



POUR BIEN COMMENCER

Quelques notions déjà vues

SVT Cycle 4 | Une demande énergétique croissante



ES 1^{re} | Pouvoir énergétique de quelques combustibles

Le pouvoir énergétique est la quantité d'énergie libérée lors de la combustion, exprimée en $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.



Bois ► 19 000



Charbon ► 36 000



Pétrole ► 42 000

Se tester avant de démarrer

Savez-vous répondre aux questions suivantes ?

1. Quel est le principal GES libéré lors de la combustion des énergies fossiles ?
2. Qu'est-ce qu'une énergie renouvelable ?
3. Qu'appelle-t-on le bilan carbone d'une personne ou d'une activité ?

Cheminée d'une centrale thermique au charbon. Cette centrale, construite en 1955 est actuellement en activité à Frimmersdorf en Allemagne. Elle est vivement critiquée par des militants écologistes locaux qui la classent dans les cinq centrales les plus émettrices de CO_2 du pays.

ÉNERGIE, CHOIX DE DÉVELOPPEMENT ET FUTUR CLIMATIQUE



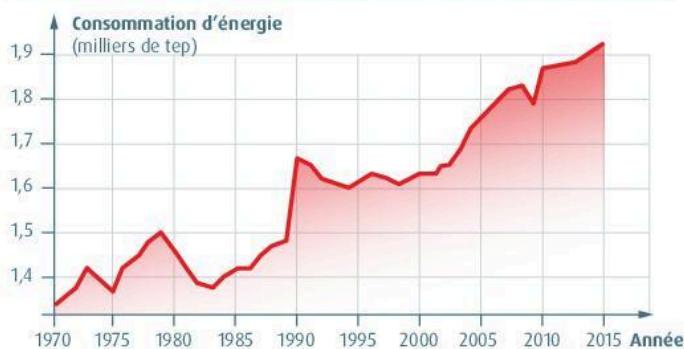
Quelles sont les conséquences de nos modes de vie et de consommation sur la production de gaz à effet de serre ?

Une consommation d'énergie à toutes les échelles

Aucune activité n'est possible sans apport d'énergie. On peut analyser la consommation d'énergie à différentes échelles.

Comment l'énergie est-elle consommée aux différentes échelles ?

Consommation moyenne d'énergie par habitant entre 1970 et 2016



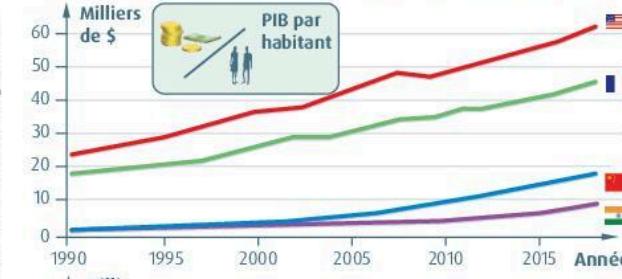
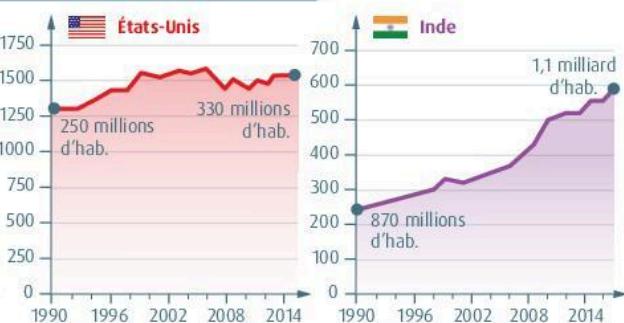
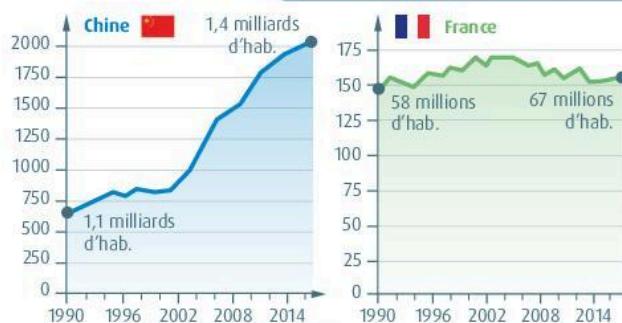
Consommation totale d'énergie entre 1990 et 2014



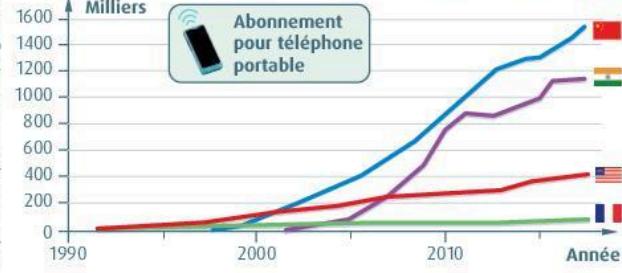
DOC 1 Évolution globale de la consommation d'énergie mondiale. Tep: Tonne équivalent pétrole: voir **DOC. 5** page ci-contre.
D'après l'Agence internationale de l'énergie, 2018.

ESPRIT CRITIQUE

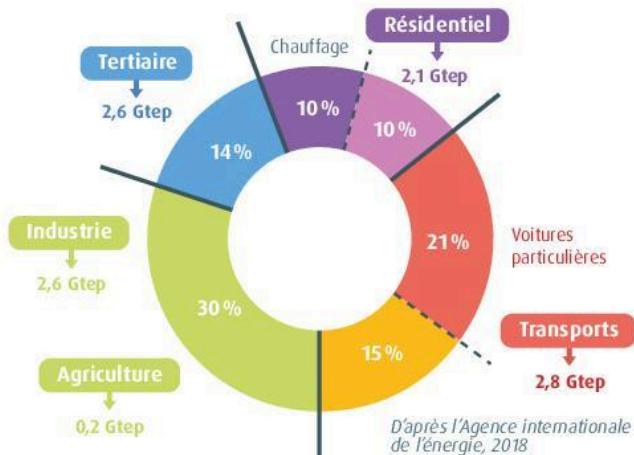
Consommation totale d'énergie en millions de tep entre 1990 et 2017



D'après Banque mondiale/Agence internationale de l'énergie, 2018



DOC 2 Consommation d'énergie, produit intérieur brut et équipement en biens de consommation: focus sur la France, les États-Unis, la Chine et l'Inde. Le produit intérieur brut est la somme des valeurs ajoutées réalisées par les agents économiques d'un pays. Cet indicateur économique quantifie donc la richesse créée par les différentes activités du pays. Tep: Tonne équivalent pétrole: voir **DOC. 5** page ci-contre.



DOC 3 La consommation mondiale d'énergie selon les secteurs d'utilisation en 2017. Le secteur résidentiel regroupe les consommations d'énergie des ménages liées à leur résidence. Le secteur tertiaire regroupe les consommations d'énergie liées à la fourniture de services. Gtep: milliards de tonnes équivalent pétrole (voir **DOC. 5** ci-dessous).

«Selon les climats, il est pratiquement indispensable de recourir à une forme de chauffage ou de climatisation. De même, l'énergie est nécessaire pour faire la cuisine. À un certain niveau, il semble donc qu'elle constitue un bien de première nécessité qui devrait représenter une part de moins en moins importante des dépenses au fur et à mesure que les revenus augmentent. Cela dit, l'énergie permet aussi d'accéder à de nombreux biens dont certains aspects sont du domaine du luxe : des maisons plus grandes, une meilleure mobilité (voitures, transport aérien), des appareils électroménagers supplémentaires et, plus généralement, davantage de produits. Aux États-Unis, les émissions de CO₂ liées à notre mode de consommation sont à peu près pour moitié imputables à la consommation d'énergie indirecte, c'est-à-dire l'énergie intrinsèque ou «grise» des biens que nous achetons, mais qui sont fabriqués ailleurs aux États-Unis ou dans le monde.»

J. Reilly, «Énergie et développement dans les pays émergents», *Revue d'économie du développement*, Vol. 23 (2015).

- Pour comparer différentes sources d'énergies, les économistes utilisent la **tonne équivalent pétrole (tep)**. Une tep est la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut moyen, soit environ 42 milliards de joules (42 GJ).
- Le **kilowattheure (kWh)** est une autre unité, utilisée pour la production et la consommation d'énergie électrique. 1 kWh est la quantité d'énergie consommée pendant une heure par un appareil de 1000 W, soit 3,6 millions de joules (3,6 MJ).

Énergie obtenue après combustion et désintégration radioactive de quelques matériaux

| | | |
|--------------------|--|-----------------|
| 1 tonne de charbon | | 0,7 tep |
| 1 tonne de bois | | 0,14 tep |
| 1 tonne d'uranium | | Env. 10 000 tep |

DOC 5 Deux unités d'énergie: tep et kWh.

DOC 4 Mode de vie et consommation d'énergie.

Détail des calculs



DOC 6 Exemples d'activités possibles avec 1 000 kJ (140 g de pâtes cuites).

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- Convertissez en joules et kilowattheures la consommation mondiale d'énergie moyenne par habitant et la consommation totale d'énergie de l'humanité en 1990 et 2016 (**DOCS 1 et 5**).
- Calculez en Gtep et en joules la consommation d'énergie liée au chauffage et celle liée aux voitures particulières (**DOC. 3 et 5**).
- Rédigez une synthèse décrivant la répartition de la consommation d'énergie aux différentes échelles et son évolution depuis quelques décennies (**DOCS 1 à 4**).
- Indiquez la ou les sources d'énergie permettant la réalisation des activités du **DOC. 6**.

ESPRIT CRITIQUE

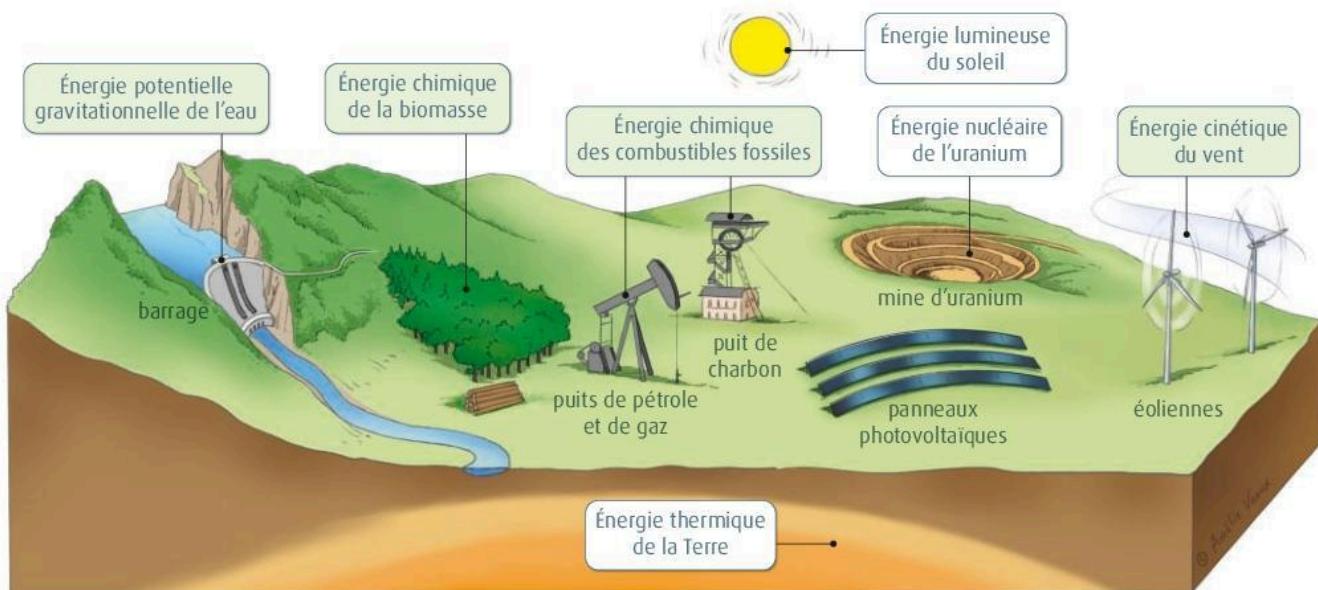
En 30 ans, le nombre d'utilisateurs de téléphones portables est passé de 0 à près de 3 milliards.
→ Discutez de l'impact énergétique et de cette croissance.

