio-conférence*, Rapport de l'UTC, 8 décembre 2020
<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-03120479/document>
- [3] The Shift Project, Présentation complète de Carbonalyser
<https://theshiftproject.org/carbonalyser-extension-navigateur>
- [4] Documentation et sources de Scaphandre
<https://github.com/hubblo-org/scaphandre/>
- [5] Documentation sur Jitsi
<https://jitsi.github.io/handbook/docs/devops-guide/devops-guide-quickstart>