

**MASTER MEEF mention 1er degré  
« Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation »  
Mémoire de 2<sup>ème</sup> année  
Année universitaire 2020 - 2021**

**COMMENT ENSEIGNER L'ENERGIE EN LIEN AVEC UNE  
PROBLEMATIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE EN  
DEBUT DE CYCLE 3**

**Jérémie Desamber**

Directeur du mémoire : David Cross

Assesseur :

Soutenu le ..... 2021

**TITRE :** Comment enseigner l'énergie en lien avec une problématique de développement durable en début de cycle 3

**AUTEUR :** DESAMBER Jérémie

**RESUME :**

Ce mémoire s'intéresse aux stratégies à mettre en place pour enseigner les bases du concept d'énergie en lien avec une problématique de développement durable : le choix des énergies de demain dans le cadre du changement climatique. En effet, la recherche a mis en avant l'enrichissement mutuel que pouvait représenter un enseignement de ces deux thématiques du point de vue des sciences et technologies mais aussi dans le cadre d'une d'éducation aux grands enjeux sociétaux de demain que sont les questions de choix d'énergie. Fort de ce constat, et dans une optique de développer des compétences scientifiques mais aussi transdisciplinaires telles que l'argumentation ou la formation de l'esprit critique, le choix a été fait d'utiliser, dans une séquence d'apprentissage, plusieurs stratégies d'enseignement dont le dispositif pédagogique du débat argumenté, recommandé par de nombreux chercheurs. L'objet de ce mémoire est donc d'estimer la performance d'enseignement d'une séquence construite selon ces stratégies d'enseignement auprès d'élèves de classe de CM1.

**MOTS CLES :** énergie, développement durable, débat argumenté, enseignement, changement climatique, esprit critique, argumentation

## Table des matières

I.	Introduction.....	3
II.	Le cadre théorique .....	4
A.	Les fondements scientifiques de l'éducation au développement durable .....	4
i.	Le développement durable .....	4
ii.	L'éducation au développement durable .....	4
iii.	Le changement climatique : un des objectifs de développement durable de l'ONU .....	6
iv.	Les énergies de demain .....	7
B.	Les fondements scientifiques de l'énergie.....	9
i.	Définition.....	9
ii.	Les principes généraux .....	9
C.	Enseigner l'énergie .....	10
i.	L'énergie dans les programmes.....	11
ii.	L'enseignement de l'énergie du point de vue de la recherche .....	11
iii.	Socioconstructivisme et co-construction des savoirs .....	12
iv.	La démarche d'investigation .....	12
v.	Les conceptions initiales.....	14
vi.	Difficultés d'enseignement de l'énergie.....	15
D.	En lien avec le développement durable .....	15
i.	Eduquer à la complexité.....	16
ii.	Développer l'esprit critique.....	16
iii.	Le débat : un des outils de l'éducation au développement durable.....	17
iv.	Les difficultés et écueils à éviter.....	17
E.	Evaluer son enseignement .....	18
III.	Méthodologie .....	20
A.	Le contexte d'étude.....	20
B.	La séquence d'apprentissage .....	20
C.	Evaluer la performance de la séquence d'apprentissage .....	25
i.	Les conceptions, compétences et connaissances sur l'énergie .....	26
ii.	Les compétences et connaissances sur le changement climatique .....	28
iii.	Les compétences transdisciplinaires .....	29
IV.	Les résultats.....	32
A.	Les notions du concept d'énergie .....	32
i.	Les conceptions sur l'énergie .....	32

ii.	Les connaissances initiales sur l'énergie .....	32
iii.	Evolution.....	33
B.	Les notions relatives au phénomène du changement climatique .....	35
C.	Les compétences transdisciplinaires .....	36
i.	Prendre part à un débat .....	36
ii.	Donner son point de vue sur une question et le justifier.....	37
iii.	Savoir prendre en compte les arguments des autres pour modifier son point de vue .....	37
iv.	S'interroger sur les sources .....	38
v.	S'initier à la complexité des questions de société.....	39
D.	Bilan .....	39
E.	Limites de l'étude .....	39
V.	Conclusion .....	41
VI.	Bibliographie.....	43
VII.	Annexes .....	46
A.	Annexe 1 : séquence d'apprentissage mise en œuvre.....	46
B.	Annexe 2 : Questionnaire initial .....	58
C.	Annexe 3 : Evaluation finale .....	59
D.	Annexe 4 : Corpus de documents consultables en ligne pour la préparation du débat .....	61
E.	Annexe 5 : Données brutes recueillies par le questionnaire initial et final, l'évaluation et l'analyse du débat .....	65

## I. Introduction

J'ai choisi, pour ce mémoire, de traiter le thème de l'énergie en lien avec le développement durable et plus particulièrement le choix des énergies de demain dans une optique de limitation du changement climatique. En effet, le thème de l'énergie représente un défi majeur dans notre société dans le sens où la production d'énergie est la principale cause du changement climatique : d'après le GIEC (2014) l'usage de combustibles fossiles et les procédés industriels ont pu contribuer à hauteur 78% de la hausse des émissions totales de gaz à effet de serre (sur la période 1970-2010), l'influence de l'homme sur le système climatique est donc « clairement établie et, aujourd'hui, les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont les plus élevées jamais observées » (GIEC, 2014, p19).

Meira et González Gaudiano (2016 p. 10 - 11) montrent qu'une éducation au concept d'énergie est indispensable à toute éducation au développement durable et particulièrement celle au changement climatique : « il est difficile de planifier des changements à propos de quelque chose de méconnu ou de ce dont nous n'avons qu'une vision et une expérience partielle, incomplète et déformée » (Meira et González Gaudiano, 2016 p.11). Gibert (2020, p. 3), va en ce sens en expliquant que « l'éducation au changement climatique implique donc l'acquisition de connaissances de base des concepts énergétiques. »

A l'inverse, traiter le thème de l'énergie d'un point de vue environnemental mais aussi économique, social et politique est l'occasion d'initier les élèves au développement durable et donc aux grands enjeux de demain comme le préconise la nouvelle version des programmes de cycle 3 qui encourage à : « renforcer les enseignements relatifs au changement climatique, à la biodiversité et au développement durable » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, p. 1).

