

Chapitre LFE4 « Choix énergétiques et impacts sur les sociétés ».

Sommaire

<i>Document 1. Les constituants du système Terre.....</i>	<i>1</i>
<i>Document 2. Nécessité d'une compréhension globale du système Terre.</i>	<i>1</i>
<i>Document 3. Exemple de transition énergétique dans l'histoire.</i>	<i>1</i>
<i>Document 4. La transition énergétique aujourd'hui.</i>	<i>2</i>
<i>Document 5. Origines des choix énergétiques de la France.</i>	<i>2</i>
<i>Document 6. Loi de transition énergétique pour la croissance verte.....</i>	<i>2</i>
<i>Document 7. La sûreté* et la sécurité** des centrales ne sont pas garanties.</i>	<i>3</i>
<i>Document 8. Certains déchets radioactifs ont une durée de vie très longue.</i>	<i>3</i>
<i>Document 9. La fin programmée du nucléaire.</i>	<i>4</i>
<i>Document 10. Toute production d'énergie présente des dangers.</i>	<i>4</i>
<i>Document 11. Une énergie économiquement très efficace.....</i>	<i>4</i>
<i>Document 12. La filière nucléaire peut encore réduire son impact sur l'environnement.</i>	<i>5</i>
<i>Document 13. Mine d'uranium en Namibie.....</i>	<i>5</i>
<i>Document 14. Minerai d'uranium.</i>	<i>5</i>
<i>Document 15. Minerai d'uranium : réserves et consommation dans le monde.</i>	<i>5</i>
<i>Document 16. Masse de CO₂ produit pour chaque mode de production d'énergie.....</i>	<i>5</i>
<i>Document 17. Coût de production d'1 MWh pour les différentes filières de production d'électricité. 6</i>	
<i>Document 18. Des énergies propres mais intermittentes.</i>	<i>6</i>
<i>Document 19. Le nucléaire en France.....</i>	<i>6</i>
<i>Document 20. L'ère du charbon.</i>	<i>7</i>
<i>Document 21. L'exploitation du pétrole.</i>	<i>7</i>
<i>Document 22. L'avènement du nucléaire.</i>	<i>7</i>
<i>Document 23. Les énergies renouvelables.</i>	<i>8</i>
<i>Document 24. Vers une consommation écoresponsable.....</i>	<i>8</i>
<i>Document 25. La production nette d'électricité en France métropolitaine en 2020.....</i>	<i>9</i>
<i>Document 26. Production d'énergie primaire par énergie.</i>	<i>9</i>
<i>Document 27. Implantation locale d'une centrale de méthanisation.</i>	<i>10</i>
<i>Document 28. Complément sur le méthaniseur.....</i>	<i>10</i>
<i>Document 29. Fonctionnement d'un méthaniseur.....</i>	<i>10</i>
<i>Document 30. Les limites de la revalorisation.</i>	<i>10</i>
<i>Document 31. Principe de fonctionnement des panneaux solaires.</i>	<i>11</i>
<i>Document 32. Fonctionnement d'un panneau photovoltaïque.....</i>	<i>11</i>
<i>Document 33. Points forts et points faibles des panneaux solaires photovoltaïques.</i>	<i>11</i>

Document 1. Les constituants du système Terre.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

La Terre est un système complexe constitué d'un noyau, d'un manteau, d'une lithosphère recouverte en partie d'une hydrosphère (océans, mers, fleuves, etc.) d'une atmosphère et d'une biosphère. Tous ces éléments sont en interaction.

La **biosphère** est composée de l'ensemble des êtres vivants sur Terre. Elle est en interaction étroite avec les océans, l'atmosphère, les sols et les roches. Par exemple, elle échange avec l'atmosphère du dioxyde de carbone et du dioxygène, fournit aux sols des molécules carbonées et y puise les éléments nutritifs dont elle a besoin. Elle a profondément modifié l'atmosphère terrestre il y a 2,5 Ga.



L'**atmosphère** est une enveloppe de gaz de quelques centaines de kilomètres d'épaisseur. Elle permet de maintenir une température moyenne de 15 °C à la surface de la Terre en filtrant une partie du rayonnement solaire (notamment les rayonnements les plus nocifs pour les êtres vivants) et grâce à l'effet de serre. L'atmosphère est constituée d'une multitude de gaz (dont 21 % de dioxygène et 78 % de diazote). Son rôle de régulateur thermique est étroitement lié à sa composition.

La **lithosphère** est l'enveloppe rigide de la surface de la Terre. Elle est en interaction avec l'hydrosphère et l'atmosphère, ce qui participe à l'évolution des paysages.

Les océans recouvrent les deux tiers de la planète. Ils forment l'**hydrosphère**. Ils jouent un rôle conjoint avec l'atmosphère dans la régulation de la température moyenne à la surface de la Terre.

Le noyau et le manteau terrestre sont en interaction avec la lithosphère. La dynamique interne de la Terre est à l'origine de l'activité géologique de la Terre (tectonique des plaques, éruptions volcaniques, séismes).

Document 2. Nécessité d'une compréhension globale du système Terre.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

Jusque dans les années 1970, les scientifiques étudiaient séparément l'histoire de la vie et l'histoire de la Terre. Dans les années 1980, l'analyse des fossiles, des biomarqueurs* et des isotopes stables dans les roches ont mis en évidence des événements accidentels survenant à la fois dans l'histoire de la vie et celle de la Terre. Une science du système Terre (SST) est alors apparue, étudiant les liens entre les évolutions climatiques, les changements de la biodiversité et ceux de la Terre. La SST vise une étude de la Terre dans sa globalité, comme un système réagissant à des perturbations liées les unes aux autres. L'évolution de la taille des calottes glaciaires, de la composition de l'atmosphère, de la montée du niveau des océans, le réchauffement doivent être mises en relation avec l'activité humaine. La SST doit permettre de prévoir les conséquences de cette dernière sur l'évolution de la Terre. L'humanité peut ainsi faire évoluer ses choix, notamment énergétiques, en pleine conscience des impacts du système Terre.

