



9. Le mix énergétique de demain

1. Les énergies qui émettent le plus de CO₂ sont : le charbon, le pétrole, le gaz, la biomasse et les biocarburants (moins que les trois premiers).

2. Les prévisions du GIEC envisagent :

- une même utilisation du charbon (toujours 25 %) ;
- une diminution de 3 % du pétrole (de 30 à 27 %) ;
- une augmentation de 2 % du gaz (de 22 à 24 %) ;
- une même utilisation de la biomasse et des biocarburants (3 %).

L'augmentation dans l'atmosphère de la teneur en gaz à effet de serre, le CO₂, est directement liée au réchauffement climatique. Le GIEC prévoit une diminution minimale de ces rejets par la diminution de 3 % de l'utilisation du pétrole et l'augmentation de 2 % de l'utilisation du gaz. Ces prévisions génèreraient donc une limitation de l'augmentation de la température de la planète.

3. Ce scénario n'envisage pas de manière significative une diminution des rejets de gaz à effet de serre, donc une diminution de la température.

Correction de l'exercice décliné en version initié :

Compétence principalement travaillée : Utiliser une représentation graphique pour étudier des taux d'émission de CO₂

1. Écrire les équations de combustion du carbone, présent dans le charbon, et du méthane, gaz naturel, montrant l'émission de dioxyde de carbone lors de la combustion des combustibles fossiles.

Les équations de combustion sont :

- pour le carbone : $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- pour le méthane : $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$

Ces équations montrent, dans les deux cas, la production de dioxyde de carbone, principal gaz à effet de serre.

2. Expliquer comment la production de CO₂, gaz à effet de serre, agit sur l'augmentation de la température de la planète et justifier en quoi les choix pour 2035 limiteront cette augmentation.

Le CO₂ absorbe les rayonnements infrarouges émis par la surface terrestre, ce qui contribue à l'effet de serre, c'est-à-dire à l'augmentation de la température de la surface terrestre.

Le gaz émet deux fois moins de CO₂, donc utiliser moins de charbon au profit du gaz équivaut à moins d'émission de CO₂ et à une limitation de l'augmentation de la température.

Les choix pour 2035 envisagent une augmentation de la consommation du gaz de 2 %, une diminution du pétrole de 6 % et du charbon de 12 %. Ainsi, il y aurait une diminution globale de production de CO₂ donc une diminution de l'augmentation de la température de la surface terrestre.

10. Des obstacles à la sortie du nucléaire

1. La France a fait le choix du nucléaire dans les années 1970 pour être indépendante énergétiquement à la suite des premiers chocs pétroliers et des tensions au Moyen-Orient qui généraient de fortes fluctuations du prix du pétrole.

2. Les problèmes qu'elle rencontre aujourd'hui sont les suivants :

- les pertes des emplois que la diminution du nucléaire induit. Il faut former les personnes à d'autres emplois.

- le retard technologique dans l'utilisation des énergies renouvelables. La France dépend des pays qui ont pris de l'avance sur ces domaines, technologiquement, et donc financièrement. Elle doit mettre en place des programmes de recherche pour rattraper son retard.

Correction de l'exercice décliné en version initié :

1. Rappeler la raison pour laquelle la France a fait le choix du nucléaire dans les années 1970.

La France a fait le choix du nucléaire dans les années 1970 pour être indépendante énergétiquement à la suite des premiers chocs pétroliers et des tensions au Moyen-Orient qui génèrent de fortes fluctuations du prix du pétrole.

2. Identifier la stratégie développée actuellement par la France en terme de technologies de la filière renouvelable. Pour quelles raisons cette stratégie est-elle adoptée.

Aujourd'hui, sa stratégie principale consiste en l'importation depuis l'étranger. Cela s'explique principalement par des raisons économiques : certains pays ayant une avance importante dans ces domaines, il serait plus cher de développer les outils technologiques en France que de leur acheter du matériel.

3. Donner des risques de cette stratégie non présentés dans le document.

Parmi les problèmes de cette stratégie, on peut citer :

- La dépendance aux pays producteurs : en cas de crise dans ces pays (crise sanitaire, guerre, pénurie, etc.) la France ne pourrait alors plus s'approvisionner.
- Des critères économiques : l'économie à court terme ne compense pas forcément l'absence d'investissement industriel dans ces domaines.
- Des critères écologiques : la France fait partie des pays pour lesquels la réglementation en terme d'écologie est la plus stricte. Certains pays sont beaucoup moins rigoureux, et se fournir chez eux pollue plus que produire en France.