Pour Reverdy (2018, p. 21), l'enseignement en sciences et technologies doit combiner, à la fois une formation des futurs scientifiques et un enseignement qui « permette aux élèves d'être des citoyens ayant pleinement conscience des enjeux scientifiques, à travers notamment l'apprentissage des questions socialement vives ».

Fort de ce constat, il apparaît intéressant de se poser les questions suivantes : Comment lier éducation à l'énergie et développement durable dans une séquence d'enseignement de début de cycle 3 ?

Quelles sont les stratégies d'enseignements à adopter pour développer à la fois les compétences et les connaissances liées à l'énergie et à la problématique de développement durable que représente le changement climatique ?

La première partie abordera les aspects théoriques de l'éducation au développement durable et du concept d'énergie. En effet, je pars de l'hypothèse que des connaissances sur le concept d'énergie et sur certains phénomènes liés au changement climatique sont indispensables aux élèves pour aborder les questions de développement durable. De plus, ma séquence d'apprentissage s'appuyant sur la recherche, il me paraît indispensable d'analyser la littérature scientifique, aussi bien dans les domaines de l'enseignement, des apprentissages ou encore des savoirs.

La deuxième partie explicitera les données recueillies et la méthodologie d'analyse utilisée. Enfin, la troisième partie s'attachera à mesurer la progression des élèves après une séquence d'apprentissage construite selon les préconisations de la recherche afin de répondre à ma problématique initiale.

## II. Le cadre théorique

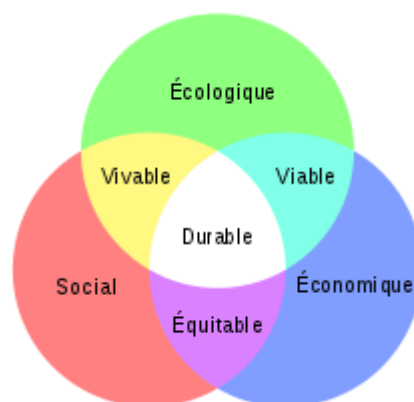
Les fondements scientifiques, aussi bien sur l'énergie, le climat et le développement durable, nous paraissent indispensables à l'enseignement lié à notre problématique de recherche.

### A. Les fondements scientifiques de l'éducation au développement durable

#### i. Le développement durable

Le développement durable est pour la première fois défini par l'Organisation des Nations Unies (ONU) en 1987 comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». (ONU, 1987, p. 40). Depuis lors, notre conception du développement durable n'a cessé de s'enrichir.

La définition la plus simple se présente sous forme de trois sphères interdépendantes les unes des autres : l'économie, l'environnement et la société : pour que le développement soit durable, il faut qu'il soit vivable (relation entre l'environnement et la société), viable (relation entre l'environnement et l'économie) et équitable (relation entre l'économie et la société).



**Figure 1** : les trois sphères du développement durable (fr.wikipedia.org)

Ce modèle, dans le cadre éducatif, permet une première approche de la complexité des systèmes en jeu dans le développement durable. Néanmoins ce modèle est jugé idéaliste pour Mulnet (2014, p. 188) car il suppose l'existence d'une zone d'intersection entre les trois sphères et lui préfère un modèle prenant en compte ces zones d'intersections comme relevant « d'un compromis entre décisions politiques et éthiques ou une sphère engloberait tout cet ensemble : la gouvernance » (Mulnet, 2014, p. 188)

Cette gouvernance dite participative regroupe les Etats, les organisations, les entreprises, les citoyens dans un mode de fonctionnement collectif, qui supprimerait l'intérêt individuel pour favoriser l'intérêt commun.

Le développement durable est souvent relié à la protection de l'environnement mais il regroupe d'autres problématiques plus larges comme la lutte contre la pauvreté et les inégalités.

#### ii. L'éducation au développement durable

L'éducation à l'environnement intègre pour la première fois l'école en France par la circulaire du 29 août 1977. Elle donne des « instructions générales sur l'éducation des élèves en matière d'environnement » et fixe l'objectif de « développer chez l'élève une attitude d'observation, de compréhension et de responsabilité à l'égard de l'environnement » (Circulaire n° 77-300, 1977, p. 1).

La circulaire du 8 juillet 2004 intègre l'éducation à l'environnement dans une perspective de développement durable lui donnant une dimension pédagogique nouvelle qui se concrétise en 2005 en venant adosser cette nouvelle éducation à la constitution. Ainsi, l'éducation au développement durable fait à présent partie des missions de l'école et est inscrite à ce titre dans le code de l'éducation.

En juillet 2013, elle vient s'inscrire dans la loi d'orientation et de refondation de l'école puis en juillet 2019 dans la loi pour une école de la confiance.

Depuis 2019, un nouvel élan est donné pour cette éducation par son inscription dans la continuité de l'Agenda 2030 et de ses objectifs de développement durable de l'ONU, comme l'indique la circulaire du 24 septembre 2020 intitulée « Renforcement de l'éducation au développement durable – Agenda 2030 ». C'est dans ce contexte que les programmes des cycles 1, 2, 3 et 4 ont fait l'objet d'un renforcement des enseignements relatifs au changement climatique, à la biodiversité et au développement durable à la rentrée 2020 (Ministère de l'Éducation nationale, 2021, p. 5).