Pistes de travail ► **DOC. 2 et UNITÉ 4**

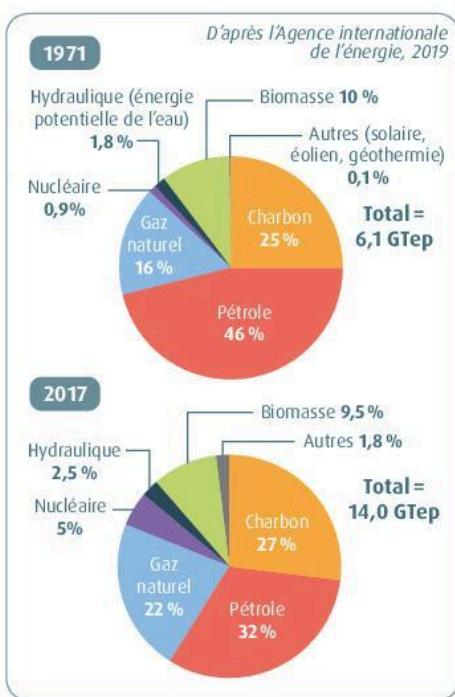
Les sources d'énergie

Pour satisfaire leurs besoins, les humains s'approvisionnent en énergie à partir de différentes sources d'énergie disponibles sur Terre.

Quelles sont les sources d'énergie utilisées par les humains ?



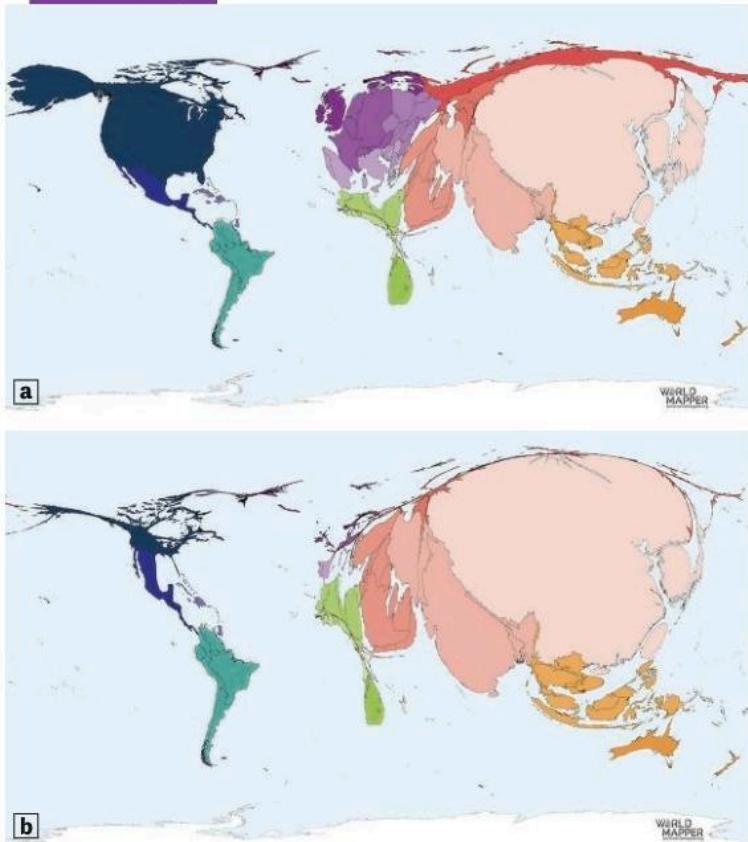
DOC 1 Les principales sources d'énergie primaire utilisées. Une source d'énergie est dite primaire sous sa forme naturelle, avant exploitation par les humains. On distingue les sources disponibles sous forme de flux, c'est-à-dire sous la forme d'un apport continu, et les sources disponibles sous forme d'un stock de matière. L'énergie potentielle gravitationnelle de l'eau est liée à la position d'une masse d'eau donnée dans le champ de gravitation terrestre. En vert: énergies dérivées de l'énergie solaire.



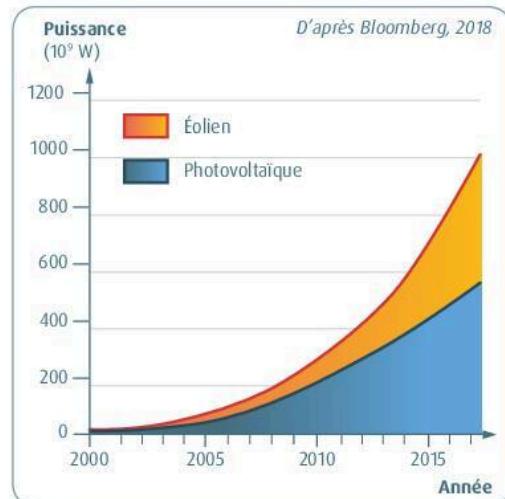
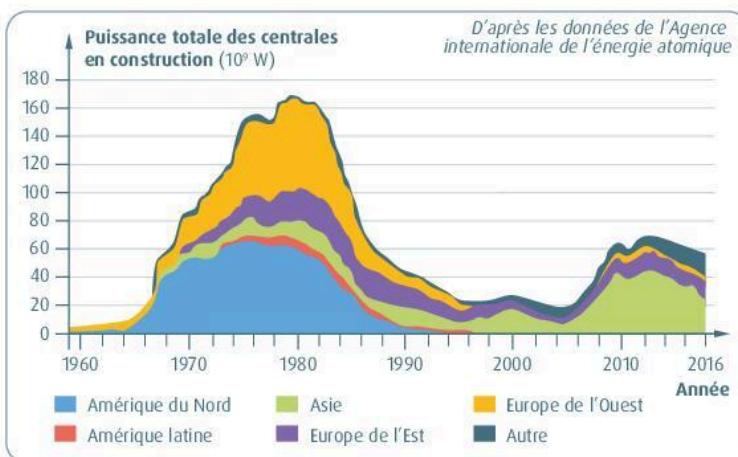
DOC 3 Énergie fournie en un an par quelques centrales électriques.

L'énergie électrique est dite secondaire: elle est obtenue par transformation d'une source d'énergie primaire (principalement l'énergie des combustibles fossiles, du vent, du Soleil et de l'uranium; voir chapitre 6). $1 \text{ TWh} = 10^{12} \text{ Wh} = 10^9 \text{ kWh}$.

ESPRIT CRITIQUE

**DOC 4** Émissions de CO₂ à échelle mondiale.

Sur ces cartes en anamorphose, la surface de chaque pays est proportionnelle à la masse de CO₂ qu'il a émise en 2015 (carte a) ou à différence entre la masse de CO₂ qu'il a émise en 2015 et celle qu'il a émise en 1990 (carte b). L'utilisation des combustibles fossiles est responsable en moyenne de 83 % des émissions de CO₂.

**DOC 5** Évolution de la puissance totale mondiale des centrales photovoltaïques et de parcs éoliens installés entre 2000 et 2017.**DOC 6** Évolution de la construction de centrales nucléaires mondiale dans le monde entre 1960 et 2016.

Détail des calculs

| Source d'énergie | Énergie produite |
|--|------------------|
| 0,08 m ² de panneau solaire pendant une journée ensoleillée | 1 MJ |
| 140 g de pâtes cuites | 1 MJ |
| 260 g de pomme de terre | 1 MJ |
| 2 mg d'uranium | 1 MJ |
| 29 mL d'essence | 1 MJ |
| 33 g de charbon | 1 MJ |
| 0,65 s de vent à 36 km · h ⁻¹ (éolienne de 2 MW) | 1 MJ |

DOC 7 Quelques exemples de production d'énergie par différentes sources.

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- Sur le **DOC. 1**, identifiez les énergies disponibles sous forme de stock et celles disponibles sous forme de flux. Précisez quelles sources sont renouvelables.
- Calculez le pourcentage de contribution des combustibles fossiles en 1973 et en 2017. Concluez (**DOC. 2**).
- Citez au moins un inconvénient majeur des sources d'énergies fossiles. Discutez de l'évolution des sources d'énergies primaires ces dernières décennies (**DOCS 2 à 6**).
- Calculez la puissance des sources d'énergies du **DOC. 7**.

ESPRIT CRITIQUE

Les émissions de CO₂ sont très inégalement réparties dans le monde.

→ Discutez de l'interprétation du **DOC. 4** en prenant en compte la croissance et la population de la France, de la Chine, des États-Unis et de l'Inde.

Pistes de travail ► **DOC. 4** et **UNITÉ 1**

L'utilisation des combustibles fossiles n'est pas sans conséquences

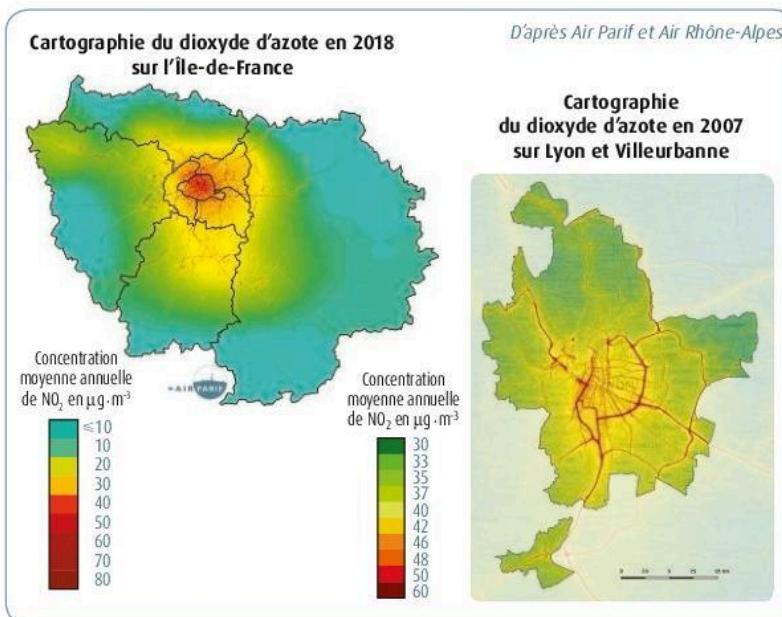
Actuellement, plus de 80 % de l'énergie consommée sur Terre provient des combustibles fossiles.

Quelles sont les conséquences environnementales et sanitaires de l'utilisation des combustibles fossiles ?

