

Bilan carbone à Marie Curie

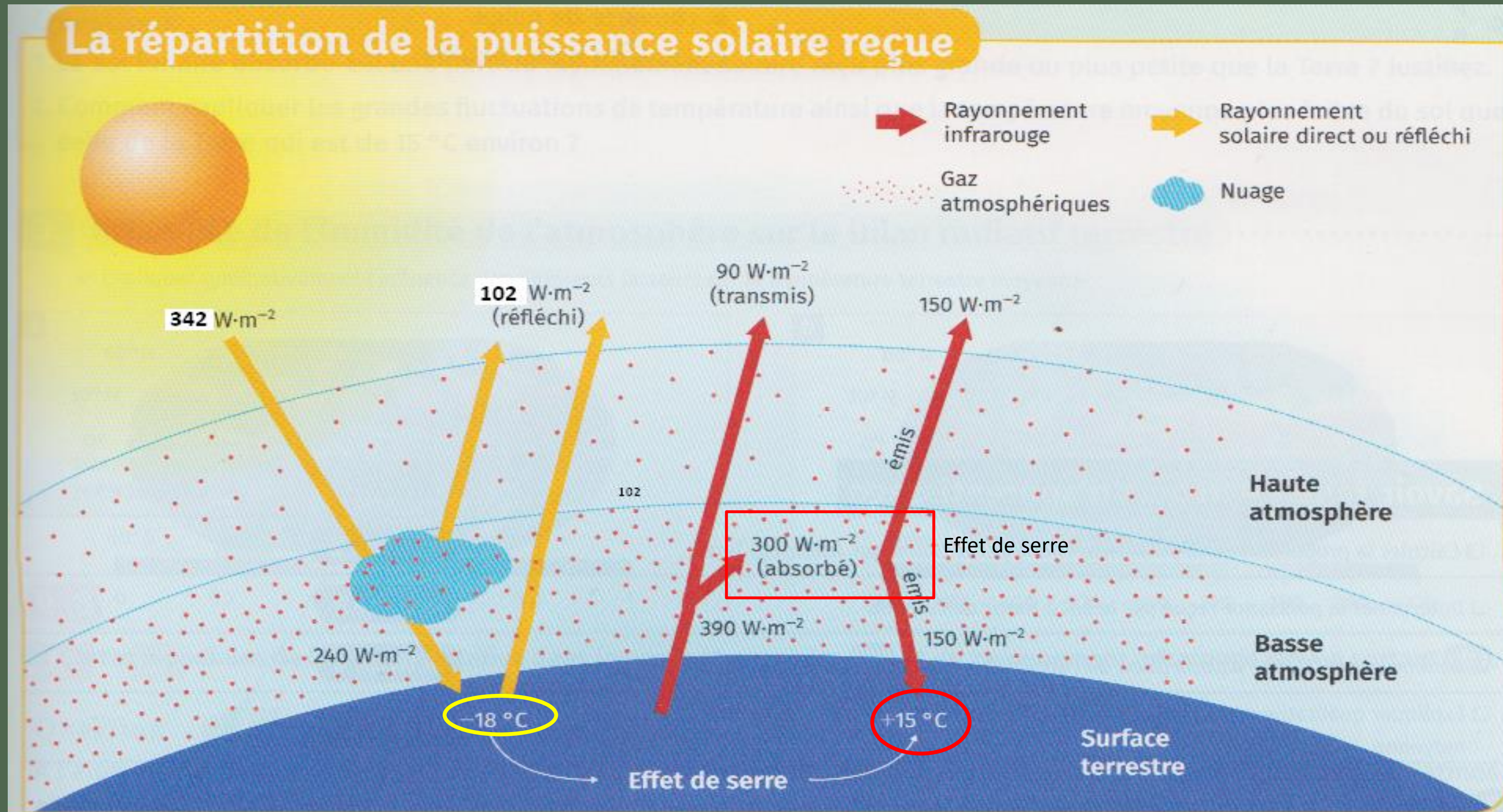
Classe Enseignement scientifique TG9

Avant-propos : réchauffement climatique

C'est l'augmentation inédite de la température moyenne de la surface terrestre aux XX^{ème} et XXI^{ème} siècles.

