



Cycle(s)	1	2	3	4
	PS MS GS CP CE1 CE2 CM1 CM2 6 ^e 5 ^e 4 ^e 3 ^e			
Physique-chimie				

Une production d'énergie électrique « propre » ?

Déroulé et retours d'expérience des séances

Séance 1

Introduction (durée indicative : 10 minutes)

Lors de l'introduction, il est possible de décrire les différentes formes d'énergie qui sont converties en énergie électrique en France. Pour cela, on présente la production de puissance électrique par filière à l'aide du site de RTE, le réseau de transport d'électricité en France :

<https://www.rte-france.com/eco2mix/la-production-deelectricite-par-filiere>

On explique aux élèves que, sur ce site officiel, les graphiques présentent la puissance délivrée par les différentes filières énergétiques en France à chaque instant. On insiste sur le fait que les données présentées sur ce site sont fiables. L'objectif de la séance est également explicité : l'étude de l'énergie électrique produite en France résultant de conversions de différentes formes d'énergie primaire et leurs liens avec l'émission du dioxyde carbone.

Pour cela, les élèves sont invités à remplir le document ci-dessous individuellement ou en groupes.

Cette introduction courte est proposée pour une séance de 50 minutes. Si la séance est plus longue, il est possible de faire participer davantage les élèves dès cette première phase en organisant par exemple un brainstorming sur les formes d'énergie électrique, en leur proposant une activité préliminaire d'appropriation du site du réseau de transport d'électricité (voir [Propositions de différenciation pédagogique et de récapitulatif des notions à retenir](#)) ou en leur rappelant la différence entre puissance et énergie.

Document à remplir en classe par les élèves (durée indicative : 15 minutes)

Production d'énergie électrique en France et émission de dioxyde de carbone

Comme l'indique le site officiel <https://www.rte-france.com/eco2mix/la-production-delectricite-par-filiere>, l'énergie électrique produite en France résulte de la conversion de différentes formes d'énergie primaire :

- énergie nucléaire (nucléaire) ;
- énergie potentielle ou cinétique (hydraulique, éolien) ;
- énergie chimique (fioul, charbon, gaz, bioénergies, c'est-à-dire du biogaz, des biocombustibles et des déchets) ;
- énergie lumineuse (solaire).

1. Indiquer les conversions d'énergie qui s'accompagnent d'une émission de dioxyde de carbone : (cocher la ou les bonnes réponses et demander une aide si nécessaire)

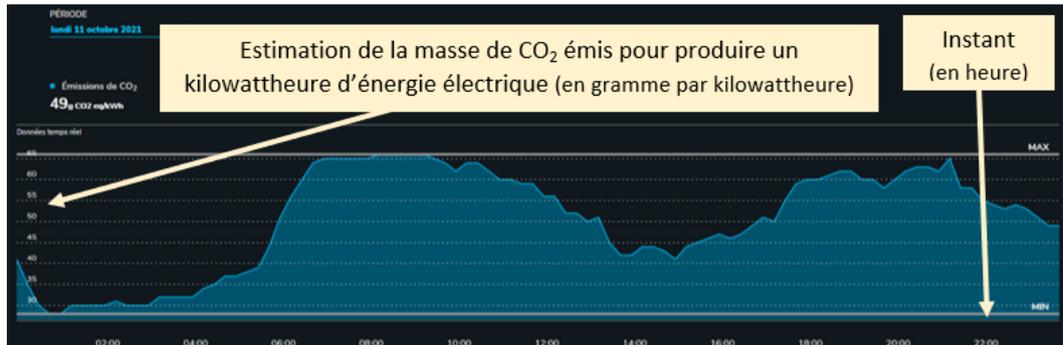
- la conversion de l'énergie nucléaire en énergie électrique dans une centrale thermique nucléaire
- la conversions de l'énergie potentielle ou cinétique de l'eau en énergie électrique dans une centrale hydraulique
- la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique dans une éolienne
- la conversion de l'énergie chimique (fioul, charbon, gaz) en énergie électrique dans une centrale thermique à flamme
- la conversion de l'énergie chimique (bioénergies) en énergie électrique dans une centrale thermique à flamme
- la conversion de l'énergie lumineuse solaire en énergie électrique dans un panneau photovoltaïque

2. Sur le site officiel <https://www.rte-france.com/eco2mix/la-production-delectricite-par-filiere#>, les graphiques suivants sont présentés pour la journée du lundi 11 octobre 2021 :

- le premier graphique, ci-dessous, représente la puissance électrique produite à chaque instant par les centrales hydrauliques en France ;



- le second graphique, ci-dessous, représente une estimation de la masse de dioxyde de carbone émis à la même période pour produire un kilowattheure d'énergie électrique en France.



