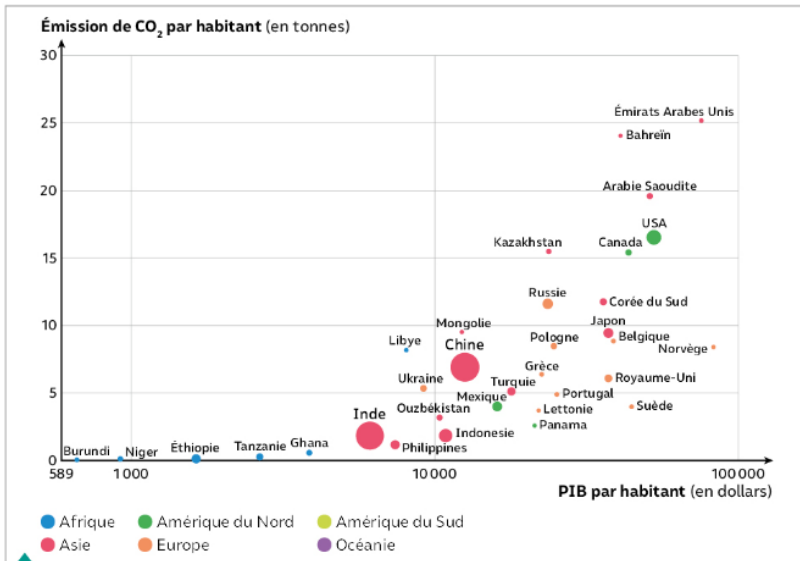


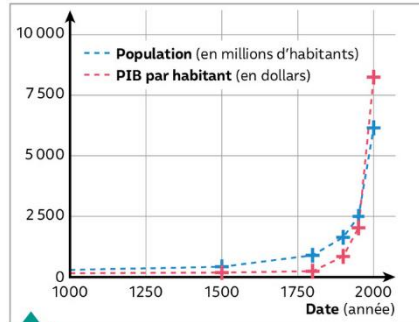
Constat : En emprisonnant une partie de l'énergie radiative émise par la Terre dans le système climatique, l'effet de serre fait passer la température moyenne à la surface de la Terre de -18°C à 15°C ?

Objectif : Décrire le mécanisme responsable de l'effet de serre et la perturbation induite par l'augmentation de la teneur en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère

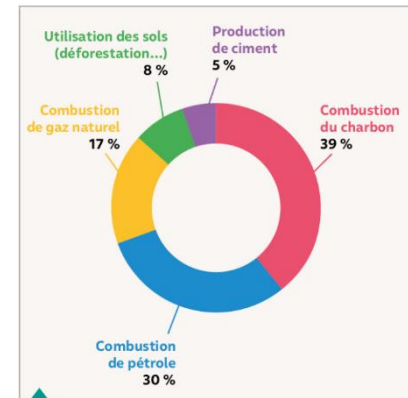


1 Émission de CO_2 par habitant en fonction du PIB par habitant en 2016

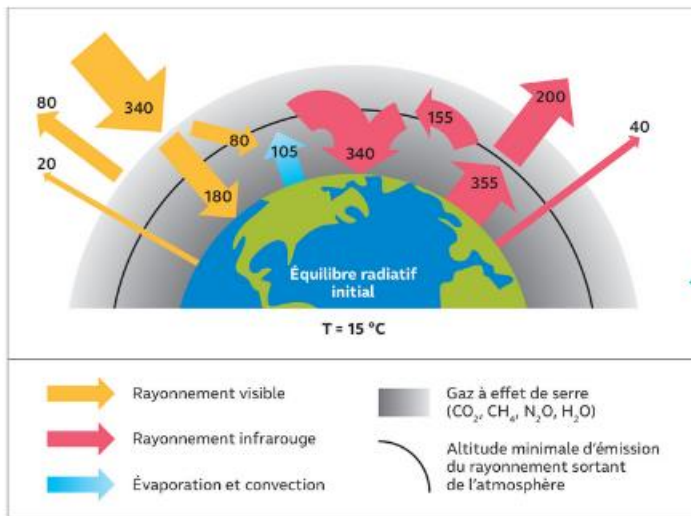
La surface des disques représente l'émission totale du pays.



