

Comprendre le changement climatique

ENJEUX ÉNERGÉTIQUES

Diapo1

Diapo 2

Diapo 3 :

Explications :

Il s'agit d'une question ouverte pour lancer la discussion et introduire le sujet.

Les défis de l'énergie par rapport au climat : quelle est l'origine du changement climatique ? Comment est utilisée l'énergie ? Comment agir au quotidien ?

Quelques pistes sur les réponses :

- 1- Nous sommes dépendants des énergies fossiles.
- 2- Il ne reste plus beaucoup d'énergie fossile.
- 3- L'impact de l'utilisation de l'énergie sur le climat.

Nous nous questionnons également : Que faisons-nous ensuite ?

Diapo 4 :

Explications : Demandez à vos élèves

Diapo 5 : Liste des ressources :

Français : <https://www.youtube.com/watch?v=BKfufXnupMA>

Espagnol : <https://www.youtube.com/watch?v=NAPAMlpGB-s>

Italien : <https://www.youtube.com/watch?v=wT1hPaBMfO4>

Anglais : https://www.youtube.com/watch?time_continue=8&v=aFpC1vAlgNc&feature=emb_logo

Etc....

Diapo 6

Explications :

L'énergie caractérise le changement d'état d'un système. Nous consommons de l'énergie lorsque nous...

- changeons de vitesse (énergie cinétique)
- chauffons (ou refroidissons) quelque chose (énergie thermique)
- déformons quelque chose (énergie de déformation)
- produisons une réaction chimique (énergie chimique)
- faisons descendre ou monter quelque chose (éventuelle énergie de gravité)
- émettons de la lumière (énergie électromagnétique)

Etc....

Dès que quelque chose change, l'énergie entre en jeu. D'une certaine manière, l'énergie mesure l'ampleur du changement : notre consommation énergétique correspond simplement à la vitesse à laquelle nous transformons notre monde !

Messages clés :

1. L'énergie mesure les transformations du monde
2. La consommation énergétique de l'humanité peut être considérée comme la vitesse à laquelle nous transformons notre planète, qui nous donne de la richesse matérielle, mais ce n'est pas insignifiant, car une transformation trop importante provoque de la pollution.

Diapo 7

Explications :

De nombreuses formes d'énergie existent autour de nous, en voici quelques exemples.

- Un corps qui se déplace a de **l'énergie cinétique**. Par exemple, les rivières ou le vent contiennent plus ou moins d'énergie cinétique en fonction de la force de leur mouvement.
- Le wagon en haut d'une montagne russe a une énergie potentielle qui se manifeste lorsqu'il entre en mouvement et commence sa descente. Il développe ensuite de l'énergie cinétique liée à son mouvement. La somme de l'énergie cinétique et potentielle correspond à **l'énergie mécanique**.
- L'énergie **thermique** est la chaleur
- L'énergie **chimique** est l'énergie contenue dans la matière. L'énergie chimique est très utile pour la vie. Elle est en effet contenue dans le glucose, par exemple, et est utilisée par les cellules pour vivre. L'énergie chimique est également en jeu lorsque la combustion d'énergies fossiles ou de la biomasse est utilisée pour convertir l'énergie chimique de ces matières en chaleur.
- L'énergie **électrique** est l'énergie disponible sous la forme d'un courant d'électrons (électricité). Cette énergie qui arrive dans nos prises électriques est utilisée directement pour produire de la lumière par exemple.

Faites attention à ne pas confondre l'énergie et l'électricité. L'électricité est une forme particulière d'énergie finale.

Pour aller plus loin :

L'énergie primaire est l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles (comme le bois, le gaz, le pétrole, etc.) avant toute transformation.

L'énergie finale est l'énergie consommée et facturée, en tenant compte des pertes pendant la fabrication, le transport et la transformation du pétrole.

Le site Energy Explorers (<http://www.explorateurs-energie.com/>) contient plusieurs sources disponibles pour parler de l'énergie.

Messages clés :

- L'énergie est partout et sous plusieurs formes.
- Elle ne peut être créée ni détruite, nous pouvons seulement la transformer d'une forme à une autre.