11. L'avenir du charbon dans le mix énergétique mondial

1. L'origine de l'augmentation de la demande de charbon entre 2000 et 2012, largement attribuée à la Chine, pays émergent, est due à son fort développement industriel et à une part très importante de sa production d'électricité par des centrales au charbon car elle est à la fois productrice et consommatrice de charbon. La plupart des autres pays ont également connu une croissance de leur demande, mais beaucoup moins importante.

2. La COP qui se réunit chaque année, fixe des objectifs de réduction de production de gaz à effet de serre et contribue à favoriser le mix énergétique depuis 1992. Les effets de ses accords commencent à être visibles en 2018 où la part du charbon commence à stagner dans tous les pays.

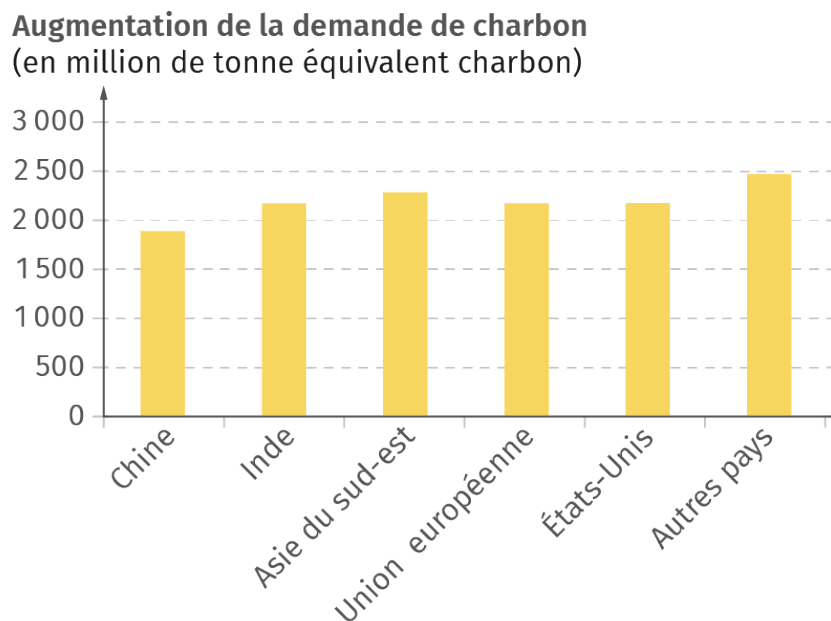
Correction de l'exercice décliné en version expert :

1. Calculer l'augmentation de la demande en charbon pour chaque pays entre 2000 et 2020. Réaliser un histogramme de cette augmentation par pays.

L'augmentation approximative de la demande de charbon pour chaque pays entre 2000 et 2020 est consignée dans le tableau suivant :

Pays	Chine	Inde	Asie Sud-Est	États-Unis	Union européenne	Autres pays
Augmentation de la demande de charbon (en millions de tonnes équivalent charbon)	1 900	2 200	2 300	2 200	2 200	2 500

Soit l'histogramme correspondant :



2. Commenter cet histogramme. Justifier que cette évolution de la demande mondiale de charbon est amenée à changer.

Tous les pays présents sur l'histogramme ont vu leur demande de charbon augmenter entre 2000 et 2020. Cette demande doit être amenée à diminuer puisque le charbon est un grand producteur de CO₂, gaz à effet de serre responsable de l'augmentation de la température terrestre. Afin de prévenir cette augmentation de température, chaque pays doit limiter sa consommation.

12. Une centrale photovoltaïque peu commune

1. Cette centrale flottante prend appui sur une surface liquide et « ne laisse pas de marques dans les sols à long terme ». Elle permet « l'utilisation de bassins d'eau non exploitables » ce qui n'altère pas l'environnement. Elle « ne génère pas de pollution de l'eau », la vie aquatique pourra même s'y établir au fil des années. L'eau refroidit les panneaux et ne provoque pas d'augmentation de température contrairement aux panneaux classiques.