Dans une centrale hydraulique, lors de la conversion de l'énergie potentielle puis cinétique de l'eau en énergie électrique : **(Cocher la bonne réponse et demander une aide si nécessaire)**

- il y a émission de dioxyde de carbone.
- il n'y a pas d'émission de dioxyde de carbone.
- Je ne sais pas.

En effet : **(cocher la ou les bonnes réponses)**

- plus les centrales hydrauliques produisent d'énergie électrique, plus l'émission de dioxyde de carbone due à la production d'énergie électrique en France est élevée.
- plus les centrales hydrauliques produisent d'énergie électrique, moins l'émission de dioxyde de carbone due à la production d'énergie électrique en France est élevée.
- les graphiques présentés sont faux.
- les graphiques ne nous permettent pas de conclure sur l'émission ou non de dioxyde de carbone.
- il n'y a pas de lien de causalité entre ces deux graphiques.
- Autre explication.

Correction en classe (durée indicative : 20 minutes)

Avant cela, on peut proposer l'exploitation d'un document supplémentaire pour les élèves les plus rapides ou bien des aides pour les élèves en difficulté, notamment pour les élèves confondant encore puissance et énergie (voir [Propositions de différenciation pédagogique et de récapitulatif des notions à retenir](#)).

Production d'énergie électrique en France et émission de dioxyde de carbone

1. Indiquer les conversions d'énergie qui s'accompagnent d'une émission de dioxyde de carbone : **(cocher la ou les bonnes réponses)**
 - la conversion de l'énergie chimique (fioul, charbon, gaz) en énergie électrique dans une centrale thermique à flamme
 - la conversion de l'énergie chimique (bioénergies) en énergie électrique dans une centrale thermique à flamme

La réponse à la première question permet de rappeler aux élèves le fonctionnement des différents types de centrales électriques. Pour cela, il est également possible de mettre à disposition des élèves les vidéos explicatives *Voyage au cœur des énergies* créées par EDF (Électricité de France).

2. **Dans une centrale hydraulique, lors de la conversion de l'énergie potentielle puis cinétique de l'eau en énergie électrique :**

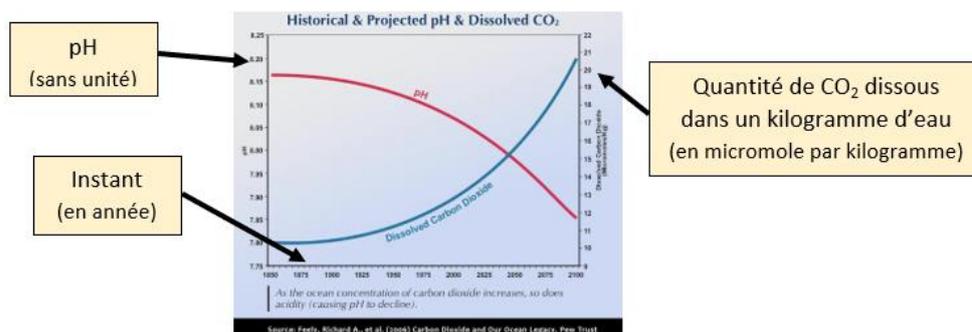
- il n'y a pas d'émission de dioxyde de carbone.

En effet :

- les graphiques ne nous permettent pas de conclure sur l'émission ou non de dioxyde de carbone.
- il n'y a pas de lien de causalité entre ces deux graphiques.

La réponse à la deuxième question permet de bien expliquer aux élèves la différence entre corrélation et causalité : ce n'est pas parce que deux graphiques ont une évolution temporelle similaire (ou opposée) qu'il y a un lien entre les grandeurs représentées sur l'axe des ordonnées de ces deux graphiques. Cela peut être une coïncidence.

Par exemple, il y a bien un lien de causalité entre l'acidification des océans (c'est-à-dire la diminution du pH) et la quantité de dioxyde de carbone dissous dans les océans.



