

# IMPACT CO<sub>2</sub>EQ DE L'ÉQUIPEMENT INFORMATIQUE DE L'ÉCOLE OBLIGATOIRE

Etat des lieux et impact de la mise en œuvre du projet de reprise cantonale du parc informatique de l'école obligatoire (ENEO | DAOS)

**Rapport simplifié**

Date	Mai 2024
Version	1.1 - Rapport simplifié
Rédaction	Werner Halter, Climate Services SA
Responsable relevé des données	Marylène Labéguerie, Cheffe de programme ENEO

## 1. INTRODUCTION

---

La Direction de la formation et des affaires culturelles DFAC du canton de Fribourg doit mettre en œuvre l'éducation numérique au niveau de l'école obligatoire, ceci afin de répondre aux exigences des plans d'études. Pour ce faire, elle bénéficie de l'expérience conduite dans les écoles germanophones depuis quatre ans grâce au Lehrplan 21 (LP 21). Elle doit encore mettre en œuvre l'éducation numérique prévue par le plan d'études romand (PER) dans la partie francophone du canton.

En parallèle, le Grand Conseil fribourgeois a souhaité que les équipements informatiques (tablettes, ordinateurs) des élèves, du personnel enseignant et administratif, aujourd'hui payés par les communes, soient pris en charge par le canton. Les députés, par l'adoption de la motion 2019-GC-139, ont également exigé que le canton fournisse un outil informatique pour chaque élève du cycle d'orientation. Pour mettre en œuvre ces adaptations, le Conseil d'Etat a développé le Projet de reprise cantonale du financement et de la gestion du parc informatique de l'école obligatoire (1H-11H) (projet ENEO).

Des équipements informatiques sont déjà en place dans les écoles, mais les apprentissages en éducation numérique ainsi que la prise en charge cantonale de ces outils nécessitent une actualisation et une harmonisation des équipements présents dans les écoles. L'achat d'équipements informatiques entraîne une croissance des émissions de GES (gaz à effet de serre) et une augmentation de la consommation d'énergie.

La présente étude est mandatée par le Groupe de travail Santé et Durabilité dans le cadre du projet ENEO. Elle a pour but de quantifier l'impact CO<sub>2</sub> eq des équipements actuels, de quantifier l'impact CO<sub>2</sub> eq de la mise en œuvre du projet ENEO précité et de mettre en relation ces émissions avec celles générées au quotidien par un/une élève fribourgeois/e. Ces résultats permettent de répondre à la demande du Grand Conseil de connaître l'impact environnemental du déploiement du projet ENEO (nombre d'appareils achetés, durée d'utilisation, recyclage, consommation électrique, ...).

Elle élargit l'analyse aux appareils de l'infrastructure informatique des écoles (systèmes de projection, serveurs) qui sont et restent à la charge des communes.

Le travail a été réalisé avec le soutien de M. Sébastien Rumley, professeur à la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR), pour son expertise dans le domaine des impacts CO<sub>2</sub> des infrastructures IT.

## 2. MÉTHODOLOGIE

---

### 2.1. Définitions

La terminologie utilisée dans le document rejoint celle utilisée dans le message du projet ENEO :

- Les équipements informatiques ou équipements numériques correspondent aux ordinateurs et tablettes.
- Le parc informatique correspond à l'ensemble des équipements informatiques des écoles, à destination des élèves, du corps enseignant et du personnel administratif cantonal.
- L'infrastructure informatique correspond aux différentes technologies de connexion (les éléments électriques et réseaux, principalement des câbles, des bornes Wifi, des commutateurs réseau, ...) et aux périphériques informatiques (système de projection -écran ou beamer-, visionneuses de documents, imprimantes, souris, écouteurs, stylets, système de stockage et de recharge, ...).
- L'IT (technologies de l'information) correspond à l'ensemble du parc informatique et de l'infrastructure informatique des écoles.