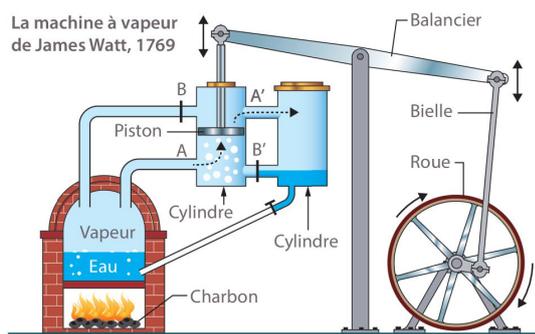
* *biomarqueur* : caractéristique biologique mesurable permettant de détecter la présence de polluants et l'impact de certaines pratiques sur l'environnement.

Document 3. Exemple de transition énergétique dans l'histoire.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

L'humanité a vécu plusieurs transitions énergétiques* qui ont marqué de véritables ruptures dans son histoire.

• L'une des transitions les plus importantes est le passage de l'utilisation du bois à celle du charbon pour fournir l'énergie thermique nécessaire au fonctionnement des machines à vapeur (XVIII^e siècle).



• Une autre transition énergétique marquante s'est produite suite à l'invention de la pile par le scientifique italien Alessandro Volta (1745-1827) et celle de l'alternateur par l'ingénieur serbe Nikola Tesla (1856-1943). Elles ont permis la diffusion de l'usage de l'électricité à grande échelle.

• Ces deux exemples montrent que les transitions énergétiques reposent avant tout sur la créativité scientifique et technologique. L'utilisation du charbon et de l'énergie électrique ont occasionné des changements profonds dans la société du XIX^e siècle. Ces mutations ont été rapides et radicales mais ce n'est pas toujours le cas. Par exemple, l'utilisation du pétrole à la place du charbon dans la deuxième partie du XX^e siècle s'est déroulée de façon lente et progressive.



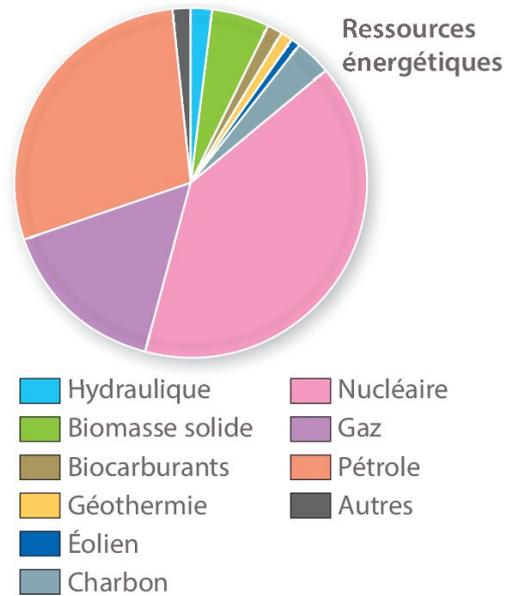
La pile Volta, inventée en 1799.

Document 4. La transition énergétique aujourd'hui.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

Le but de la transition énergétique initiée dans les années 1990 sur les recommandations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est de réduire l'émission de gaz à effet de serre, de sécuriser au maximum les systèmes énergétiques, de protéger la santé des populations, de réduire l'inégalité d'accès à l'énergie et de diminuer les gaspillages énergétiques en augmentant, en particulier, l'efficacité des convertisseurs d'énergie. Pour cela, il semble notamment nécessaire de modifier le mix énergétique* de façon à remplacer les ressources énergétiques* fossile et nucléaire par des ressources renouvelables.

Mix énergétique français en 2017.

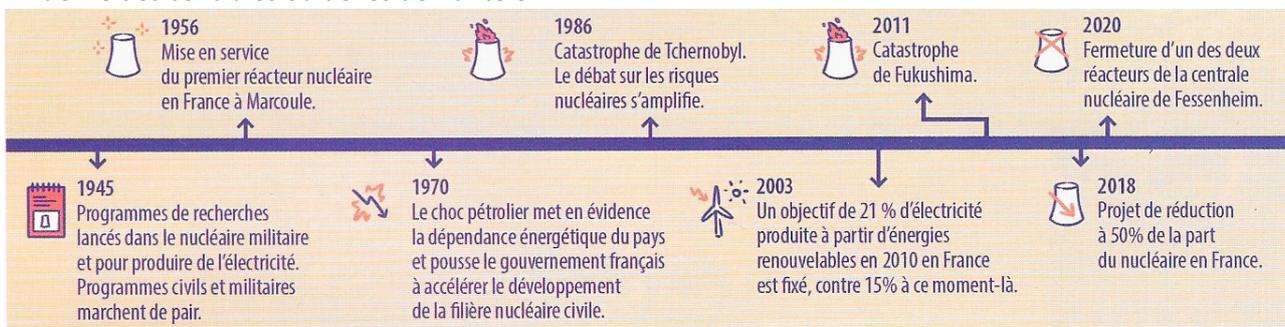


Le nucléaire et la production d'électricité.