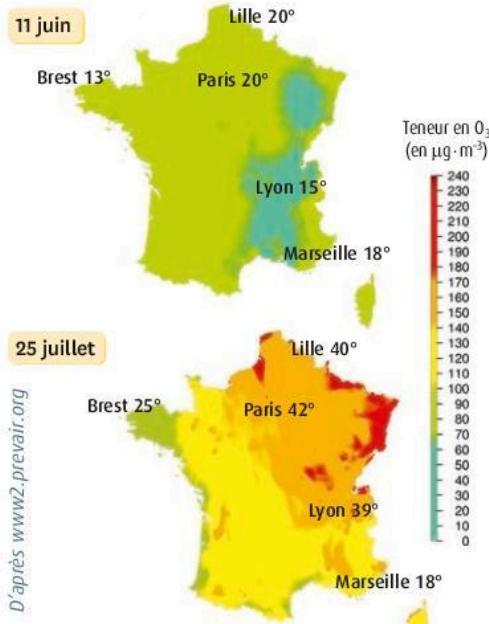
| Nom | Oxydes d'azote NO NO ₂ | Dioxyde de soufre SO ₂ | Ozone O ₃ | Particules fines Particules de diamètre inférieur à 10 µm, mélange le plus souvent d'une fraction minérale et d'une fraction organique |
|---------------------------------------|---|---|---|---|
| Origine* | | | Formation à partir de NO et NO ₂ sous l'effet du rayonnement solaire | |
| Effets sur la santé | Irritent les bronches | Irrite les muqueuses et voies respiratoires supérieures | Voir DOC. 5 | Irritent les voies respiratoires. Cancérigènes, notamment pour celles issues de la combustion du diesel |
| Seuil d'information de la population* | 200 µg · m ⁻³ (moyenne horaire) | | 180 µg · m ⁻³ (moyenne horaire) | 50 µg · m ⁻³ (moyenne journalière) |
| Seuil d'alerte de la population* | 400 µg · m ⁻³ (moyenne horaire) | | 240 µg · m ⁻³ (moyenne horaire) | 80 µg · m ⁻³ (moyenne journalière) |

* Données chiffrées pour la région Île-de-France. D'après www.airparif.asso.fr.

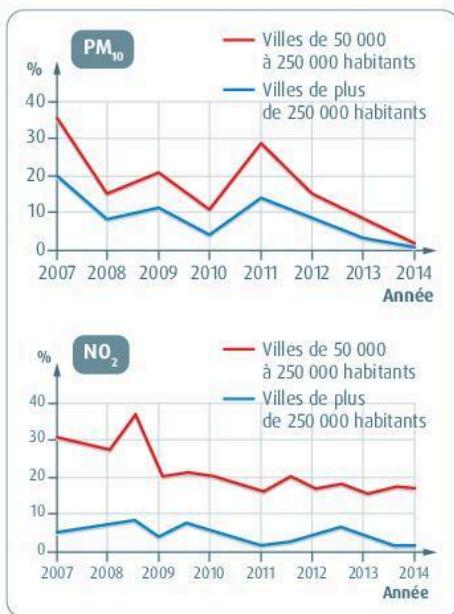
DOC 1 Principaux polluants émis par la combustion des combustibles fossiles. La branche énergie correspond au fonctionnement des centrales électriques, chauffage urbain, etc.



DOC 2 Exposition moyenne annuelle au NO₂ en Île-de-France et dans les villes de Lyon et Villeurbanne. Données 2018 (Île-de-France) et 2007 (Lyon et Villeurbanne).



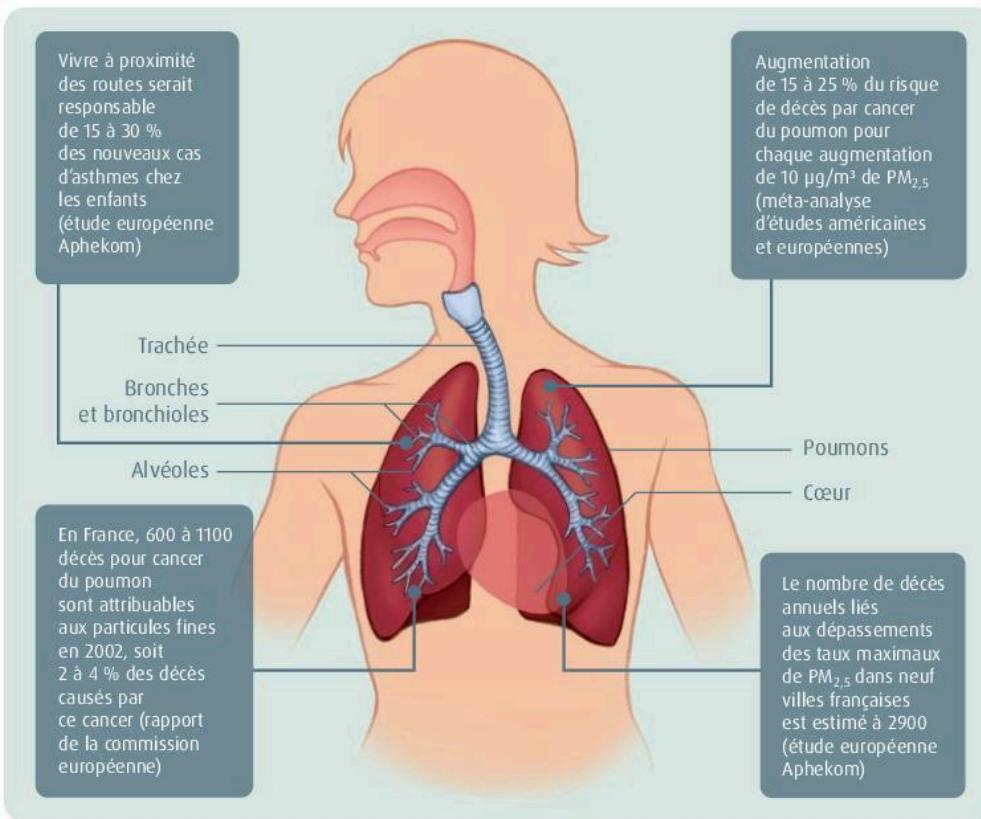
DOC 3 Teneur en ozone de la basse atmosphère et températures maximales en France le 11 juin et le 25 juillet 2019.



DOC 4 Évolution entre 2007 et 2014 du pourcentage de stations de mesure de la qualité de l'air où les seuils quotidiens maximaux d'exposition au NO₂ et aux PM₁₀ ont été dépassés. PM₁₀: particules fines de moins de 10 mm de diamètre. Données France (métropole + Drom). D'après Charpin et al, 2016

| Concentration maximale sur 1 heure | Diminution des fonctions respiratoires | Effets |
|------------------------------------|--|--|
| 180–240 µg/m ³ | ≤ 5% ≤ 10% (pers. sensible) | ► Éventuelle irritation des yeux ► Toux (pers. sensible) |
| 240–360 µg/m ³ | 5 à 15% 10 à 30% (pers. sensible) | ► Irritation yeux, nez et gorge ► Toux, douleurs au niveau de la poitrine, asthme (pers. sensible) |
| > 360 µg/m ³ | ≥ 15% ≥ 30% (pers. sensible) | ► Sensation possible de malaise, maux de tête, nausées ► Toux persistante, douleurs au niveau de la poitrine, asthme et vertiges (pers. sensible) |

DOC 5 Les effets de l'ozone selon la concentration. Les dangers liés à l'exposition à des polluants dépend beaucoup de leur concentration.



DOC 6 Quelques effets sur la santé de l'exposition aux particules fines.

Les particules fines de moins de 2,5 µm de diamètre (PM_{2,5}) représentent la majorité des particules fines. Elles peuvent pénétrer jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Elles sont issues pour 49 % d'entre elles du secteur résidentiel (et du chauffage au bois surtout), pour 27 % du trafic routier (véhicules à moteur diesel), pour 10 % des chantiers et pour 14 % d'autres activités.

EXPLOITER LES DOCUMENTS TÂCHE COMPLEXE

Diviser la classe en 3 ateliers. Chaque groupe est en charge soit des oxydes d'azote, soit de l'ozone, soit des particules fines et doit préparer un exposé oral de 10 minutes pour présenter : les facteurs qui contribuent à l'émission du polluant, le niveau d'émission, les facteurs qui influencent sa répartition dans l'espace et/ou le temps, l'évolution des niveaux d'émission, les données épidémiologiques disponibles.



ESPRIT CRITIQUE

Les véhicules diesel ont représenté jusqu'à 80 % des ventes en France. Depuis 2012, elles diminuent fortement

- ➔ Est-ce une bonne nouvelle pour le climat et la santé ?

Pistes de travail ➔ DOCS 1, 5 et recherche Internet

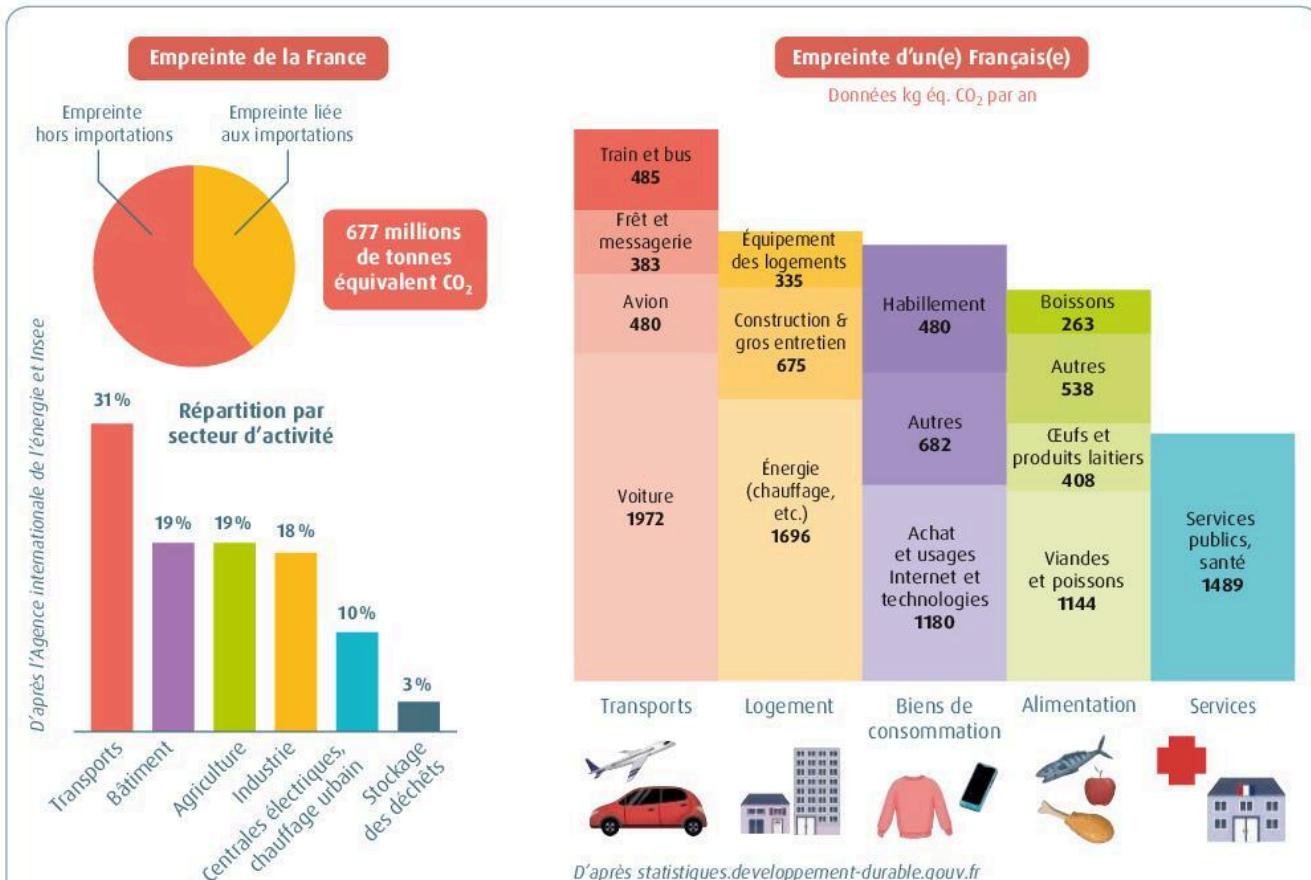
Empreinte carbone et analyse du cycle de vie

La réalisation d'une activité et l'utilisation d'un objet se traduisent par des émissions de gaz à effet de serre: on parle d'empreinte carbone. Elle peut s'évaluer à l'échelle individuelle comme à celle d'un pays.