## 2.2. Quantification des émissions

La quantification des émissions CO<sub>2</sub> eq liées au parc informatique scolaire se base sur les 3 phases de vie des équipements :

1. **La production** : la quantification-type de chaque équipement provient de la Base Carbone<sup>®1</sup> de l'Agence de la Transition Ecologique française (ADEME)
2. **L'utilisation** : la quantification-type de la consommation électrique et facteurs d'émission associés provient du Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) et se base sur un facteur d'émission moyen de l'électricité consommée en Suisse.  
La consommation énergétique est calculée en fonction de la consommation énergétique des équipements et le nombre d'heures d'utilisation dans la journée.  
La durée de vie des équipements diffère d'un type de tablette ou d'ordinateur à l'autre et l'impact de la production, rapporté à une journée pour un/e élève, est plus faible si la durée de vie est plus longue.
3. **La fin de vie** : la quantification des facteurs d'émission en fin de vie des équipements provient de la base Ecoinvent<sup>2</sup>

La quantification des émissions se rapporte à une entité de référence, celle choisie ici est une journée d'un/e élève ce qui signifie que toutes les émissions CO<sub>2</sub> eq sont rapportées à leur impact journalier. Ainsi, l'impact de la production d'un ordinateur est divisé par le nombre d'années d'utilisation et le nombre de jours d'école par année pour obtenir un impact de la production par journée d'utilisation. Par exemple, la production d'un ordinateur de bureau provoque l'émission d'environ 170 kg CO<sub>2</sub> eq ; s'il est utilisé pendant 6 ans, et sachant qu'il y a 185 jours d'école par année, son impact par jour d'école est d'environ 153g CO<sub>2</sub> eq.

La terminologie CO<sub>2</sub> eq indique que la quantification est faite pour l'ensemble des gaz à effet de serre, en CO<sub>2</sub>-équivalents.

Le détail de la méthode de calcul, les sources des facteurs d'émissions et les hypothèses faite pour la quantification sont détaillés dans un document annexe, disponible auprès de la Direction de la formation et des affaires culturelles DFAC du canton de Fribourg.

## 2.3. Emissions moyennes d'un/e élève et d'un/e citoyen/ne suisse

Les émissions des équipements informatiques ont été mises en perspective avec les émissions estimées pour un/e élève/e lors d'une journée à l'école ainsi qu'avec les émissions moyennes d'un-e citoyen-ne suisse.

Pour ce faire, nous avons estimé les émissions d'une journée d'école -hors IT- en considérant les besoins en énergie, les déplacements, les repas de midi ainsi que les livres et le papier.

Le total des émissions pour une journée d'école -hors IT- est ainsi estimé à 4.47 kgCO<sub>2</sub> eq. ,c.f Tableau 1. En multipliant cet impact par le nombre de jours d'école dans une année (185 jours) et le nombre d'élèves (40'865), l'impact total sur l'année est d'environ 34'000 tCO<sub>2</sub> eq pour l'ensemble des écoles du canton.

La moyenne suisse des émissions par personne est de 11.8 tCO<sub>2</sub> eq ce qui représente environ 32 kgCO<sub>2</sub> eq par jour et par personne. Une journée d'école représente à peine 15% d'une journée d'une personne moyenne en Suisse.

---

<sup>1</sup> Base de données publique de facteurs d'émissions, nécessaires à la réalisation d'un bilan d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et plus généralement tout exercice de comptabilité carbone. <https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-carbone>

<sup>2</sup> Première source de données d'inventaire du cycle de vie au monde pour les écobilans, avec plusieurs milliers d'utilisateurs dans plus de 40 pays. Les données ecoinvent sont utilisées notamment dans l'analyse du cycle de vie (ACV) des équipements. <https://ecoinvent.org/>

Tableau 1 : Comparaison de l'importance relative des émissions de gaz à effet de serre

Impact global (sans IT)	Emissions par élève par jour
<b>Activité en classe</b>	<b>kgCO2/jour</b>
Chauffage de l'école	0.31
Electricité (hors IT)	0.16
Déplacement vers l'école	0.68
Repas de midi	
Avec viande	2.16
Végétarien	0.68
Fourniture	
Livres	0.03
Papier	0.03
Enseignants	0.42
<b>Total</b>	<b>4.47</b>