Pour Lange et Kebaïli (2019, p. 8), l'éducation doit contribuer à une « finalité de transformation sociétale et non seulement d'adaptation ou d'amélioration du fait de l'urgence et de l'importance des défis à relever », il s'agit de former l'élève « à une citoyenneté politique alliant réflexivité et analyse critique du sens des situations » (Lange et Kebaïli, 2019, p. 8). Le système éducatif français va en ce sens en précisant que « le rôle du professeur est d'apprendre aux élèves à développer leur esprit critique. Il convient d'éduquer au choix et non d'enseigner des choix. » (Circulaire N°2007-077, 2007). L'élève doit donc être en mesure de comprendre les débats politiques actuels pour faire un choix éclairé.

Pour De Vecchi (2010), L'éducation au développement durable doit certes faire progresser les élèves dans l'acquisition de certaines compétences ainsi que modifier le comportement vis-à-vis de l'environnement mais surtout de faire que ce comportement soit réfléchi, choisi. Pour cela il doit s'appuyer sur des savoirs, notamment scientifiques.

La finalité de l'éducation au développement durable est donc de sensibiliser et former le futur citoyen, de lui donner les moyens de faire des choix en terme de compétence, de savoir et de culture en intégrant les questions complexes du développement durable à son raisonnement « et en lui permettant de prendre des décisions, d'agir de manière lucide et responsable, tant dans sa vie personnelle que dans la sphère publique » (Ministère de l'Éducation nationale, 2021, p. 8).

La circulaire du 29 mars 2007 précise que « l'éducation au développement durable ne constitue pas une nouvelle discipline mais un champ par lequel toutes les disciplines sont concernées ». L'éducation au développement durable est, de ce fait, caractérisée par la transdisciplinarité : elle mobilise des connaissances variées et les met en relation pour appréhender les problèmes dans leur complexité (Diermer et Marquat, 2014, p. 16). Il s'agit donc de rassembler les savoirs au-delà des disciplines. Néanmoins, les connaissances disciplinaires restent indispensables à cette éducation afin de pouvoir « développer des capacités de réflexion critique ». (Diermer et Marquat, 2014, p. 17). L'éducation au changement climatique nécessite par exemple « l'acquisition de connaissances de base des concepts énergétiques » (Gibert 2020, p. 3).

### iii. Le changement climatique : un des objectifs de développement durable de l'ONU

L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet de maintenir une température moyenne à la surface de la terre d'environ +15°C au lieu d'environ - 19°C ([www.meteofrance.fr](http://www.meteofrance.fr)).

Les deux tiers de l'énergie provenant du soleil sont absorbés par l'atmosphère, les sols et l'océan. Le tiers restant est directement réfléchi vers l'espace par les nuages, les aérosols, l'atmosphère et la surface terrestre.

Une fois l'énergie du soleil absorbée, l'atmosphère et la surface terrestre émettent en retour un rayonnement infrarouge. Les gaz à effet de serre ayant la particularité d'être pratiquement transparents au rayonnement solaire et opaques au rayonnement infrarouge émis par la terre, ils absorbent et réémettent ce rayonnement infrarouge en grande partie vers le sol. L'énergie se retrouve donc piégée dans l'atmosphère. Les gaz à effet de serre dégagés par les activités humaines viennent donc déséquilibrer le bilan énergétique naturel provoquant un accroissement du rayonnement infrarouge qui se traduit par hausse de la température moyenne à la surface de la terre ([www.meteofrance.fr](http://www.meteofrance.fr)).

La prise en considération de changement climatique au niveau international intervient en 1988, avec la formation par l'ONU du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) afin de synthétiser les études scientifiques sur le climat. La reconnaissance de l'implication des activités humaines et de la responsabilité des pays industrialisés dans le réchauffement climatique a lieu en 1992 lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro.

D'après le dernier rapport du GIEC (2014 p. 103), la température moyenne annuelle a augmenté de 0,85 °C depuis 1870 et pourrait atteindre près de 5°C d'ici à 2100 du fait des concentrations croissantes de gaz à effet de serre liées à l'homme.

Le GIEC (2014, p. 6), dans ce même rapport, estime qu'une augmentation de 2°C par rapport à la température de la période préindustrielle est le seuil à ne pas dépasser pour éviter des dérèglements climatiques trop importants.

C'est dans cette optique que la communauté internationale reconnaît, en ratifiant l'accord de Paris sur le climat lors de la COP21 du 12 décembre 2015, la nécessité de maintenir l'augmentation de la température à un niveau en dessous de 2°C. L'objectif étant de contenir « l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5°C par rapport aux niveaux préindustriels » (ONU, 2015, p. 5).

Pour le GIEC (2014, p. 38), cet objectif est possible à condition que les émissions mondiales de gaz à effet de serre soient réduites de 40 à 70 % entre 2010 et 2050.

Les gaz à effet de serre regroupent plusieurs types de gaz, d'après [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu)

- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ;
- Le méthane ;
- Le protoxyde d'azote ;
- Les gaz fluorés ;
- La vapeur d'eau, présente naturellement, responsable de la grande majorité de l'effet de serre naturel, accélère le réchauffement par son effet de rétroaction (l'augmentation des températures entraîne une augmentation de la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère) ([www.meteofrance.fr](http://www.meteofrance.fr)).

Les causes de la hausse des émissions des gaz à effet de serre sont principalement, d'après [ec.europa.eu](http://ec.europa.eu) :

- La production de dioxyde de carbone et du protoxyde d'azote principalement par la combustion des énergies fossiles : charbon, du pétrole et gaz ;



- La déforestation provoquant d'un côté l'arrêt de l'absorption du dioxyde de carbone par les arbres et de l'autre la libération dans l'atmosphère du carbone stocké dans les arbres ;
- L'augmentation de l'élevage, libérant ainsi de grandes quantités de méthane lorsque bovins et ovins digèrent leur nourriture ;
- L'utilisation d'engrais contenant de l'azote qui produisent des émissions de protoxyde d'azote ;
- L'utilisation des gaz fluorés, qui deviennent progressivement interdits dans l'Union européenne.