Diapo 8 : Demandez à vos élèves.

Diapo 9

Explications :

Pour produire différents types d'énergie, il est possible d'utiliser différentes sources. Certaines sont renouvelables, tel que le vent, le soleil, l'eau ou le bois. L'énergie produite à partir de ces sources (par des éoliennes, des panneaux solaires, des barrages hydrauliques ou la combustion du bois) est appelée énergie renouvelable. Certaines sources ne sont pas renouvelables. C'est le cas de l'uranium qui est nécessaire pour produire l'énergie nucléaire. C'est également le cas des ressources fossiles : gaz, charbon et pétrole, qui permettent de produire des énergies fossiles.

Attention, bien que l'énergie nucléaire fasse partie des énergies non renouvelables, il ne s'agit pas d'une énergie fossile.

Toutes les énergies ne sont pas égales et présentent des avantages et des inconvénients.

Animation : *Demandez aux élèves d'identifier les avantages et les inconvénients*

Diapo 10

Cette vidéo permet à vos élèves de réfléchir sur le sujet.

« Alors qu'il ne suffit que d'un Robert pour démarrer le grille-pain, il en faut 180 pour démarrer une voiture pendant une heure et 43 000 pour démarrer un avion.

Il s'il faut un Robert Förstemanns entier pour démarrer un grille-pain, vous êtes-vous demandé combien de nous faut-il pour faire la même chose ? »

Diapo 11

Explications :

Pour comparer les énergies, nous prendrons l'exemple d'un gâteau qui cuit pendant une heure dans un four électrique.

Avec l'énergie humaine, il faudrait que 10 cyclistes pédalent pendant une heure pour cuire ce gâteau.

Un cycliste à 20 km/h développe une puissance de 100 W. Il faut donc 10 cyclistes pour produire un kilowatt (kW).

Quelles sont les alternatives ?

Pour aller plus loin :

Cette diapositive peut permettre de rappeler aux élèves la différence entre la puissance et l'énergie :

L'énergie se mesure en kWh (kilo-watt-heure). Plus nous avons besoin d'énergie pour faire fonctionner quelque chose, plus nous devons produire de kWh. L'énergie est liée au concept de puissance. Elle est mesurée en kilowatts.

Quelle est la différence entre la puissance et l'énergie ? Imaginons un cycliste. La puissance en kW représente la vitesse du cycliste à un moment donné, tandis que l'énergie en kWh représente la distance parcourue par le cycliste. Utiliser 1 kWh d'énergie revient à utiliser une puissance de 1 kW pendant 1 heure.

Nous passons de la puissance à l'énergie en multipliant la puissance par une durée. Cela semble technique mais les deux concepts sont souvent confondus.

Diapo 12

Explications :

Pour cuire ce gâteau en une heure

Nous aurions pu, au choix, utiliser :

- Par la turbine d'un barrage de 50 m de haut, il faudrait verser 8000 L pour fournir 1 kWh à la prise.
- 50 m² de panneaux solaires (environ un court de tennis) ou une éolienne d'un diamètre de 5 m.

Regardons maintenant les ressources qui auraient été brûlées dans une centrale thermique.

- Avec un bois, il faut brûler une bûche.
- Avec le gaz, 1,4 L de gaz comprimé.
- Avec le charbon, vous devez brûler un petit tas de charbon.
- Avec le pétrole, vous devez brûler l'équivalent d'une bouteille de pétrole.
- Gaz, charbon et pétrole sont appelés combustibles ou énergies fossiles car ils proviennent de la fossilisation d'anciens êtres vivants.

Pour finir, il faut seulement quelques atomes d'uranium pour produire 1 kWh car l'énergie nucléaire est une ressource 1 million de fois plus concentrée que les énergies fossiles.

Diapo 13

Explications :

Vous pouvez vous douter que ces cyclistes ne vont pas pédaler gratuitement pendant une heure ! Au taux horaire minimal (environ 10 € brut par heure), vous devrez les payer 100 €. Mais avec une prise électrique, vous n'avez pas à vous soucier de ça. Pour information, ce kWh à 100 €/10 cyclistes vous coûterait seulement 10 centimes si vous utilisiez votre prise électrique. Ce serait aussi beaucoup moins encombrant !