Document 5. Origines des choix énergétiques de la France.

D'après Enseignement scientifique terminale Hachette Education 2020

De nos jours, la perspective de la fin de vie des centrales, datant des années 1980, pose la question de l'évolution du mix de production* électrique français, et du choix de prolonger la durée de vie des centrales ou de les démanteler.



Document 6. Loi de transition énergétique pour la croissance verte.

D'après Enseignement scientifique terminale Hachette Education 2020

Promulguée en 2015, elle fixe les objectifs pour les décennies à venir.

« La transition énergétique vise à préparer l'après pétrole et à instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix, à l'épuisement des ressources et aux impératifs de la protection de l'environnement. »

Dans ce cadre, différents scénarios sont étudiés pour faire évoluer le mix de production électrique. Les scénarios retenus visent une part des énergies renouvelables de 85 % en 2050 et 95 % en 2060.

Document 7. La sûreté* et la sécurité** des centrales ne sont pas garanties.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

- Même s'ils ne sont pas fréquents, les accidents nucléaires graves ont un impact non seulement sur la santé des humains mais aussi sur la faune et la flore. Depuis la généralisation du nucléaire civil*, trois accidents majeurs ont marqué l'histoire de l'humanité : Three Mile Island aux USA en 1979, Tchernobyl en Ukraine en 1986 et Fukushima au Japon en 2011. Les retombées de ces accidents sont difficiles à évaluer. Pour Three Mile Island, accident sur lequel on a le plus de recul, on a noté une augmentation de l'activité radioactive ambiante inhabituelle. Dans les deux ans qui ont suivi la catastrophe, 2 à 10 fois plus de cancers du poumon et de leucémies ont été constatés.
- Le vieillissement du parc nucléaire français est une difficulté. La maintenance, la réfection voire le démantèlement deviennent nécessaires pour de nombreuses centrales si l'on veut maintenir un haut niveau de prévention des risques.
- Quant à la sûreté, des associations écologistes ont plusieurs fois réalisé des actions spectaculaires comme les intrusions le 15 juillet 2013 puis le 6 mars 2014 dans la centrale du Tricastin (Drôme). Cela prouve qu'il existe des failles dans les systèmes de protection des installations.

* Sûreté : fiabilisation des installations face à des actes malveillants.

** Sécurité : ensemble des dispositifs mis en place pour faire face aux aléas.

Document 8. Certains déchets radioactifs ont une durée de vie très longue.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

La réaction de fission nucléaire produit des déchets radioactifs. Certains de ces déchets ont des demi-vies courtes à l'échelle humaine et sont stockés dans des piscines en attendant que leur activité décroisse.



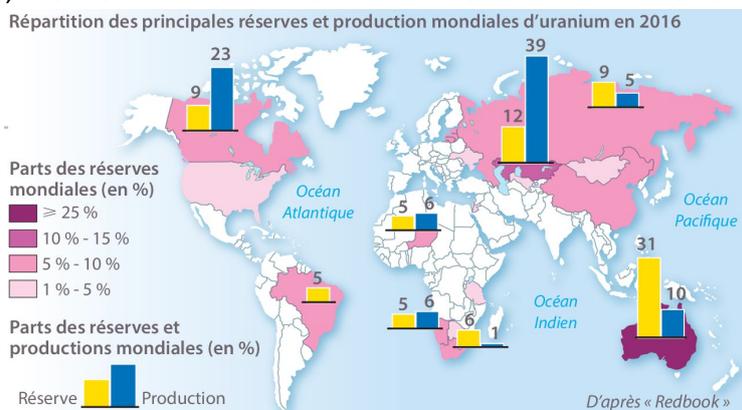
Piscine de stockage à la Hague.

En revanche, d'autres déchets ont des demi-vies pouvant aller jusqu'à plusieurs millions d'années et leur stockage est alors problématique. Ils sont pour l'instant enfouis sous terre, créant une accumulation de déchets toxiques pour des dizaines de générations futures.

Document 9. La fin programmée du nucléaire.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

Actuellement, le nucléaire civil repose sur la fission de l'uranium 235. Or, les ressources en uranium ne sont pas inépuisables. Ainsi, l'extraction de l'uranium devrait permettre une consommation au rythme et au coût actuels sur une durée de 100 ans environ à l'échelle mondiale. La France, quant à elle, a fermé sa dernière mine en 2001 et est donc tributaire de l'importation.

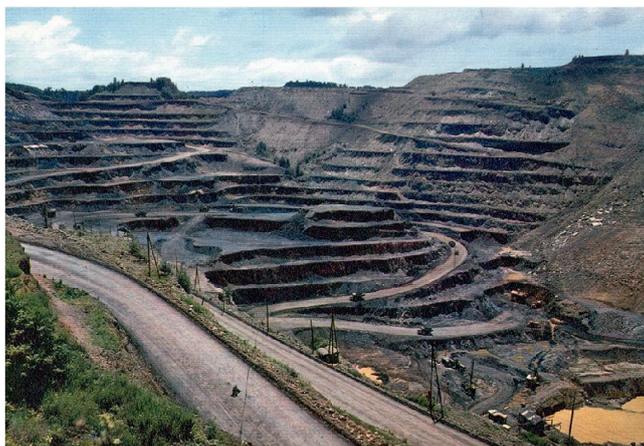


Document 10. Toute production d'énergie présente des dangers.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

Pendant très longtemps, en France, les centrales thermiques étaient alimentées par du charbon. Or, l'extraction du charbon n'est pas sans risque pour la santé. En effet, sur 245 années d'exploitation du charbon en France, on estime à environ 5000 le nombre de morts par accidents et environ 58 000 celui de morts par silicose, maladie pulmonaire causée par l'inhalation de poussière de charbon. Par ailleurs, certains moyens de production d'énergie électrique dite « verte » nécessitent l'utilisation de terres rares. C'est le cas des éoliennes qui utilisent au moins trois éléments appartenant à la famille des terres rares. Or ces éléments présents dans la croûte terrestre dans des quantités faibles sont actuellement extraits par des procédés très polluants.