Une des conséquences du changement climatique est l'élévation du niveau des océans, il est principalement dû à la fonte des glaces terrestres et à la dilatation thermique des océans. D'après le GIEC (2019, p. 9), le niveau de la mer augmenterait de 26 à 77 cm d'ici à 2100 pour un réchauffement planétaire de 1,5 °C.

#### iv. Les énergies de demain

Les processus de transformation de l'énergie fossile sont au cœur des problématiques environnementales car la transformation de la source d'origine fossile en énergie électrique nécessite la combustion de la matière première libérant ainsi le carbone de la source fossile, autrefois piégé, dans l'atmosphère. Ce processus accélère donc le changement climatique comme nous l'avons vu dans la partie précédente.

Fort de ce constat, il devient urgent de se tourner vers des processus de transformation énergétique moins émetteurs en gaz à effet de serre, associés à une réduction de la consommation en énergie : c'est ce que l'on appelle la transition énergétique.

Il s'agit de réduire l'utilisation de ressources non renouvelables – en priorité les énergies fossiles grandes émettrices de gaz à effet de serre - au profit du développement des énergies d'origine renouvelable et d'y associer une réduction de la demande énergétique par l'intermédiaire de changements de mode de vie moins consommateur en énergie ainsi que l'amélioration des performances énergétiques (isolations des bâtiments, nouvelles technologies plus économes, etc...).

Meira et González-Gaudio (2016, p .6) vont plus loin en affirmant qu'une transition énergétique sans « changement fondamental dans la manière de transformer, distribuer et consommer l'énergie » ne suffira pas à « réduire significativement les émissions anthropiques de gaz à effet de serre et de préserver les sources et les puits naturels de carbone ».

Néanmoins, même avec une importante volonté, la question de la transition énergétique n'est pas simple. L'utilisation du nucléaire est, par exemple, largement débattue avec d'un côté une technologie d'origine non renouvelable aux risques importants et à la gestion des déchets coûteuse, risquée et complexe, et de l'autre côté une technologie peu émettrice en gaz à effet de serre fortement intéressante dans l'optique de l'urgence climatique.

Certains aspects des énergies d'origine renouvelable peuvent aussi poser problèmes (figure 2): matière première rare, recyclage difficile des matériaux (panneaux photovoltaïques), risques environnementaux (barrage hydroélectriques), utilisation dépendante de la météo (éoliennes), coût de l'énergie produite, pollution visuelle, etc...

Une des solutions pourrait donc venir de l'utilisation de sources d'origines multiples permettant de tirer les avantages de chaque type de centrale en limitant les inconvénients : c'est ce qui est qualifié de « mix énergétique ».

La question du choix des énergies de demain s'inscrit donc dans des problématiques environnementales, économiques mais aussi sociales, éthiques et politiques « qui en font un

sujet essentiellement complexe » (Meira et González-Gaudio, 2016, p .5), et qui font pleinement entrer cette question dans le concept de développement durable.

Type de centrale	Source	Avantages	Inconvénients	Part de l'électricité produite en France
<i>Centrale à énergie non renouvelable</i>				
<b>Centrale thermique</b>	Pétrole, gaz, charbon	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indépendant de la météo</li> <li>- Production énergétique peut s'adapter aux besoins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rejet de gaz à effet de serre</li> <li>- Ressource épuisable</li> <li>- Ressource importée</li> </ul>	7,9%
<b>Centrale nucléaire</b>	Uranium	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indépendant de la météo</li> <li>- Pas de rejet de gaz à effet de serre</li> <li>- Rendement élevé</li> <li>- Production énergétique peut s'adapter aux besoins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque d'accident nucléaire</li> <li>- Déchets radioactifs</li> <li>- Ressource importée</li> <li>- Ressource épuisable</li> </ul>	70,6%
<i>Centrale à énergie renouvelable</i>				
<b>Centrale éolienne</b>	vent	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de rejet de gaz à effet de serre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuisance sonore et visuelle</li> <li>- Production dépendante de la météo</li> </ul>	6,3%
<b>Centrale hydraulique</b>	eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de rejet de gaz à effet de serre</li> <li>- Indépendant à la météo</li> <li>- Production énergétique s'adapte aux besoins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact l'écosystème</li> <li>- Construction limitée aux endroits favorables</li> </ul>	11,2%
<b>Centrale biomasse</b>	Matière organique d'origine végétale ou animale (sous forme brut, de biogaz ou biocarburant)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emission de gaz à effet de serre réduit</li> <li>- Production énergétique peut s'adapter aux besoins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de pollution atmosphérique,</li> <li>- Risque de surexploitation et déforestation</li> </ul>	1,8%

		- Ressource disponible sans importation		
<b>Centrale photovoltaïque</b>	Rayons solaires	- Pas de rejet de gaz à effet de serre	- Construction et recyclage polluant - Production dépendante de la météo	2,2%

**Figure 2 :** Tableau récapitulatif des différents types de centrale électriques en fonction de leurs avantages, inconvénients et de leur importance dans production d'électricité française (d'après bilan-electrique-2019.rte-france.com).

Les recherches actuelles laissent entrevoir de nouvelles sources d'énergies renouvelables pour demain comme les éoliennes flottantes en mer, les énergies marines, la géothermie profonde, l'hydrogène produit à partir d'énergies renouvelables et les biocarburants avancés.

## B. Les fondements scientifiques de l'énergie

### i. Définition

La définition d'énergie reste encore de nos jours assez débattue : Rankine définit au milieu du 19ème siècle l'énergie comme une grandeur physique qui représente la capacité d'un système à provoquer des changements, modifier un état. (Bächtold et al, 2019, p. 21)

Cette définition, très générale, est la plus employée dans le milieu scientifique mais reste relativement abstraite pour les élèves de primaire.