2 Évolution de la population mondiale et du PIB par habitant depuis l'an 1000

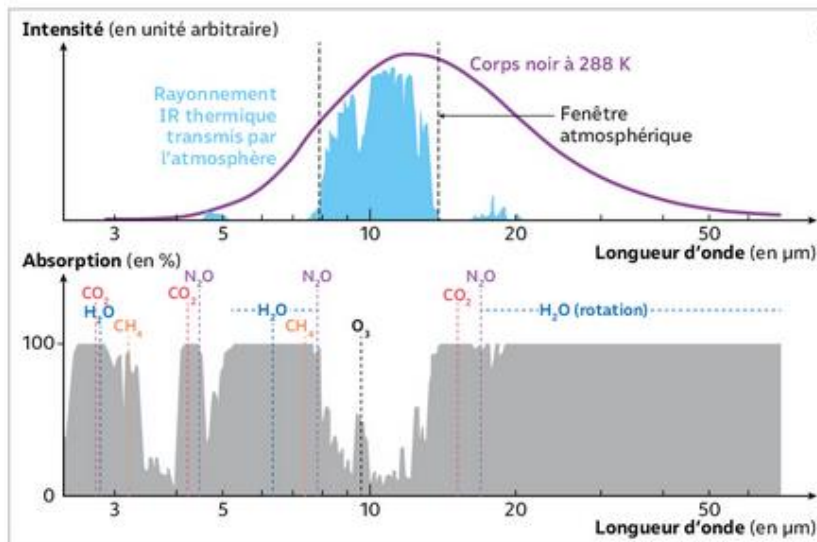


3 Origine des émissions humaines de CO_2






4 Représentation des échanges énergétiques terrestres à l'équilibre radiatif

Les puissances par unité de surface sont exprimées en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. La fenêtre atmosphérique (\rightarrow Bien démarrer p. 20) correspond à la flèche rouge de $40 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Le dégradé de gris illustre la concentration en gaz à effet de serre (GES). Celle-ci diminue avec l'altitude, tout comme la température atmosphérique, non représentée sur le schéma.



5 Transmission et absorption du rayonnement électromagnétique dans l'atmosphère terrestre

À 15°C soit 288 K , un corps en équilibre thermique émet un **rayonnement infrarouge** (IR) d'émission maximale à une longueur d'onde de $10 \mu\text{m}$ (loi de Wien). Ce rayonnement est absorbé par certains gaz, appelés **gaz à effet de serre** (GES). Outre la nature du gaz, l'absorption dépend de la concentration de gaz dans l'atmosphère multipliée par l'épaisseur d'atmosphère traversée. En dehors de la fenêtre atmosphérique, l'atmosphère est opaque au rayonnement infrarouge : le rayonnement émis par la surface de la Terre est intégralement absorbé par les GES contenus dans l'atmosphère.

Vibrations de la molécule d'eau	Longueur d'onde du rayonnement absorbé
 <p>Déformation angulaire</p>	$\lambda = 6,27 \mu\text{m}$
 <p>Élongation antisymétrique</p>	$\lambda = 2,66 \mu\text{m}$
 <p>Élongation symétrique</p>	$\lambda = 2,74 \mu\text{m}$
<p>Complément scientifique Les seules vibrations et rotations intervenant dans l'absorption du rayonnement infrarouge sont celles qui modifient la polarité de la molécule (comme c'est le cas dans les trois exemples ci-dessus).</p>	

6 Exemples d'interactions pour la molécule d'eau

À température ambiante, les molécules ne sont pas immobiles. Elles se déplacent, se déforment, tournent sur elles-mêmes. L'interaction avec la lumière peut provoquer la rotation ou la déformation de la molécule, suivant la longueur d'onde du rayonnement. La lumière est alors absorbée par la molécule. La durée de cette mise en mouvement, appelée temps de relaxation, est de l'ordre de la microseconde. La molécule réémet alors la lumière absorbée dans une direction aléatoire qui peut être à nouveau absorbée par l'environnement ou s'échapper en dehors de l'atmosphère.

7 Modèle microscopique d'absorption du rayonnement infrarouge

L'atmosphère absorbe l'intégralité du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre et le réémet dans toutes les directions. Lorsque la concentration des GES augmente, le rayonnement infrarouge émis par l'atmosphère est davantage absorbé. Le rayonnement infrarouge sortant de l'atmosphère est alors émis à une altitude plus élevée et donc une température plus faible. Ceci entraîne une diminution de la puissance rayonnée par la Terre vers l'extérieur. En retour, il en résulte une augmentation de la puissance radiative reçue par le sol de la part de l'atmosphère. L'écart, mesuré au sommet de l'atmosphère, entre la puissance radiative reçue et la puissance radiative émise correspond au **forçage radiatif**.

8 L'effet d'une augmentation de la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère

Questions :

- Proposer une hypothèse (détaillée) pour expliquer le changement climatique actuel (doc 1 à 3)
- Citer les principaux gaz à effet de serre (doc 5). Justifier.
- Expliquer l'effet des activités humaines sur le bilan radiatif terrestre (doc 1 à 6)
- Justifier que le système climatique soit actuellement dans une situation de déséquilibre radiatif.

Indicateurs de réussite : J'ai réussi si :

- Le lien entre grandeurs par habitant et population humaine est exploité.
- Les spectres d'absorption sont correctement interprétés.
- Le mécanisme de forçage radiatif est décrit de façon adéquate.