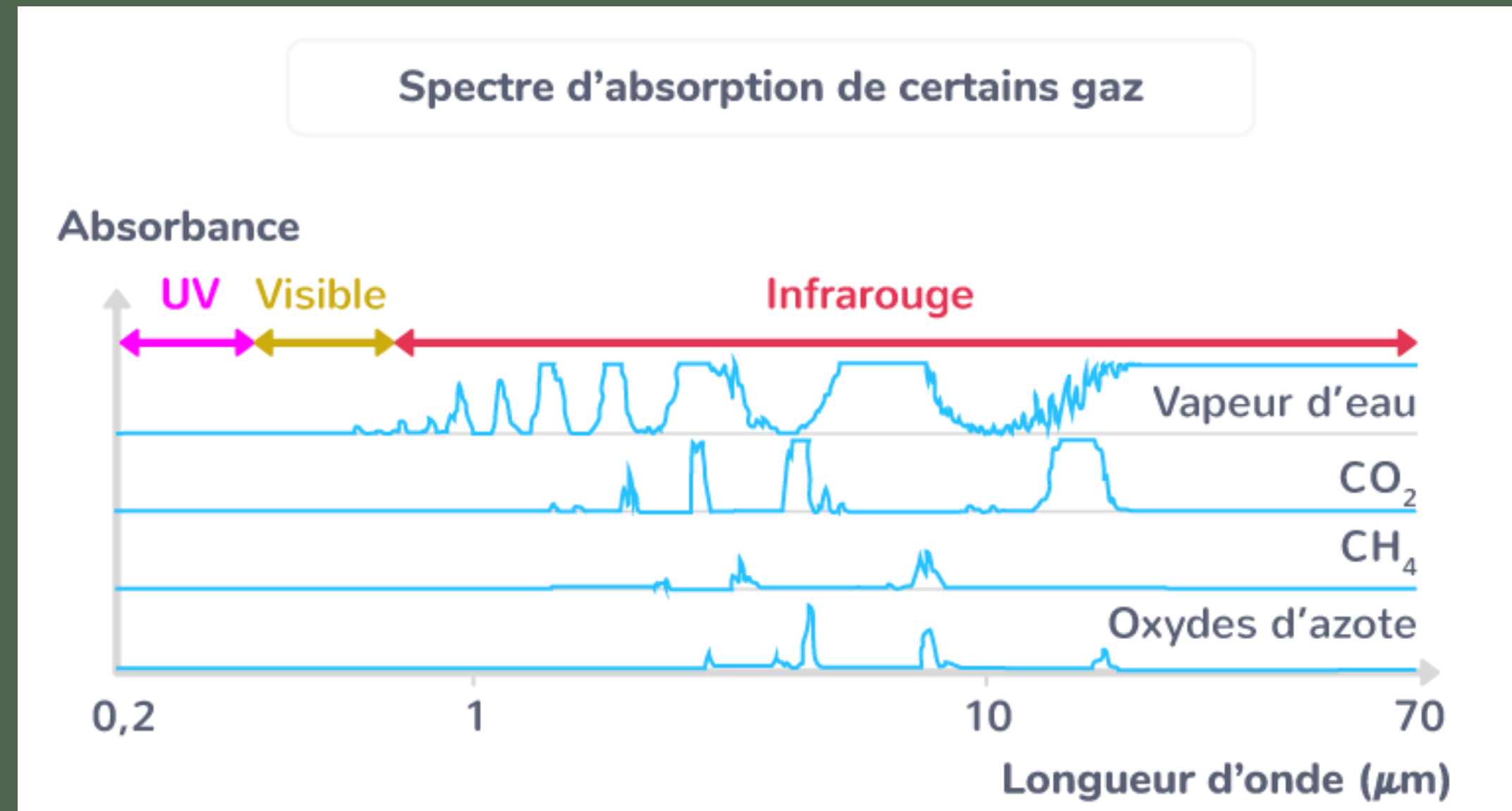
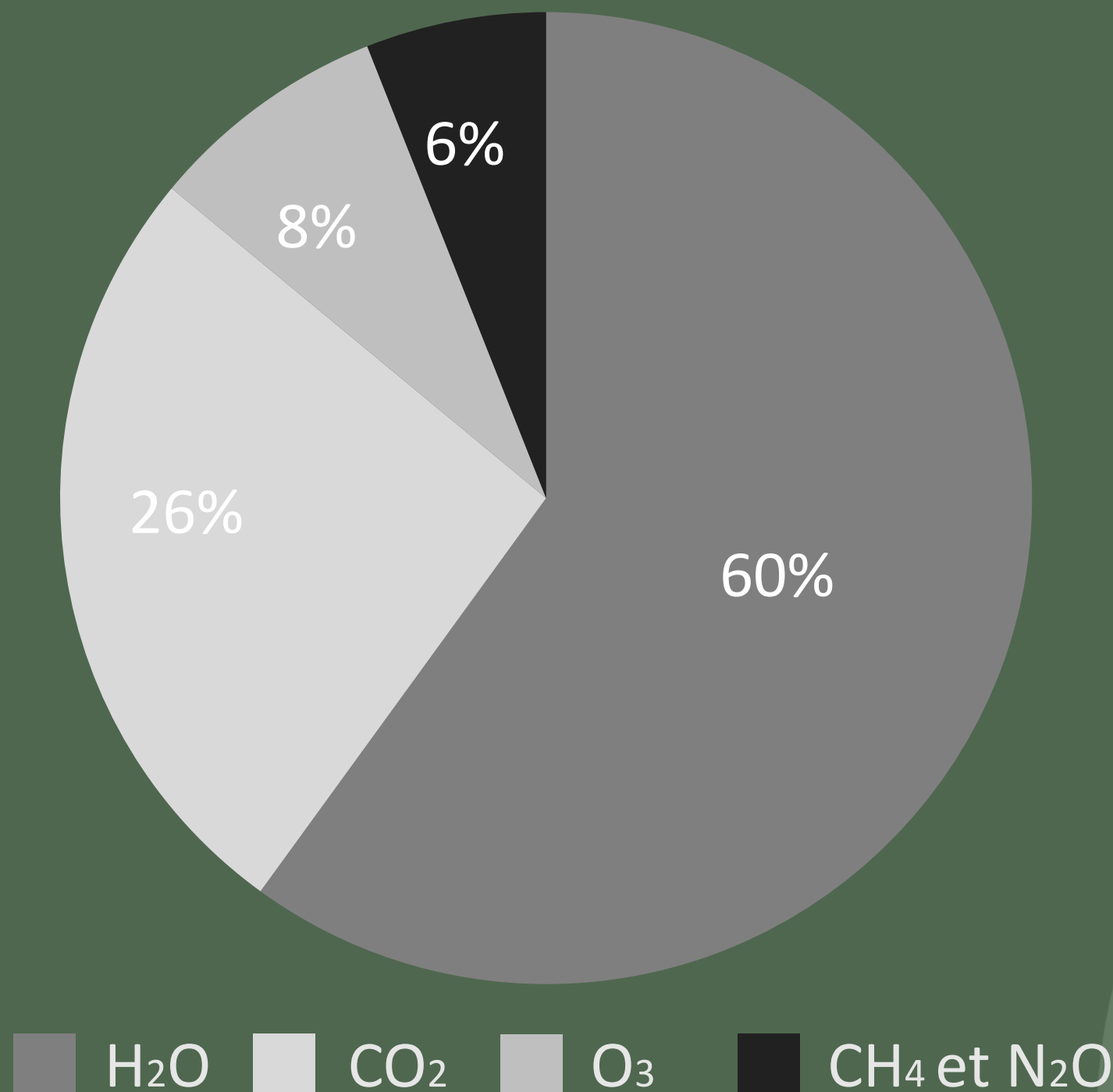


L'effet de serre :



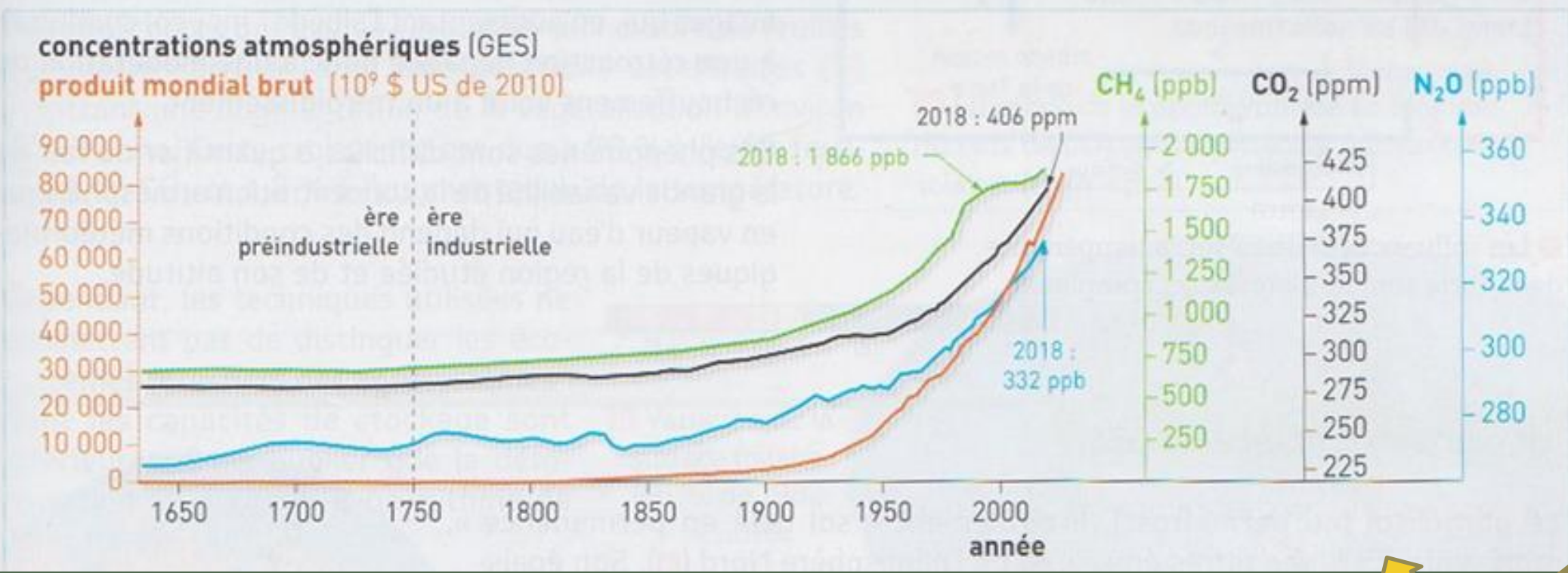
Gaz à effet de serre et le principe de l'effet de serre

Gaz à effet de serre dans l'atmosphère



Les gaz à effet de serre absorbent naturellement des longueurs d'onde égales à celles de l'infrarouge. Le rayonnement terrestre étant infrarouge, l'atmosphère (GES) va emmagasiner l'énergie envoyée par la terre et procéder à un réchauffement naturel.