Avec toute la facilité que cela nous offre, nous comprenons pourquoi l'énergie a pris tant de place dans nos vies. Nous ne nous en rendons pas compte tous les jours, mais c'est ce qui fait la différence entre avant et après la révolution industrielle. Avant, nous utilisions surtout nos muscles, c'est pourquoi nous ne faisons pas grand-chose. Aujourd'hui, avec l'énergie, tout est possible !

Messages clés :

1. L'énergie que nous utilisons quotidiennement est très concentrée par rapport à l'énergie humaine.
2. Les énergies modernes sont 1 000 fois moins chères que l'énergie musculaire.
3. Ce n'est pas l'énergie humaine, nos muscles, qui nous permet notre richesse actuelle, mais d'autres énergies.

Pour aller plus loin :

L'objectif de cette partie est de montrer qu'une énergie abondante et peu chère est l'essence même, sans jeu de mot, de notre société « moderne ». L'objectif de ce tableau est de ressentir un peu les ordres de grandeur auxquels nous ne sommes pas du tout habitués. Par exemple, un français moyen consomme plusieurs milliers de kWh d'électricité par an. La question est de savoir ce qu'un kWh représente déjà. C'est assez pour faire fonctionner une application de x kilowatt pendant 1/x heure. Par exemple : cuire un gâteau pendant 1 heure dans le four ou 1 heure d'aspirateur (1 kW), laisser la télé ou une lampe allumée pendant 10 heures (100 W), utiliser un ordinateur portable pendant 20 heures (50 W), etc.

Pour votre information, le gâteau cuisiné à partager entre 10 personnes ne permettra pas aux cyclistes de récupérer les calories dépensées. Il faut se rappeler que pour toute transformation énergétique, il y a des pertes, particulièrement sous forme de chaleur.

Diapo 14

Toutes ces différentes sources d'énergie ont des avantages et des inconvénients. Vous pouvez en retrouver certains ici mais, bien sûr, il y a d'autres avantages et inconvénients qui ne sont pas listés ici et qui peuvent dépendre de la zone sur la planète où ces sources d'énergie sont utilisées (notamment la biomasse et l'hydraulique).

Explications :

Source d'énergie à faible teneur en carbone

Utiliser ces sources d'énergie émet très peu de CO₂.

- Le vent et le soleil sont des sources d'énergie limitées mais elles ne sont pas faciles à utiliser. Nous pouvons seulement transformer une petite partie de l'énergie primaire en énergie finale et il existe des sources intermittentes, ce qui signifie que l'on ne peut pas toujours avoir de l'énergie quand on le souhaite.

Si ces sources d'énergie sont illimitées, leur utilisation ne l'est pas. En fait, la transformation de l'énergie nécessite des infrastructures pour lesquelles les matières sont limitées.

- La biomasse est une source d'énergie renouvelable, mais il faut du temps pour qu'un arbre pousse, c'est pourquoi il y a une limite à la quantité de biomasse que nous pouvons utiliser à la fois. De plus,

les biomasses (bois, cultures, algues, etc.) ne sont pas seulement utilisées pour produire de l'énergie, nous les utilisons également pour l'alimentation, les vêtements, la construction, et nous devons conserver des forêts ou des terres non utilisées pour protéger la biodiversité.

- L'hydraulique est une source d'énergie utile qui peut être stockée, mais qui ne peut pas être utilisée partout. Les barrages ne peuvent pas être construits partout pour des raisons géologiques et écologiques. Beaucoup des grands barrages ont été construits en chassant les gens de chez eux ou en inondant de grandes zones naturelles. De petits barrages hydrauliques peuvent être une solution, mais ils produisent de petites quantités d'énergie.
- L'uranium est une source d'énergie très concentrée mais son utilisation produit des déchets nucléaires qui restent radioactifs pendant très longtemps. L'uranium est une ressource très spécifique car c'est la seule à émettre très peu de CO₂ et à être non renouvelable avec des stocks limités.

Comme nous le verrons, il n'existe pas d'énergie miracle, la première chose à faire est de réduire notre consommation d'énergie.