Comment évaluer l'empreinte carbone d'un objet, d'une activité, d'une personne ?

| Combustible | Masse molaire (g · mol ⁻¹) | Équation modélisant la combustion | Énergie dégagée (kJ/g de combustible) |
|-------------|--|---|---------------------------------------|
| Gaz naturel | 16 | $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ méthane | 56 |
| Essence | 114 | $2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{O}_2 \longrightarrow 16 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$ octane | 44,7 |
| Bois | $8,1 \cdot 10^5$ | $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_{5000} + 30000 \text{O}_2 \longrightarrow 30000 \text{CO}_2 + 25000 \text{H}_2\text{O}$ cellulose | 5,8 |

DOC 1 Bilan de la combustion de trois sources d'énergie courante. Masse molaire du CO₂: 44 g · mol⁻¹.



L'empreinte carbone est la masse de gaz à effet de serre (GES) émise par la réalisation d'une activité ou par l'utilisation d'un objet en prenant en compte tout son cycle de vie. Elle est exprimée en kg équivalent CO₂ par an: les GES autres que CO₂ sont rapportés à ce dernier en tenant compte de leur effet plus ou moins fort sur l'effet de serre (voir **DOC. 3** p. 71). L'empreinte car-

bone d'un pays prend en compte les émissions sur le territoire national, mais aussi celles liées aux biens et services importés. L'empreinte carbone d'une personne inclut ses émissions directes (déplacement, chauffage) et indirectes (consommation d'électricité, utilisation d'objets). Les gaz à effet de serre pris en compte ici sont CO₂, CH₄, N₂O (données de 2015).

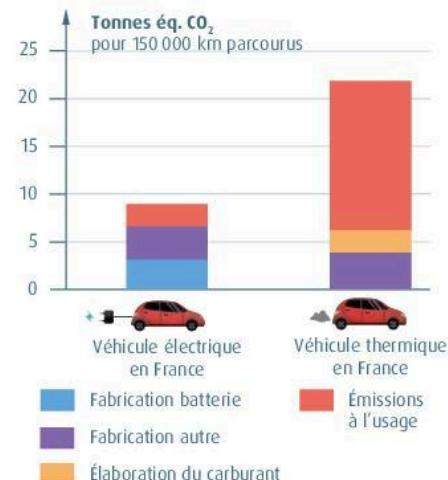
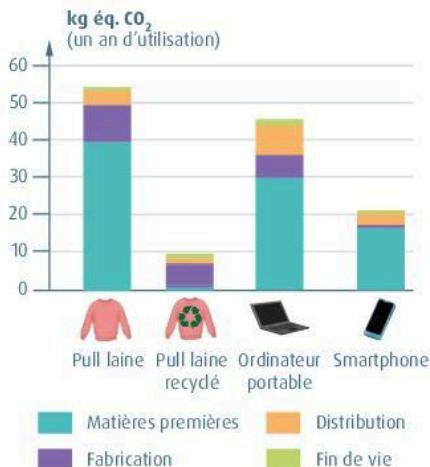
DOC 2 L'empreinte carbone de la France et d'une Française ou d'un Français.

ESPRIT CRITIQUE

Une analyse cycle de vie prend en compte les émissions de gaz à effet de serre liées à la fabrication, à l'utilisation et à la fin de vie d'un objet.

En moyenne, un foyer français possède 51 kg de vêtements, représentant une empreinte carbone de 1,3 tonne éq. CO₂. Les données pour le véhicule électrique sont valables seulement en France, avec une électricité à 72% d'origine nucléaire.

D'après les données de l'ADEME.

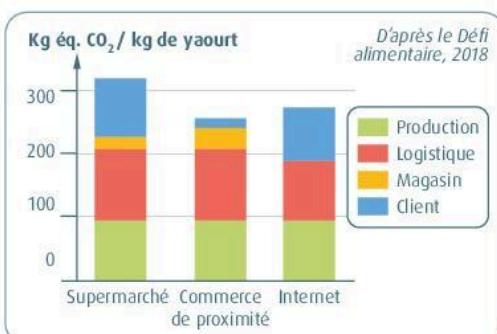


DOC 3 Analyse du cycle de vie de plusieurs objets de la vie courante.

| Niveau 1 | salade de tomates | → 0,40 |
|----------|------------------------|--------|
| | steak frites | → 4,45 |
| | panacotta | → 0,64 |
| Niveau 2 | salade niçoise | → 1,08 |
| | poulet et riz | → 1,19 |
| | glace vanille | → 0,19 |
| Niveau 3 | salade verte | → 0,08 |
| | lazagnes végétariennes | → 1,15 |
| | tarte aux pommes | → 0,48 |

DOC 4 Empreinte carbone de trois repas.

Données pour des portions moyennes en kg éq. CO₂. D'après FoodGES.



DOC 5 Empreinte carbone d'un yaourt selon le mode d'achat.

Questions

1 Ai-je vraiment besoin de ce produit ?

Quelques données pour réfléchir



88% des français changent de téléphone portable alors que le précédent fonctionne



93% des vêtements d'une garde-robe n'ont pas été portés l'année précédente

2 Si oui, le produit est-il bien adapté ?



3 Dois-je forcément l'acheter ?



30% des français ont utilisé le covoiturage en 2018

4 Puis-je l'acheter d'occasion ?

76% des français ont déjà acheté des produits d'occasion

DOC 6 Quelques questions à se poser avant d'acheter un produit.

D'après l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME).

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- Calculez la masse de CO₂ dégagée pour un kJ produit grâce à chaque combustible (DOC. 1).
- Divisez la classe en 5 groupes. Chacun prend en charge un des secteurs suivants : transports, logement, biens de consommation, alimentation ou services. Calculez la part de votre secteur en kg équivalent CO₂/an et en %, puis proposez des idées argumentées pour diminuer son empreinte carbone.

ESPRIT CRITIQUE

L'usage des technologies numériques (ordinateurs, smartphone, stockage dématérialisé des données) est parfois présenté comme « écologiquement propre ».

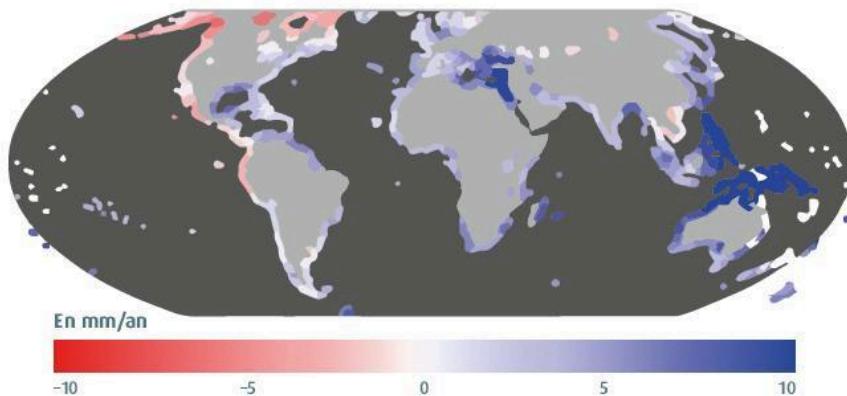
→ Discutez de la pertinence de cette assertion.

Pistes de travail ► DOC. 3, DOC. 7 p.139

Transition écologique et énergétique

En fonction des hypothèses sur des niveaux d'émissions de gaz à effet de serre dans le futur, le Giec propose des scénarios sur l'évolution du climat et des écosystèmes (voir chapitre 3, p. 74)

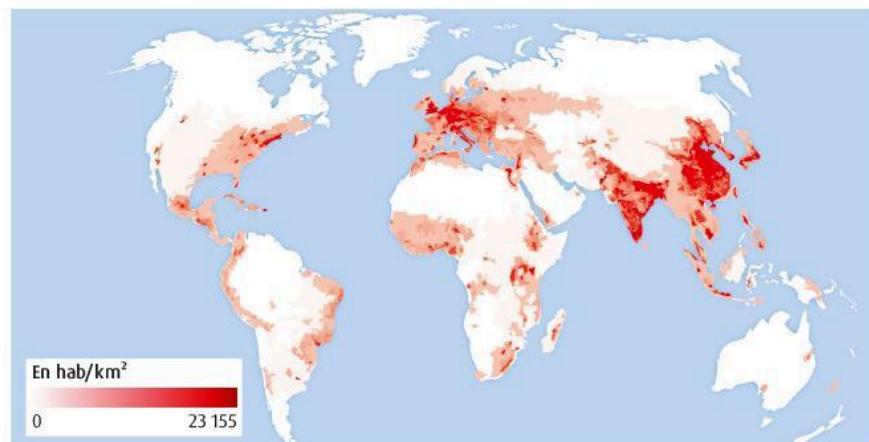
Quel sera l'impact du changement climatique sur les humains ? Quelles sont les stratégies d'atténuation et d'adaptation possibles ?



DOC 1 Vitesse d'inondation des côtes dans le monde en 2012.

Données calculées à partir d'observations entre 1992 et 2012. Le 0 correspond à la moyenne entre 1992 et 2012.

D'après Ostanciaux, 2012.



DOC 2 La densité de la population humaine sur Terre.

| Culture | Impact(s) positif(s) | Impact(s) négatif(s) | Adaptations possibles |
|---------|--|---|---|
| Ble | <ul style="list-style-type: none"> → Raccourcissement du cycle de culture limitant le risque de gel d'épis et stress hydrique, etc. → Augmentation du nombre de grains pour un grand nombre de sites | <ul style="list-style-type: none"> → Diminution du confort hydrique → Augmentation des risques d'échaudage* dans les cultures septentrionales | <ul style="list-style-type: none"> → Avancée des semis ou choix de variétés précoces |
| Maïs | <ul style="list-style-type: none"> → Aucun | <ul style="list-style-type: none"> → Raccourcissement de la période de croissance des grains → Besoins d'irrigation accrus → Baisse des rendements | <ul style="list-style-type: none"> → Intégration du maïs au sein d'une rotation céréalière → Relocalisation des cultures (nouvelles zones de culture au nord, au nord-est ou en altitude) |
| Colza | <ul style="list-style-type: none"> → Diminution puis disparition des risques de gel pendant l'hiver dans le nord-est et le centre-est : la culture dans ces régions devient possible | <ul style="list-style-type: none"> → Difficulté d'installation des cultures → Déficit en azote | <ul style="list-style-type: none"> → Utilisation de variétés à montaison* rapide → Retardement des semis et irrigation ponctuelle |
| Vigne | <ul style="list-style-type: none"> → Progression des sites viticoles vers le nord | <ul style="list-style-type: none"> → Avancée du cycle de culture de 20 à 40 jours avec des conséquences négatives sur la qualité du raisin | <ul style="list-style-type: none"> → Évolution des techniques de cultures (coteaux exposés au nord) → Modifications des choix de variétés |

DOC 3 Exemples d'impact du changement climatique et d'adaptations possibles sur quelques cultures en France.