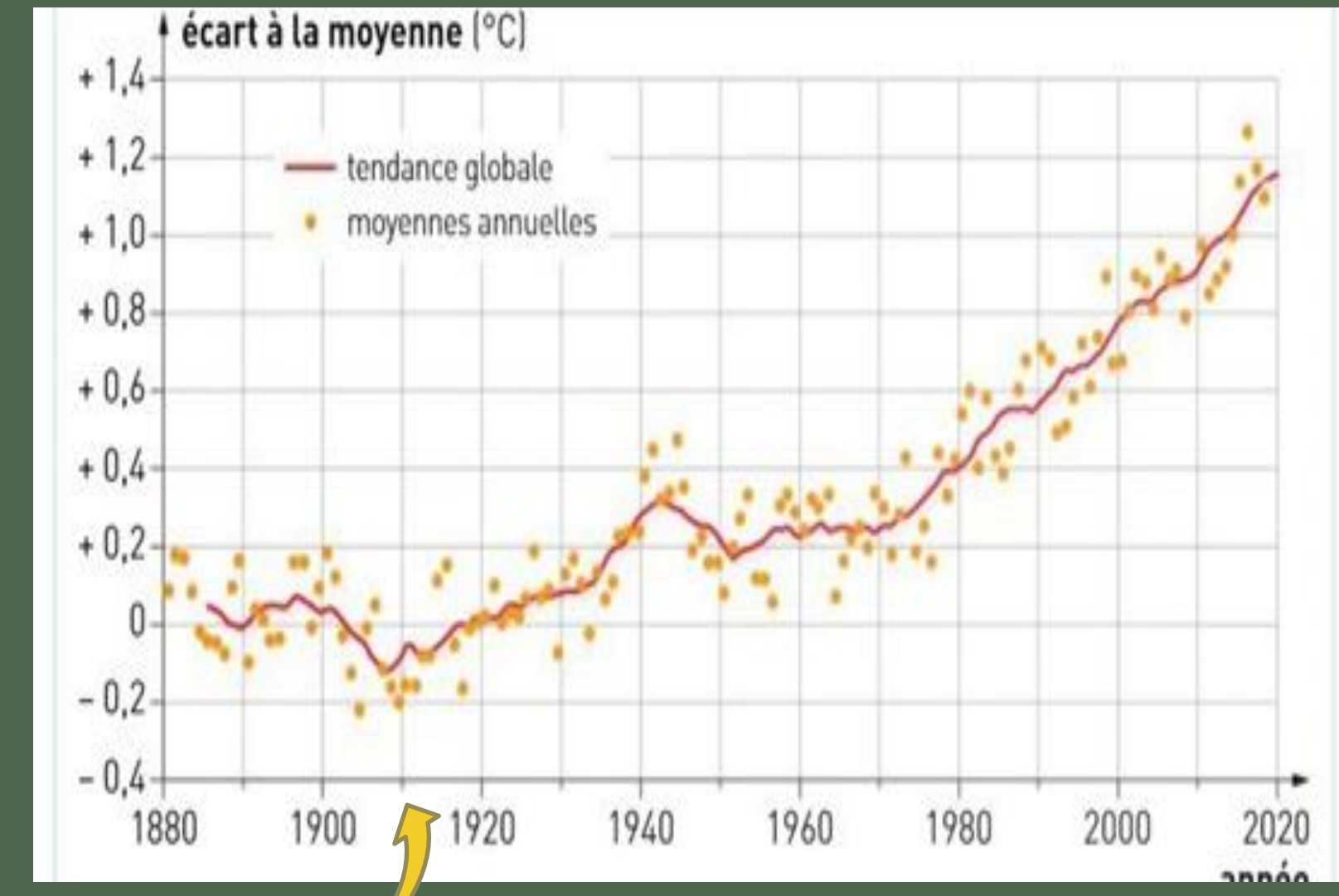
Le graphique ci-dessous représente l'évolution des teneurs en GES ainsi que l'évolution de la richesse mondiale exprimée par le produit mondial brut (PMB) qui est la somme des produits intérieurs bruts (PIB) de chaque nation. Le PMB est un indicateur de l'activité économique mondiale.



Evolution de la concentration des GES

La température globale de la Terre a augmenté ces derniers siècles.

Ecart de la température globale avec la moyenne depuis l'ère pré-industrielle

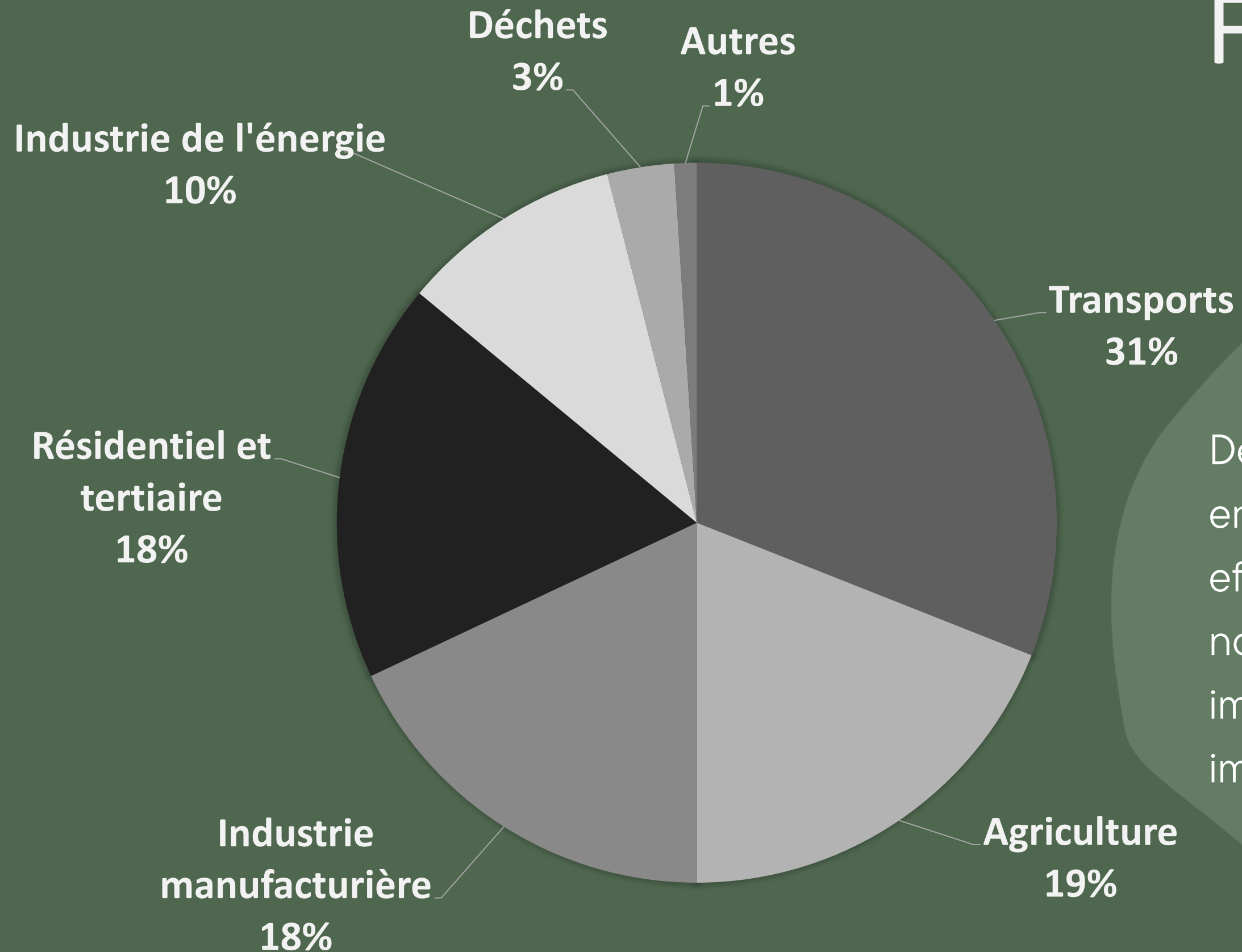


Qu'est-ce que notre empreinte carbone ?

Masse de CO₂ produite directement ou indirectement par la consommation d'énergie et/ou de matière première d'une activité ou d'une personne.



Emissions de GES en France, par secteur d'activité



De nombreux secteurs d'activité de l'homme entraînent le rejet de grandes quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le calcul de notre empreinte carbone témoigne de leur importance et permet de comprendre notre impact sur le climat.

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.

Périmètre de notre recherche:

1864 élèves de la cité scolaire

137 professeurs

Année scolaire 2021-2022





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 réaliser notre bilan ?