Mine de charbon à ciel ouvert de la Découverte à Decazeville (Aveyron).



Document 11. Une énergie économiquement très efficace.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

Dans les années 1970, la France se tourne vers le nucléaire dans un souci d'autonomie énergétique. L'uranium est rapidement et facilement transporté des sites d'extraction français vers les centrales où il est utilisé après enrichissement. Aujourd'hui, cet argument n'est plus valide puisque la France n'extrait plus d'uranium depuis 2001. Malgré cela, les centrales nucléaires présentent toujours l'avantage d'une grande adaptabilité aux demandes en énergie électrique : elles peuvent produire beaucoup lorsque la demande est forte malgré une certaine inertie due à la mise en route des réacteurs.

De plus, la nucléarisation a permis une redynamisation de zones rurales qui se dépeuplaient. Aujourd'hui, ces communes sont des bassins d'emploi importants. Ainsi en 2016, lors du débat national sur la transition énergétique, les habitants de Fessenheim ont signé une motion appelant à la prolongation de la durée de vie de la centrale de leur ville.

Document 12. La filière nucléaire peut encore réduire son impact sur l'environnement.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

La filière nucléaire ne produit presque pas de CO₂. La France, le Japon et la Chine continuent d'investir dans la recherche et le développement du nucléaire pour minimiser les impacts sur le climat et l'environnement selon trois directions :

- améliorer la gestion des déchets. Le prix Nobel de physique 2018 a été attribué au physicien français Gérard Mourou et à la physicienne canadienne Donna Strickland pour leurs recherches sur des lasers très puissants qui pourraient améliorer le traitement des déchets nucléaires.
- utiliser des centrales « surgénératrices » qui produisent plus de matériau fissile qu'elles n'en consomment.
- maîtriser la fusion nucléaire. C'est l'objectif du projet ITER qui permettrait de produire une grande quantité d'énergie tout en minimisant les déchets produits.

Document 13. Mine d'uranium en Namibie.

D'après Enseignement scientifique terminale Nathan 2020



Document 14. Minerai d'uranium.

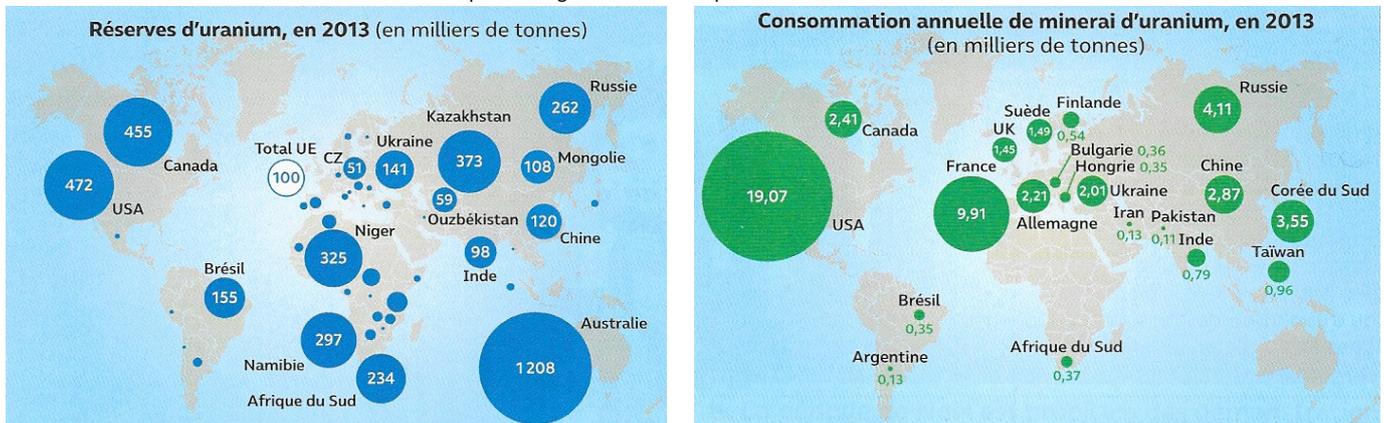
D'après Enseignement scientifique terminale Nathan 2020



En moyenne il faut 100 kg de minerai d'uranium pour produire 1 kg d'uranium enrichi.

Document 15. Minerai d'uranium : réserves et consommation dans le monde.

D'après Enseignement scientifique terminale Nathan 2020



Document 16. Masse de CO₂ produit pour chaque mode de production d'énergie.