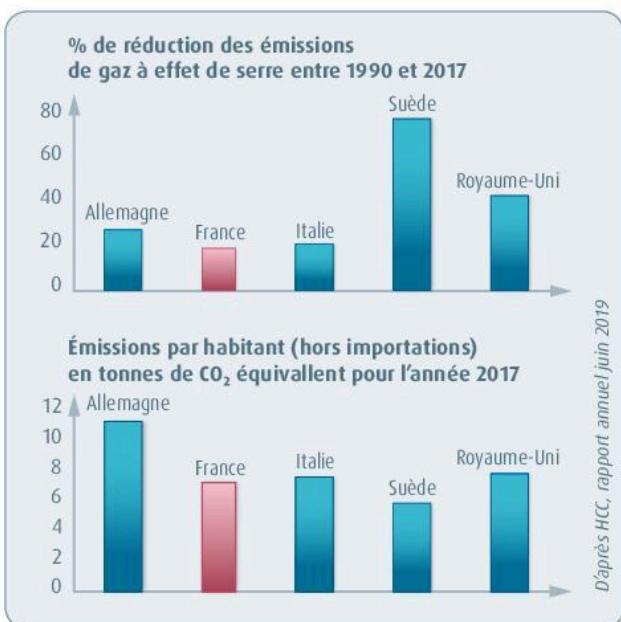
*Échaudage: diminution de la masse et de la qualité des grains de blé sous l'effet d'une chaleur excessive. *Montaison: augmentation de la longueur de la tige avant développement des fleurs. D'après Réseau Action climat.

- Selon l'ONG américaine A Global Call for Climate Action, le coût économique du changement climatique pourrait s'élever à 360 milliards de dollars par an pour les États-Unis. À eux seuls, les événements météorologiques exceptionnels et les dommages sanitaires liés à l'utilisation des combustibles fossiles pourraient coûter jusqu'à 240 milliards de dollars par an.
- Pour l'ensemble des pays en développement, l'ONG Oxfam estime les coûts actuels d'adaptation au changement climatique à 50 milliards de dollars par an.

DOC 4 Quelques chiffres.

« Le 1^{er} budget carbone fixé en 2015 et couvrant la période 2015-2018 a été dépassé, et la réduction réelle des missions de GES, de 1,1% par an en moyenne pour la période récente, est quasiment deux fois trop lente par rapport au rythme nécessaire pour la réalisation des objectifs. »

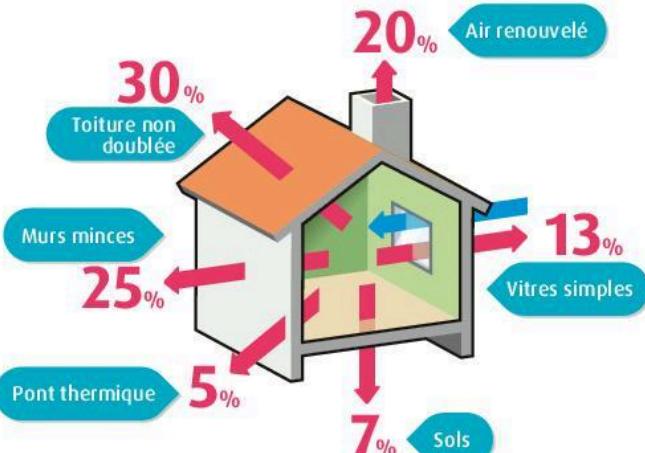
DOC 5 Extrait du Rapport annuel « Neutralité carbone », Haut conseil français pour le climat, juin 2019.



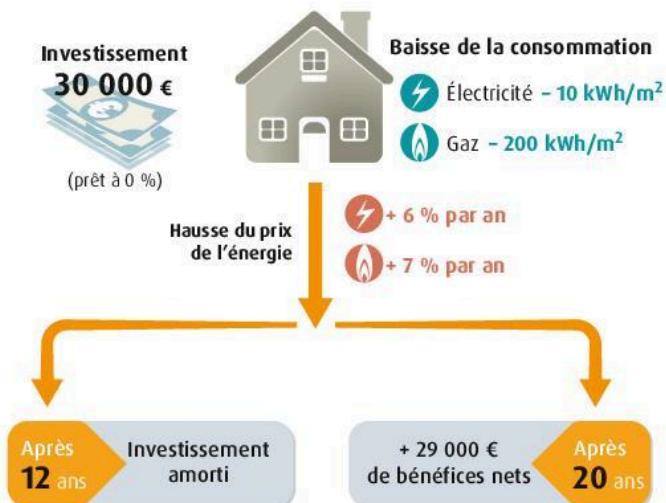
DOC 7 Émissions de gaz à effet de serre dans quelques pays d'Europe. Du fait de l'importante contribution du nucléaire en France, les marges de réduction sont moins rapides que dans les pays produisant leur électricité avec du charbon.

EXPLOITER LES DOCUMENTS

- Après avoir rappelé ce qu'est un risque, présentez quelques risques liés au changement climatique pour les humains (**DOCS 1 et 2**).
- Après avoir rappelé ce qu'est une mesure d'atténuation, présentez quelques stratégies d'atténuation et discutez de leur efficacité et/ou de leur mise en œuvre (**DOCS 5 à 8**).
- Après avoir rappelé ce qu'est l'adaptation, présentez et discutez quelques stratégies d'adaptation concernant l'agriculture en France (**DOC. 3**).
- Commentez les conséquences du réchauffement climatique prévues sur l'économie. D'après vos connaissances, citez des événements météorologiques extrêmes dont la fréquence pourrait augmenter aux États-Unis.



DOC 6 L'origine des pertes thermiques dans une maison mal isolée. Plusieurs approches complémentaires permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'énergie : l'utilisation de sources d'énergie décarbonées, la réduction de la consommation (voir **UNITÉS 4 et 5**) et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Dans ce dernier cas, l'objectif est, à service rendu constant, de dépenser moins d'énergie.



DOC 8 Bilan comptable d'une opération de rénovation thermique. Données pour une maison ancienne de 100 m².
D'après Enertech dans *La transition énergétique*, Belin, 2014.

ESPRIT CRITIQUE

Les actions pour lutter contre le réchauffement climatique et pour préserver la biodiversité sont intimement liées.

→ En quoi la protection des écosystèmes et de la biodiversité constitue-t-elle une stratégie d'atténuation face au réchauffement climatique.

Pistes de travail ▶ Recherche Internet

ÉNERGIE ET CHOIX DE DÉVELOPPEMENT



1. Caractéristiques de la consommation mondiale d'énergie

- ▶ La consommation d'énergie est très inégalement répartie selon les régions du monde. À l'échelle d'un pays, elle dépend du PIB par habitant et du nombre d'habitants. Depuis les années 1970, la consommation mondiale d'énergie s'est accrue d'environ 50 %, du fait de la croissance de la population et de l'augmentation de la consommation énergétique par habitant.
- ▶ Derrière chaque objet acheté, il y a de l'énergie : celle consommée pour sa fabrication, à laquelle s'ajoute celle qu'il consommera éventuellement pour son fonctionnement. À l'échelle mondiale, la consommation d'énergie se répartit à part égale entre l'industrie-agriculture, les transports et le résidentiel-tertiaire (habitats et bureaux). > [Unité 1](#)

2. Les sources d'énergie utilisables par les humains

- ▶ Les ressources des principales sources d'**énergie primaire** sont disponibles sous forme de stock (uranium pour le nucléaire, combustibles fossiles) ou sous forme de flux (solaire, éolien, hydraulique, biomasse).
- ▶ Aujourd'hui, les combustibles fossiles représentent plus de 80 % du **mix énergétique** mondial. Dans les énergies renouvelables, la biomasse et l'hydraulique comptent pour 12 % de ce mix. La part du solaire, de l'éolien et de la géothermie est en forte croissance, mais ces énergies représentent moins de 2 % du mix énergétique mondial. > [Unité 2](#)

3. Conséquences de l'utilisation des combustibles fossiles.

- ▶ L'**empreinte carbone** correspond aux émissions de CO₂ ou d'autres gaz à effet de serre d'un objet, d'une activité ou d'une personne (ses activités et les objets qu'elle utilise). Pour tenir compte des émissions de l'ensemble des aspects de la vie d'un objet ou d'une activité, il est nécessaire de faire des **analyses du cycle de vie**. > [Unité 4](#)

▶ En plus d'émissions de CO₂, la combustion des combustibles fossiles entraîne l'émission d'oxydes d'azote (NO_x), de produits soufrés, d'ozone (O₃) et de particules fines. Ces polluants sont localisés à proximité des lieux d'émission, mais peuvent également être entraînés par les vents. Ils ont un effet néfaste sur la santé, qui dépend de leur concentration et de la durée cumulée d'exposition. > [Unité 4](#)

4. La transition écologique des sociétés

- ▶ Le changement climatique en cours, lié à la consommation d'énergie de l'humanité, menace les écosystèmes (voir chapitre 3) et les conditions de vie de nombreux êtres humains. D'où l'importance d'une modification des comportements à l'échelle de la société : c'est la transition écologique.

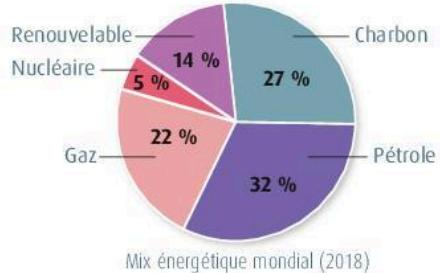
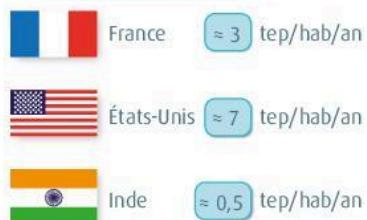
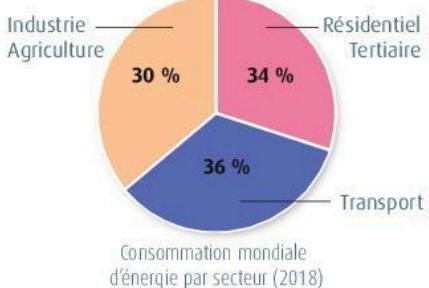
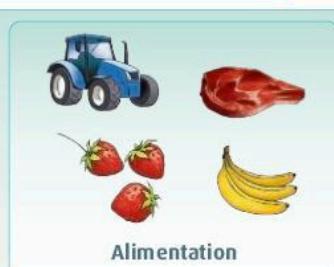
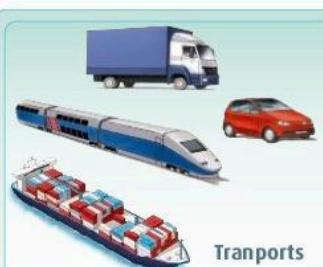
▶ Cette transition implique des pratiques d'**atténuation** du changement climatique et des pollutions (baisse de la consommation d'énergie, augmentation de l'efficacité énergétique). Elle implique aussi des pratiques d'**adaptation** (déplacement des populations des régions inondables, utilisation de plantes agricoles adaptées aux nouvelles conditions climatiques d'une région). > [Unité 5](#)

Les mots-clés du chapitre

- **Énergie primaire** : Source d'énergie pouvant directement être obtenue et exploitée par les humains à partir des ressources du milieu.
- **Mix énergétique** : Ensemble des sources d'énergie primaire utilisées dans un lieu donné (ville, région, pays, continent, planète entière).
- **Empreinte carbone** : Émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre liées soit à l'utilisation d'un objet ou à la réalisation d'une activité, soit à un individu, une ville, un pays, etc.
- **Analyse du cycle de vie** : Émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre liées à l'ensemble des aspects de la vie d'un objet ou d'une activité. Dans le cas d'un objet, cela inclut les émissions liées à sa fabrication, sa commercialisation, son utilisation et sa destruction.
- **Atténuation** : Ensemble des actions permettant à l'humanité de diminuer l'ampleur du changement climatique lors des prochaines décennies.
- **Adaptation** : Ensemble des actions permettant à l'humanité de s'adapter au changement climatique qu'elle subit et subira encore pendant de nombreuses décennies.

