

Bilan carbone à Marie Curie

Classe Enseignement scientifique TG9

Notre recherche : un bilan carbone

Qu'est ce que c'est ?

Le total de toutes nos émissions de gaz à effet de serre, directes ou non.





Pourquoi ce projet de bilan ?

Afin de nous rendre compte de l'impact de l'établissement sur l'environnement et prendre des mesures pour s'améliorer.



Comment mesurons-nous ces émissions ?

Mesure directe

- Très précise mais difficile à atteindre
- Souvent **impossible** car les émissions ont lieu ailleurs (par exemple, la production d'électricité) ou dans le passé (procédés de fabrication)



Mesure directe des gaz polluants sur une station d'essai automatique

Estimation par application d'un facteur d'émission

- Les facteurs d'émission représentent la **quantité moyenne de GES émise par unité de référence**, en utilisant des valeurs en fonction des études et des analyses précédentes.
- Cette méthode est moins précise, mais suffisamment fiable pour nos objectifs.

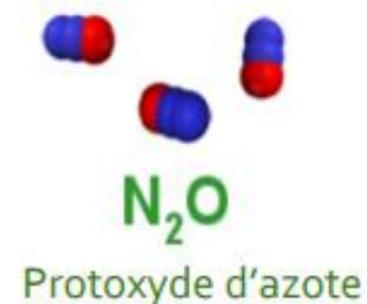
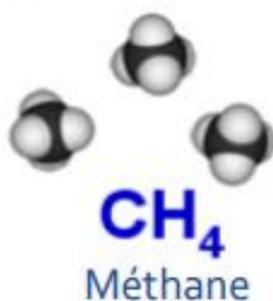


Facteur d'émission : exemple

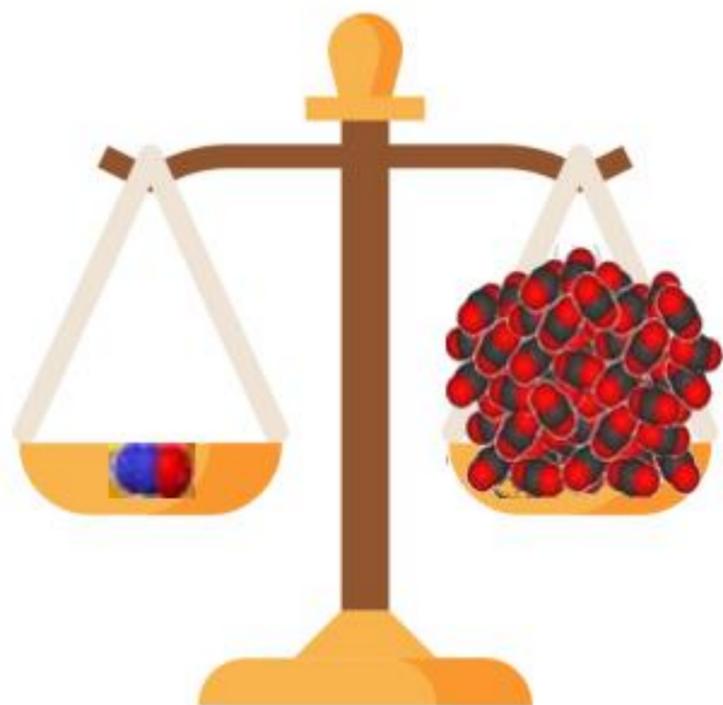
| Poste | Source d'émission | Facteur d'émission | kgCO ₂ e / unité |
|--------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Alimentation | Repas moyen | 2.25 | kgCO ₂ e/repas → |
| Alimentation | <i>Repas végétarien</i> | <i>0.4</i> | <i>kgCO₂e/repas</i> → |

1 repas moyen émet 2,25 kgCO₂e
1 repas végétarien émet 0,4 kgCO₂e

Une unité de mesure commune, l'équivalent CO₂ : CO₂e



L'unité de base est le réchauffement global provoqué par 1kg de CO₂.
Le réchauffement provoqué par d'autres gaz est exprimé comme un multiple du potentiel de réchauffement du CO₂



$$1 \text{ kg CO}_2 = 1 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$1 \text{ kg CH}_4 = 28 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$1 \text{ kg N}_2\text{O} = 265 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

○ L'incertitude d'un facteur d'émission

Les facteurs d'émissions sont conçus en utilisant des **valeurs moyennes**.

Une marge **d'incertitudes statistiques** est liée à chaque facteur.

De la même manière, les **données** collectées sont également soumises à **l'incertitude**.



La méthode du Bilan Carbone® manipule des **ordres de grandeur**.

Le plus important n'est pas l'exactitude de la quantité de CO₂ émise, ce qui compte est de savoir **où et comment intervenir** pour réduire les émissions.



Comment mesurons-nous ces émissions ?