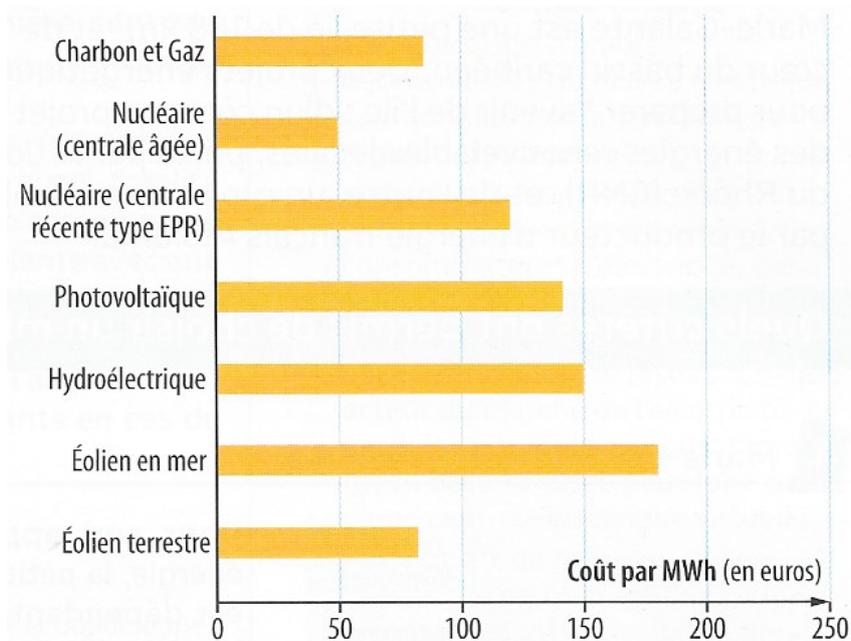
D'après Enseignement scientifique terminale Nathan 2020

Quelle que soit la méthode utilisée, toute production d'énergie électrique entraîne la formation de CO₂. Afin de pouvoir comparer chaque méthode, il est nécessaire de prendre en compte dans ce bilan aussi bien la formation de CO₂ résultant du fonctionnement direct de la centrale électrique, mais aussi de la construction puis du démantèlement de cette centrale.

Type de centrale	Masse de CO ₂ produit par kWh d'énergie électrique libérée
Centrale à charbon	950 g
Centrale éolienne	3 à 22 g
Centrale hydraulique	4 g
Centrale nucléaire	6 g
Centrale solaire photovoltaïque	De 60 à 150 g

Document 17. Coût de production d'1 MWh pour les différentes filières de production d'électricité.

D'après Enseignement scientifique terminale Hachette Education 2020



Source : Cour des Comptes et Syndicat des énergies renouvelables.

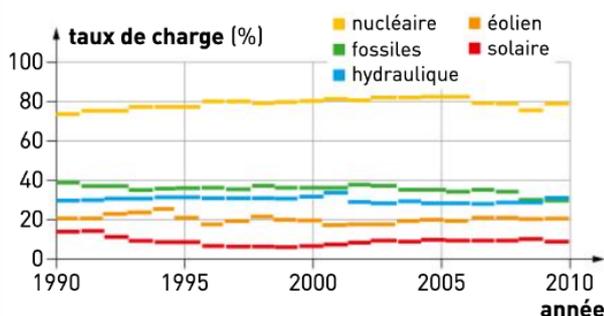
Document 18. Des énergies propres mais intermittentes.

D'après Enseignement scientifique terminale Bordas 2020

Historique des taux de charge.

Source : Eurostat

La production d'électricité par des éoliennes ou des panneaux solaires est intermittente. Elle dépend de la présence de vent ou de soleil. Les spécialistes parlent de taux de charge, c'est-à-dire l'énergie effectivement fournie par rapport au potentiel installé.



Mais il faut aussi regarder la capacité d'une centrale à fournir de l'électricité aux moments des pics de consommation afin d'éviter une défaillance du réseau. A titre d'exemple, on a rarement besoin de l'électricité produite par les éoliennes en pleine nuit et on aurait par contre besoin d'électricité photovoltaïque l'hiver, lors de la pointe de consommation en début de soirée, mais il fait déjà nuit.

Les centrales à gaz ou au charbon peuvent au contraire être démarrées rapidement quand il existe une demande et leur production est très facilement modulable. Mais si les énergies renouvelables sont compensées par des énergies carbonées quand elles ne tournent pas, alors elles deviennent beaucoup moins vertes.

Document 19. Le nucléaire en France.

D'après Enseignement scientifique terminale Magnard 2020

* France : 58 réacteurs nucléaires (19 centrales). Un réacteur d'une puissance de 900 MW produit l'énergie électrique nécessaire à la consommation de 400 000 foyers.

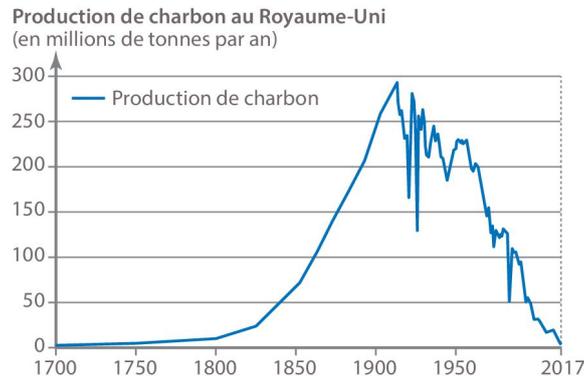
* La filière rassemble 2500 entreprises et emploie près de 220 000 salariés (emplois directs et indirects).

* EDF annonce un prix imbattable de 32 euros du MWh. Mais les opposants au nucléaire reprochent à EDF de ne pas tenir compte du coût du démantèlement des centrales, de la gestion des déchets et du renouvellement du parc actuel.

Document 20. L'ère du charbon.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

- Le développement de la production de coke* à partir de la houille**, par l'artisan forgeron anglais Abraham Darby (1678-1717), et l'invention de la machine à vapeur par l'ingénieur et physicien écossais James Watt (1736-1819) en 1769, conduisent le Royaume-Uni à utiliser de plus en plus le charbon. Ce n'est que le début d'une croissance très importante.