À noter

- L'énergie électrique n'est pas une énergie primaire.

l'essentiel par l'image**Schéma interactif** **Énergie et choix de développement****Production d'énergie****Des sources variées****Domination des énergies fossiles****Consommation d'énergie****Fortes augmentations depuis 50 ans****Inégal répartition dans le monde****Usages variés****Conséquences de la consommation d'énergie**

- Émissions de CO₂ → Impact climatique



- Émissions de polluants → Impact sanitaire

**Évaluation des risques**

Atténuation Adaptation

- Energies renouvelables
- Efficacité énergétique
- ↓ Consommation d'énergie

Mémoriser son cours

Exercices corrigés



Pour mémoriser l'essentiel du cours, posez-vous régulièrement ces questions et vérifiez vos réponses.

1. Comment a évolué la consommation d'énergie par les humains ces dernières décennies?
2. Quelle est la contribution des principaux secteurs d'activité à la consommation énergétique totale?
3. Quelles sont les principales sources d'énergie primaire et comment leur utilisation a-t-elle évolué ces dernières décennies?
4. Quelles sont les principales conséquences pour la santé de l'utilisation des combustibles fossiles?
5. Qu'est-ce qu'une empreinte carbone pour un objet, une personne ou un pays entier?

Exercices interactifs corrigés



Pour s'échauffer

1 QCM

Pour chaque proposition, identifiez la (ou les) bonne(s) réponse(s).

1. Les combustibles fossiles:

- a. sont le charbon, le pétrole, l'uranium.
- b. sont considérés comme une ressource non renouvelable.
- c. se forment plus lentement qu'ils ne se consomment.
- d. représentent une petite part des énergies primaires utilisées par les humains aujourd'hui.

2. La tonne équivalent pétrole (tep):

- a. peut être convertie en kilogrammes.
- b. peut être convertie en watts.
- c. peut être convertie en joules.
- d. peut être convertie en watts/heure.

3. Un kilogramme de bois produit :

- a. moins d'énergie qu'un kilogramme de pétrole.
- b. de l'énergie utilisable par les humains.
- c. plus d'énergie qu'un kilogramme d'uranium.
- d. de l'énergie thermique et du diazote.

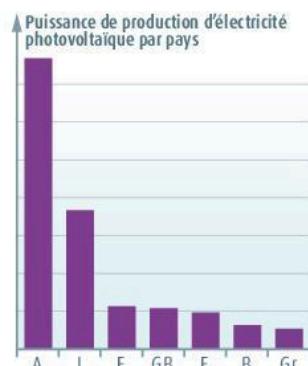
4. Un exemple de source d'énergie primaire est :

- a. l'énergie lumineuse du Soleil.
- b. l'énergie cinétique du vent.
- c. l'énergie électrique produite par une centrale nucléaire.
- d. l'énergie chimique des combustibles fossiles.

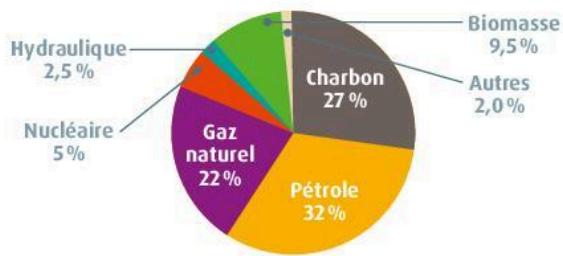
5. La grandeur mesurée sur l'axe des ordonnées du graphique ci-contre pourrait être exprimée en :

- a. en Wh.
- b. en Watts.
- c. en GW.
- d. en Joules.

| | |
|---------------|------------------|
| D : Allemagne | I : Italie |
| F : France | GB : Royaume-Uni |
| E : Espagne | B : Belgique |
| Gr : Grèce | |



6. Le graphique ci-dessous présente les sources d'énergies primaires en 2017. Il montre que :



- a. les énergies renouvelables représentaient plus de 20 % du mix énergétique.
- b. plus des trois quarts de l'énergie utilisée provenaient des combustibles fossiles.
- c. l'énergie éolienne ne contribuait même pas à 2 % du mix énergétique.
- d. les énergies renouvelables étaient surtout le solaire.

7. Les particules fines :

- a. sont d'autant plus nocives que leur diamètre est grand.
- b. ne peuvent pas provenir de sources d'énergie renouvelable.
- c. affectent les voies respiratoires.
- d. sont émises seulement par les moteurs diesel.

8. L'empreinte carbone d'un objet :

- a. est nulle si le produit n'a pas besoin de combustibles fossiles pour fonctionner.
- b. est la masse de CO₂ produite directement ou indirectement par sa consommation d'énergie et/ou de matière première.
- c. ne peut pas être nulle.
- d. ne peut se déduire que de l'analyse de son cycle de vie.

2 Qui suis-je ?

- Une source d'énergie non transformée par les humains.
- Une méthode pour étudier l'impact environnemental d'un objet depuis sa fabrication jusqu'à sa destruction.
- Un changement à l'échelle de la société concernant les sources d'énergie utilisées et les modalités de consommation.
- Un gaz polluant produit par l'utilisation des combustibles fossiles et qui n'est pas le dioxyde de carbone.

3 Vrai/Faux

Identifiez les bonnes réponses et corrigez les fausses.

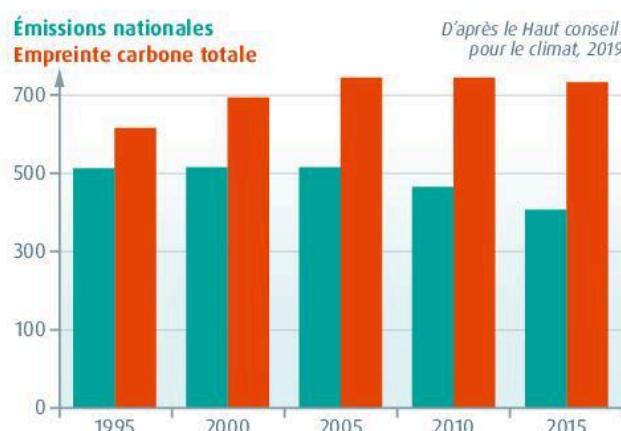
- L'augmentation de la consommation mondiale d'énergie depuis les années 1990 est notamment liée à l'évolution du niveau de vie dans certains pays.
- La consommation d'énergie par habitant en Chine a tellement augmenté qu'elle est désormais aussi élevée qu'aux États-Unis.
- Les transports routiers de marchandises sont les premiers consommateurs d'énergie dans le secteur des transports.
- Les énergies solaires, éoliennes et géothermiques réunies représentent désormais 10 % de la production d'énergie primaire mondiale.
- La façon dont on s'habille n'a guère d'impact sur notre bilan carbone.

4 Réponse courte

Pour estimer l'empreinte carbone d'un objet, il ne suffit pas de quantifier les gaz à effet de serre qu'il émet lors de son usage. Expliquez pour quelles raisons.

5 Analyser un document

À partir du graphique ci-dessous, on peut visualiser les émissions de CO₂ liées aux produits et services qui sont importés en France. Les données sont en millions de tonnes équivalent CO₂.



DOC 1 Évolution des émissions de gaz à effet de serre.

Question : Après avoir décrit le graphique, expliquez pourquoi il est difficile de maîtriser l'empreinte carbone totale de la France.

6 Calculer

D'après le rapport 2019 du Haut conseil pour le climat, les transports contribuent pour 31% des émissions de gaz à effet de serre de la France. Ces émissions se répartissent entre différents moyens de transport comme figuré ci-dessous.



Question : Calculez le pourcentage des émissions nationales de gaz à effet de serre dues aux voitures particulières.

7 Rédiger

Le graphique ci-dessous donne la répartition de l'empreinte carbone de différents plats préparés (en kg éq. CO₂ par portion).

D'après FoodGES.



Question : Comparez sous la forme d'un court texte l'empreinte carbone des trois plats présentés.

8 Calculer

Le charbon est utilisé par les humains pour le chauffage et pour la production électrique. Sa densité énergétique moyenne est de 33,3 MJ · kg⁻¹. Si le charbon était constitué à 100 % de carbone, on pourrait modéliser sa combustion par la réaction chimique suivante :

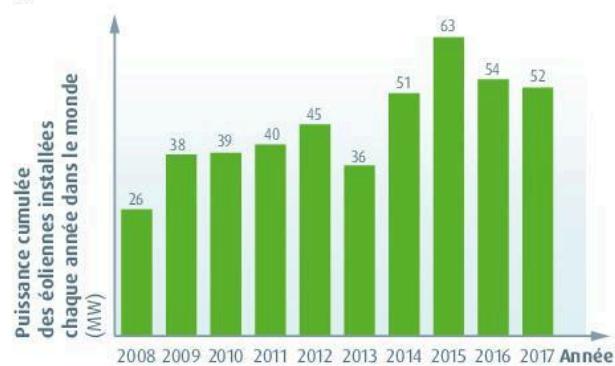


Question : Calculez la masse de charbon qui doit être utilisée pour produire 1 kWh d'électricité si le rendement de conversion est parfait.

9 Analyser un graphique

En justifiant votre réponse, indiquez si le graphique ci-dessous permet de répondre aux questions suivantes :

- la production d'électricité éolienne a-t-elle été plus importante en 2014 qu'en 2013 ?
- la puissance cumulée du parc éolien mondial a-t-elle augmenté entre 2012 et 2013 ?



10 Réaliser un graphique à la main, analyser des résultats

Comparaison des pays engagés dans le protocole de Kyoto ou non

Le protocole de Kyoto, signé en 1997 et entré en vigueur en 2005, est un accord international visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Certains pays n'ont pas ratifié cet accord.

Le tableau ci-contre montre les émissions cumulées de gaz à effet de serre de l'ensemble des pays appliquant le protocole et de l'ensemble des pays qui ne l'appliquent pas.

QUESTIONS

- Comparez l'évolution de l'émission de gaz à effet de serre de ces deux groupes de pays en réalisant un graphique de votre choix.
- Analysez les résultats obtenus.

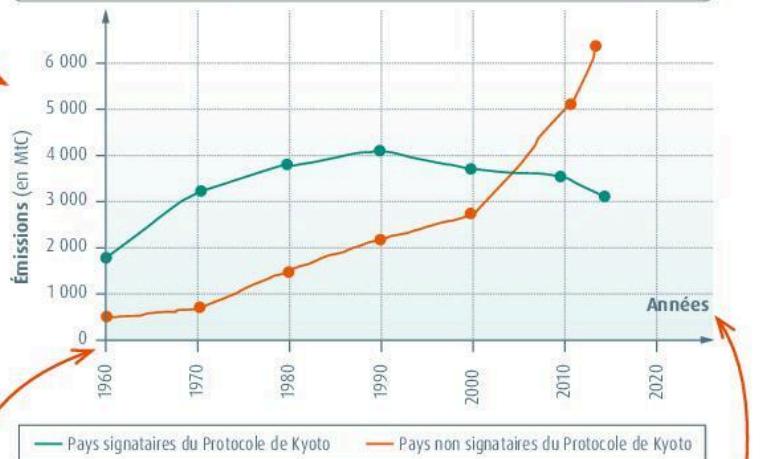
| Émissions en millions de tonnes de carbone (MtC) | | |
|--|--|--|
| | Pays signataires du Protocole de Kyoto | Pays non signataires du Protocole de Kyoto |
| 1960 | 1980 | 506 |
| 1970 | 3138 | 794 |
| 1980 | 3781 | 1413 |
| 1990 | 4023 | 2083 |
| 2000 | 3862 | 2827 |
| 2010 | 3761 | 4989 |
| 2014 | 3575 | 5820 |

D'après ree.developpement-durable.gouv.fr

RÉSOLUTION

- Bien choisir le type de graphique:
 - ici, on choisit une courbe, qui permet de montrer l'évolution progressive d'une grandeur (par exemple au cours du temps);
 - un histogramme permet de comparer des valeurs entre des catégories qui ne sont pas nécessairement continues (sans liens entre elles);
 - un « camembert » permet de représenter une répartition d'une grandeur entre différentes catégories. Il est plutôt réalisé à l'aide d'un tableau (voir p. 315).