COMMENÇONS PAR UNE PRÉSENTATION DU CALCULATEUR

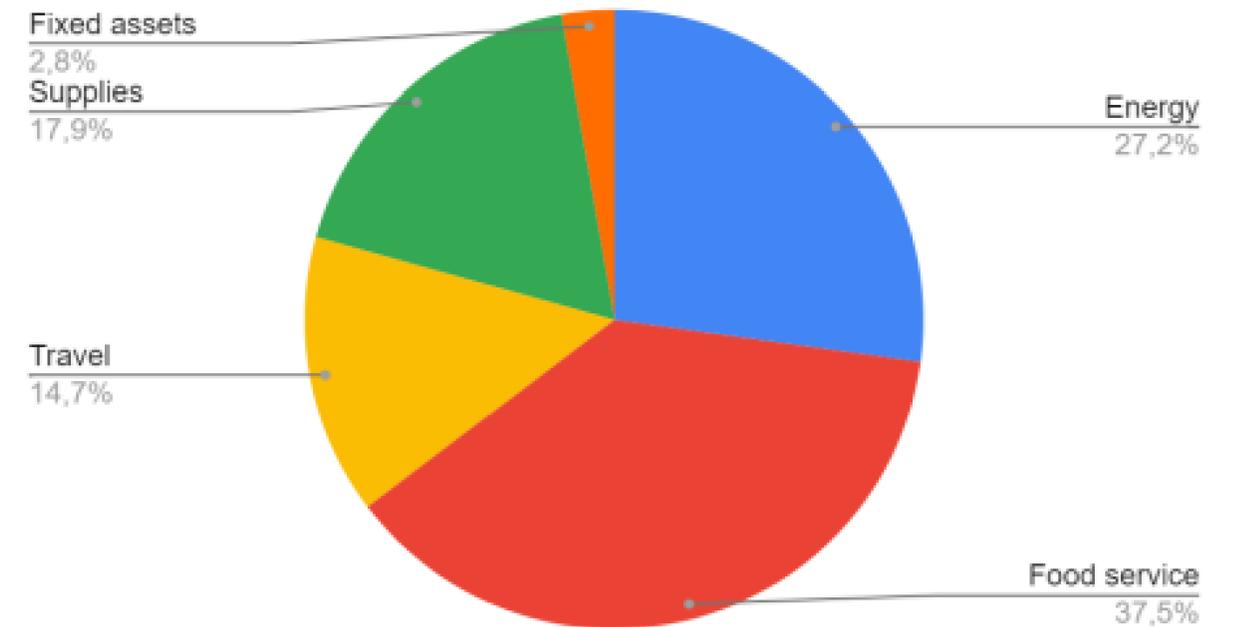


Collecte de données : factures, enquêtes, achats, etc.



Calculateur numérique

TOTAL (kg CO₂eq)



Résultats : identifier les postes les plus émetteurs pour la phase du plan d'action.

Comment réaliser notre bilan ?

Périmètre de notre recherche:

1864 élèves de la cité scolaire

137 professeurs

Année scolaire 2021-2022

Division en plusieurs pôles
de recherches dans la classe, rendez-
vous avec l'administration, l'intendance,
etc, bilan des informations, calculs, ...





Pôles

Les sujets traités

Électricité (éclairage, ...) et gaz (chauffage, ...)

Transports (individuel/sorties)

Alimentation: repas servis au réfectoire

Biens (informatiques/consommables)

Transmission du projet : création d'un jeu

Électricité et gaz



Electricité

Eclairage et informatique, 578 469 kWh en 2021.



Gaz

Chauffage et cantine, 2 054 815 kWh en 2021



Quelle a été la méthode de recherche ?



- Rendez-vous avec M. Zeddoun, le gestionnaire agent comptable de la cité scolaire
- Récupération des données par l'intermédiaire des professeures



Calculs et résultats

| Sur l'année 2020-2021 (civile) | Données (KWh) | Facteur d'émission (kgCO ₂ e/kWh) | Calculs | Bilan Carbone (kgCO ₂ e) |
|--------------------------------------|------------------|--|-------------------|--|
| électricité | 578 469 | 0,0647 | 578 469 * 0,0647 | 37 426,94 |
| gaz | 2 054 815 | 0,243 | 2 054 815 * 0,243 | 532 197,1 |



Electricité :

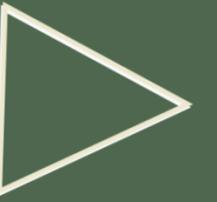
37 426, 94 kgCO_{2e}

578 469 kWh en 2021 × 0,0647 kgCO_{2e}/kWh (facteur d'émission).

Gaz :

532 197, 1 kgCO_{2e}

Au gaz, 2 054 815 kWh en 2021 × 0,259 kgCO_{2e}/kWh (facteur d'émission)