## 2.4. Périmètre de l'étude

La population concernée représente 40'865 élèves, dont 29'124 en primaire et 11'741 en secondaire I, et 4'700 enseignant-e-s. Elle correspond aux effectifs au 31.12.2023, lors de l'état des lieux des équipements et assistance informatiques à l'école obligatoire fribourgeoise 2024. Il est important de noter que les effectifs sont les mêmes pour le parc informatique actuel (chapitre 3) et cible dans le cadre du projet ENEO (chapitre 4) afin de permettre une comparaison de l'évolution, à effectif constant.

Le mandat concernait les équipements informatiques seuls. A titre de comparaison et pour comprendre l'impact complet de l'IT de l'école obligatoire, l'infrastructure informatique a été incluse dans la présente étude.

Les éléments qui ont été respectivement inclus ou non dans l'étude, pour des raisons de disponibilité ou d'estimabilité des données (voir Commentaires), sont mentionnés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Périmètre de l'étude

Inclus dans l'étude	Non inclus dans l'étude
<b>Equipement informatique</b>	<b>Infrastructure informatique</b>
Ordinateurs fixes	Imprimantes
Ordinateurs portables	Systèmes son indépendants
Tablettes	Services à distance (cloud)
<b>Infrastructure informatique</b>	Connectivité réseau internet
Beamers à focale ultra-courte	Périphériques personnels (clavier, souris, stylets...)
Beamers standards	Ecrans individuels
Ecrans plats TV 65"	Docking stations
Ecrans plats TV 75"	
Ecrans plats TV 85" et plus	
Visionneuses de documents	
Router/Switch	
Serveurs	

## 3. ETAT DES LIEUX DU PARC INFORMATIQUE ET DE L'INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE ACTUELS

### 3.1. Données

Les données sur les équipements informatiques et l'infrastructure informatique existants dans les écoles proviennent d'une enquête réalisée en 2024 par le centre de compétences Fritic auprès des directions d'écoles de l'ensemble des écoles primaires et cycles d'orientation du canton de Fribourg. Cette enquête fournit des informations sur les types d'équipement présents dans les écoles et leur nombre, pour tous les utilisateurs-trices de l'école (élèves, enseignant-e-s, personnel administratif). Le parc est composé de 10'334 équipements informatiques dans les écoles primaires et 6'857 dans les cycles d'orientation. La durée de vie des équipements a été estimée sur la base des renouvellements entre avant 2020 et 2023.

## 3.2. Résultats

Les résultats de la quantification des émissions montrent que l'impact des équipements informatiques actuel est de 0.057 kgCO<sub>2 eq</sub> par élève et par jour d'école (0.046 kgCO<sub>2 eq</sub> dans les écoles primaires et 0.083 kgCO<sub>2 eq</sub> dans les cycles d'orientation).

Multiplié par le nombre de jours d'école (185) et le nombre total d'élèves (40'865), l'impact actuel représente l'équivalent d'environ 428 tCO<sub>2 eq</sub> chaque année (écoles primaires : 248 tCO<sub>2 eq</sub>, cycles d'orientation : 180 tCO<sub>2 eq</sub>).

L'impact relatif de la production dépend de la durée de vie moyenne qui varie entre l'école primaire et le cycle d'orientation et de la durée moyenne d'utilisation par jour.

L'essentiel de cet impact provient de la fabrication des équipements. Il représente entre 70 et 90% de l'impact total des équipements personnels. La consommation en énergie représente en moyenne entre 10 et 20% pour les équipements personnels, entre 20 et 50% pour les équipements de projections.