Source d'énergie à teneur élevée en carbone

Si le gaz, le charbon et le pétrole sont les principales sources d'énergie utilisées dans le monde, c'est principalement car elles sont faciles à stocker et à transporter et qu'elles ont une densité élevée en énergie. Mais hélas, elles émettent une grande quantité de CO₂ qui provoquent des changements climatiques que nous verrons dans les autres modules.

Diapo 15

- Toutes nos activités quotidiennes (transport, alimentation et chauffage domestique...), l'ensemble de notre mode de vie dépend à plus de 84 % des énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz).

Diapo 16

Explications :

Ce graphique représente la consommation mondiale en énergie.

- l'axe horizontal représente le temps
 - l'axe vertical représente la consommation de différentes sources d'énergie pour l'année sélectionnée. Il s'agit de ressources énergétiques, également appelées « énergie primaire », qui correspondent à ce que l'on retrouve directement dans la nature. L'électricité ou l'essence (qui sont des formes d'énergie utilisées par le consommateur, également appelées « énergie finale ») ne sont pas représentées sur ce graphique car il n'y a pas de dépôts d'électricité ni d'essence dans la nature. Mais on retrouve l'uranium, le vent, le pétrole, etc.
- Puisque le pétrole est la principale ressource d'énergie de la planète, toutes les autres formes d'énergie sont mises en correspondance avec celle-ci (par exemple, on considère que brûler une tonne de charbon revient à brûler 66 tonnes de pétrole). La consommation est donc exprimée en Tonnes d'équivalent pétrole (« tep »), dans ce cas en milliards de tep.

La consommation mondiale en 2012 était d'environ 12 500 Mtoe. Cela équivaut à 2 milliards de cyclistes pédalant 7 jours sur 7, 24 heures sur 24.

Le pétrole à lui seul représente 1/3 de la consommation mondiale d'énergie. Il est principalement utilisé pour le transport.

Le charbon représente 1/4 de la consommation. Il est principalement utilisé pour produire de l'électricité.

Le gaz représente 1/4 de la consommation mondiale. Il est principalement utilisé pour le chauffage et est également utilisé pour produire de l'électricité.

Les énergies fossiles, telles que le pétrole, le gaz et le charbon représentent à elles seules plus de 80 % de l'énergie consommée par l'ensemble de l'humanité.

Le bois, qui a été utilisé pendant très longtemps, représente 7 % de la consommation mondiale. Il est brûlé pour le chauffage.

L'énergie nucléaire, qui est consommée à un taux mondial de 3 %, est utilisée pour produire de l'électricité.

Les énergies renouvelables (géothermie, solaire, vent) sont en plein développement mais représentent seulement 1 % des sources d'énergie consommées dans le monde.

Messages clés :

1. Le monde s'appuie sur les énergies fossiles
2. Chaque ressource est de plus en plus consommée.
3. Pour le moment, aucune énergie n'en a remplacé une autre.

Remarques :

Il s'agit du premier graphique de la présentation. Il est très important d'expliquer à chaque fois les axes, pour que tout le monde vous comprenne bien.

Clarification pour les personnes curieuses

NB : 1 tpe = 11,630 kWh

Avant de commencer, n'hésitez pas à demander à la salle : « Pouvez-vous me rappeler les 3 énergies fossiles ? » Pétrole, charbon et gaz. Puis « Parmi toutes les ressources énergétiques utilisées par l'humanité, en les comptant vraiment toutes comme le bois de chauffage, le brûlage de déchets pour produire de l'énergie, les panneaux solaires, les éoliennes, les barrages hydrauliques, le nucléaire, la géothermie, etc., combien représentent les 3 énergies fossiles en pourcentage ? Tout le monde lève la main. Ceux qui pensent que les énergies fossiles fournissent 100 % de l'énergie de l'humanité, baissez votre main. Ceux qui pensent que les énergies fossiles fournissent plus de 80 % de l'énergie de l'humanité, baissez votre main. Plus de 60 %, baissez votre main. 40 %, baissez votre main. 20 %, baissez votre main. »