Solutions

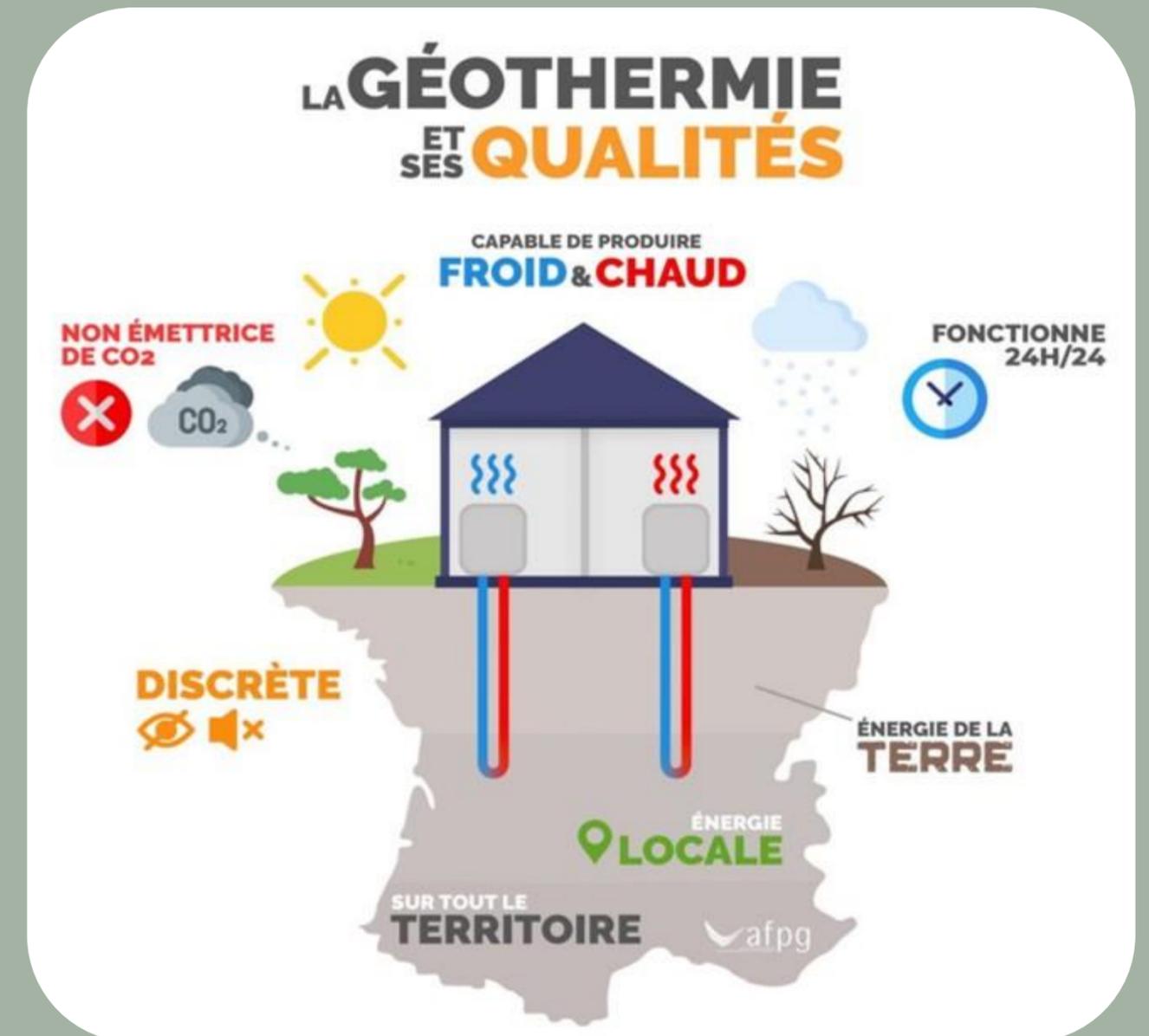


- Rénovation des bâtiments de la cité scolaire (classés au patrimoine)
- Installation de panneaux solaires sur les toits
- Chauffage électrique (mix énergétique favorable)
- Chauffage par la géothermie

La géothermie au lycée, l'avenir ?



- Source d'énergie renouvelable stockée naturellement dans les sous-sols et exploitable pour la production de chaleur et d'électricité.
- Étude de faisabilité technique menée par le SIPPAREC sur Fontenay-aux-Roses, Sceaux ou encore Bourg la Reine.
- Présence d'une nappe d'eau chaude (d'où l'on peut tirer de l'eau chaude autour de 65°C)



Simulation d'un chauffage de la cité scolaire par géothermie comparé au chauffage au gaz

| Sur l'année 2020-2021 (civile) | Données (KWh) | Facteur d'émission (kgCO2e/kWh) | Calculs | Bilan Carbone (kgCO2) |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| Gaz | 2 054 815 | 0,243 | $2\,054\,815 * 0,243$ | 532 197,1 |
| Géothermie | 2 054 815 | 0,045 | $2\,054\,815 * 0,045$ | 92 466,675 (division par environ 5) |



Les transports (bus, car, voiture, ...)



Aller au lycée à pied, à vélo



Aller au lycée en voiture



Aller au lycée en bus



Par métro et RER



Quelle a été la méthode de recherche ?

- Interroger le plus grand nombre de personnes
- Mettre en place un sondage Pronote.
- Considérer les résultats comme un échantillon représentatif.
- Etendre à l'ensemble des effectifs (professeurs et élèves) de la cité scolaire.
- Faire des moyennes de distance pour les transports émetteurs de CO₂.

Émissions liées aux transports individuels des élèves de la Cité Scolaire Marie Curie

| | Nombre d'élèves | Pourcentage des élèves | Distance Moyenne | Facteur d'émission | Total des émissions / trajet. (*2/jour) | Total des émissions dans l'année. (Sondées) | Élevé à la cité scolaire / an. (Totales) |
|------------|-----------------|------------------------|------------------|---------------------------------|---|---|--|
| A pied | 654 | 52% | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| À vélo | 66 | 5% | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| En Bus | 344 | 27% | 4,15 km | 0,159kgCO ₂ /km/psg | 227 kgCO ₂ | 81 720 kgCO ₂ | 121 970 kgCO ₂ |
| En RER | 65 | 5% | 7,00 km | 0,0062kgCO ₂ /km/psg | 2,8 kgCO ₂ | 1 015 kgCO ₂ | 1 514 kgCO ₂ |
| En Voiture | 128 | 11% | 3,12 km | 0,259kgCO ₂ /km | 103 kg CO ₂ | 37 080 kgCO ₂ | 55 343 kgCO ₂ |
| Total | 1257 | 100% | -- | -- | 332,8 kgCO ₂ | 119 808 | 178 817 kgCO₂ |