Pour l'ensemble de l'IT (équipement et infrastructure) cette fois, l'impact représente 0.097 kgCO<sub>2 eq</sub> par élève et par jour d'école dans les écoles primaires et 0.198 kgCO<sub>2 eq</sub> par élève et par jour d'école dans les cycles d'orientation. Au total, l'impact est chaque année d'environ 953 tCO<sub>2</sub> (écoles primaires : 523, cycles d'orientation : 430), dont 428 tCO<sub>2 eq</sub> lié aux équipements informatiques et 525 tCO<sub>2 eq</sub> lié à l'infrastructure informatique.

## 3.3. Eléments de comparaison

Les émissions des équipements informatiques du parc informatique actuel correspondent aux émissions de 36 personnes et demie par année en Suisse (importations incluses).

Ces émissions peuvent aussi être comparées aux émissions du parc d'ordinateurs de l'administration cantonale (10'700 personnes), qui ont été estimées à 965 tCO<sub>2 eq</sub> par année<sup>3</sup>. A noter que le périmètre est différent pour de nombreux paramètres, que ce soit de périmètre ou d'usage (l'administration a par exemple plus recours à des écrans personnels supplémentaires) ou la méthode (seuls les nouveaux équipements achetés dans l'année ont été comptabilisés et les données extrapolées).

La part des équipements informatiques représente actuellement en moyenne 1.6% des émissions totales d'une journée d'école d'un élève.

La Figure 1 met en perspective les émissions des équipements informatiques, vis-à-vis de celles de l'infrastructure informatique, du reste de la journée type d'école, et du reste de la journée type d'un/e suisse. En comparaison avec les émissions d'une journée moyenne d'une personne en Suisse, les émissions des équipements représentent 0.25%.

Une comparaison avec des litres d'essence est proposée, élément parlant et quantifiable sans risque d'interprétation. Cet indicateur est moins soumis à variation que des exemples tels que des vols aériens ou des trajets en voiture, qui dépendent d'une quantité importante de facteurs.

---

<sup>3</sup> Quantification est issue du bilan CO<sub>2</sub> de l'administration cantonale (Rapport sur postulat 2020-GC-185), basée sur les ordinateurs et les équipements de projection achetés sur une année.

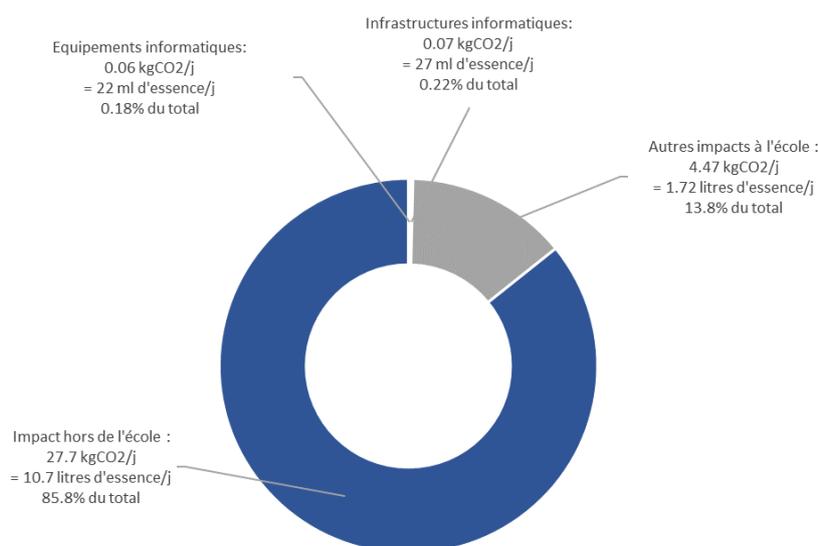


Figure 1 : Proportions des impacts CO<sub>2eq</sub> d'un/e élève (parc informatique actuel)

## 4. REPRISE CANTONALE DU PARC INFORMATIQUE DE L'ÉCOLE OBLIGATOIRE (ENEO)

Le projet de reprise cantonale des équipements numériques de l'école obligatoire (ENEO) prévoit de reprendre à la charge du canton la gestion des équipements informatiques des élèves, des enseignant-e-s et du personnel administratif cantonal. L'infrastructure informatique reste de la responsabilité des communes et n'augmentera que de manière marginale.