- La France s'est lancée plus lentement dans l'exploitation du charbon, les industriels y étant réticents. Il faut attendre le développement des chemins de fer et de la navigation à vapeur ainsi que la découverte de nouvelles mines, dans le Pas-de-Calais en Lorraine, pour donner à l'utilisation au charbon une véritable impulsion. La production française passe de 12 Mt (millions de tonnes) pour une consommation de 18 Mt en 1835 à 40 Mt pour une consommation de 63 Mt en 1913. La nécessaire importation de charbon n'a donc jamais permis à la France une réelle autonomie énergétique.

* coke : forme de charbon fabriquée à partir de houille et adapté à la production d'énergie.

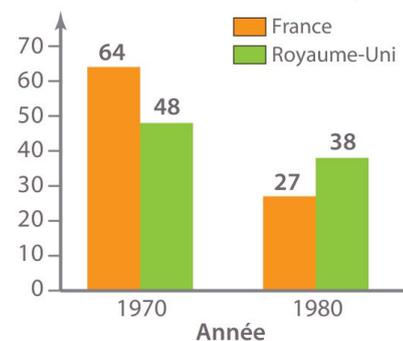
** houille : roche riche en carbone

Document 21. L'exploitation du pétrole.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

- Le pétrole a peu à peu remplacé le charbon lorsque celui-ci est devenu plus rare.
- Le Royaume-Uni a été autosuffisant en pétrole jusqu'en 2005 (importantes ressources dans les colonies, puis exploitation des ressources offshore en mer du Nord).
- La dépendance énergétique de la France devient un problème lors de la première guerre mondiale. Dans les années 1970-1980, un contexte politique tendu entraîne une augmentation brutale du prix du pétrole (chocs pétroliers).

Part du pétrole dans le mix énergétique en France et au Royaume-Uni (en %).



Document 22. L'avènement du nucléaire.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

- En France, dès l'entre-deux guerres, Frédéric et Irène Joliot-Curie travaillent sur la fission nucléaire et ses possibles applications militaires et civiles. Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) est créé en 1945. Jusque dans les années 1970, les programmes de recherche scientifique français vont contribuer à la maîtrise des technologies permettant un développement de la filière nucléaire. En pleine crise pétrolière, cette stratégie va permettre à la France d'augmenter son indépendance énergétique. La France est aujourd'hui le deuxième producteur d'électricité à partir du nucléaire après les Etats-Unis, le premier en production par habitant.
- Le Royaume-Uni, disposant de ressources pétrolières confortables, s'est tourné vers la filière nucléaire seulement dans les années 2000, en même temps qu'il développait les énergies renouvelables.

Document 23. Les énergies renouvelables.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

- Le Royaume-Uni est l'un des pays qui possède le plus grand potentiel éolien d'Europe en onshore (grâce à un climat venteux) et en offshore (grâce à de grandes superficies côtières). Il s'est naturellement tourné vers l'énergie éolienne. Le *London Array*, construit en 2012, est destiné à devenir le plus grand parc éolien du monde. Les courants des marées sont également largement exploités avec un parc d'hydroliennes important.
- La France, qui consacre une grande partie de son budget recherche et développement au nucléaire, a pris du retard en termes d'exploitation d'énergie renouvelable.

Document 24. Vers une consommation écoresponsable.

D'après Enseignement scientifique terminale Hatier 2020

Lors de la COP21 (21^e conférence des parties) qui s'est tenue à Paris en 2015, 195 pays ont signé l'accord de Paris visant à limiter l'augmentation de la température sur Terre à 1,5°C maximum d'ici la fin du XXI^e siècle, c'est-à-dire diminuer de façon drastique les émissions de GES. Comment soutenir un tel défi alors que la demande en énergie ne cesse d'augmenter ? Les solutions sont multiples et passent aussi par une optimisation de l'utilisation des ressources :

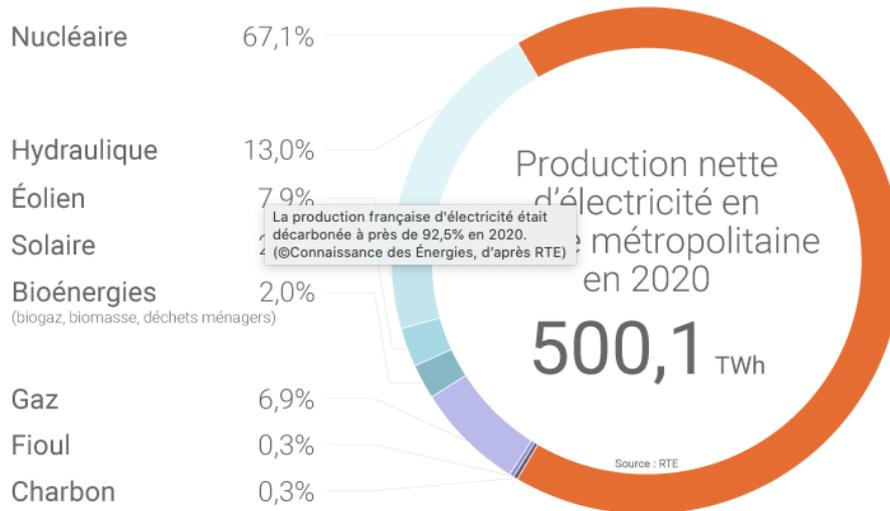
- maîtriser la consommation d'énergie dans les bâtiments en améliorant l'isolation ;
- améliorer le stockage de l'énergie électrique (grâce par exemple, au dihydrogène ou au perfectionnement des batteries) et favoriser le stockage inter-saisonnier ;
- économiser l'énergie utilisée dans les transports en développant l'intermodalité* (utilisation de moyens de transports différents au cours d'un même voyage) ;
- développer des processus qui optimisent la consommation d'énergie dans l'industrie (catalyse* en chimie = augmentation de la vitesse d'une transformation chimique) ;
- améliorer le rendement des convertisseurs d'énergie, notamment de ceux utilisant des ressources renouvelables.