1864 élèves / 1257 réponses = 67% de réponses

Émissions liées aux transports individuels des professeurs de la Cité Scolaire Marie Curie

| | Nombre de professeurs | Pourcentage des profs | Distance Moyenne | Facteur d'émission | Total des émissions / trajet. (*2/jour) | Total des émissions dans l'année. (Sondées) | Élevé à la cité scolaire / an. (Totales) |
|------------|-----------------------|-----------------------|------------------|---------------------------------|---|---|--|
| A pied | 21 | 30% | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| À vélo | 20 | 29% | -- | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| En Bus | 6 | 8% | 3,33 km | 0,159kgCO ₂ /km/psg | 3,17 kgCO ₂ | 1 141 kgCO ₂ | 2194 kgCO ₂ |
| En RER | 10 | 13% | 10,0km | 0,0062kgCO ₂ /km/psg | 0,62 kgCO ₂ | 223 kgCO ₂ | 428 kgCO ₂ |
| En Voiture | 15 | 20% | 6,76 km | 0,259kgCO ₂ /km | 26,25 kg CO ₂ | 9 450 kgCO ₂ | 18 173 kgCO ₂ |
| Total | 72 | 100% | -- | -- | 332,8 kgCO ₂ | 10 618 kgCO ₂ | 20 795 kgCO₂ |

137 professeurs / 72 réponses = 52% de réponses

Résultats :

Les émissions liées aux transports individuels à **199 612 kgCO₂**.

20% des professeurs émettent **87%** des émissions des professeurs.

57% des élèves n'émettent aucun CO₂. en se rendant quotidiennement au lycée.

Les émissions des élèves sont proportionnellement plus faibles que celles des professeurs

Quelles ont été les limites des recherches ?

- Impossibilité de traiter au cas par cas.
- Echantillon qui n'est que représentatif donc précision limitée.
- Ne prend pas en compte le personnel (la part qui n'est pas logée sur place)
- Approximations liées à la taille de l'échantillon.
- Impossible d'écartier les fausses réponses.
- Peut-être que les répondants ne représentent pas précisément la cité scolaire.

Bilan :

199 612 kg CO₂

178 817 kg CO₂ (élèves) + 20 795 kg CO₂ (professeurs)

Solutions:

- Covoiturage entre enseignants
- Augmentation de la capacité du parking à vélo
- Lorsque les conditions climatiques le permettent, essayer de venir à pied ou à vélo





Les transports pour les voyages



Récolte des Données

Informations pour le Calcul



Facteurs d'émission en KgCO₂e
Nombre de Passagers, distance
parcourue en km, transports utilisés

Préparation au RDV



Préparation des questions pour le
RDV et obtenir les informations
nécessaires au calcul

Prise de RDV



Prise de RDV avec l'intendance afin
de récolter des données (distance
parcourue, type de transports,
passagers)



Tri + Calcul



Nous trions les informations
nécessaires au calcul du bilan
carbone puis nous établissons le
total du bilan carbone pour les
transports

...

Méthode de calcul

- Connaitre les détails des voyages (combien de voyages, personnes, destinations)
- Déterminer la quantité d'émission de chaque transport en CO₂
- Convertir dans les mêmes unités
- Calculer l'émission pour chaque voyage
- Trier par catégorie de transports

| | | |
|----------------------|------|--------------------------------|
| Train | 1,73 | gCO ₂ /passagers/Km |
| Avion | 285 | gCO ₂ /passagers/Km |
| Voiture à essence | 259 | gCO ₂ /Km |
| Autobus/Car scolaire | 104 | gCO ₂ /Km |

Résultats

Autobus

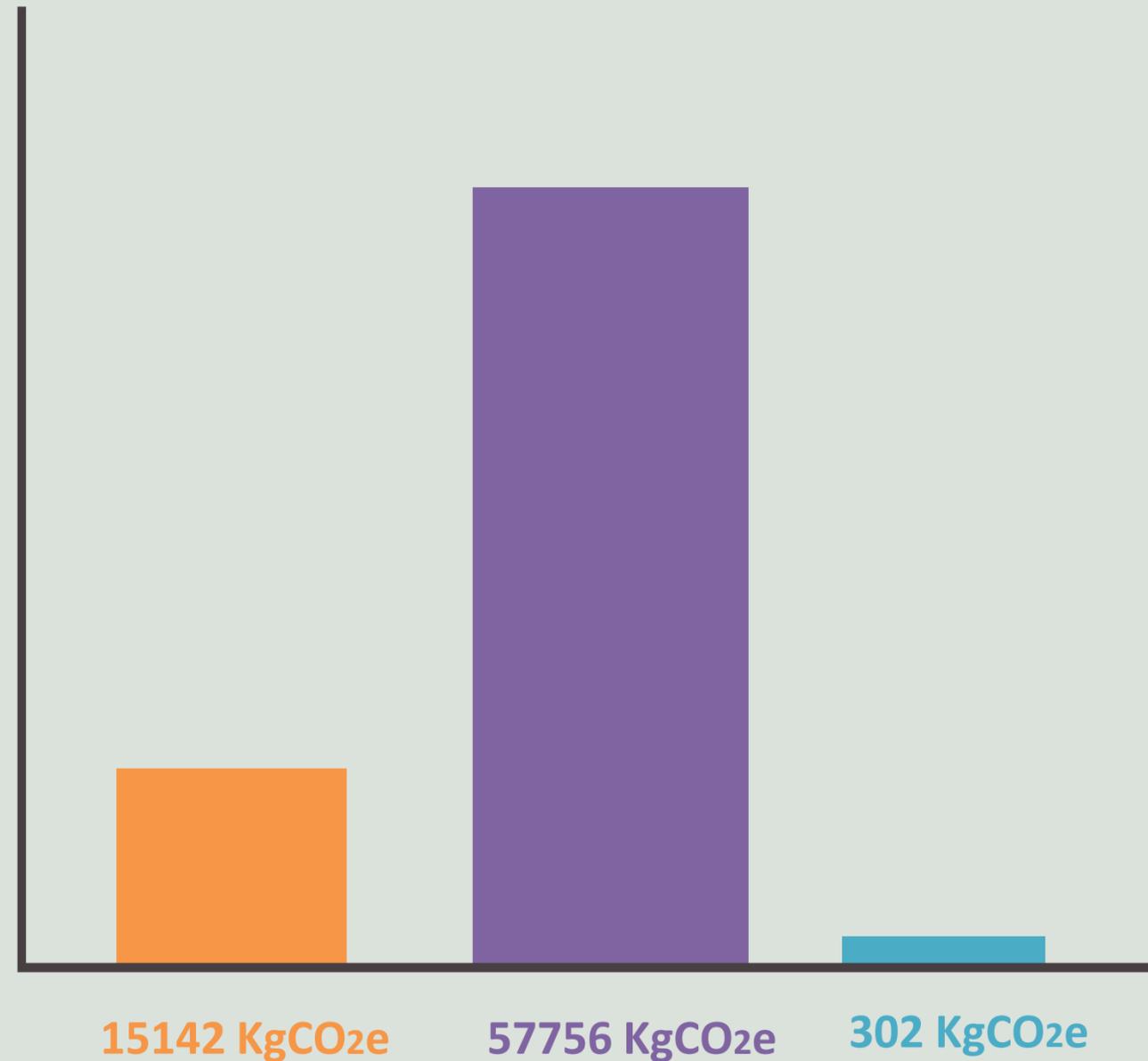
Facteur d'émission:
0,104kgCO₂e/km (source
ADEME)