1. Le pétrole à lui seul représente 1/3 de la consommation d'énergie de l'humanité. Sa consommation n'a jamais diminué. Il est principalement utilisé pour les voitures et les avions.
2. Il est suivi par le charbon, avec 1/4 de la consommation d'énergie de l'humanité. D'ailleurs, la quantité de charbon consommée en une année correspond à l'épaisseur du trait noir pour cette année (il s'agit d'un graphique empilé). Nous pouvons donc observer que la consommation de charbon n'a jamais diminué depuis... Il est principalement utilisé pour produire de l'électricité.
3. Nous avons ensuite le gaz, pour 1/4 (même principe, la quantité de gaz consommé en une année correspond à l'épaisseur bleu clair de l'année choisie). Sa consommation n'a pas diminué non plus... Il est principalement utilisé pour le chauffage et la production d'électricité.
4. Pétrole, charbon et gaz = 1/3, 1/4 et 1/4, facile à se rappeler non ? Le total est de 83 %. La réponse à la question du début est donc plus de 80 %. L'humanité utilise donc majoritairement des ressources fossiles.
5. Nous avons ensuite le bois, toujours fortement utilisé dans le monde pour le chauffage. Sa consommation semble plus ou moins constante, probablement car il ne serait pas possible de consommer plus de bois sans entraîner la disparition des forêts (cela doit être confirmé, c'est pourquoi vous devez dire « probablement » et utiliser le conditionnel).
6. Puis il y a les barrages, uniquement pour produire de l'électricité.
7. Puis l'énergie nucléaire, également pour produire de l'électricité.
8. Pour finir nous avons toutes les autres énergies renouvelables, respectivement dans l'ordre décroissant d'importance (selon le rapport BP Statistical 2009) :
 - Géothermie

- Brûlage de déchets (eh oui, cela compte dans les énergies renouvelables et représente même 20 % !).
- Bioénergies
- Biogaz
- Solaire thermique
- Vent (10 % du total des énergies renouvelables)
- Photovoltaïque (c'est-à-dire les panneaux solaires. Représente seulement 1 % des énergies renouvelables)
- Énergie marémotrice

Pour résumer, ces 8 sources d'énergies, ensemble, représentent moins de 2 % de la consommation d'énergie de l'humanité en 2011... Tandis que le pétrole représente 1/3 à lui seul ! De plus, il lui a fallu plus de 50 ans pour atteindre cette taille, et il est beaucoup, beaucoup plus pratique que toutes les autres sources d'énergie renouvelable mentionnées. Pensez-vous qu'elles seront capables de le remplacer à court terme ?

2. Depuis la révolution industrielle (autour de 1860), la population a été multipliée par 7, et la consommation d'énergie a été multipliée par quinze. Chaque humain consomme donc en moyenne plus du double d'énergie. De plus, chaque « nouvelle » source d'énergie s'ajoute aux précédentes, sans les remplacer. Par exemple, le pétrole n'a jamais remplacé le charbon, l'énergie nucléaire et les énergies renouvelables n'ont jamais remplacé les énergies fossiles, etc.

À l'exception du nucléaire et du photovoltaïque (panneaux solaires), toutes les sources d'énergie sont connues depuis les temps anciens. Par exemple, le mot « pétrole » vient du latin « Petra Oleum » qui signifie « huile de pierre ». Pour finir, de nouvelles méthodes (telles que le moteur à vapeur ou le moteur à combustion) ont « seulement » été découvertes pour utiliser les sources d'énergie déjà connues depuis les temps anciens. Pas très encourageant pour découvrir une super source d'énergie miracle tout ça...

Ce graphique a été conçu par Avenir Climatique (Julien Marcinkowski) à partir des données du portail The Shift Project Data Portal (<http://www.tsp-data-portal.org/Energy-Production-Statistics.aspx>), qui est une compilation de plusieurs sources connues. La courbe pour le bois a été reproduite à partir de l'analyse Outlook for Energy de 2013 par Exxon Mobil, http://www.exxonmobil.com/Corporate/Files/news_pub_eo2013.pdf, page 48.