Toutes ces mesures sont encouragées par des politiques volontaristes : défiscalisation et financement de la recherche pour progresser, amélioration des liens Nord-Sud pour que les pays émergent puissent continuer à se développer tout en participant à l'effort écologique, etc. L'urgence de la situation impose de lutter contre l'inertie de certains systèmes (infrastructures énergétiques, réseaux, transports, industries, comportements et habitudes sociales).

Différents modes de transport dans les rues de Montpellier.



Document 25. La production nette d'électricité en France métropolitaine en 2020.

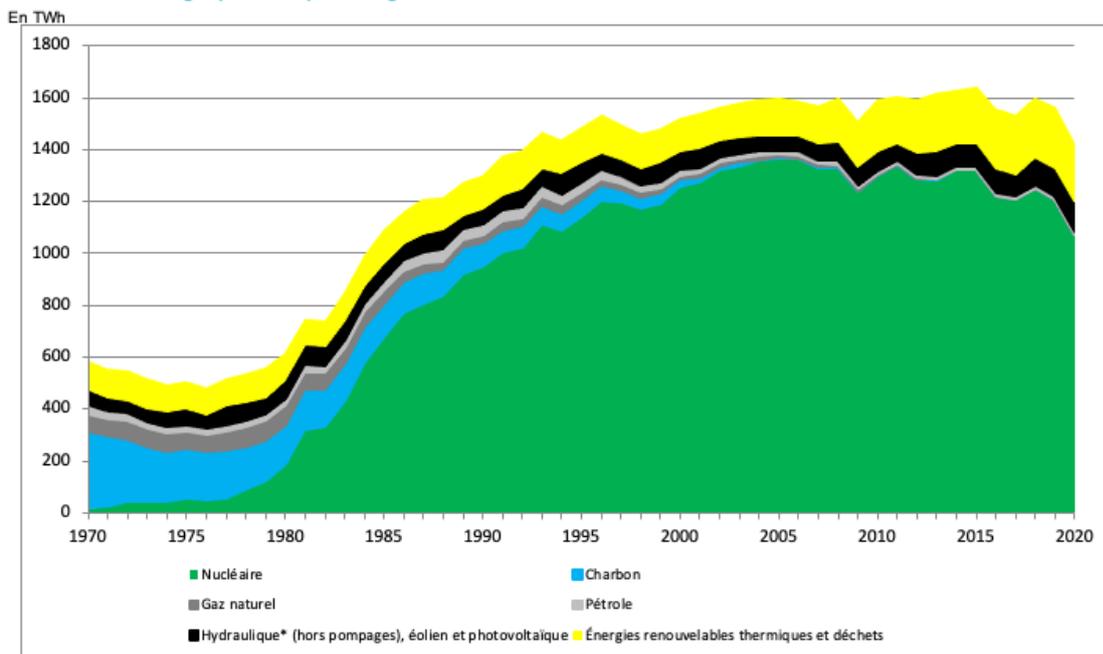


La production française d'électricité était décarbonée à près de 92,5% en 2020. D'après RTE. <https://www.connaissancedesenergies.org>

Document 26. Production d'énergie primaire par énergie.

D'après <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

Production d'énergie primaire par énergie



* Y compris énergies marines

Champ : jusqu'à l'année 2010 incluse, le périmètre géographique est la France métropolitaine. À partir de 2011, il inclut en outre les cinq DOM.

Source : calculs SDES, bilan énergétique de la France

Les énergies renouvelables (EnR) : il s'agit des énergies dérivées de processus naturels en perpétuel renouvellement. Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables, notamment l'énergie générée par le soleil (photovoltaïque ou thermique), le vent (éolienne), l'eau des rivières et des océans (hydraulique, marémotrice...), la biomasse, qu'elle soit solide (bois et déchets d'origine biologique), liquide (biocarburants) ou gazeuse (biogaz), ainsi que la chaleur de la terre (géothermie). Les énergies renouvelables purement électriques comprennent l'hydraulique, l'éolien, l'énergie marémotrice, le solaire photovoltaïque. Les énergies renouvelables thermiques comprennent le bois de chauffage (ramassé ou commercialisé), les résidus de bois et de récoltes incinérés, les déchets urbains et industriels d'origine biologique incinérés, le biogaz, les biocarburants, le solaire thermique, la géothermie valorisée sous forme de chaleur ou d'électricité, le froid direct et les pompes à chaleur.

Travail sur la méthanisation.

Document 27. Implantation locale d'une centrale de méthanisation.

D'après Enseignement scientifique terminale Nathan 2020

L'objectif de cette centrale, située à Combrand (79), est d'obtenir du biogaz (c'est-à-dire du gaz combustible non issu de l'industrie pétrolière) grâce aux matières organiques collectées dans les exploitations environnantes et de l'injecter ensuite directement dans le réseau de gaz naturel.

L'unité permettra de valoriser les effluents d'élevages, fumiers et pailles de leurs exploitations afin de produire chaque année plus de 2,5 millions de mètres-cubes de biométhane, soit l'équivalent de la consommation annuelle de 3 000 foyers.