### 4.1. Données

Le projet ENEO prévoit des normes de dotations minimales du nombre d'équipements.

Tableau 3 : Normes de dotation par degré scolaire actuellement prévues dans le projet de reprise par le canton

Degré scolaire	Normes de dotation cantonales
1H-2H	-
3H-4H	4 par classe
5H-6H	1 pour 3 élèves
7H-8H	1 pour 2 élèves
9H-11H	1 par élève

Le projet prévoit également d'équiper le personnel cantonal (enseignant-e-s et personnel administratif) d'un ordinateur portable par personne.

Rapporté aux effectifs (élèves et personnel cantonal), le parc informatique cible serait composé d'environ 7'900 tablettes et 16'800 ordinateurs portables.

### 4.2. Résultats

L'impact des dotations sur les émissions est calculé à partir des hypothèses du nombre d'équipements informatiques formulées ci-dessus.

Les résultats de la quantification des émissions montrent que l'impact futur des équipements informatiques cantonaux est de 0.089 kgCO<sub>2</sub> eq par élève et par jour en moyenne (0.038 kgCO<sub>2</sub> eq dans les écoles primaires et 0.213 kgCO<sub>2</sub> eq dans les cycles d'orientation).

L'impact relatif de la production dépend de la durée de vie moyenne qui varie entre l'école primaire et le cycle d'orientation et de la durée moyenne d'utilisation par jour. Hypothèse est faite ici que la durée de vie reste identique avec le parc actuel pour faciliter la comparaison, même si l'objectif est de prolonger l'utilisation du matériel pour réduire l'impact environnemental.

L'essentiel de cet impact provient de la fabrication des équipements. Il représente entre 70 et 90% de l'impact total des équipements personnels. La consommation en énergie représente en moyenne entre 10 et 20% pour les équipements personnels, entre 20 et 50% pour les équipements de projections.

Dans l'ensemble, multiplié par le nombre de jours d'école (185) et le nombre total d'élèves (41'130), les futures émissions des équipements informatiques cantonaux représentent 673 tCO<sub>2</sub> par année (écoles primaires : 209 tCO<sub>2</sub> eq, cycles d'orientation : 464 tCO<sub>2</sub> eq).

### 4.3. Eléments de comparaison

Les 673 tCO<sub>2</sub> eq/année d'émission des équipements informatiques cantonaux prévus représentent l'équivalent des émissions de 57 personnes en Suisse, contre 36 personnes avec le parc actuel (428 tCO<sub>2</sub> eq/année). Les émissions annuelles représenteront 57 % de plus qu'avec le parc informatique actuel.

Le parc informatique passerait d'un état actuel de 6'300 tablettes et 10'900 ordinateurs à un état cible de 7'900 tablettes (+1'600) et 16'800 ordinateurs (+5'900). La différence d'impact est directement proportionnelle à cette augmentation quantitative.

Ces émissions peuvent aussi être comparées aux émissions du parc d'ordinateurs de l'administration cantonale (10'700 personnes), qui ont été estimées à 965 tCO<sub>2</sub> eq par année. A noter que le périmètre est différent pour de nombreux paramètres, que ce soit de périmètre ou d'usage (l'administration a par exemple plus recours à des écrans personnels supplémentaires) ou la méthode (seuls les nouveaux équipements achetés dans l'année ont été comptabilisés et les données extrapolées).

La part des équipements informatiques cible représente en moyenne 2% des émissions totales d'une journée d'école d'un élève, contre 1.3% pour le parc informatique actuel.

La Figure 2 met en perspective les émissions des équipements informatiques du futur parc informatique, vis-à-vis de celles de l'infrastructure informatique, du reste de la journée type d'école, et du reste de la journée type d'un/e suisse. En comparaison avec les émissions d'une journée moyenne d'une personne en Suisse, les émissions des équipements représentent 0.28%.