Pour les documents d'accompagnement (Eduscol, 2016, p. 1) « L'énergie peut être définie comme une grandeur physique qui représente et quantifie la capacité d'un système à fournir du travail ou de la chaleur » Cette définition paraît encore trop abstraite pour un élève de cycle 3. La définition proposée par Bächtold et al (2019, p. 23) paraît plus adaptée : « L'énergie, c'est ce qui permet de mettre en mouvement, de chauffer, d'éclairer ... » en mettant volontairement de côté la question du système définie par Rankine et Thomson auquel elle est associée (Bächtold et al, 2019, p. 23).

### ii. Les principes généraux

Nous nous intéresserons, dans ce mémoire, uniquement aux formes d'énergies utilisées pour les besoins de l'être humain.

L'énergie s'exprime en Joule. Elle dépend d'un système, si le système est isolé, qu'il n'effectue pas d'échange avec le milieu d'extérieur, l'énergie totale est contenue et conservée: c'est le principe de conservation (Eduscol, 2016, p. 2).

L'énergie se transfère d'un système à un autre, il n'est donc jamais question de création ou de disparition d'énergie. Elle peut se transférer d'un système à un autre, en gardant la même forme ou en changeant de forme entre l'entrée et la sortie du système, on parle donc ici de conversion ou de transformation. Par exemple, dans une éolienne, l'énergie cinétique du vent se transforme en énergie électrique dans l'alternateur (Eduscol, 2016, p. 2).

Lors de ce transfert, l'énergie totale est conservée, néanmoins elle se sépare en deux parties distinctes à la sortie du système : une partie se dissipe (dissipation d'énergie) sous forme thermique, elle n'est plus utilisable pour l'homme, l'autre partie est disponible pour l'homme, c'est l'énergie utile (Eduscol, 2016, p. 2).

La chaîne énergétique d'un système représente l'ensemble des transferts d'énergie qui ont lieu dans ce système.

Une centrale de production électrique utilise une ressource d'énergie (renouvelable ou non) : c'est l'entrée de la chaîne. À l'inverse, nous avons besoin d'appareils électriques pour convertir l'énergie électrique en un « autre type d'énergie exploitable : énergie cinétique (lave-linge,...), en énergie lumineuse (lampe,...) ou encore en énergie thermique (four, radiateur, ...) » (Eduscol, 2016, p. 4): c'est la sortie de la chaîne.

### Les formes

Dans un système, l'énergie existe sous différentes formes : électrique, thermique, mécanique (énergie cinétique et potentielles, Eduscol, 2016, p. 1), chimique, nucléaire, lumineuse. L'énergie hydraulique regroupe l'énergie cinétique (liée au déplacement de l'eau) et l'énergie potentielle de pesanteur (chutes d'eau et barrages). Nous avons fait le choix pour cette séquence, de ne pas distinguer ces deux formes et d'utiliser le terme : mouvement de l'eau pour caractériser la ressource et énergie de mouvement pour caractériser la forme d'énergie. De même nous préférons utiliser le terme d'énergie de mouvement en place d'énergie cinétique, comme le préconise le document d'accompagnement des programmes (Eduscol, 2016, p. 5).

### Les sources

Les formes d'énergies proviennent de différentes sources, on parle de ressource d'énergie pour caractériser son origine.

Ces sources peuvent être classées en deux types d'après Eduscol, 2016, p. 3 :

Une source est appelée **renouvelable** lorsqu'elle est inépuisable ou lorsqu'elle se renouvelle à l'échelle d'une vie humaine.

- Le rayonnement solaire : énergie rayonnante
- Le mouvement de l'air (le vent) : énergie cinétique ou mécanique
- Le mouvement de l'eau : énergie mécanique (cinétique et potentielle de pesanteur)
- La matière organique (animale et végétale) : énergie chimique de la biomasse
- La chaleur de la terre : énergie thermique (ou géothermique)

Une source est appelée **non renouvelable** lorsqu'elle s'épuise au fur et à mesure de son utilisation sans être renouvelée à l'échelle humaine.

- Le pétrole, le gaz naturel, le charbon (source fossile) : énergie chimique
- Uranium : énergie nucléaire

Les ressources d'énergie n'ayant subi aucune transformation sont appelées sources d'énergies primaires comme les combustibles fossiles par exemple. L'énergie électrique est une source d'énergie secondaire : elle est transportée du lieu de production au lieu de consommation par les lignes électriques (Eduscol, 2016, p. 4).

## C. Enseigner l'énergie

## i. L'énergie dans les programmes

L'analyse des programmes et de leurs contenus (Ministère de l'Éducation nationale, 2020) nous permettent de définir une progression des apprentissages d'un point de vue de référence que constituent ces programmes pour les enseignants.

L'énergie est abordée, par l'intermédiaire des activités humaines, dès le cycle 1 avec la découverte de son environnement proche puis moins familier permettant de commencer à initier les élèves à une attitude responsable.

Au cycle 2, les élèves observent des phénomènes, des propriétés et des objets en lien avec le courant électrique ou la pile qui permettent de construire les premières conceptions sur l'énergie.

Au cycle 3, le concept d'énergie est clairement enseigné (document 2) avec l'objectif de comprendre certaines notions et propriétés du concept. Sa construction se poursuit de façon progressive jusqu'en terminale.