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

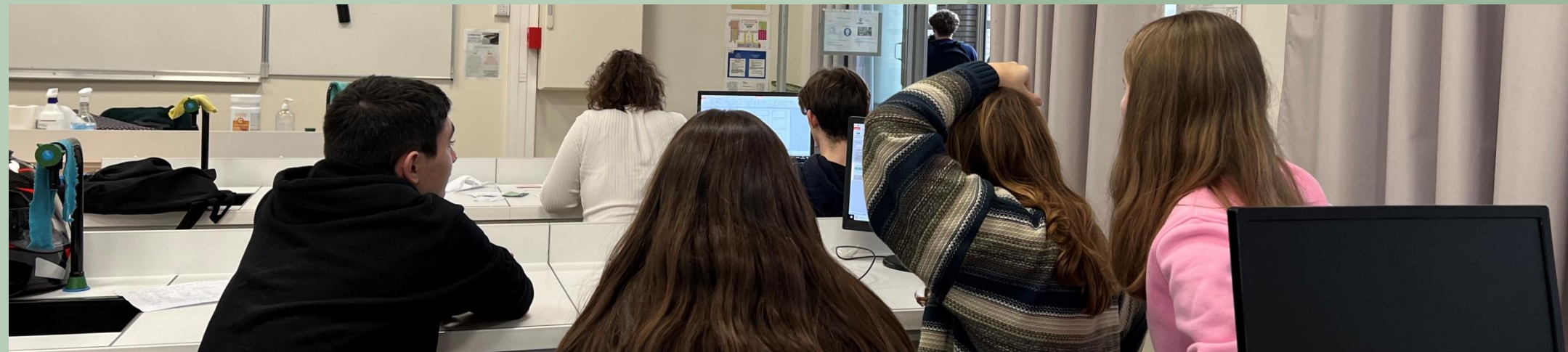
Chauffage et cantine, 2 054 815 kWh en 2021



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

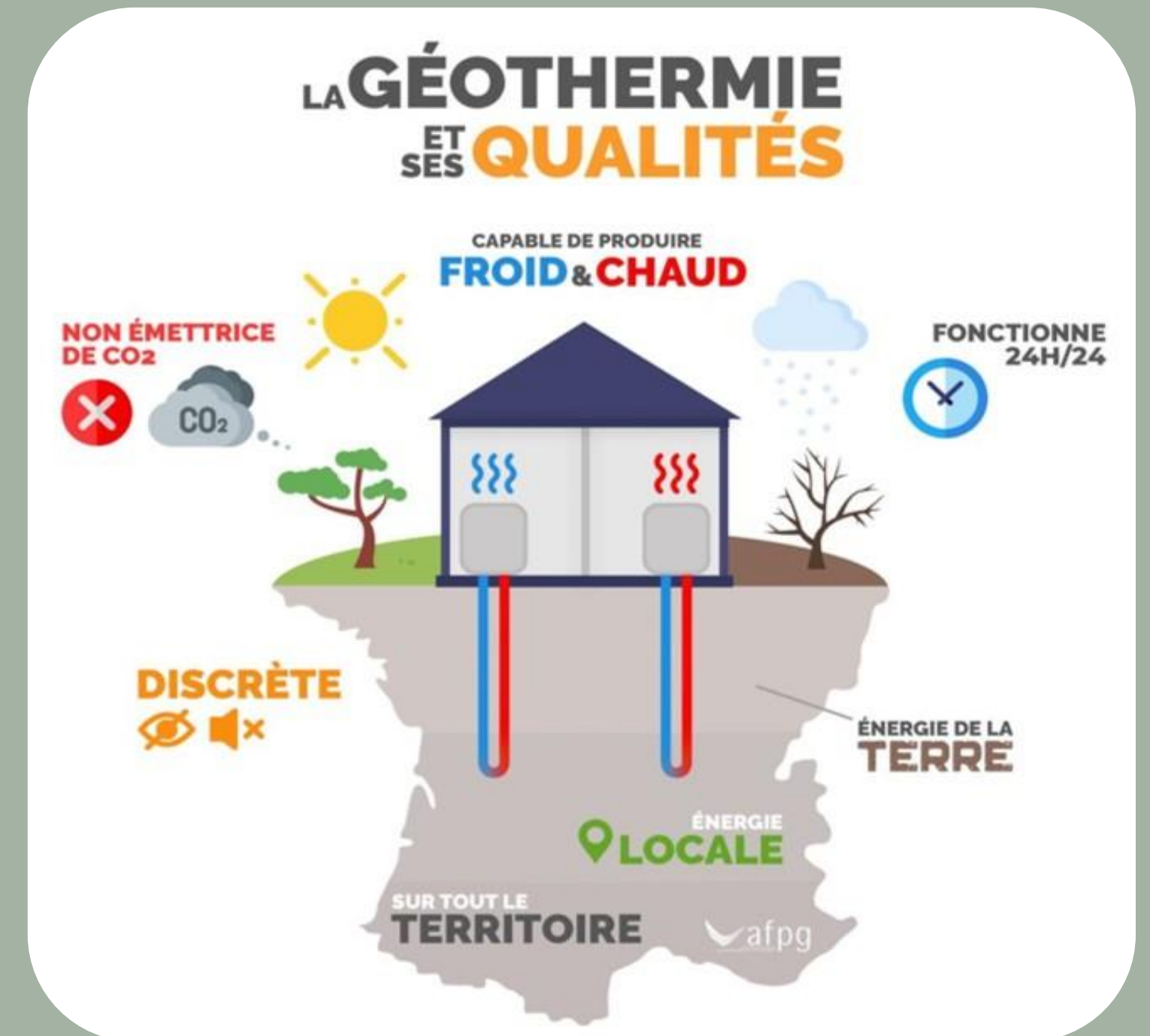


- Rénovation des bâtiments de la cité scolaire (classés au patrimoine)
- Installation de panneaux solaires sur les toits
- Chauffage électrique (mix énergétique favorable)
- Chauffage par la géothermie

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



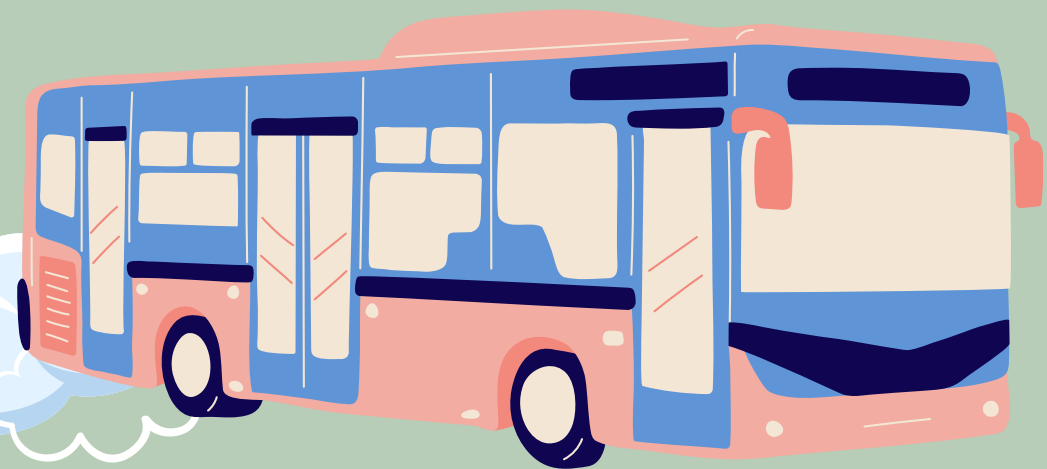
Aller au lycée en voiture



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.
- Étendre 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'écarter 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