Source : <http://www.icsusa.org/pages/articles/2012-icsusa-articles/june-2012---oceans-absorbing-lots-of-carbon-dioxide-from-fossil-fuels-but-it-comes-with-a-cost.php#.YZd7r9DMK71>

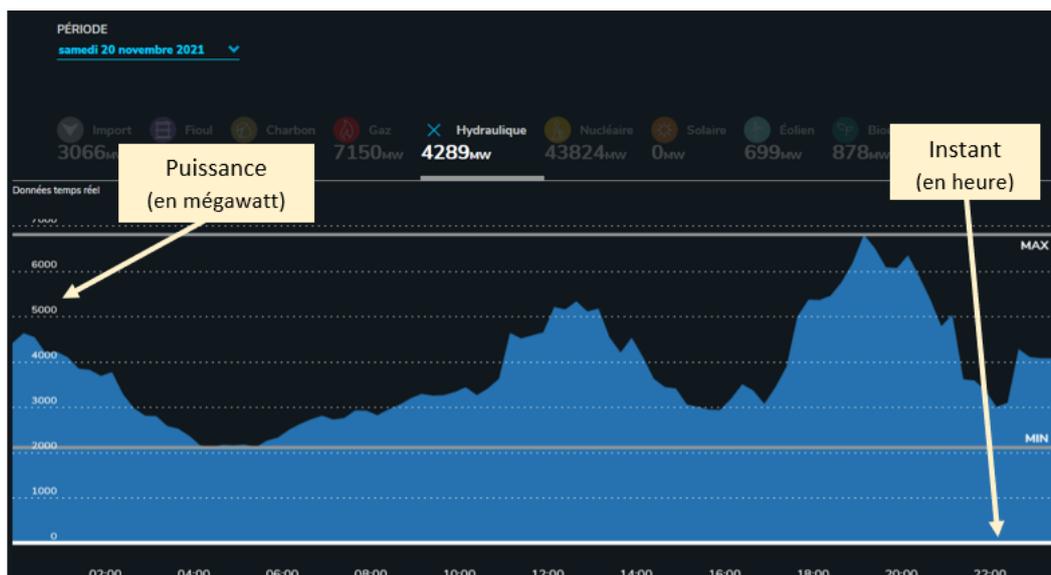
En effet, des scientifiques ont modélisé ce phénomène et il est possible de réaliser une expérience permettant d'expliquer cette causalité : <https://fondation-lamap.org/sequence-d-activites/ocean-et-climat-l-acidification-des-oceans>

Il n'existe pas de lien de causalité entre la conversion de l'énergie potentielle puis cinétique de l'eau en énergie électrique et l'émission de dioxyde de carbone parce qu'il est prouvé que la production d'électricité dans une centrale hydraulique ne produit pas de dioxyde de carbone. Pour illustrer cela, il est possible de présenter aux élèves le calcul effectué par RTE pour estimer la masse de dioxyde de carbone émise à chaque instant afin de produire un kilowattheure d'énergie électrique en France (ce calcul ne prend bien sûr pas en compte la production d'électricité dans les centrales hydrauliques) :

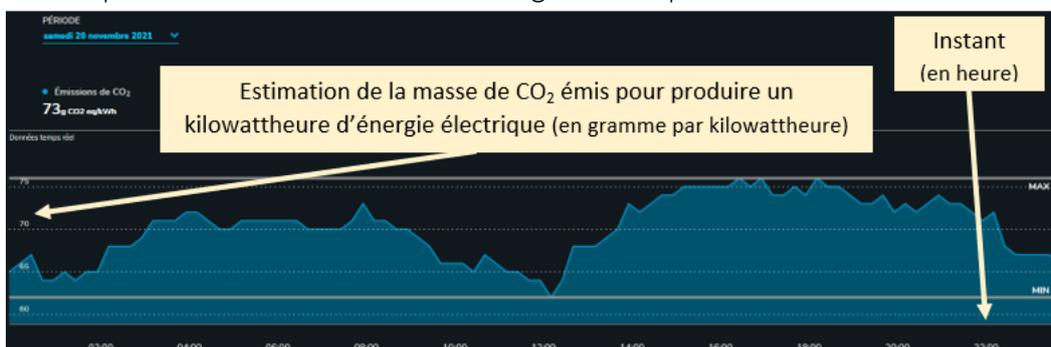
<https://www.rte-france.com/eco2mix/les-emissions-de-co2-par-kwh-produit-en-france>.