Train

Facteur d'émission le plus faible:
0,00173 kgCO₂e/passager.km
source : Réseau de transport
d'électricités (Rte)

Avion

Facteur d'émission le plus élevé:
0,285 kgCO₂e/passager.km
(source: ADEME)



Solutions et limites

Limites :

- manque de précision sur le kilométrage parcouru
- Approximation des passagers et des accompagnateurs
- Incertitudes sur les facteurs d'émission précis des véhicules

Solutions :

- Utiliser des moyens de transports plus écologiques
- Optimiser le nombre de véhicules utilisés (bus plus avec une plus grande capacité)

Autobus

Avion

Train



Repas du réfectoire



Repas viande rouge



Ils sont servis 1 fois par semaine et ont un fort impact carbone

Repas viande blanche (poulet, poisson)

Ils sont servis 3 fois par semaine et ont un impact carbone moyen



Repas végétariens



Ils sont servis 1 fois par semaine et ont un faible impact carbone



Quelle a été la méthode de recherche ?

Informations tenues d'une responsable de l'intendance :

- Il y a en moyenne **800** repas servis par jour et 100 le mercredi
- Sur **145 jours** de fonctionnement
- Donc environ **113 000 repas par an.**
- Mardi **repas végétariens,**
- Jeudi **repas bios,**
- 3 repas de **viande rouge** par mois.



Pour atteindre plus de précision, ont été réalisés des **sondages** dans une classe par niveau.

| Sur une année scolaire moyenne | Pourcentage % | Nombre de repas | Emission par repas en kgCO ₂ e/Repas (source ADEME) | Emission par type de repas par an |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|--|-----------------------------------|
| Viande Rouge | 12% des repas | 13 600 Repas | 7,26 | 98740 kgCO ₂ e |
| Viande Blanche | 58% des repas | 65 700 Repas | 1,58 | 103806kgCO ₂ e |
| Végétarien | 10% + Mardi = 30% des repas | 34 000 Repas | 0,56 | 19040 kgCO ₂ e |

En sommant ces résultats on aboutit au total de **221 586kgCO₂e**.

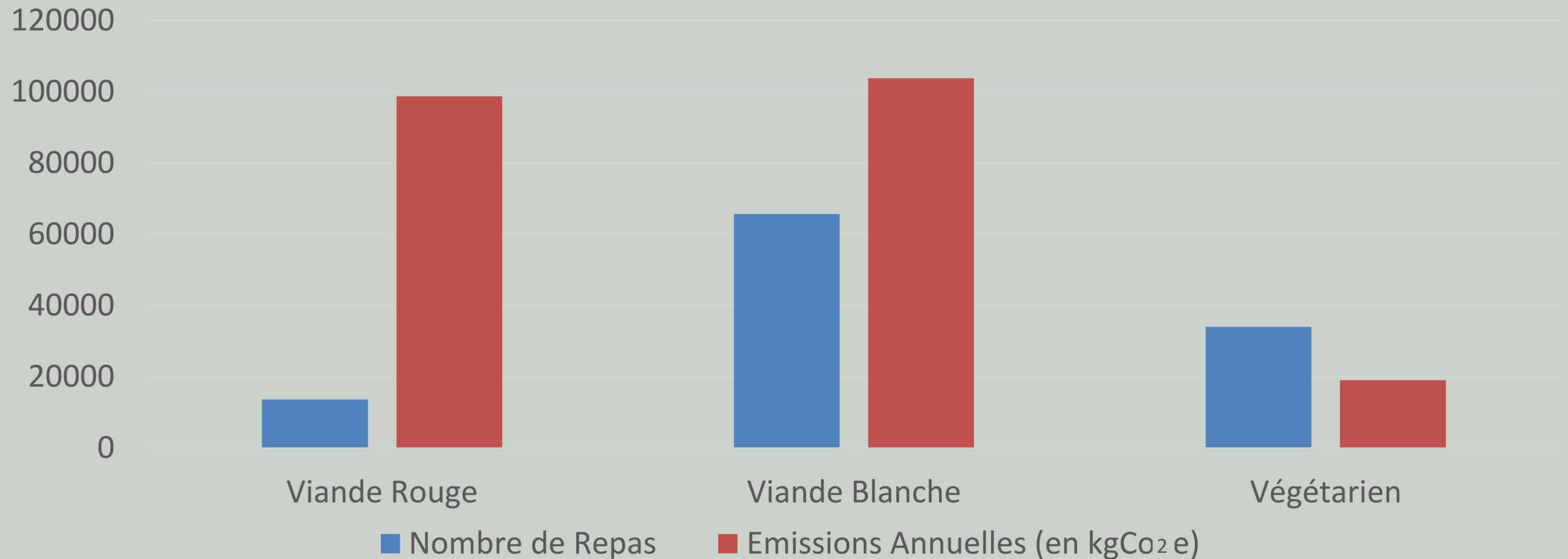
Ce qui représente en équivalent :