<b>Attendus de fin de cycle 3</b>	<i>Identifier différentes ressources en énergie et connaître quelques conversions d'énergie</i>
<b>Compétences à développer</b>	Identifier des formes d'énergie et des ressources en énergie. - Les différentes formes d'énergie - Exemples de ressources en énergie utilisées par les êtres humains - Ressources renouvelables et non renouvelables.  Reconnaître les situations où l'énergie est stockée, transformée, utilisée.  La fabrication et le fonctionnement d'un objet technique nécessitent de l'énergie.  Identifier quelques éléments d'une chaîne d'énergie domestique simple.  Identifier quelques-uns des besoins en énergie de l'être humain pour le fonctionnement du corps et pour la vie quotidienne (se chauffer, se déplacer, s'éclairer...)  Identifier quelques dispositifs visant à optimiser la consommation d'énergie.
<b>Préconisations</b>	Le professeur peut privilégier la mise en œuvre de dispositifs expérimentaux analysés sous leurs aspects énergétiques : éolienne, circuit électrique simple, dispositif de freinage, moulin à eau, objet technique...

**Document 2** : Extrait des programmes de cycle 3 (source : Ministère de l'Éducation nationale, 2020, p. 82).

Les notions de sources, formes, besoins sont donc découvertes à partir du CM1 ainsi que les premières transformations d'énergie et les objets techniques permettant de convertir les formes d'énergie. Le phénomène de dissipation et le principe de conservation ne sont pas au programme du cycle 3.

## ii. L'enseignement de l'énergie du point de vue de la recherche

Bächtold et al (2014, p. 6) avance la nécessité d'une progression dans l'enseignement de l'énergie sur l'ensemble de la scolarité de l'élève, il constate aussi l'importance du concept

d'énergie au cycle 3 : les futures apprentissages de cycle 4 comme la propriété de conservation repose sur de nombreux prérequis du cycle 3.

Pour que cet enseignement de l'énergie soit cohérent au cycle 3, il doit intégrer progressivement sources, formes d'énergie et notions de transformation avant d'intégrer plus tard le phénomène de dissipation et le principe de conservation. (Bächtold et al, 2014, p. 8)

L'enrichissement progressif des notions liées au concept d'énergie, du primaire au secondaire qui est proposé vient s'accorder à la progression prescrite par les programmes officiels comme nous l'avons vu précédemment.

### iii. Socioconstructivisme et co-construction des savoirs

L'approche constructiviste, d'après les théories du développement développées par Piaget, prône une construction active par les élèves de leurs connaissances « à partir de leurs intérêts, de leurs compétences et de leurs besoins mais également en prenant en compte leurs croyances et leurs conceptions » (Reverdy, 2018, p. 5).

Piaget met en évidence le mécanisme interne du processus de développement cognitif de l'enfant (Reverdy, 2018, p. 6) :

Le processus d'assimilation : Lorsque de nouvelles connaissances sont apportées par les expériences de l'enfant, ce dernier les assimile à des actions antérieures déjà présentes.

Le processus d'accommodation : Quand la représentation du réel de l'enfant est perturbée par ses expériences, un déséquilibre apparaît. L'enfant essaie alors de le corriger en prenant en compte ses nouvelles interactions avec son environnement : c'est le concept de conflit cognitif. Le caractère social du conflit (appelé désormais conflit socio-cognitif) est ajouté par la suite : l'enfant ne peut pas réaliser seul l'équilibre cognitif, il a besoin d'interactions.

Wygotski ajoute l'importance de l'environnement social de l'enfant dans son développement.

Le conflit cognitif, dans le cadre des sciences et technologies, permet de mettre en jeu les conceptions lorsque « survient un phénomène observé ou rapporté à un élève qui apparaît inexplicable au regard des conceptions qu'il possède » ou « lorsque ces conceptions se révèlent inadéquates pour rendre compte de ce phénomène » (Bächtold, 2012, p. 10).

Pour Giordan et Girault (1994, p. 109), « il faut envisager généralement une déconstruction simultanément à toute nouvelle construction » il s'agit alors de mobiliser des conceptions dans un apprentissage dans un environnement didactique adapté dans le but d'introduire des « dissonances qui perturbent le réseau cognitif dont sont constituées les conceptions mobilisées » et qui permettront « de faire progresser l'élève dans son apprentissage ». Giordan et Girault (1994, p. 120).

Toujours d'après Giordan et Girault (1994, p. 120), pour que le nouveau savoir soit efficace, il est nécessaire que l'élève sache le faire fonctionner et y trouve de l'intérêt.

Le concept de co-construction, quant à lui, permet l'apprentissage de nouvelles connaissances et pratiques « par l'échange et l'expérimentation au sein de groupes hétérogènes tant au plan des acquis scolaires que de l'expérience sociale» (Legardez dans Lange, 2007, p. 71).

### iv. La démarche d'investigation

La démarche d'investigation en sciences est mise en avant par de nombreux auteurs. En effet elle permet de faire participer l'élève à la construction des connaissances scientifiques en le

plaçant acteur de son apprentissage (modèle socioconstructiviste) tout en favorisant les interactions sociales (Prieur et al, 2013, p. 13).

Elle permet aussi la pratique d'une démarche « similaire à celles des scientifiques » (Bächtold et al, 2019, p. 9).

La démarche d'investigation permet aussi un début de changement conceptuel chez les élèves par l'apparition de conflits sociocognitifs lors de « la phase de discussion collective conduisant à l'identification du problème à investiguer ou la phase de travail en petits groupes visant à déterminer les hypothèses à explorer » (Bächtold, 2012, p. 11).

Boilevin (2018, p. 37) ajoute des conditions à sa réussite :

- Présence de contenus scientifiques ;
- Des tâches ou des problèmes à résoudre requérant des activités cognitives et expérimentales ;
- Des discussions argumentatives et des communications entre pairs ;
- Une structuration des connaissances.

Voici les grandes phases d'une démarche d'investigation type en sciences d'après [www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org). Il est important d'avoir à l'esprit qu'avant de commencer cette démarche, les élèves possèdent déjà des conceptions initiales sur le thème qui va être travaillé.

#### La phase de questionnement

A partir d'un phénomène, d'une situation ou d'une idée naît un questionnement collectif en rapport avec les représentations initiales de la classe.