Diapo 17

Conclusion du module si vous suivez l'approche "débutant"

Diapo 18

Contenu supplémentaire dans l'approche "avancée" pour comprendre la différence entre l'énergie primaire et finale.

Diapo 19

Explications :

Demandez à vos élèves de vous donner plusieurs exemples d'énergies primaires et finales.

Vous pouvez aussi faire un petit tableau : Matière brute - Énergie primaire - Énergie finale, par exemple : charbon - énergie chimique - électricité.

La même énergie primaire peut être transformée en plusieurs énergies finales très différentes, et l'opposé est également vrai.

Diapo 20

Explications :

Un grille-pain utilise de l'énergie électrique. Mais l'énergie électrique n'est pas réellement une énergie qui peut être stockée dans la nature. Les éclairs sont trop puissants et intermittents pour être maîtrisés et personne ne penserait à utiliser des milliers d'anguilles électriques pour griller son pain. Nous devons donc transformer une source d'énergie primaire en électricité. Nous prenons ici l'exemple du charbon.

Il faut d'abord extraire le charbon. Pour cela, des hommes doivent descendre dans la Terre pour extraire le charbon avec une pioche. C'est le travail de nombreuses personnes dans le monde, pour le charbon et d'autres ressources matérielles que nous utilisons quotidiennement, mais nous avons également des machines.

Puis, la méthode la plus fréquente pour produire de l'énergie est d'utiliser un moteur à vapeur. Lorsque vous avez le charbon, vous le brûlez pour chauffer une certaine quantité d'eau pour produire de la vapeur. En faisant cela, vous transformez l'énergie chimique stockée dans le charbon en énergie thermique transférée dans l'eau.

La vapeur que vous venez de produire passe maintenant dans une turbine. La turbine commence à tourner et produit de l'électricité par une bobine électrique ou des matériaux piézoélectriques. Vous transformez l'énergie mécanique de la turbine en électricité.

À chaque étape de ce procédé, vous pouvez avoir des fuites et des pertes d'énergie. La quantité d'énergie finale que vous utilisez est toujours inférieure à la quantité d'énergie primaire que vous aviez. Cela ne veut pas dire que l'énergie disparaît (elle ne peut pas être détruite), cela signifie seulement qu'elle est perdue.

Lorsque l'on dit « seule une ressource énergétique primaire peut remplacer une autre ressource énergétique primaire », cela signifie que nous ne pouvons pas dire « ok nous arrêtons d'utiliser du charbon et nous utilisons de l'électricité », car nous ne pouvons pas trouver de l'électricité dans la nature, vous devez la transformer à partir de quelque chose. Vous devez donc remplacer le charbon par une matière brute qui correspond au processus industriel actuel ou trouver un nouveau processus industriel pour obtenir l'énergie finale dont vous avez besoin.

Diapo 21

Explications :

Voici le résumé de cette première partie. Si nécessaire / possible, vous pouvez faire un tour de questions / réponses ou demander aux élèves d'écrire leurs questions pour plus tard et de continuer.

Diapo 22

Diapo 23

Version plus longue :

FR <https://www.youtube.com/watch?v=TCIO38TCspk>

EN <https://www.youtube.com/watch?v=JaslvS7oYw4>

ES : <https://www.youtube.com/watch?v=N-DYWTc9iP4>

Diapo 24

Diapo 25

Explications :

1. Le graphique présente les réserves éprouvées des différents énergies fossiles PAR HABITANT par grande zone géographique (prenez les réserves de la zone et divisez-les par le nombre d'habitants). Ce graphique donne des informations géopolitiques importantes telles que :
 - Intérêt du Moyen-Orient
 - Intérêt de la Russie
 - Difficulté pour les Américains à « passer au vert ». Pas facile en effet lorsque vous vivez sur plus d'un quart du charbon de la planète pour moins d'un vingtième de sa population. Insistance de l'Europe pour que le monde « passe au vert ». « S'il vous plaît, ne consommez pas trop... et surtout laissez-nous en un peu ! ».