- **1,5 millions de km** de voiture
- **221 allers-retours** Paris New York en avion
- la production de **13 500 smartphones**

D'après <https://www.hellocarbo.com/blog/calculer/tonne-equivalent-co2/>

Bilan: 221 586kg CO₂e

Pour se rendre compte de l'impact de la viande rouge et proposer des solutions



On peut proposer plusieurs solutions pour réduire l'impact de la cantine:

- Diminuer le nombre de repas de viande rouge** au profit de repas végétariens
- Essayer de réduire au maximum les déchets** qui représentent une partie importante des émissions et essayer de les prendre en compte dans un futur bilan.

Les biens informatiques



Les ordinateurs

Dans les salles de cours,
des profs, l'administration ...



Les autres matériels informatique

Imprimante, photocopieuse,
vidéoprojecteur...



Bilan : 88 138 kgCO₂



Graphique émissions carbone

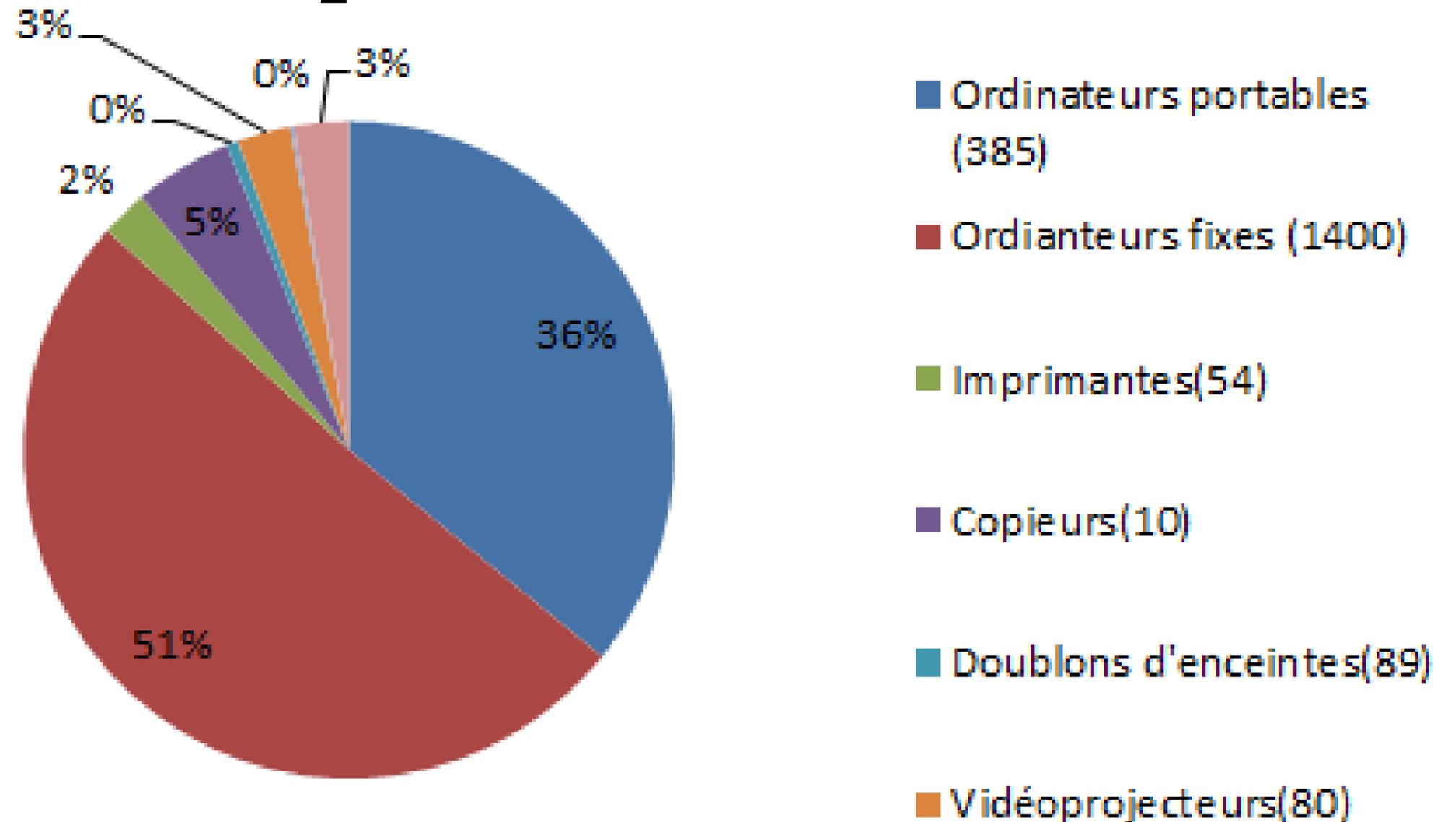
Ordinateurs fixes

Les ordinateurs fixes émettent le plus de dioxyde de carbone

Ordinateurs portables

Après leurs compères fixes, les ordinateurs portables sont les deuxièmes plus gros émetteurs de CO₂

Kg CO₂ eq/an (cradle-to-grave)



Les biens consommables



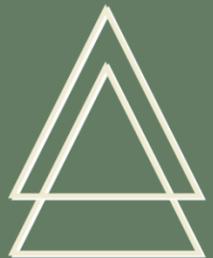
Livres, papiers

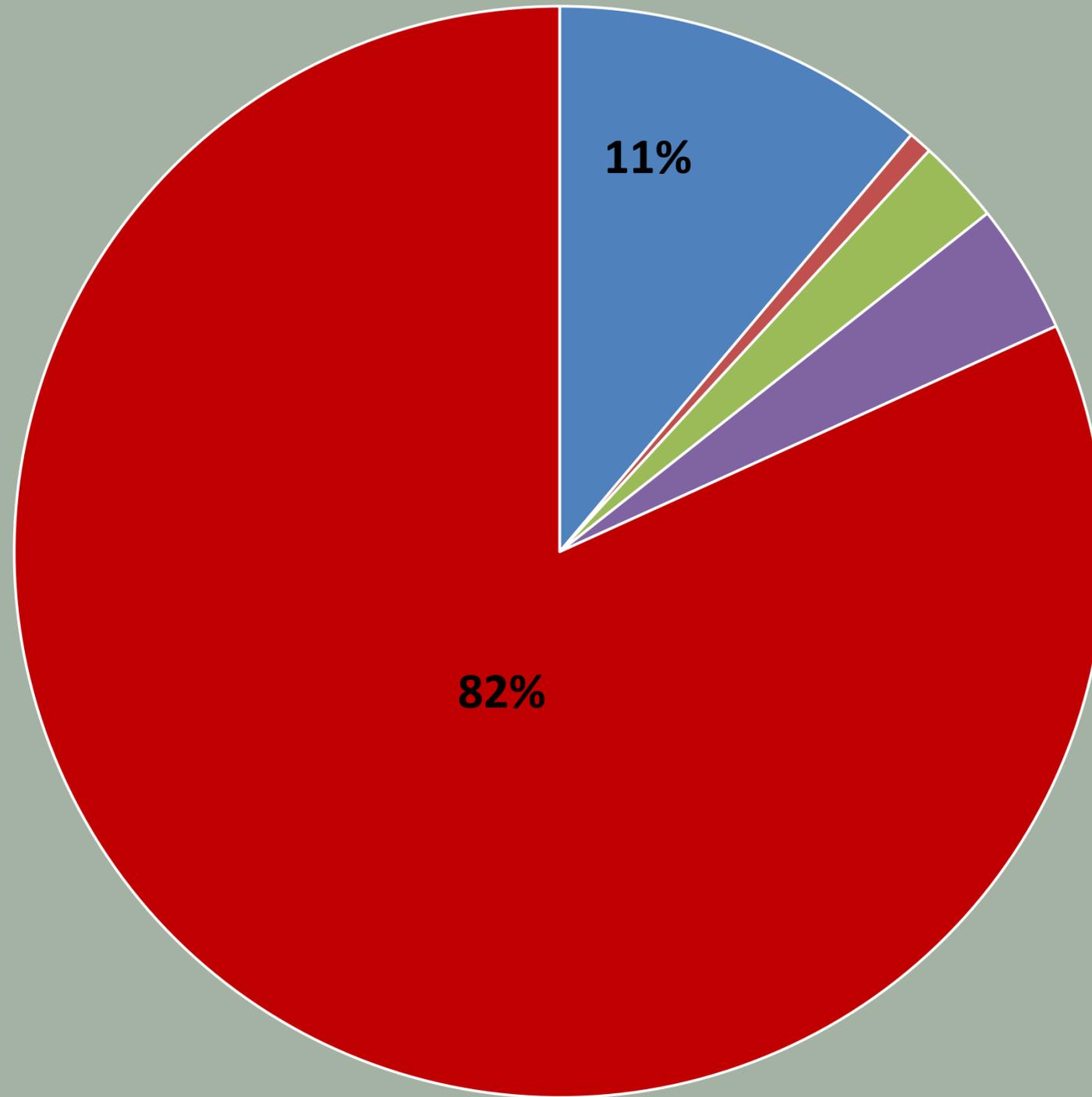


Les consommables

Films plastique, produits
chimiques, ...