Évolution des émissions de CO₂ sur le territoire des pays signataires du Protocole de Kyoto et sur celui de l'ensemble des autres pays



Définissez l'échelle de l'axe des abscisses (axe horizontal) et celle de l'axe des ordonnées (axe vertical) en observant les valeurs extrêmes (ici pour les dates en abscisse et pour les émissions de gaz à effet de serre en ordonnée).

Précisez le titre et l'unité de chaque axe. Précisez la légende.

- Dans les années 1960 les émissions des pays non signataires étaient bien inférieures à celles des pays signataires. Elles ont régulièrement augmenté pour rejoindre en 2004 celles des pays signataires. Les émissions de ces derniers ont fortement augmenté jusqu'en 1980 puis se sont stabilisées au début des années 1990. Elles décroissent depuis 2007 environ.

En revanche, les émissions des pays non signataires ont vu leur rythme augmenter plus vite à partir des années 2000. Les émissions des pays non signataires ont rattrapé celles des pays signataires, mais tandis que les émissions de ces derniers sont désormais à la baisse, les émissions des pays non signataires continuent d'augmenter.

Exercices d'application Méthode**11 Réaliser un graphique à la main, analyser des résultats****Le taux d'équipement des Indiens en téléphones portables**

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la télédensité, c'est-à-dire du nombre d'abonnements à un réseau de téléphonie mobile pour 100 habitants en Inde entre 2006 et 2012.

Les données en milieu en urbain et celle en milieu rural sont comptées séparément.

| Année | Télédensité | | | | | | |
|---------------|-------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Milieu urbain | 38,0 | 47,3 | 65,9 | 89,4 | 119,7 | 157,3 | 163,8 |
| Milieu rural | 4,0 | 5,8 | 9,2 | 14,9 | 24,3 | 33,8 | 35,9 |

QUESTIONS

1. Réalisez le graphique de votre choix pour représenter ces données.
2. À partir des résultats obtenus, formulez une ou des hypothèses sur l'évolution du niveau de vie en Inde sur la période considérée.
3. À partir des résultats obtenus, formulez une ou des hypothèses sur l'évolution de la consommation d'énergie en Inde sur la période considérée.

12 Réaliser un graphique à la main, analyser des résultats**Comparer l'empreinte carbone de différents pays**

Les tableaux ci-dessous présentent l'empreinte carbone par personne de différents pays en 2015.

| Pays | Empreinte carbone en tonnes de CO ₂ /habitant/an | Pays | Empreinte carbone en tonnes de CO ₂ /habitant/an |
|---|---|------------------|---|
| Arabie saoudite | 18,9 | France | 6,9 |
| États-Unis | 18,1 | Espagne | 6,3 |
| Allemagne | 10,4 | Chine | 5,7 |
| Royaume-Uni | 8,8 | Brésil | 2,3 |
| Russie | 8,1 | Inde | 1,5 |
| Moyenne des 27 pays de l'Union européenne | 7,8 | Cambodge | 0,8 |
| | | Moyenne mondiale | 4,4 |

QUESTIONS

1. Faites une représentation graphique de ces valeurs.
2. Analysez le graphique obtenu.

Tester ses compétences

13 Analyser un document

L'intensité énergétique finale

L'intensité énergétique finale est un nombre sans unité qui permet d'estimer la quantité d'énergie nécessaire pour obtenir un service donné (chauffage d'un appartement, fonctionnement d'une usine, déplacement d'un véhicule, etc.). Quand l'intensité énergétique diminue, cela signifie que moins d'énergie a été nécessaire pour obtenir ce service.

DOC1 Évolution des intensités énergétiques finales par secteur en France entre 2000 et 2017.

Toutes les intensités énergétiques ont été ramenées à la valeur 100 en l'an 2000.



QUESTIONS

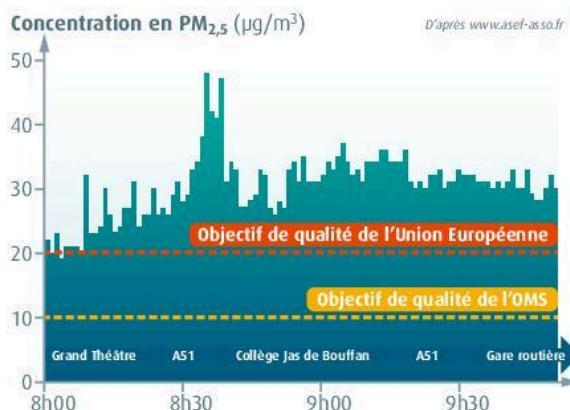
Pour chaque proposition, identifiez la réponse juste :

1. Entre 2000 et 2017, l'intensité énergétique du secteur de l'industrie :
 - a. est passée de 100 GWh à 75 GWh
 - b. a diminué de 25 % environ
 - c. a diminué d'un facteur deux
2. L'analyse du document permet :
 - a. de déterminer l'évolution de la consommation totale d'énergie par secteur.
 - b. de déterminer la contribution de chaque secteur à la consommation d'énergie totale en France.
3. D'après l'analyse du document, on peut formuler les hypothèses suivantes :
 - a. entre 2000 et 2017, le trafic des véhicules légers a baissé plus vite que le trafic des poids lourds.
 - b. entre 2000 et 2017, l'isolation thermique des bâtiments s'est améliorée.
 - c. entre 2000 et 2017, le prix des carburants a globalement augmenté.

14 Exploiter des documents, exercer son esprit critique

Poussette et pollution atmosphérique

À Aix-en-Provence, en 2011, des médecins ont placé des capteurs de pollution atmosphérique sur des poussettes afin de mesurer la concentration atmosphérique en particules fines de moins de 2,5 µm de diamètre ($PM_{2,5}$). Les mesures ont été réalisées sur un trajet réalisé quotidiennement par les familles à proximité du centre-ville.



QUESTIONS

1. Rappelez quelques effets des microparticules atmosphériques sur la santé
2. Déterminez l'intérêt de réaliser des mesures sur une poussette lors d'un trajet quotidien.
3. Comparez les mesures ponctuelles avec les objectifs de qualité de l'OMS et de l'Union européenne.
4. Expliquez les limites d'une telle comparaison.

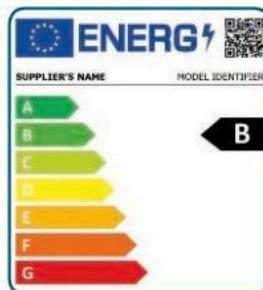
DOC1 Concentrations instantanées mesurées sur le trajet Grand théâtre – Gare routière à Aix-en-Provence. Mesures réalisées le 10 mars 2011 à Aix-en-Provence. Les objectifs de qualité correspondent à une moyenne d'exposition sur un an.

15 Calculer, argumenter

L'étiquetage environnemental

Depuis 2011, des produits de consommation tels que les réfrigérateurs, sèche-linge, etc., font l'objet d'un étiquetage environnemental obligatoire qui indique leur classe énergétique. On rappelle que 1 kilowattheure correspond à 3,6 millions de joules.

| Réfrigérateur | Capacité de stockage (L) | Consommation énergétique (kWh/an) | Classe énergétique |
|---------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 1 | 339 | 309 | A+ |
| 2 | 262 | 248 | A+ |
| 3 | 395 | 117 | A++ |



DOC 1 Étiquetage environnemental d'un lave-linge.

DOC 2 Capacités de stockage et consommation énergétique de quelques réfrigérateurs.

QUESTIONS

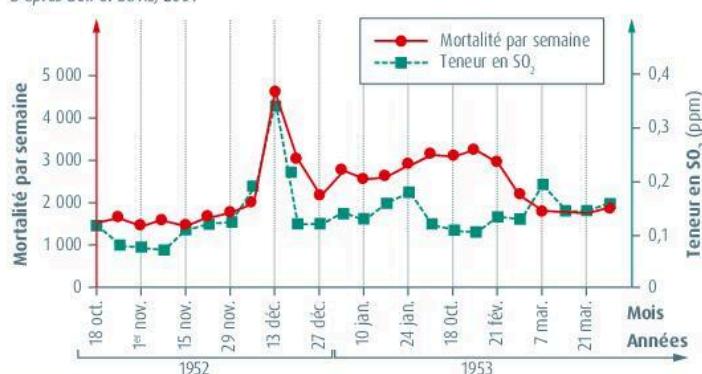
1. Convertissez la consommation énergétique en joules par an.
2. Sur la base d'un prix de 0,13 euro par kilowattheure, comparez le coût annuel de consommation électrique des trois réfrigérateurs.
3. Justifiez l'intérêt de prendre un réfrigérateur à faible consommation énergétique.

16 Exploiter des documents, exercer son esprit critique

Le smog londonien

Au début de l'hiver en 1952, un important brouillard d'origine industrielle (le smog, contraction des mots anglais « smoke » et « fog ») a recouvert la ville de Londres. À la même période, on observa une épidémie de grippe affectant la population londonienne.

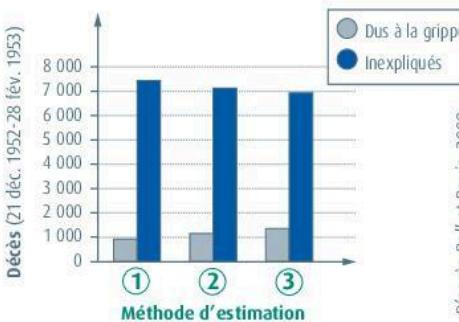
D'après Bell et Davis, 2001



DOC 2 Mortalité hebdomadaire et teneur en dioxyde de soufre de l'atmosphère entre octobre 1952 et février 1953.



DOC 1 Le « Great smog » de Londres (1952-1953).



D'après Bell et Davis, 2008

QUESTIONS

1. Décrivez la relation entre la teneur en dioxyde de soufre et la mortalité hebdomadaire.
2. Après avoir rappelé la différence entre corrélation et causalité (aide: DOC. 4 p 73), proposez plusieurs hypothèses permettant d'interpréter le résultat précédent.
3. Discutez de la plausibilité de vos hypothèses en utilisant les informations du DOC. 3.

DOC 3 Estimation par 3 méthodes différentes du nombre de décès dus à la grippe saisonnière et inexpliqués à Londres.

17 Exploiter des documents et argumenter

L'ozone et la santé humaine

L'ozone est un gaz atmosphérique se trouvant en grande concentration dans la stratosphère (hautes altitudes) et en faible concentration dans la troposphère (faibles altitudes, près de la surface). La présence d'ozone dans l'air respiré affecte la santé humaine, en particulier les voies respiratoires. Selon l'Organisation mondiale de la santé et l'Union européenne, un individu ne doit pas être exposé plus de 25 jours par an à une concentration d'ozone moyenne sur 8 heures de plus de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

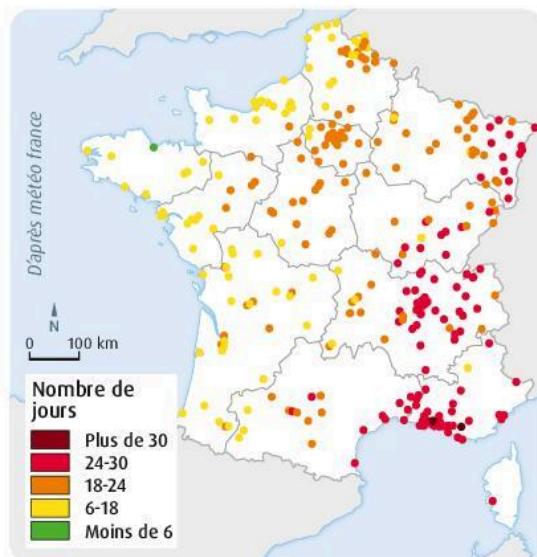
L'ozone se forme selon une transformation chimique modélisée par la réaction suivante :



La réaction est réversible. Le sens (1) est privilégié dans les conditions suivantes :

- forte concentration de NO_2 ;
 - forte intensité lumineuse ;
 - température élevée.