Il est également possible d'afficher sur le site <https://www.rte-france.com/eco2mix/la-production-delectricite-par-filiere> les mêmes graphiques que précédemment mais à une date différente (par exemple le samedi 20 novembre 2021) : les évolutions temporelles représentées sur les deux graphiques étaient similaires le 11 octobre 2021 mais, comme cela est présenté ci-dessous, elles étaient différentes le 20 novembre :

- puissance électrique produite à chaque instant par les centrales hydrauliques en France le 20 novembre 2021 :



- estimation de la masse de dioxyde de carbone émis aux mêmes instants pour produire un kilowattheure d'énergie électrique en France :



Ainsi, si une corrélation peut quelquefois être une piste intéressante pour envisager une explication causale, elle n'en constitue jamais une preuve définitive. Il est important de pouvoir invalider une hypothèse causale si l'on dispose de connaissances qui la rendent peu plausible ou de preuves en faveur d'autres hypothèses (pour plus d'informations : <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/cause-et-correlation/>).

En conclusion, on peut distribuer aux élèves un récapitulatif des notions à retenir ou le faire construire par les élèves (voir [Propositions de différenciation pédagogique et de récapitulatif des notions à retenir](#)).

Fin de la séance (durée indicative : 5 minutes)

À la fin de la première séance, on explique aux élèves qu'ils vont maintenant étudier deux informations contradictoires sur la production d'énergie électrique par des éoliennes. Pour cela, ils doivent répondre hors du temps de la classe et avant la prochaine séance aux questions posées dans le document qui suit.

S'il reste du temps, les élèves peuvent répondre dès la fin de cette séance aux questions posées dans ce document.

Entre la séance 1 et la séance 2

Document à remplir hors de la classe par les élèves entre la 1^{re} séance et la 2^e séance

Ce document peut être proposé sous forme numérique.

Production d'énergie électrique dans les éoliennes

De nombreux débats en France ont lieu sur la production d'énergie électrique dans les éoliennes :

- pour promouvoir les éoliennes, l'association *France Énergie Éolienne*, rassemblant plus de 300 professionnels de la filière éolienne en France (qui ont construit plus de 90% des turbines installées sur le territoire français), a réalisé en 2020 une vidéo publicitaire indiquant : « nous apportons de l'électricité propre, sûre, et renouvelable à tous ceux qui en ont besoin ».
- pour refuser l'installation d'éoliennes terrestres, un animateur de télévision a donné en 2021 un entretien filmé au journal *Ouest France*, en expliquant son refus notamment, car « les pales sont faites avec des terres rares de Chine ».

1. Cocher la ou les bonnes réponses après avoir fait des recherches si nécessaires.

- Une source d'énergie renouvelable :
 - a des stocks limités qui ne peuvent pas se renouveler à l'échelle humaine.
 - peut-être exploitée de façon illimitée à l'échelle humaine.
 - peut-être exploitée uniquement dans l'espace.
- Le vent est :
 - une source d'énergie renouvelable.
 - une source d'énergie non renouvelable.
 - n'est pas une source d'énergie.
- Les terres rares, comme le néodyme et le dysprosium, utilisées dans certaines éoliennes :
 - nécessitent de creuser et de charrier plusieurs tonnes de terre pour en extraire de très petites quantités.
 - engendrent une pollution très importante lors de leur extraction et lors de leur purification.
 - sont très peu recyclées à ce jour.

2. Relier les propositions de la colonne de droite avec celles de la colonne de gauche.

Un des messages transmis dans la vidéo de l'association *France Énergie Éolienne* est :

L'énergie électrique produite dans une éolienne n'est pas « propre », car les pales d'une éolienne contiennent des terres rares.

Un des messages transmis dans l'entretien filmé de l'animateur de télévision est :

L'énergie électrique produite dans une éolienne est « propre », car elle est convertie à partir d'une source d'énergie renouvelable.

3. Donner son avis puis l'expliquer en cochant une ou plusieurs cases.

- D'après moi, l'association *France Énergie Éolienne* a raison.
- D'après moi, l'association *France Énergie Éolienne* a tort.
- D'après moi, l'animateur de télévision a raison.
- D'après moi, l'animateur de télévision a tort.
- Je ne sais pas.

En effet :

- Une association agréée par l'État, comme l'association *France Énergie Éolienne*, a forcément raison.
- L'association *France Énergie Éolienne* s'est sûrement appuyée sur l'ensemble des données scientifiques existantes, c'est-à-dire validées par la communauté scientifique, pour donner son avis.
- L'association *France Énergie Éolienne* **ne** s'est sûrement **pas** appuyée sur l'ensemble des données scientifiques existantes, c'est-à-dire validées par la communauté scientifique, pour donner son avis.
- L'animateur de télévision est une personne réputée pour la préservation du patrimoine en France, il a donc raison.
- L'animateur de télévision s'est sûrement appuyé sur l'ensemble des données scientifiques existantes, c'est-à-dire validées par la communauté scientifique, pour donner son avis.
- L'animateur de télévision **ne** s'est sûrement **pas** appuyé sur l'ensemble des données scientifiques existantes, c'est-à-dire validées par la communauté scientifique, pour donner son avis.
- Je ne sais pas.
- Autre réponse :

Séance 2

Introduction de la séance (durée indicative : 5 minutes)

Au début de la deuxième séance, l'objectif de la séance est explicité : étudier deux messages contradictoires sur la production d'énergie électrique dans les éoliennes. Pour cela, on commence par corriger avec les élèves les deux premières questions du document qui était à remplir entre la 1^{re} séance et cette 2^e séance.