De par les différentes idées générées, va émerger un problème, une question scientifique que la classe va devoir résoudre.

#### La formulation des hypothèses

L'élève formule des hypothèses, des explications (qui s'avèreront exactes ou erronées) en prenant appui sur ses connaissances et expériences. Cette phase permet l'émergence des différentes conceptions des élèves.

A la fin de cette phase, l'élève imagine quels moyens il peut utiliser pour vérifier ses hypothèses.

#### La phase de recherche

L'élève va mettre à l'épreuve, via les moyens prévus, les hypothèses qu'il a retenu pour rechercher la solution au problème. Il peut réaliser des observations directes ou indirectement par la réalisation d'expériences. La recherche documentaire peut compléter l'expérience ou la remplacer lorsqu'elle n'est pas possible.

L'élève trouve donc des résultats, lors de cette phase de recherche, qu'il confronte à ses hypothèses initiales afin de tester leur validité. Il peut être amené à reformuler le problème ou à revoir les hypothèses (De Vecchi, 2006, p. 50)

#### La structuration des savoirs

La construction d'un savoir partagé se fait lors de la mise en commun collective. Une trace écrite est produite collectivement pour résumer ce qui a été appris.

La dernière étape consiste à mettre en relation les conclusions collectives avec d'autres phénomènes pour essayer « d'en tirer une explication générale (un modèle) qui correspond à une connaissance scientifique » (De Vecchi, 2006, p. 50). Le savoir scientifique établi est apporté par l'intermédiaire de livres, de documents et/ou de l'enseignant.

De Vecchi (2006 p. 51 et 52) met en avant les compétences intellectuelles que cette démarche permet de développer : des compétences de curiosité (se poser des questions), de créativité (émettre des hypothèses), de pensée critique (remettre en cause des idées préconçues), de confiance en soi (chercher par soi-même), d'ouverture aux autres (par l'entraide et la coopération) et au monde extérieur.

De Vecchi (2006, p. 53) souligne aussi la nécessité d'une complexité dans les situations et les défis à relever afin que l'apprentissage de nouvelles compétences puisse vraiment s'appuyer sur une rupture avec le vécu antérieur et prévient que ces objectifs de compétences, en majorité transversaux, se construisent progressivement pendant toute la scolarité de l'enfant.

Cette démarche d'investigation est aussi la méthode d'enseignement mise en avant par les programmes du cycle 3 pour l'enseignement des sciences. En effet, ils précisent que « par le recours à la démarche d'investigation, les sciences et la technologie apprennent aux élèves à observer et à décrire, à déterminer les étapes d'une investigation, à établir des relations de cause à effet et à utiliser différentes ressources. » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, p. 8).

Au regard des injonctions des programmes et des préconisations de la recherche, l'utilisation d'une démarche de type investigation paraît nécessaire dans l'optique de l'enseignement des sciences et particulièrement dans le cas de notre problématique.

#### v. Les conceptions initiales

Une conception peut être définie comme une idée préconçue sur un thème, présente chez un élève avant l'enseignement de ce thème, formant un obstacle à l'enseignement de ce dernier. Il paraît important de connaître les conceptions initiales possibles des élèves en amont d'un enseignement afin d'adapter ce dernier au mieux et ainsi dépasser les obstacles potentiels.

De Vecchi (2010) met en évidence l'importance du recueil et de l'analyse des conceptions initiales des élèves, dans un premier temps pour repérer les difficultés et lacunes (constituant des obstacles) afin d'adapter l'enseignement donné, puis dans un second temps pour constater l'évolution de ces représentations dans une perspective d'évaluation de cet enseignement.

Clément, (1998 p. 60), estime qu'il est important de prendre en compte ces représentations initiales, considérées là aussi comme des obstacles au nouvel enseignement, « à la fois dans la construction des situations d'apprentissages et dans la formulation des objectifs d'enseignement ». L'apprentissage de l'énergie et de son concept passe alors par le dépassement de cet obstacle que constituent les conceptions initiales. Il paraît donc intéressant de se pencher sur les travaux de la recherche relative à ces différentes conceptions sur l'énergie.

Les différentes recherches menées par Watts (1983, p. 214 à 216) Trumper (1993, p. 40) ou encore Bächtold et al (2019, p. 22) permettent de dégager plusieurs conceptions initiales récurrentes sur le concept de l'énergie :

- Vision anthropocentrique : l'énergie est associée à l'humain ou l'animal, mais pas à un objet inerte ;



- L'objet est considéré comme un réservoir d'énergie : il peut donc dépenser cette énergie en réserve et se recharger ;
- L'énergie est associée à l'électricité ;
- L'énergie est associée au mouvement, à une activité visible: Quelque chose sans mouvement ne possède donc pas d'énergie ;
- L'énergie est vue comme fonctionnelle : elle est faite pour être utile, pour faire fonctionner objet technique par exemple ;
- L'énergie est perçue comme un fluide en mouvement, un carburant, qui va alimenter les objets techniques par exemple. Cette conception, dite substantialiste, permet de se représenter mentalement l'énergie ;
- L'énergie est vue comme une sorte de force.

#### vi. Difficultés d'enseignement de l'énergie

De nombreuses difficultés sont à prendre en compte lors de l'enseignement du concept d'énergie. Les plus importantes, selon Bächtold et al (2014, p. 65 à 67) sont :

La diversité des significations qui lui sont attachées selon le domaine : « le terme ne revêt pas la même signification dans le domaine de la thermodynamique, dans le domaine de l'économie ou dans la vie de tous les jours lorsque l'on parle de la forme physique d'une personne » (Bächtold et al, 2014, p. 65).

La nature abstraite du concept : une représentation mentale est impossible. S'ajoute à cela la nature de sa grandeur : sa valeur se détermine uniquement par l'intermédiaire de la mesure d'autres grandeurs (masse, vitesse, fréquence).