DOC1 Une des principales réactions de formation de l'ozone troposphérique.

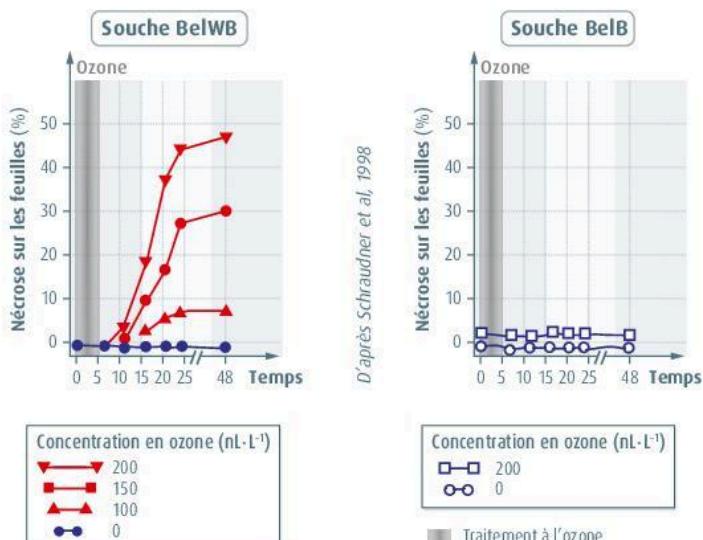


QUESTIONS

- 1.** Parmi les gaz cités dans le **DOC. 1**, rappeler ceux qui peuvent être produits suite à l'utilisation des combustibles fossiles.

2. Décrivez la localisation des points de mesures où les seuils d'exposition à l'ozone ont été dépassés et formulez des hypothèses pour expliquer la répartition observée.

En présence d'un excès d'ozone, certaines plantes présentent des tâches de nécrose (tissus morts) sur les feuilles. On cherche à identifier des plantes qui permettraient d'avoir des indications sur les concentrations d'ozone présent dans l'atmosphère (plantes bioindicatrices). Pour cela, deux variétés de tabac ont été soumises à différents traitements à l'ozone puis le pourcentage de surface de feuille nécrosée a été mesuré. Les résultats obtenus figurent ci-contre.



DOC 3 Pourcentage de feuilles nécrosées chez deux variétés de plants de tabac exposées à des doses croissante d'ozone.

QUESTIONS

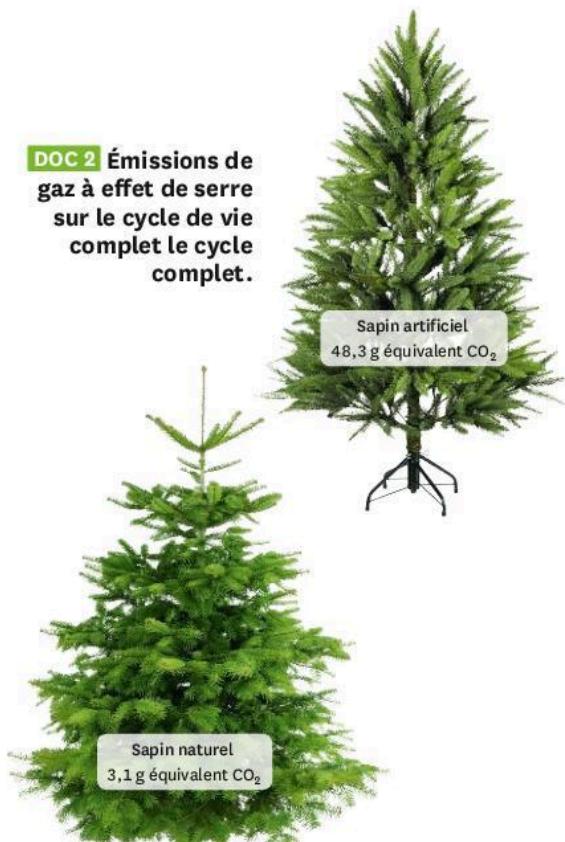
- Décrivez les résultats obtenus.
 - Déterminez si l'une des variétés de tabac peut servir de plante bioindicatrice de la pollution à l'ozone.

18 Exploiter des documents et calculer

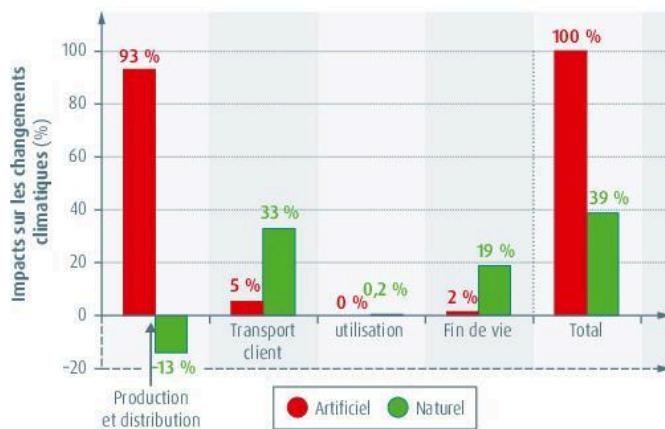
Vrai sapin de Noël ou sapin en plastique

Chaque année 5 millions de sapins de Noël naturels et 1 million de sapins de Noël artificiels sont vendus en France. Cet exercice se propose d'évaluer l'empreinte carbone de ces deux types de sapin en s'appuyant sur une étude d'analyse de cycle de vie faite pour les habitants de Montréal (Canada). Les auteurs de l'étude ont choisi les caractéristiques suivantes pour les deux arbres :

- arbre naturel produit au Canada et utilisé à Montréal;
- arbre artificiel produit en Chine et utilisé à Montréal.



DOC 2 Émissions de gaz à effet de serre sur le cycle de vie complet le cycle complet.



DOC 1 Impacts sur le changement climatique des deux types de sapins depuis la fabrication/production jusqu'à la destruction. La valeur 100 % correspond à l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre du sapin artificiel. Les valeurs négatives indiquent une absorption de gaz à effet de serre.



DOC 3 Émissions cumulées de gaz à effet de serre au cours du temps selon le type de sapin. L'arbre artificiel peut être réutilisé plusieurs fois alors que l'arbre naturel doit être remplacé chaque année. Dans cette simulation, on considère que l'arbre artificiel est conservé d'année en année.

Docs 1 et 3 : D'après Couillard et al. 2009

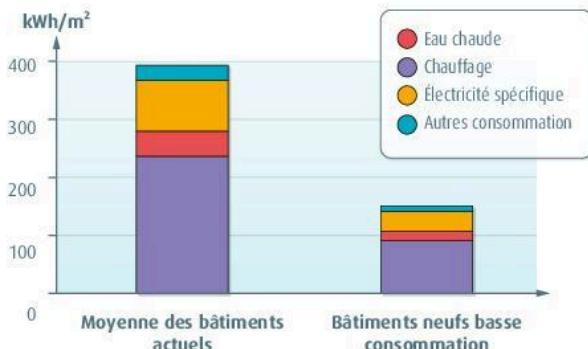
QUESTIONS

1. Justifiez l'intérêt de faire une analyse du cycle de vie pour comparer les deux types d'arbres.
2. Comparez la répartition de l'empreinte carbone au cours du cycle de vie pour chacun des deux arbres.
3. Déterminez graphiquement combien de temps il serait nécessaire de garder l'arbre artificiel pour que son empreinte carbone soit meilleure celle de l'arbre naturel acheté chaque année.
4. Expliquez en quoi les caractéristiques de l'analyse du cycle de vie choisie par les auteurs peuvent influencer le résultat final.
5. En considérant qu'une voiture émet 120 g eqCO₂/km, calculez à combien de kilomètres en voiture correspond l'empreinte carbone de chacun des deux arbres.

19 Exploiter des documents, calculer et argumenter

À la recherche de l'efficacité énergétique

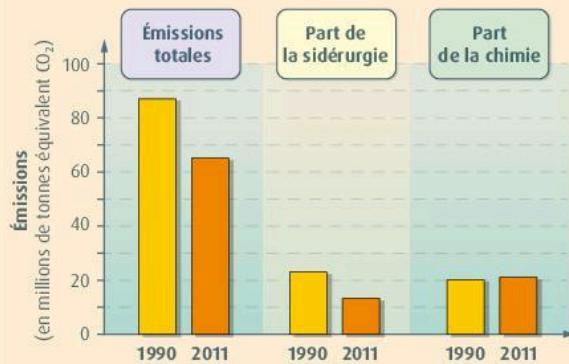
L'énergie est utilisée à parts presque égales par le secteur des transports, celui de l'industrie-agriculture et celui de l'habitat (résidentiel-tertiaire). Dans cet exercice, on se propose d'étudier la contribution des secteurs de l'industrie et de l'habitat à l'amélioration de l'efficacité énergétique en France.



DOC1 Consommation énergétique moyenne de deux types de bâtiments en France. L'électricité spécifique correspond à la consommation des appareils électroménagers et électroniques. Le plan « Rénovation énergétique des bâtiments », lancé par le gouvernement en 2018, fixait un objectif de 500 000 logements rénovés chaque année. Les estimations du nombre de logements ayant bénéficié d'une rénovation énergétique en 2018 sont comprises entre 300 000 et 400 000.

« Pendant la décennie 2000, les besoins des usines ont reculé de près de 1 % par an en moyenne alors que leur production augmentait. Ce « découplage » traduit une utilisation plus efficace de l'énergie. Toutefois, la relative sobriété énergétique s'explique aussi par le recours croissant à la délocalisation d'usines ainsi qu'à l'importation. »

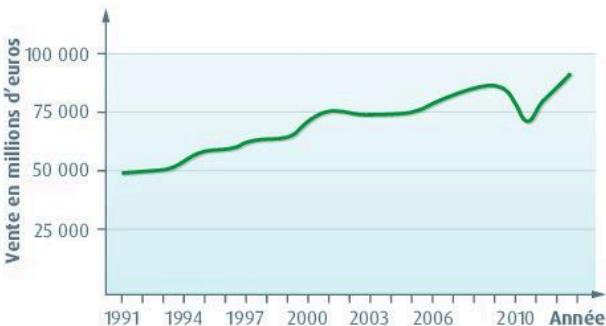
Patrick Piro, *La transition énergétique*, Belin (2014).



DOC2 Évolution des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie manufacturière et de la construction en France. Les industries sidérurgiques produisent l'acier.



DOC3 Évolution du volume de production de l'industrie sidérurgique en France.



DOC4 Évolution des ventes de l'industrie chimique en France.

QUESTIONS

- Rappelez la définition de l'efficacité énergétique
- Calculez le pourcentage que représente la dépense énergétique liée au chauffage dans un bâtiment ancien et dans un bâtiment neuf basse consommation.
- Calculez, en pourcentage, l'énergie économisée dans un bâtiment neuf basse consommation en comparaison à un bâtiment ancien.
- Présentez quelques solutions pour améliorer l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment, à l'échelle des individus et à l'échelle collective.
- Rédigez un texte argumenté où vous illustrerez la citation présentée dans le **DOC2**. Vous vous appuierez sur les données des **DOCS 2 à 4**.