Correction en classe des deux premières questions du document rempli par les élèves entre la 1^{re} séance et la 2^e séance (durée indicative : 10 minutes)

Production d'énergie électrique dans les éoliennes

1. Cocher la ou les bonnes réponses.

- a. Une source d'énergie renouvelable :
 - peut être exploitée de façon illimitée à l'échelle humaine.
- b. Le vent est :
 - une source d'énergie renouvelable.
- c. Les terres rares, comme le néodyme et le dysprosium, utilisées dans certaines éoliennes :
 - nécessitent de creuser et de charrier plusieurs tonnes de terre pour en extraire de très petites quantités.
 - engendrent une pollution très importante lors de leur extraction et lors de leur purification.
 - sont très peu recyclées à ce jour.

2. Relier les propositions de la colonne de droite avec celles de la colonne de gauche.

Un des messages transmis dans la vidéo de l'association *France Énergie Éolienne* est :

Un des messages transmis dans l'entretien filmé de l'animateur de télévision est :



L'énergie électrique produite dans une éolienne n'est pas « propre », car les pales d'une éolienne contiennent des terres rares.

L'énergie électrique produite dans une éolienne est « propre », car elle est convertie à partir d'une source d'énergie renouvelable.

Suite de la séance (durée indicative : 5 minutes)

Après avoir corrigé ces deux questions, on réalise un sondage rapide, à main levée ou grâce à un outil numérique (comme par exemple : <https://numeriques.ac-normandie.fr/?Plickers> ou <https://ecogestion-legt.enseigne.ac-lyon.fr/legt/wp-content/uploads/2020/05/Article-Wooclap.pdf>), afin de connaître les avis des élèves concernant la troisième question du document rempli entre la 1^{re} séance et cette 2^e séance : qui a raison à leur avis (l'association *France Énergie Éolienne*, l'animateur de télévision, les deux ou aucun des deux) ?

Pour confirmer ou modifier les réponses données à cette troisième question, on distribue aux élèves le document suivant (l'exploitation de ce document par les élèves peut se faire individuellement ou en groupes).

Document à remplir en classe par les élèves (durée indicative : 20 minutes)

4. Lire les informations ci-dessous, validées par la communauté scientifique, puis répondre à la question posée en cochant une ou plusieurs cases et en justifiant la ou les réponses avec une phrase (demander une aide si nécessaire).

Cycle de vie d'une éolienne

- La fabrication d'éoliennes nécessite des matériaux composites pour la fabrication des pales, des métaux pour le mât et l'armature métallique du béton armé du socle. Or les industries cimentières sont des importants émetteurs de gaz à effet de serre. Toutefois, en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie, l'éolien a un taux d'émission de gaz à effet de serre très faible par rapport au fioul, au gaz ou au charbon par exemple. En effet, même si elles génèrent des nuisances (sonores par exemple), les éoliennes n'émettent pas de gaz à effet de serre lors de leur fonctionnement.
- Lors de la fin de vie des éoliennes, l'acier et le béton (90 % de la masse d'une éolienne terrestre), le cuivre et l'aluminium (moins de 3 % de la masse) sont recyclables. En revanche, les pales, constituées de composite associant résine et fibres de verre ou carbone (6 % de la masse de l'éolienne), sont aujourd'hui beaucoup plus difficiles à recycler. Des travaux de recherche sont conduits pour améliorer leur conception et leur valorisation.

D'après : *Que faire des pales d'éoliennes ?*, publié en 2021 par Mediachimie

(<https://www.mediachimie.org/actualite/que-faire-des-pales-d%E2%80%99%C3%A9oliennes>)

Chiffres clés du climat. France, Europe et Monde, publié en 2020 par le service des données et études statistiques du Ministère de la Transition écologique

(<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0>)

L'éolien en dix questions, publié en 2019 par l'ADEME (<https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/1415-eolien-en-10-questions-l-9791029710780.html>)

Impacts environnementaux de l'éolien français, publié en 2015 par l'ADEME

(<https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/2460-impacts-environnementaux-de-l-eolien-francais.html>)

Terres rares dans les éoliennes

Si les terres rares sont jugées indispensables dans les éoliennes en mer pour réduire les frais de maintenance, elles sont présentes dans uniquement 6 % des éoliennes terrestres.