2. Oui, car l'Europe n'a rien, ou très peu...
3. En 2009, la France importait 91 % de ses ressources d'énergie.

Messages clés :

1. L'Europe est actuellement entièrement dépendante du reste du monde car elle n'a quasiment aucune ressource fossile.
2. Le reste du monde continuera-t-il à partager ses ressources avec nous ?

Clarifications pour les personnes curieuses :

Le graphique a été conçu par Avenir Climatique en prenant les réserves éprouvées du rapport BP Statistical 2010 et en recalculant la population par zone géographique concernée.

Quelques anecdotes amusantes sur les explications :

- Il est très facile pour des pays qui n'ont rien (Europe) de demander à ceux qui ont tout (États-Unis par exemple) de faire un effort, et ce dernier de refuser (non-ratification du protocole de Kyoto par exemple). De plus, un fait important qui n'a pas été mentionné en France : le 21 janvier 2010, la Cour suprême des États-Unis a déplaçonné le financement des campagnes électorales par des entreprises privées (loi en vigueur depuis 1907) malgré l'opposition d'Obama et de 70 % des Américains. De nombreux autres exemples tendent à faire penser que les entreprises font la pluie et le beau temps dans la politique américaine, notamment les entreprises qui exploitent le pétrole et le charbon américains.
- En 2010, la France a accueilli la Russie en grande pompe dans le cadre de l'année France-Russie, ce qui a été l'occasion de vendre des navires de guerre et de négocier des accords gaziers.
- Pour l'Europe, le total des ressources fossiles éprouvées (qui sont les seules déclarées, mais il reste les probables et les possibles) représente 49 tep/habitant, avec une consommation annuelle moyenne de plus de 4 tep/ha. Pour autant ? Nous pouvons espérer que les autres sont des prêteurs, ou plutôt que nous n'avons pas besoin d'eux pour éviter les luttes de pouvoir.
- Au niveau mondial, une moyenne de 108 tpe/hab. et une consommation annuelle de 1,7 tpe/hab. (mais l'ensemble de la planète aspire à consommer au moins autant qu'un Européen).

Diapo 26

Explications :

Sur le premier graphique, les barres grises représentent les découvertes de pétrole classique chaque année. Les barres jaunes montrent des 20 dernières années, aucun grand dépôt n'a été découvert. Les barres noires représentent la production annuelle. Nous vivons donc essentiellement sur les découvertes du passé.

Le deuxième graphique représente ce qu'il se passe lorsqu'une ressource n'est pas renouvelable. Au début nous en consommons beaucoup car c'est facile à produire. Nous consommons de plus en plus car les techniques sont modernisées. Puis, la disponibilité de la ressource rend la production plus difficile et plus lente. Inexorablement, la consommation commence à ralentir, il s'agit du maximum.

Quelle que soit la ressource, il est difficile de prédire la date exacte du maximum de production car ce n'est pas lié uniquement à la disponibilité physique de la ressource. Cela dépend également de nos choix techniques, politiques et économiques !

Messages clés :

1. On découvre de moins en moins de pétrole classique chaque année.
2. La consommation et la production augmentent pourtant tous les ans : nous vivons aujourd'hui sur les découvertes d'hier.
3. Nous consommons de plus en plus d'énergie pour la produire. En 1900, il fallait 1 baril pour produire 100 barils. Aujourd'hui, avec les sables pétroliers nous produisons 3 barils en consommant 1 baril. La production d'énergie est intéressante seulement lorsque l'on récupère plus d'énergie que l'on en consomme pour la produire.

Diapo 27

Explications :

Au début de l'ère du pétrole (milieu du 19^e siècle), il n'était pas rare qu'un puits soit foré et que le pétrole sorte tout seul du sol, en raison de la pression souterraine, comme dans Lucky Luke. Au fur et à mesure que le puits est vidé, la pression diminue et vous devez pomper si vous souhaitez continuer à extraire du pétrole du puits. Pour fonctionner, les pompes consomment du pétrole et il faut également de l'énergie pour construire toute l'infrastructure. En 1930, environ 1 % du pétrole extrait devait être consommé pour fournir l'énergie nécessaire pour l'extraction. Ce type de pétrole (liquide, dans une poche souterraine sur un continent ou en profondeur dans l'océan) est dit « classique ».