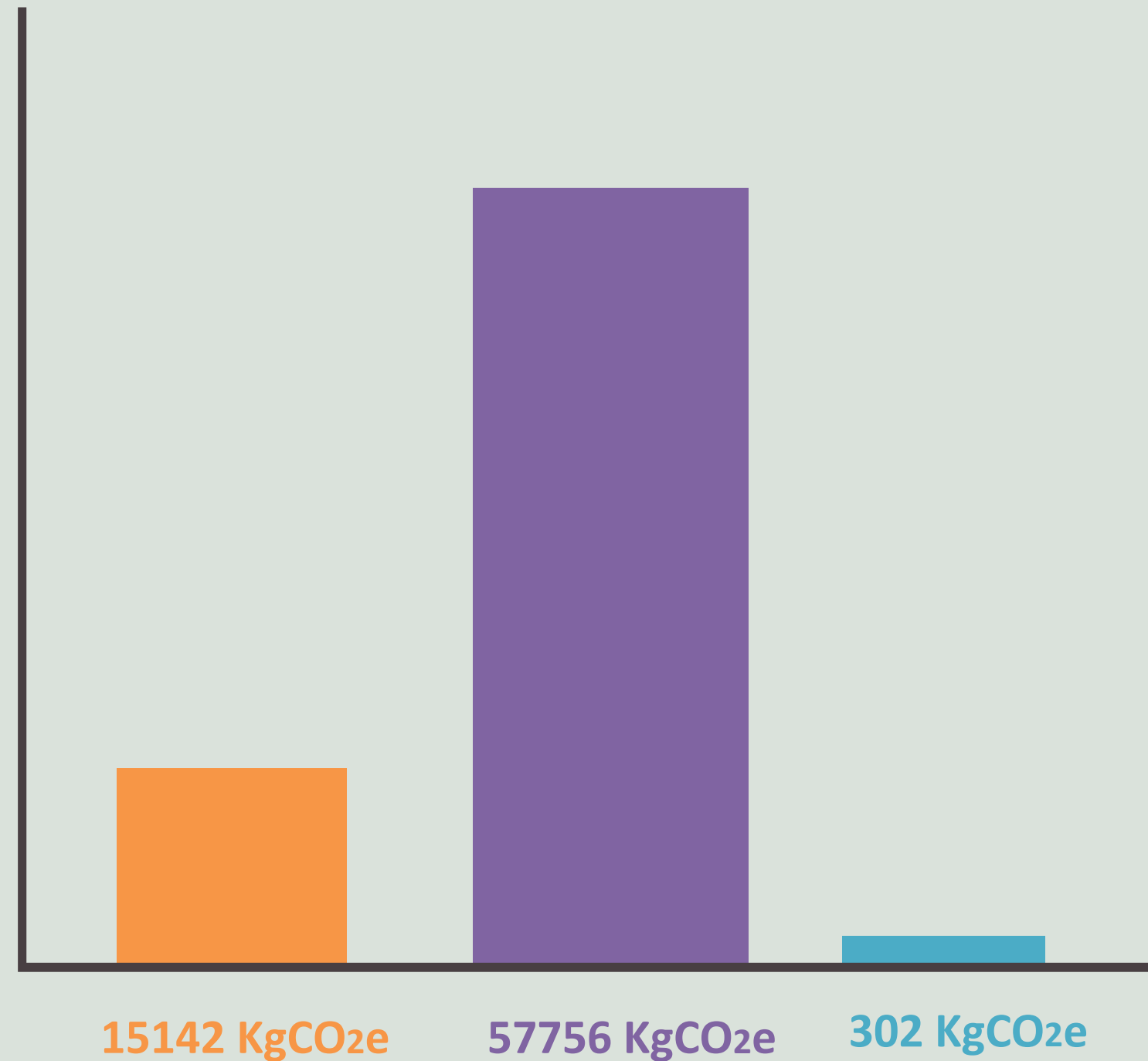
Facteur d'émission:
0,104kgCO₂e/km (source
ADEME)

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

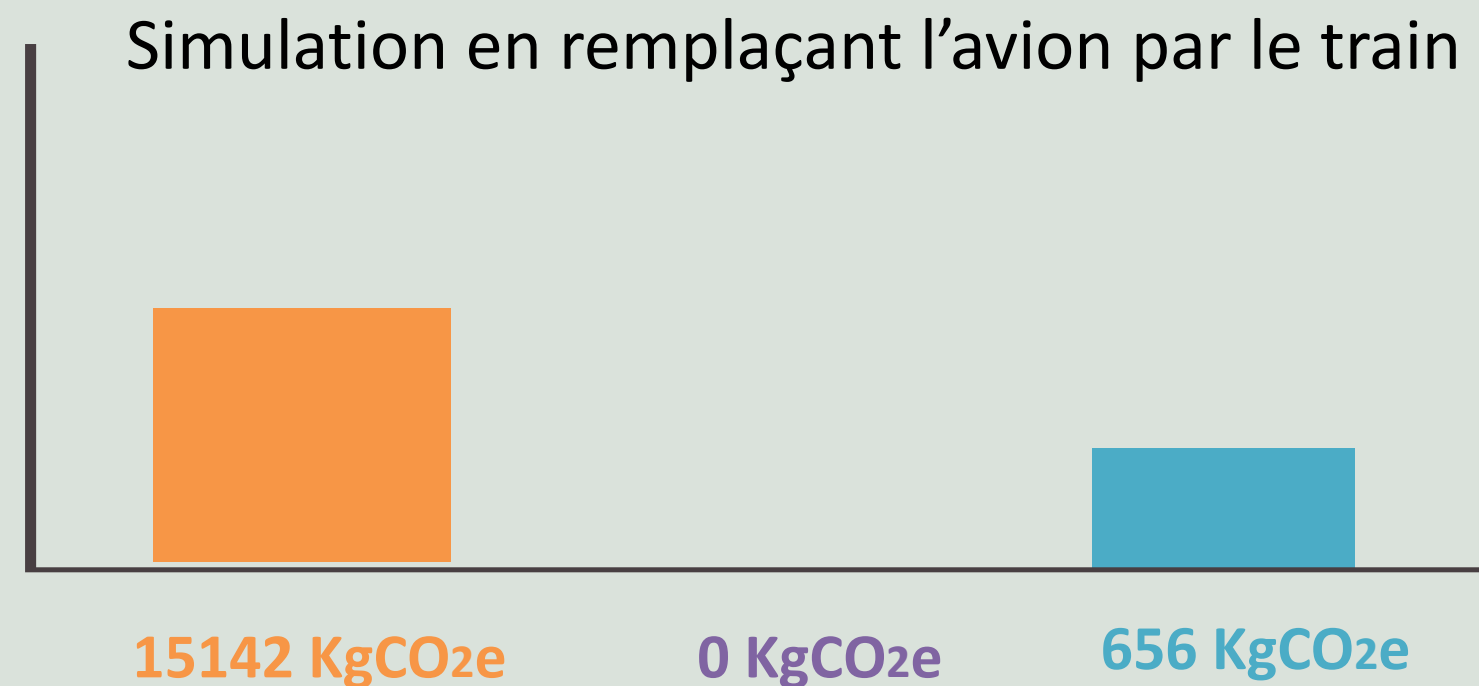
Solutions :

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

Autobus

Avion

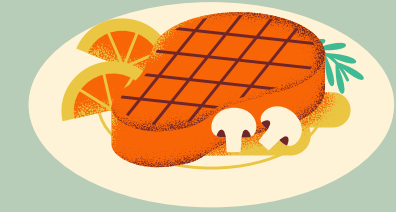
Train



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**.