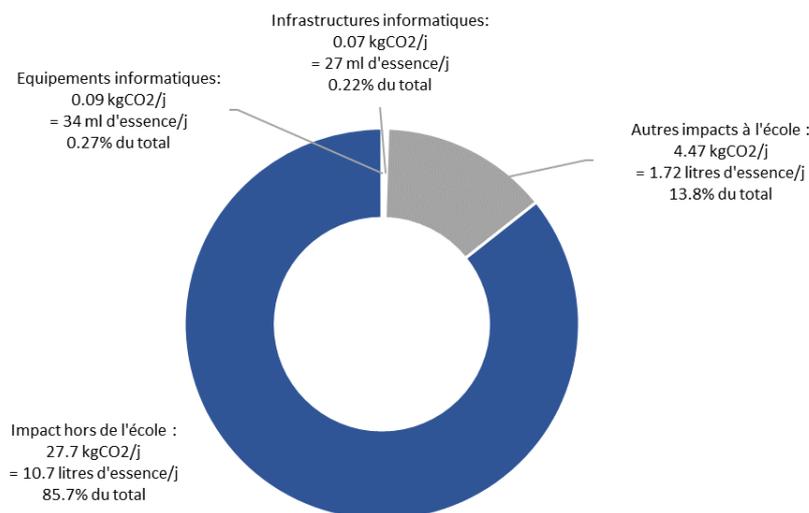


Figure 2 : Proportions des impacts CO<sub>2</sub>eq d'un/e élève (parc informatique cible)

## 5. COMMENTAIRES ET PISTES DE RÉDUCTION

Le Tableau 2 montre que les émissions liées aux services en ligne et au trafic réseau n'ont pas été incluses dans l'étude. Cela est due au fait qu'il est extrêmement délicat d'estimer, mais aussi d'attribuer ces émissions. Dans le cas des services en ligne, on peut distinguer les services payants des services gratuits. Le service de Microsoft « M365 » incluant notamment l'e-mail et la bureautique de base serait, d'après une étude non-vérifiable de Microsoft, d'environ 0.02 kgCO<sub>2</sub>eq par journée d'école, ce qui représenterait une hausse d'environ 10% de l'impact moyen de l'IT s'il était inclus. Pour les services gratuits, leur impact est à la charge de leurs fournisseurs et/ou de leur sponsors (annonceurs notamment). Concernant le réseau, l'impact pourrait être du même ordre, soit d'environ 0.02 kgCO<sub>2</sub>eq par journée d'école. L'attribution des impacts découlant des infrastructures réseaux demeure une question ouverte du monde scientifique.

De manière générale, cependant, il semble très peu vraisemblable que l'inclusion de ces éléments bouleverse les conclusions de cette étude. En suivant les hypothèses scientifiques les plus pessimistes indiquant que 2/3 des émissions sont « cachées » par le cloud et les réseaux, la part de l'IT dans l'activité scolaire (parc actuel) passerait de 3% (0.130 kgCO<sub>2</sub>eq rapportés à 4.34 kgCO<sub>2</sub>eq par élève et par jour d'école) à 9% (0.39 kgCO<sub>2</sub>eq rapporté à 4.6 kgCO<sub>2</sub>eq par élève et par jour d'école). Rapportés à la journée du suisse moyen, l'IT scolaire passerait dans le pire des cas de 0.4% à 1.2%.

Enfin, le calcul des émissions du parc informatique cible dans le cadre du projet ENEO est basé sur les effectifs actuels de l'école obligatoire. La population du canton de Fribourg étant en constante augmentation, une estimation prévoit une augmentation des effectifs scolaires, avec l'ouverture d'environ 150 classes d'ici 2030. L'impact CO<sub>2</sub> augmentera proportionnellement à l'augmentation des effectifs.