De plus, même si la puissance installée des éoliennes double, le besoin supplémentaire en terres rares représentera moins de 1 % de la demande annuelle en néodyme et moins de 4 % de celle de dysprosium, ce qui est beaucoup plus faible que ce qui est utilisé pour les smartphones ou les ordinateurs par exemple.

D'après *Terres rares, énergies renouvelables et stockage de l'énergie*, publié en 2020 par l'Agence de la transition énergétique (ADEME) (<https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html>)

D'après les informations ci-dessus, validées par la communauté scientifique :

- L'association *France Énergie Éolienne* a raison : l'énergie électrique produite dans une éolienne est « propre », car elle est convertie à partir d'une source d'énergie renouvelable.
- L'association *France Énergie Éolienne* a tort.
- L'animateur de télévision a raison : l'énergie électrique produite dans une éolienne n'est pas « propre », car une éolienne contient des terres rares.
- L'animateur de télévision a tort.
- Je ne sais pas.

Justifier les réponses.

Correction en classe de la question 4 et conclusion de la séquence (durée indicative : 10 minutes)

La correction s'effectue uniquement lorsque tous les élèves ont répondu à la question 4. Avant cela, on peut proposer des aides pour les élèves en difficulté ou l'exploitation d'un document supplémentaire pour élèves les plus rapides (voir [Propositions de différenciation pédagogique et de récapitulatif des notions à retenir](#)).

4. D'après les documents validés par la communauté scientifique ci-dessus :

- L'association *France Énergie Éolienne* a tort.
- L'animateur de télévision a tort.

Justification des réponses :

Comme il faut prendre en compte l'ensemble des données scientifiques existantes, les réponses aux questions énergétiques sont toujours complexes :

- l'association *France Énergie Éolienne* a tort, car une éolienne produit des gaz à effet de serre durant son cycle de vie ;
- l'animateur de télévision a tort lui aussi, car très peu d'éoliennes terrestres contiennent des terres rares. De plus, ces terres rares ne sont pas utilisées dans les pales des éoliennes.

En conclusion, on peut expliquer aux élèves que le développement des sources d'énergie renouvelables est indispensable pour produire de l'énergie électrique, mais que l'exploitation d'une source d'énergie, quelle qu'elle soit, ne pourra jamais être vraiment « propre ». Il est donc essentiel de limiter au maximum notre consommation énergétique.

Enfin, afin d'avoir un avis éclairé sur ces questions énergétiques, il est nécessaire de développer ses connaissances ainsi que son esprit critique en se méfiant notamment des « raccourcis » médiatiques ou des figures d'autorité, pas forcément compétentes dans le domaine complexe de la problématique énergétique. Attention également à ne pas confondre corrélation et causalité comme cela a été expliqué lors de la première séance.

Remarque :

D'après l'étude d'une plainte examinée en 2020 par le Jury de déontologie publicitaire concernant la vidéo publicitaire de l'association *France Énergie Éolienne* étudiée lors de la 2^e séance (<https://www.idp-pub.org/avis/france-energie-eolienne-internet-plainte-fondee/>), cette association a affirmé s'être appuyée « notamment sur les propos de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) qui utilise régulièrement l'expression « clean energy » pour qualifier les énergies renouvelables, dont l'éolien, ce qui correspond à une terminologie appropriée ». Cependant, le Jury de déontologie publicitaire, qui a étudié cette plainte, a estimé « que la formule « nous apportons de l'électricité propre, sûre et renouvelable » ne contient aucune nuance sur l'emploi du terme « propre », qui est présenté comme un résultat absolu et n'est pas relativisé, alors qu'il n'est pas contesté qu'à ce jour le recyclage des pales n'est pas possible autrement que par une valorisation thermique consistant à brûler les matériaux dans des cimenteries ».

Retours d'expérimentations en classe

Cette activité a été réalisée par des élèves de 3^e de différents établissements scolaires. La deuxième séance de cette séquence a également été testée avec des élèves de 6^e, avec un accompagnement plus conséquent.