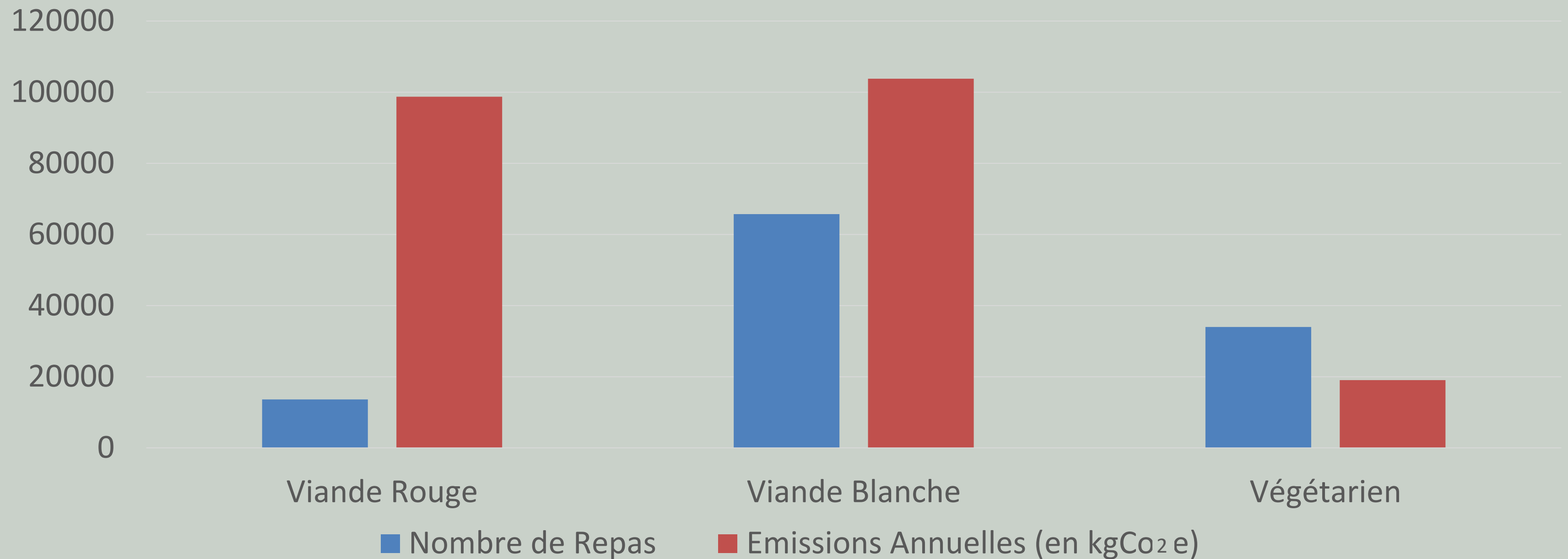
Ce qui représente en équivalent :

- **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.

Proposition de solutions

-Diminuer le nombre de repas de viande rouge au profit de repas végétariens par exemple, en effet :

Si l'on remplace un repas de viande rouge par un repas végétarien on obtient un total de:
190 000 kgCO₂e

Cette simple modification permet de **diminuer de 15% notre impact**

Encore plus parlant mais un peu plus radical, on pourrait supprimer la viande de la cantine, le bilan tombe alors à **63 500 kgCO₂e** pour une cantine végétarienne

Soit une diminution de **60%** des émissions

Diminuer voire supprimer la viande rouge semble donc être la meilleure voie vers une cantine plus propre.

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



Méthodes de récoltes et justification des choix



Demandes

Contact de l'intendance et M. Pagny (responsable informatique)

Pourquoi?

L'intendance et Mr Pagny sont les plus à même de nous informer du fait de leurs postes

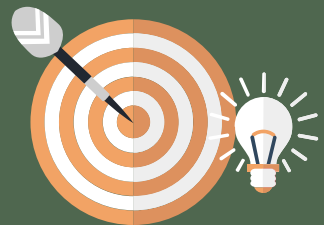


Temps

La récolte a été rapide, une séance a été nécessaire pour rassembler les informations

Résultats

Nous avons ensuite utilisé les données de l'ADEME



Déplacements

Nous nous sommes déplacés dans le lycée pour compter le nombre de modems internet

Etude

Nous avons analysé les résultats puis en avons déduit des solutions liées aux problèmes d'émissions



Biens	Changement climatique cradle-to-grave (Kg CO ₂ -eq./an)	Changement climatique cradle-to-grave (Kg CO ₂ -eq./produit)	Changement climatique cradle-to-grave (Kg CO ₂ -eq./an/produit)
Ordinateurs portables (385 au lycée)	31570	169	42
Ordinateurs fixes (1400 au lycée)	44800	189	32
Imprimantes(54 au lycée)	2052	191	38
Copieurs(10 au lycée)	4300	2935	430
Doublons d'enceintes(89 au lycée)	534	9	3
Vidéoprojecteurs(80 au lycée)	2320	100	29
Télévisions(5 au lycée)	162	53	53
Modems(80 au lycée)	2400	100	30

Pour obtenir ces résultats, nous avons multiplié le facteur d'émission CO₂ cradle-to-grave par an par produit par le nombre d'équipements relevés au lycée.

Par exemple pour les copieurs :
 $10 \times 430 = 4300 \text{ Kg CO}_2 \text{ eq/an}$
(cradle-to-grave).

Bilan : 88 138 kgCO₂

Graphique émissions carbone

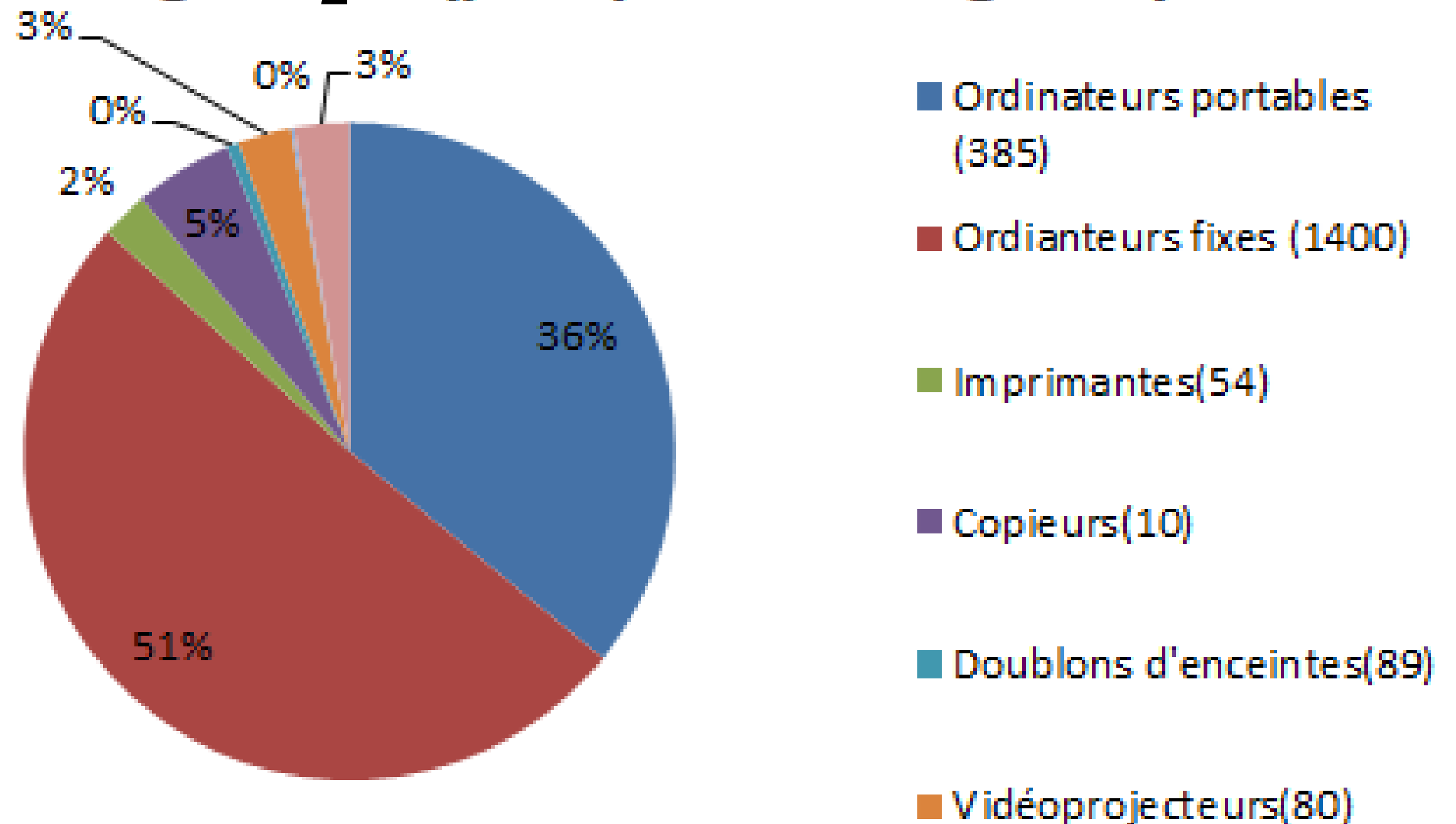
Ordinateurs fixes

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)



Solutions :

- Nous pouvons faire des sondages pour se renseigner sur les élèves, s'ils possèdent ou non un ordinateur portable afin de réduire les prêts d'ordinateurs portables de la région
- Nous pouvons réduire le nombre de copieurs au lycée (passer de 10 à 8 par exemple)
- Nous pouvons passer de deux à une seule enceinte par classe.