Le temps passe et nous ne devons pas arrêter de chercher du pétrole ailleurs. Au contraire du pétrole classique, qui est facile et peu coûteux à extraire, le pétrole offshore, les sables bitumineux ou d'autres formes de pétrole sont dits "pétrole non conventionnel".

Le record de forage sur le continent est de 12 376 m (Exxon, août 2012, en Russie) ! Dans l'océan, 12 289 m sous la surface (c'est ce qu'on appelle le forage par grande profondeur d'eau). Vous vous rendez compte ? En fin de compte, en moyenne aujourd'hui, environ 6 % du pétrole extrait est consommé par extraction. Pour certaines techniques, nous consommons 1 tiers du pétrole produit pour l'extraction !

Nous commençons également à atteindre du pétrole beaucoup moins pur, qui est mélangé à du sable. C'est ce qu'on appelle les « sables bitumineux ». Ici, il n'y a pas plus de conduites ni de pompes, mais des machines de construction qui creusent et chargent des camions. Les sables pétroliers sont ensuite transportés jusqu'à une installation où ils sont mélangés avec de l'eau et bouillis pour séparer le sable du pétrole. L'eau de cuisson contenant le pétrole est ensuite récupérée et le pétrole est séparé de l'eau (ce qui ne peut pas être réalisé à 100 %). Il reste le problème du recyclage de cette eau polluée. Et finalement, nous finissons avec 1/3 de ces barils extraits qui sont consommés par ce lourd processus d'extraction.

Messages clés :

1. Plus nous avançons, plus le pétrole est cher à extraire (en argent mais aussi en énergie).
2. En 1900, il fallait 1 baril pour en extraire 100.
3. Aujourd'hui, de nouvelles techniques non traditionnelles permettent de produire 3 barils en consommant 1.

Pour aller plus loin :

Nos économistes appellent joliment cette fatalité la « théorie des rendements décroissants ». D'ailleurs, pourquoi « plus difficile » signifie « plus cher ». N'hésitez pas à le demander à votre audience. La réponse, à la fin de la diapositive (toujours laisser du suspense ;-) :

Si difficile = cher, c'est parce qu'il faut mobiliser un plus grand nombre d'infrastructures pour une plus petite quantité finalement extraite.

Diapo 28

Le pétrole est partout comme source d'énergie ou comme matière plastique.

Diapo 29

Explications :

Ce graphique est similaire à celui que nous avons vu précédemment sur la consommation d'énergie dans le monde. L'échelle du temps doit cependant être mise en perspective. Si nous rappelons l'histoire de l'humanité moderne (l'invention de l'agriculture il y a 10 000 ans), les énergies fossiles ont toutes les chances d'être juste une parenthèse. Consommation énergétique = vitesse à laquelle le monde se transforme. Transformation si

rapide que nous pouvons voir les différences d'une génération à une autre (les enfants naissent dans un monde différent de celui de leurs parents).

Messages clés :

1. Le pétrole et les énergies fossiles ne seront qu'une courte période de l'histoire humaine.
2. Le futur sans pétrole n'est pas comme le passé sans pétrole.
3. Le futur doit être construit et il y a du travail pour tout le monde dans cette grande aventure.

Diapo 30

Diapo 31

EN : <https://www.youtube.com/watch?v=apODDbgFFPI>

ES::<https://www.youtube.com/watch?v=RRWyly1MCaw>

IT:<https://www.rtve.es/alacarta/videos/noticias-24-horas/uranio-mineral-enriquecido-sirve-para-fabricar-armas-nucleares/2167090/>

FR : https://www.youtube.com/watch?v=V3U_l2LESFw

Diapo 32

Où trouve-t-on l'uranium ? → Carte sur la prochaine diapositive

Diapo 33

Explications :

Les ressources sont inégalement réparties dans le monde. Ici, vous pouvez voir sur le graphique les principaux emplacements des ressources d'uranium.

Le bleu clair représente la consommation et le bleu foncé la production.

Diapo 34, Diapo 35, Diapo 36, Diapo 37, Diapo 38, Diapo 39, Diapo 40, Diapo 41 , Diapo 42