Lors de la première séance

Assez peu d'élèves de 3^e ont répondu convenablement à la première question « Indiquer les conversions d'énergie qui s'accompagnent d'une émission de dioxyde de carbone ». En effet, pour certains élèves, l'utilisation des bioénergies, c'est-à-dire du biogaz, des biocombustibles et des déchets, ne s'accompagnait pas d'émission de dioxyde de carbone, car c'est « bio ». De plus, il a été utile de faire le lien entre bioénergies et biomasse pour aider certains élèves. Enfin, pour d'autres élèves, la conversion de l'énergie nucléaire en énergie électrique dans une centrale thermique nucléaire s'accompagnait d'émission de dioxyde de carbone. Pour remédier à ses confusions, il faut rappeler aux élèves qu'une combustion s'accompagne souvent d'une émission de dioxyde de carbone, l'aide la plus utile est présentée dans la proposition de différenciation pédagogique et de récapitulatif des notions à retenir.

Pour répondre à la deuxième question portant sur la confusion entre corrélation et causalité, la lecture des graphiques a posé peu de problèmes. En revanche, choisir les bonnes réponses a été compliqué pour de nombreux élèves, car, si certains collégiens ne se sont pas posés de question et ont choisi la réponse incorrecte « la conversion de l'énergie potentielle ou cinétique de l'eau en énergie électrique dans une centrale hydraulique s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone », d'autres savaient que ce n'était pas le cas. Le terme causalité a également questionné de nombreux élèves.

Les deux premières questions auxquelles il fallait répondre entre la première et la deuxième séance ont été globalement très bien réussies par les élèves de 3^e. Les élèves de 6^e ont eux aussi bien compris ces deux questions portant sur les sources d'énergie renouvelable et sur les éoliennes, même s'ils ont eu besoin d'aide pour comprendre le terme terres rares.

Lors de la séance 2

Après la correction des deux questions précédentes, les sondages rapides ont montré que la réponse choisie par le plus grand nombre d'élèves de 6^e et de 3^e pour répondre à la troisième question a été la réponse incorrecte « l'association *France Énergie Éolienne* et l'animateur de télévision ont tous les deux raison ». Ces réponses étaient peu justifiées dans l'ensemble.

À l'issue de ce sondage et des débats qui ont suivi, le document présentant des informations validées par la communauté scientifique au sujet des éoliennes a été distribué afin de confirmer ou de modifier les réponses données à cette troisième question. Les élèves ont alors été invités à lire attentivement ces informations puis à répondre à nouveau, en justifiant leur réponse, à la question « qui a raison ou qui a tort ? ».

Même si leurs explications n'étaient pas toujours complètes, des élèves ont expliqué que l'étude des documents scientifiques montre que l'animateur de télévision et/ou l'association *France Énergie Éolienne* a/ont tort :

Justifier les réponses.
 si les terres rares sont jugées indispensables dans les éoliennes en mer pour réduire les frais de maintenance elles sont présentes dans uniquement 6% des éoliennes terrestres

Justifier les réponses.
 Les 2 ont tort car il produit de l'énergie non propre et il n'a pas de terre dans les éoliennes

D'autres élèves ont cependant encore indiqué que l'animateur de télévision et/ou l'association *France Énergie Éolienne* a/ont raison :

Justifier les réponses :
 Les 10% utilisés représente quand même une quantité de terre rare et elle est répétitive ~~car~~, cela aura des conséquences comme l'épuisement de ces terres.

Justifier les réponses :
 se pense l'association France Énergie Éolienne a raison car même si elle utilise les terres rares le besoin supplémentaire en terre rare représente moins de 1% de la demande annuelle en néodyme et moins de 4% de celle des dysprosium. ce qui est plus faible que celui pour les smartphones ou les ordinateurs...

Justifier les réponses :

Pour moi, les deux ont raison car le vent est une énergie renouvelable mais
6% des éoliennes sont composées de terres rares.

L'évolution des votes escomptés par l'étude des documents scientifiques n'a alors pas totalement eu lieu lors des expérimentations effectuées, car la diminution du nombre de votes indiquant que l'animateur de télévision a raison, s'est effectuée au profit d'une augmentation du nombre de votes indiquant que l'association *France Énergie Éolienne* a raison. Il est également intéressant de noter que le nombre d'élèves qui semblent ne pas vouloir prendre réellement parti et qui indiquent que les deux ont raison, est resté stable.