2. L'eau stockée dans les barrages étant retenue pour être ensuite canalisée vers des turbines reliées aux alternateurs produisant l'électricité, elle est doublement utilisée comme support et refroidissement des panneaux. Ceci minimise l'impact sur l'environnement et augmente le rendement de la production. C'est un bon mix énergétique.

Correction de l'exercice décliné en version apprenti :

1. En quoi le principe de production de cette centrale est-il 100 % renouvelable ?

Cette centrale est 100 % renouvelable car elle utilise l'énergie de rayonnement solaire qui est transformée en énergie électrique. Elle repose sur une surface d'eau « qui permet naturellement de refroidir les panneaux et d'améliorer de 5 à 10 % le rendement par rapport à des panneaux solaires classiques ». Si le niveau d'eau subit une évaporation sur les zones hors panneaux flottants, cette eau sera naturellement renouvelée par les précipitations et un niveau constant sera maintenu, permettant un refroidissement naturel.

2. Pourquoi l'installation de ces centrales flottantes sur les retenues d'eau des barrages de centrales hydrauliques permettrait une double source de production d'électricité ?

L'installation de centrales flottantes sur les retenues d'eau de barrage de centrales hydrauliques permettrait une double source de production de l'électricité, car l'eau stockée dans les barrages, retenue pour être ensuite canalisée vers des turbines puis alternateurs serait une source de production de l'énergie électrique, et les panneaux solaires une deuxième. Cette installation est à elle seule un mix énergétique.

13. Programmation pluriannuelle de l'énergie

1. Les mesures de la PPE doivent améliorer nettement la qualité de l'air et réduire les impacts sur le climat de la consommation d'énergie. En effet, elle envisage :

- la baisse de la consommation des énergies les plus carbonées ;
- de substituer aux énergies fossiles des énergies décarbonées.

Ce qui aura pour conséquences la réduction de la production de gaz à effet de serre, dont 70 % résulte de notre consommation d'énergies fossiles (responsable de l'augmentation de la température de surface de la Terre), et le rejet dans l'atmosphère des particules fines.

2. Les principaux moyens de réduction de la consommation à l'échelle individuelle sont :

- ne pas laisser des appareils en fonctionnement s'ils ne sont pas utilisés (ordinateurs, écrans, ampoule, chauffage en cas d'absence) ;
- ne pas utiliser le mode veille des appareils (gros consommateur d'énergie), les éteindre ;
- utiliser des appareils électroménagers de classe A (le plus écologique) ;
- limiter la consommation d'eau chaude (douche plutôt que bain, ne pas laisser couler l'eau inutilement, etc.) ;
- bien isoler les logements pour éviter les pertes énergétiques, été comme hiver ;
- se déplacer en transport en commun ou individuel propre (vélo, véhicule propre).

Correction de l'exercice décliné en version apprenti :

1. Identifier les deux axes principaux d'évolution en terme de politique énergétique de la PPE.

La PPE de janvier 2019 prévoit à la fois la réduction de la consommation d'énergie et la transition vers l'utilisation d'énergie issue de ressources durables.

2. Identifier l'évolution prévue de la consommation d'énergie selon les domaines.

La PPE prévoit la diminution de consommation de charbon et de pétrole, et de gaz dans une moindre mesure. Elle prévoit aussi l'augmentation de la consommation de chaleur renouvelable et la stagnation de la consommation électrique.

14. L'usine à gaz

1. La méthanisation utilise la matière organique pour la faire fermenter dans de grandes cuves afin de produire du méthane. Celui-ci sera utilisé pour produire de l'électricité ou du biocarburant qui permettra le déplacement des machines agricoles. La matière organique qui fermente produit également du digestat utilisé comme engrais. La source d'énergie exploitée dans cette usine est renouvelable, puisque ce sont des déchets recyclés. L'électricité produite peut être utilisée sur l'exploitation agricole ou transmise au réseau électrique : dans les deux cas, une économie est réalisée. Elle permet à l'exploitant de rentabiliser son exploitation et de gagner sa vie. L'environnement est préservé, car l'énergie électrique produite est propre, de même que les engrais réutilisés sur l'exploitation, ou sur d'autres exploitations voisines. Il n'y a pas de pertes énergétiques et financières par transport de l'énergie.