Les biens consommables



Livres, papiers



Les consommables

Films plastique, produits
chimiques, ...

Bilan : 8234, 25 CO₂/kg



Comment a été réalisée la recherche ?



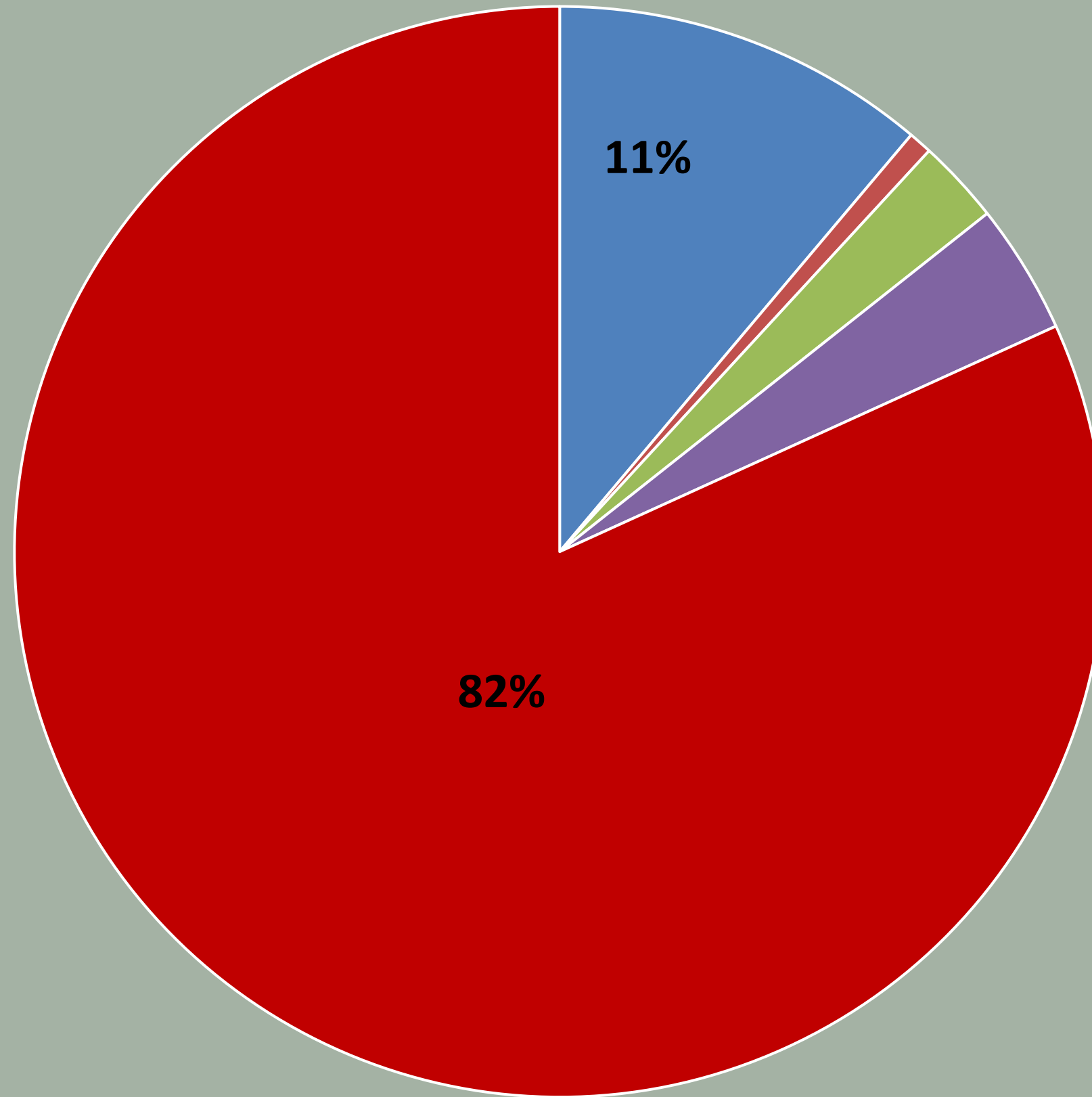
- Prise de contact avec le personnel de l'intendance afin de prévoir des rendez-vous
- Passage en revue des factures des biens achetés par l'établissement sur l'année scolaire 2021- 2022
- + Recherche de dépenses annexes non comptabilisées dans les factures
- Recherche de facteurs d'émissions sur le site de l'ADEME

Résultats :



Produit	Quantité	Facteur d'émission	Emission (en kgCO ₂ e)
Livres	840	1,1 kgCO ₂ e/Livre	924
Films plastiques	14 x 750g	5500 kgCO ₂ e/tonne	57,75
Ballons de basket	45	4,6 kgCO ₂ e/unité	207
Produits chimiques	200€	1600 kgCO ₂ e/k€	320
Ramettes de papier	2600 (A4) + 175 (A3)	2,29 kgCO ₂ e/ramette 4,58 kgCO ₂ e/ramette(h)	5954 801,5

Emission totale = 8234, 25 kgCO₂e



■ Livres

■ Films plastiques

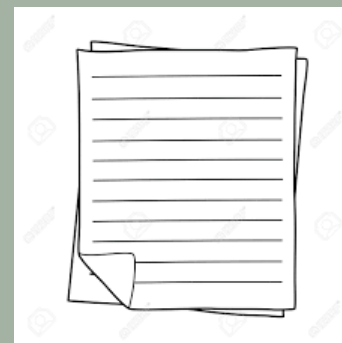
■ Ballons de basket

■ Produits chimiques

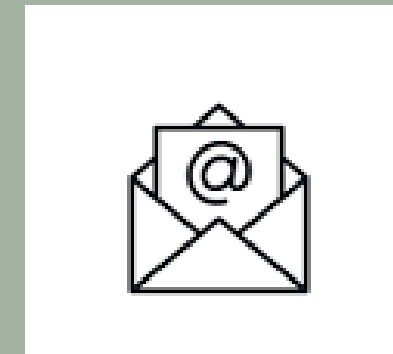
■ Ramettes de papier

Solutions :

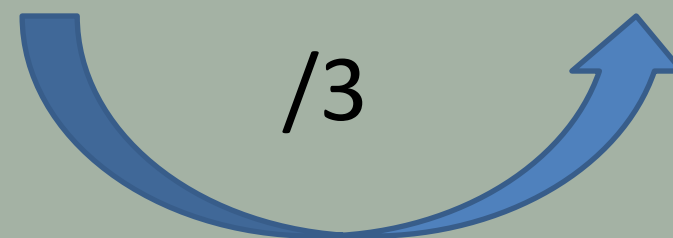
- Réduction de l'utilisation des films plastiques au CDI
- Réduire l'utilisation de papier en évitant de distribuer des photocopiés en cours, et en privilégiant les envois de mail



10,22g CO₂e/ photocopié imprimé



3,3g CO₂e/mail envoyé



Source: ADEME

Bilan global de la cité scolaire:

1 160 406 kg CO₂e




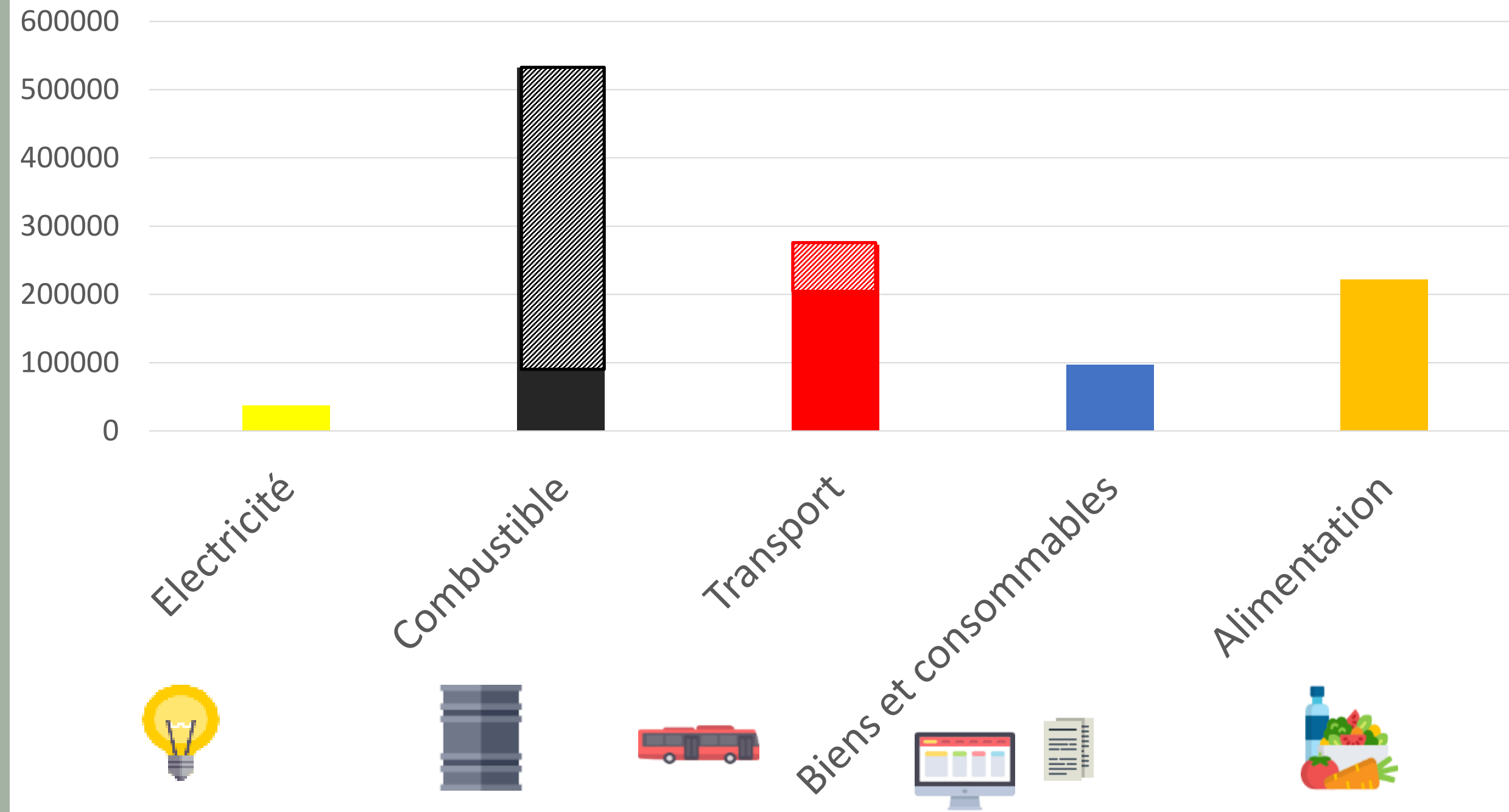
37 426, 94 kg CO₂ (électricité) + 532 197, 1 kgCO₂/kWh (chauffage) + 199 612 kg CO₂ (transports individuels) + 79 523 kg CO₂e (sorties) + 221 580 kg CO₂e (alimentation) + 88 138 CO₂/kg (biens informatiques) + 8 234, 25 CO₂/kg (biens consommables)



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





Voici le jeu :
Le quotidien de Marie Curie



Le but du jeu :

- Réaliser le bilan carbone de la cité scolaire afin d'avoir une vision d'ensemble sur ses émissions de gaz à effet de serre et sur son impact sur l'environnement.
- Sensibiliser les élèves de Marie Curie sur les gestes du quotidien et sur l'impact qu'ils peuvent avoir sur l'environnement.
- Faire comprendre que chacun peut agir à son échelle.

Un plateau
découpé en 5

L'administration

Le Hall

La cantine

La cour

La salle informatique

Les cartes :

SALLE INFO
D1



Nous avons réussi à réunir certaines informations en interrogeant du personnel de la cité scolaire.

Il y a 54 imprimantes, 5 photocopieurs et 5 télévisions.

CANTINE C4



Nous avons interrogé le chef cuisinier sur le type de repas à la cantine. Voici sa réponse: Il y a 3 repas de viande rouge par mois, le reste du temps, ce sont des repas de viande blanche et de poissons mais une fois par semaine, il y a un repas végétarien.

L'alimentation rejette pour les repas végétariens pour une année :

$34\ 000 \text{ Repas} \times 0,56 \text{ kgCO}_2\text{é} = 19\ 040 \text{ KgCO}_2\text{e /an}$

ADMINISTRATION A3



Nous avons contacté
Monsieur Zeddoun,
l'intendant qui nous a
transmis des informations
sur la consommation
énergétique du bâtiment
pour une année.

Électricité : 37 426,94
kgCO₂e

Gaz : 532 197,1 kgCO₂e

ACCES PARKING
E2



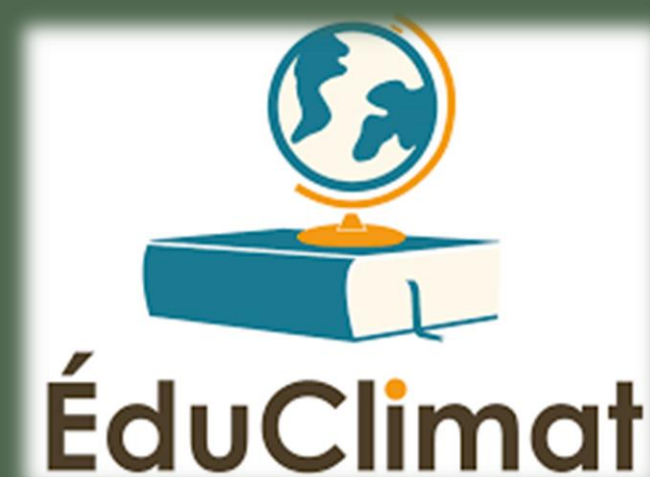
Dévoile une
information
à tout le monde

Le tableau à remplir par les joueurs au cours du jeu

pôle	source d'énergie	bilan carbone (kgCO2eq)
électricité	électricité	
combustibles	gaz naturel	
bien et consommable	papier	
bien et consommable	livres	
bien et consommable	produit chimique	
bien et consommable	imprimante	
bien et consommable	ordinateur fixe et portable	
bien et consommable	autre appareils électroniques	
Total biens et consommables		
alimentation	repas végétarien	
alimentation	repas viande rouge	
alimentation	repas viande blanche/poisson	
Total alimentation		
transports-individuels	bus	
transports-individuels	voiture	
transports-individuels	RER	
Total transports individuels		•
voyage scolaire	train	
voyage scolaire	car	
voyage scolaire	avion	
Total transports		
		Somme TOTALE=

Merci !

Z.E.N. 2050
Maintenant



Aux professeures organisatrices du projet et au personnel de l'administration pour leur aide