### ***Pistes de réduction***

L'impact de l'IT pourrait être réduit d'environ 20-30% si des processus privilégiant une longue durée de vie des équipements sont mis en place. En effet, les données montrent que l'essentiel de l'impact vient de la production des équipements et celui-ci peut donc être réduit de manière significative s'il est amorti sur une plus longue durée. Le raisonnement vaut aussi en termes financiers. Si la durée de vie de tous les équipements est prolongée à 8 ans, les émissions seraient réduites de manière significative : 0.069 kgCO<sub>2</sub>eq/jour/élève au lieu des 0.089 kgCO<sub>2</sub>eq/jour/élève estimés pour le parc cible.

La consommation d'énergie peut être réduite par une utilisation appropriée et des processus/technologies pour éviter les veilles prolongées.

L'achat de courant vert issu d'une source renouvelable permet de réduire d'un facteur 10 l'impact de la consommation d'énergie par rapport à un mix moyen de consommation en Suisse. L'achat de courant renouvelable est de la responsabilité des communes.

Les écrans plats TV ont un facteur d'émission 3 fois supérieur à celui des beamers. Les écrans plats TV sont responsables d'environ un quart des émissions de l'infrastructure informatique (0.018 kgCO<sub>2</sub> eq/jour/élève). Ils sont pourtant nettement moins nombreux que les beamers et les visionneuses de documents (environ 750 contre 1'700, respectivement 2'200). Les écrans émettent passablement tant à la production qu'à la consommation. C'est le cas pour les télévisions, mais aussi pour les écrans intégrés dans les ordinateurs portables. On limitera donc les émissions en tendant à privilégier des écrans de taille modeste (13-14 pouces pour les portables), et en basculant sur des systèmes de projection type beamer.

### *Effets possibles*

D'un point de vue global, la reprise du parc informatique par le canton pourrait avoir des effets positifs non pris en compte dans les calculs présentés ici. Tout d'abord, une uniformisation et généralisation des équipements et logiciels, devrait contribuer à limiter les installations « do-it-yourself ».

Un autre élément important est d'éviter la redondance des équipements, dans le cadre privé et dans le cadre scolaire. Il faut considérer les questions liées à la sécurité et au bon usage des équipements, mais les équipements mis à disposition peuvent potentiellement dissuader l'achat d'équipement similaire par les élèves à titre privé. Une dotation 1:1 dans les cycles d'orientation réduirait potentiellement les achats privés, ce qui réduirait indirectement l'impact du parc informatique du canton.

Dans le cadre de ce projet, un calculateur a été développé par la HEIA-FR à l'intention du Groupe de travail Santé et Durabilité mis en place dans le cadre du projet ENEO. Ce calculateur permet de tester plusieurs variantes d'achat, de renouvellement ou de durée de vie des produits et pourrait servir d'aide à la décision dans la gestion du parc informatique des écoles par la suite.

## 6. CONCLUSIONS

---

La reprise et l'optimisation des équipements par le canton génère une augmentation des émissions CO<sub>2</sub> des équipements. Ces émissions passeraient de 0.057 kgCO<sub>2</sub> par jour et par élève à 0.089 kgCO<sub>2</sub> par jour et par élève. Cette augmentation de 57% est essentiellement due à une augmentation du nombre de pièces d'équipement dans les cycles d'orientation. Sur l'ensemble de émissions générées par les équipements et les infrastructures IT dans les écoles, cette augmentation représente environ 23 %.

Les potentiels d'optimisation à travers cette reprise se trouvent notamment dans le prolongement de la durée de vie des équipements. Prolonger la durée de vie de tous les équipements à 8 ans permettrait de faire baisser les émissions des équipements d'environ 20%. Dans ce cas, l'augmentation des émissions à la reprise des équipements ne serait plus que de 21%.

L'impact CO<sub>2</sub> des équipements informatiques reste faible s'il est comparé aux émissions CO<sub>2</sub> estimées pour une journée d'école qui tient compte du chauffage des locaux, des transports, des repas ou encore de l'encadrement. Les équipements informatiques après la reprise par le canton représentent 2% des émissions d'une journée d'école, contre 1.3% à l'heure actuelle.