2. Pour compléter ce mix énergétique, des panneaux solaires peuvent être installés sur les toits de l'exploitation, afin de subvenir aux besoins en eau chaude ou de produire un complément d'électricité. L'ajout d'une éolienne à proximité de l'exploitation peut être envisagée si la région est suffisamment venteuse.

15. Préparer le voyage dans l'espace sans polluer

1. Canopée permet de réduire de 30 % la consommation de carburant ainsi que l'émission de CO₂ et de particules fines générant une très forte pollution. Son système hybride de propulsion utilise une source renouvelable l'énergie, le vent, ce qui réduira nettement son impact environnemental.

2. Moins de carburant lié à plus d'énergie renouvelable (vent) implique une diminution des coûts.

Correction de l'exercice décliné en version apprenti :

« Il naviguera à une vitesse moyenne variant entre 14 et 16 nœuds (entre 25 et 29 km/h). Canopée sera équipée de quatre voiles de 363 m² amenant son tirant d'air maximal à 51 mètres. Les économies de carburant permises par le vent sont variables en fonction des conditions météorologiques rencontrées au cours du voyage. Les économies peuvent être très importantes si les vents sont favorables. Pour optimiser l'utilisation du vent et maîtriser les aléas météorologiques, le futur navire sera équipé d'un outil de routage météorologique [qui] permettra de définir la meilleure route maritime. »

D'après « Insolite. Un cargo hybride voile et moteur amarrera dès 2022 dans le port du Havre », *Paris Normandie*.

1. Les « ailes » de Canopée peuvent être assimilées aux voiles d'un voilier classique. Quels intérêts présentent-elles ?

L'intérêt de ces ailes est d'être reliées à un système d'optimisation de leur orientation en fonction des conditions météorologiques et de définition de la meilleure route maritime à suivre. D'où une économie d'énergie considérable, pour le carburant et la manipulation humaine.

2. En quoi le système hybride de Canopée est-il moins polluant qu'un cargo de la marine marchande classique ?

L'utilisation des ailes/voiles limite la consommation de carburant, contrairement à un cargo classique de la marine marchande. De plus, il combine pour ses moteurs deux carburants, le diesel et le gaz naturel, ce dernier étant moins polluant que le premier. D'où la moindre pollution du système hybride de Canopée.

16. Coupole du Reichstag à Berlin

1. Énergie thermique absorbée → Aquifère (réservoir d'eau) → Énergie thermique utile

2. Cet ensemble constitue un mix énergétique, car il utilise l'énergie radiative et thermique du Soleil pour l'éclairage, la production d'électricité (panneaux photovoltaïques), le chauffage et/ou la climatisation (aquifère comme échangeur de chaleur). Cet ensemble serait parfaitement transposable sur d'autres ensembles de bâtiments, publics ou privés. Le problème est le coût initial d'une telle installation, la rentabilité n'étant pas immédiate.

3. Le coût d'une telle installation en 1999 était très important. De plus, la plupart des dispositifs présentés sont expérimentaux et nécessitent un entretien important. Enfin, la coupole du Reichstag est un édifice particulier par son envergure et sa grande verrière, tous les bâtiments n'ont pas la possibilité technique d'installer des dispositifs semblables.

Correction de l'exercice décliné en version initié :

1. Quelles conversions subit l'énergie lumineuse permettant l'autonomie énergétique du Reichstag ?

L'énergie lumineuse du Soleil subit trois types de transformations énergétiques permettant l'autonomie énergétique du Reichstag :

- Énergie lumineuse du Soleil → Miroir → Énergie lumineuse réfléchie vers la salle
- Énergie thermique absorbée du Soleil → Aquifère (réservoir d'eau) → Énergie thermique utile (chauffage ou air froid)
- Énergie lumineuse du Soleil → Cellule photovoltaïque → Énergie électrique

(Chaque terme au centre de la chaîne énergétique doit être écrit dans une « bulle »).

2. Justifier alors le mix énergétique que constitue le fonctionnement du bâtiment du Reichstag.

Cet ensemble constitue un mix énergétique, car il utilise l'énergie radiative et thermique du Soleil pour l'éclairage, le chauffage et/ou la climatisation (aquifère comme échangeur de chaleur), la production d'électricité (panneaux photovoltaïques).