Bilan global (au regard des valeurs de la République)

Cette activité a été très appréciée des élèves, car ils ont été ravis de pouvoir prendre une vraie place de citoyen responsable pouvant s'informer, s'exprimer et éventuellement débattre autour d'un thème lié à l'actualité. En effet, même si le thème de l'énergie semblait initialement loin des préoccupations des élèves, cette dimension citoyenne a permis à chacune et chacun de s'ouvrir et de se questionner sur deux pans essentiels pour leur vie future : le traitement de l'information et la « fabrique » de la science.

Cependant, les résultats des expérimentations menées ont montré qu'une seule séquence sur cette thématique ne semblait pas suffisante pour que les élèves soient en mesure de développer un esprit critique suffisant. Cette activité nécessiterait donc d'être reconduite sur un autre thème lié aux programmes de physique-chimie et sous un autre prisme que celui de la méfiance afin de poursuivre cette éducation à l'esprit critique essentielle qui permet des échanges apaisés et éclairés entre citoyens.

Enfin, à la fin de cette séquence, il semble important de revenir sur l'étude des documents scientifiques « Cycle de vie d'une éolienne » et « Terres rares dans les éoliennes » en demandant notamment aux élèves ce que signifie la validation d'une information par la communauté scientifique (des réponses peuvent être données en s'appuyant sur l'échelle de la preuve ou sur l'importance de la démarche scientifique, (voir l'activité « [De l'esprit critique pour tous les thèmes du cycle 4](#) »). Puis, on peut faire rechercher dans les documents fournis lors de la séance 2 les arguments qui permettent d'affirmer, par consensus scientifique, que les deux protagonistes, l'association *France Énergie Éolienne* et l'animateur de télévision, ont tort (en surlignant ces arguments par exemple). On peut ainsi finir la séance en demandant aux élèves de rédiger un paragraphe argumenté en se basant sur les informations relevées précédemment.

Prolongations possibles

- Éducation aux médias et à l'information en sciences : https://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p2_1667807/physique-chimie/-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-et-emi

- Étude du mix énergétique français : <https://www.rte-france.com/eco2mix/la-production-deelectricite-par-filiere>
- Exemples de corrélations sans lien de causalité : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2019/01/02/correlation-ou-causalite-brillez-en-societe-avec-notre-generateur-aleatoire-de-comparaisons-absurdes_5404286_4355770.html
- Étude des terres rares : <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html>
- Impacts du smartphone sur l'environnement, notamment concernant les terres rares présents dans chaque appareil : <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/1860-impacts-du-smartphone-les-9791029713811.html>
- Étude de la plainte étudiée en 2020 par le Jury de Déontologie Publicitaire concernant la vidéo publicitaire de l'association *France Énergie Éolienne* étudiée lors de la deuxième séance : <https://www.jdp-pub.org/avis/france-energie-eolienne-internet-plainte-fondee/>
- Bilan des plaintes étudiées par le Jury de Déontologie Publicitaire concernant des publicités liées à l'environnement : <https://www.arpp.org/actualite/publicite-et-environnement-2019/>
- Étude prospective « Futurs énergétiques 2050 », dans laquelle RTE analyse les évolutions de la consommation énergétique et compare six scénarios de systèmes électriques pouvant garantir une sécurité d'approvisionnement afin que la France dispose d'une électricité bas-carbone en 2050 : <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>
- Vidéo du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) sur l'histoire de la démarche scientifique : <https://www.youtube.com/watch?v=G3aQ74YeQ2c>

Références bibliographiques

- Agence de la transition énergétique (ADEME) (2020), *Terres rares, énergies renouvelables et stockage de l'énergie* : <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/492-terres-rares-energies-renouvelables-et-stockage-d-energies.html>
- ADEME (2023), *L'éolien en dix questions*, mise à jour 2023 : <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/4987-defi-eolien-en-10-questions-le-9791029718670.html>
- ADEME (2015), *Impacts environnementaux de l'éolien français* : <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/2460-impacts-environnementaux-de-l-eolien-francais.html>

- La main à la pâte, *Ne pas confondre cause et corrélation (le recours au protocole expérimental pour isoler la cause)* : <https://cqfd-lamap.org/esprit-critique/competences/cause-et-correlation/>
- Service des données et études statistiques du ministère de la Transition écologique (décembre 2022), *Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde* : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-decembre-2022>
- Le Monde (2019), *Corrélation ou causalité ? Brillez en société avec notre générateur aléatoire de comparaisons absurdes* : https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2019/01/02/correlation-ou-causalite-brillez-en-societe-avec-notre-generateur-aleatoire-de-comparaisons-absurdes_5404286_4355770.html
- Gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE), *éCO₂mix - Toutes les données de l'électricité en temps réel* : <https://www.rte-france.com/eco2mix>