Bilan : 8234, 25 CO₂/kg





 Livres

 Films plastiques

 Ballons de basket

 Produits chimiques

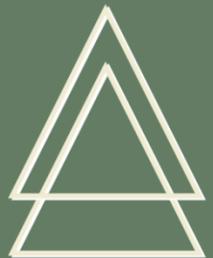
 Ramettes de papier

Bilan global de la cité scolaire:

1 160 406 kg CO₂e

37 426, 94 kg CO₂ (électricité) + 532 197, 1 kgCO₂/kWh (chauffage collectif) + 120 000 kg CO₂ (transports individuels) + 79 523 kg CO₂e (services) + 100 000 kg CO₂e (alimentation) + 88 138 CO₂/kg (biens informatiques) + 100 000 kg CO₂/kg (biens consommables)

~1000 tonnes CO₂ éq/an pour la cité scolaire

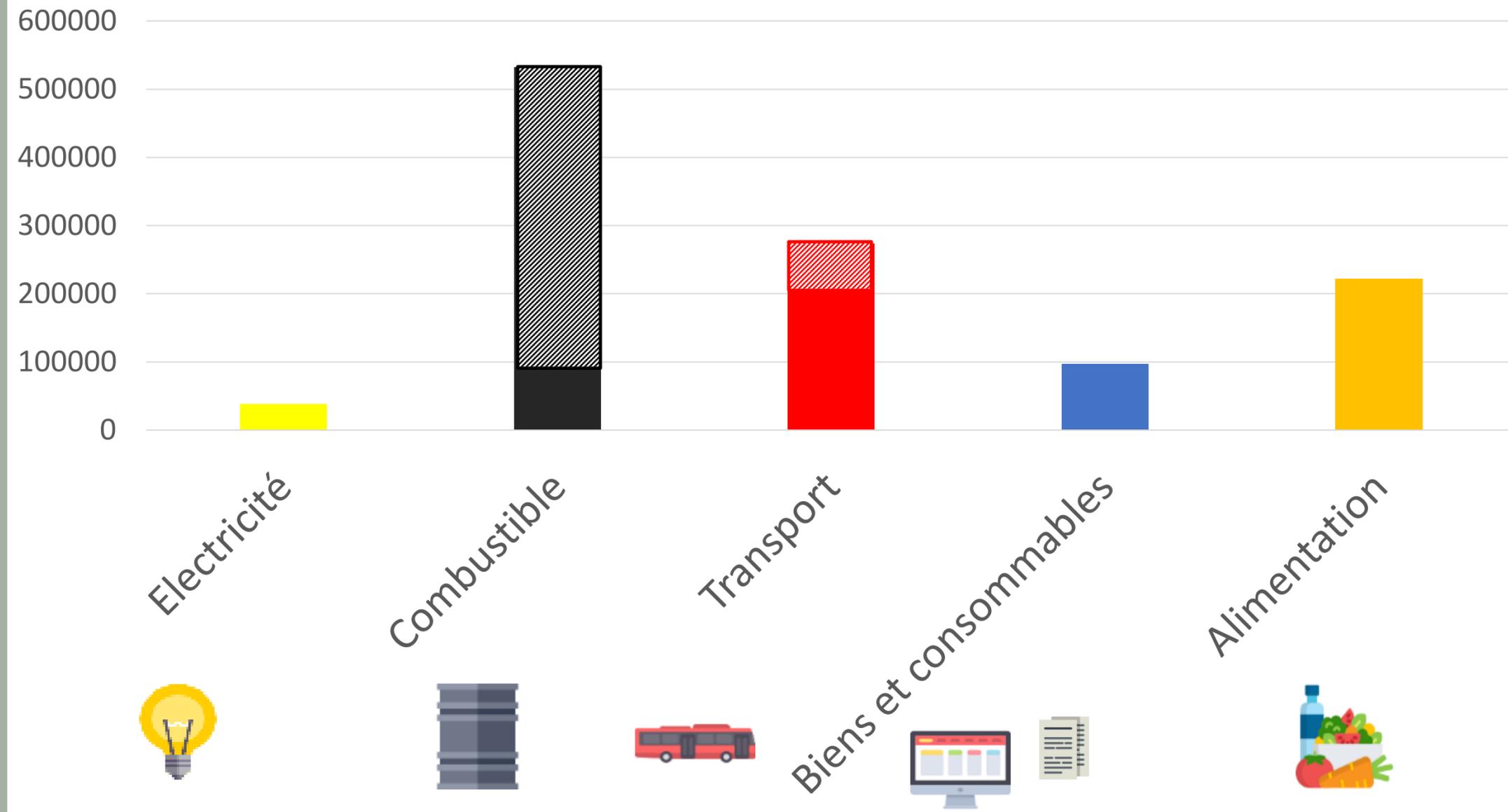


| Poste | kgCO2e |
|-----------------------|------------------|
| Electricité | 37427 |
| Combustible | 532197 |
| Transport | 272812 |
| Biens et consommables | 96389 |
| Alimentation | 221582 |
| Total | 1,160,406 |

Synthèse visuelle



: rejet de CO₂ pouvant être évité par la mise en place de la géothermie et en évitant d'utiliser l'avion



A vous de travailler : rejet de CO₂ pouvant être évité sur le pôle alimentation ?

Estimer le gain d'émissions de CO₂ en diminuant le nombre de repas de viande rouge au profit de repas végétariens par exemple :

Si l'on remplace un repas de viande rouge par un repas végétarien, quel total obtient-on ?

Vous préciserez le détail de votre calcul

Projet 2023 2024 pour les élèves de la TG 2

Des Ambassadeurs Bas Carbone

Par groupe de 4 sur le pôle alimentation :

Une forme de communication par groupe à proposer :
diapo, affiche, podcast, article de journal avec
des valeurs chiffrées, des histogrammes, des diagrammes
circulaires, des illustrations