Document 28. Complément sur le méthaniseur.

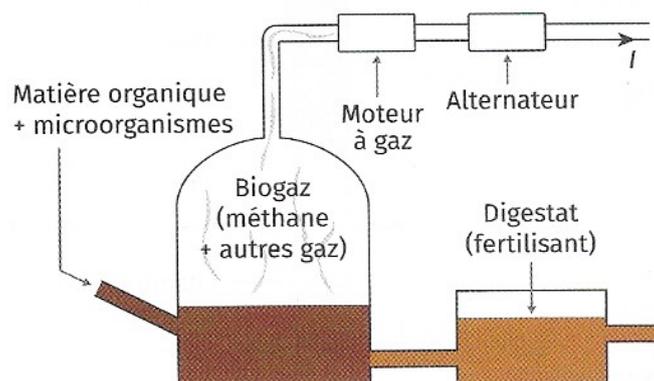
D'après Enseignement scientifique terminale Le Livre Scolaire 2020

Un méthaniseur est un dispositif qui transforme la matière qui fermente en biogaz constitué de méthane (de 50 à 70 %), de CO₂ et de compost appelé « digestat », utilisé comme fertilisant. L'énergie du biogaz peut être convertie :

- En énergie thermique par combustion et ainsi chauffer des circuits d'eau ;
- En énergie électrique en alimentant un moteur couplé à un alternateur ;
- En énergie mécanique par combustion dans un moteur à injection dans un véhicule.

Document 29. Fonctionnement d'un méthaniseur.

D'après Enseignement scientifique terminale Le Livre Scolaire 2020



Document 30. Les limites de la revalorisation.

D'après Enseignement scientifique terminale Le Livre Scolaire 2020

« C'est très couteux en maintenance. C'est une mauvaise surprise », constate Daniel Lamoureux, éleveur de porcs à Rennes. (...)

A eux seuls, fumier ou lisier ne suffisent pas à produire du biogaz. Il faut rajouter de la matière végétale. Les Allemands mettent du maïs, pratique interdite en France pour ne pas concurrencer l'alimentation. Les agriculteurs français rajoutent des déchets organiques : tontes de pelouses, déchets de cantines scolaires ou de l'industrie agroalimentaire. Facile au début, la récupération de ces matières premières l'est moins aujourd'hui.

« Avant, les industriels payaient pour qu'on les débarrasse de ces déchets. Aujourd'hui, ils savent qu'on en fait du courant, alors ils nous le vendent », souligne Francis Claudepierre, éleveur laitier des Vosges.

« Méthanisation : derrière l'espoir, les déboires des agriculteurs », GoodPlanet Mag', 19 février 2015

Travail sur les panneaux solaires.

Document 31. Principe de fonctionnement des panneaux solaires.

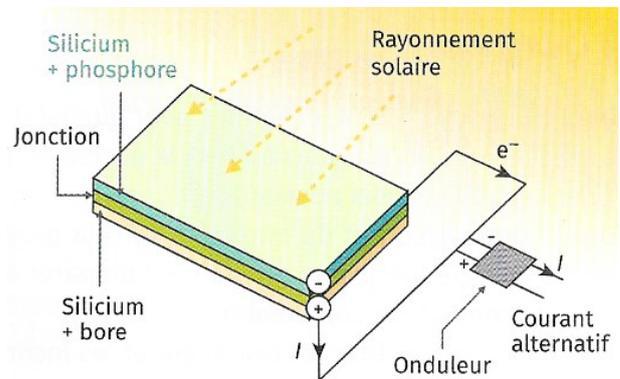
D'après Enseignement scientifique terminale Le Livre Scolaire 2020

Le panneau solaire et un dispositif qui capte l'énergie radiative et la transforme en énergie thermique et/ou électrique. Il existe trois types de panneaux solaires :

- Les panneaux solaires thermiques transforment l'énergie radiative en énergie thermique pour la transfère à un fluide caloporteur qui circule dans un ballon de stockage d'eau sanitaire permettant de la chauffer ;
- Les panneaux solaires photovoltaïques transforment une partie de l'énergie radiative en courant électrique continu, qui est ensuite converti en courant alternatif par un onduleur ;
- Les panneaux solaires hybrides transforment l'énergie radiative en énergie thermique et en énergie électrique selon les deux procédés précédents.

Document 32. Fonctionnement d'un panneau photovoltaïque.

D'après Enseignement scientifique terminale Le Livre Scolaire 2020



Vidéo : fonctionnement des panneaux solaires.

<https://youtu.be/7BUjVyw5LaM>



Ou QR code :

Document 33. Points forts et points faibles des panneaux solaires photovoltaïques.

D'après Enseignement scientifique terminale Le Livre Scolaire 2020

Points forts :

- Source d'énergie inépuisable ;
- Temps de retour énergétique (durée nécessaire pour fournir autant d'énergie que celle utilisée pour la production du dispositif) et des émissions de CO₂ faibles ;
- Peuvent être développées presque partout ;
- Pose sur les bâtiments qui permet un déploiement sans emprise au sol ;
- Secteur générateur d'emplois en France.

Points faibles :

- Coût encore trop élevé, mais qui diminue rapidement et de façon ininterrompue depuis plus de 20 ans ;
- Pollution provoquée par certains procédés mal gérés ;
- Concurrence pour l'utilisation des sols dans le cas des fermes photovoltaïques.

D'après Les avis de l'ADEME : le solaire photovoltaïque, ADEME, avril 2016.