De nombreux concepts de la physique sont regroupés sous le terme d'énergie favorisant les confusions chez les apprenants : forme, source, transfert, force, puissance, température.

De nombreux phénomènes sans lien apparents sont regroupés sous le concept d'énergie comme les phénomènes, thermiques, chimiques, mécaniques ou encore électriques et nucléaire, accentuant ainsi les confusions.

La mauvaise utilisation du vocabulaire, dans les médias mais aussi chez les enseignants, « peuvent accentuer des confusions comme celles de « production », de « consommation » ou de « perte » d'énergie qui semblent aller à l'encontre du principe d'énergie ». (Bächtold, 2014 et al, p. 67).

#### D. En lien avec le développement durable

L'apprentissage du concept d'énergie doit être lié, pour de nombreux auteurs, aux problématiques de développements durables à travers les questions socialement vives (QSV). En effet, Bader et al (2013, p. 4) montre que ce lien contribue à donner du sens aux concepts

scientifiques étudiés, développe la pensée critique des élèves et contribue « à amorcer une réflexion à caractère épistémologique quant à la nature des sciences ».

La compréhension de l'énergie doit aller au-delà de l'éducation scientifique afin de donner la capacité d'analyser une information de façon critique en s'appuyant sur une réflexion scientifique (Gibert, 2020, p. 4).

Pour Chen et al (2015, p. 202), des connaissances scientifiques de base sur le concept d'énergie sont nécessaires à une éducation au changement climatique pour comprendre les enjeux et ainsi adapter ses comportements.

Les programmes du cycle 3 vont en ce sens en précisant que l'enseignement des sciences et technologies s'organisent « autour de thématiques communes qui conjuguent des questions majeures de la science et des enjeux sociétaux contemporains comme le changement climatique, biodiversité ou développement durable » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, p. 80). Les préconisations de la recherche s'accordent donc ici sur le fait que l'enseignement de l'énergie doit se faire en parallèle à l'éducation au développement durable en venant apporter à cette éducation les connaissances scientifiques indispensables à la compréhension des phénomènes en jeu.

Chen et al (2015, p. 214) ajoute qu'il serait nécessaire d'adapter l'enseignement énergétique afin d'intégrer des risques de catastrophes naturelles locales comme objet d'enseignement permettant de coller au plus proche de l'expérience et des intérêts des élèves.

### i. Eduquer à la complexité

L'utilisation des questions socialement vives comme support à l'éducation au développement durable, celles liées à l'énergie ou au climat par exemple, permet d'aborder les enjeux importants de notre société.

Legardez (2016, p. 3) considère que ces questions, dites socialement vives, « font l'objet de débats et de polémiques dans nos sociétés » mais également pour les spécialistes dans « les disciplines et pratiques de référence » et même pour les enseignants. De plus, elles mettent « en jeu de multiples dimensions, non seulement scientifiques et techniques mais aussi sociales, économiques, environnementales, éthiques, etc » (Bächtold et al, 2019, p. 12) et sont qualifiées d'ouvertes car admettent plusieurs réponses en fonction des intérêts et des valeurs de chacun, permettant ainsi que les qualifier de questions de « complexes » (Bächtold et al, 2019, p. 12).

Il paraît alors nécessaire d'enseigner en prenant en compte de toute la complexité de ces questions : d'un côté le principe d'incertitude et de l'autre orienter vers une réflexion qui « tient en compte des contradictions, les concilie et les intègre ». (Diermer et Marquart, 2014, p. 19)

Il apparaît aussi important d'initier les élèves à cette pensée complexe (Diemer, 2014, p. 101) afin d'aider le futur citoyen à mieux appréhender et comprendre le monde, par le recul nécessaire sur certaines questions, dites complexes.

Il est aussi intéressant, d'après Bächtold et al (2019, p. 13), de « rompre avec l'idée souvent véhiculée dans l'enseignement des sciences selon laquelle les questions traitées ne reçoivent qu'une unique réponse acceptable » par l'intermédiaire de cette complexité. Dans ce sens, pour Lange (2007, p. 72) la conception des sciences est généralement vue par les élèves « comme source de certitude et de réponse ».

### ii. Développer l'esprit critique

Les programmes de cycle 3 mettent en avant la construction d'une culture civique et plus particulièrement le développement de « l'esprit critique des élèves, et en particulier de leur apprendre à s'informer de manière éclairée. » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, p. 62) Diemer (2014, p. 112) parle de pédagogie critique, elle permet d' « aider les apprenants à questionner un problème et à développer une conscience critique en dépassant le cadre des croyances et des positions dogmatiques ». Le développement de l'esprit critique vient s'ajouter à l'initiation à la complexité, vu précédemment, comme un enjeu majeur de l'éducation au développement durable.

### iii. Le débat : un des outils de l'éducation au développement durable

Pour Diemer (2014, p. 101) l'éducation au développement durable participe à « la construction de compétences sociales dites éco-citoyennes » en utilisant le dispositif du débat en classe pour la prise en compte des questions socialement vives. Les programmes vont dans ce sens, et précisent que les échanges contradictoires permettent d'initier les élèves à « débattre de manière démocratique et à penser de façon critique » (Ministère de l'Éducation nationale 2020, p. 62).

La pratique du débat argumenté est aussi, pour Legardez (2016, p. 4), une des méthodes potentiellement efficace pour traiter de la complexité des questions socio-scientifiques.

Le débat est d'ailleurs un objectif de l'école : « L'enseignement moral et civique s'effectue, chaque fois que possible, à partir de l'analyse de situations concrètes. La discussion réglée et le débat argumenté ont une place de premier choix pour permettre aux élèves de comprendre, d'éprouver et de mettre en perspective les valeurs qui régissent notre société démocratique. » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, p. 62)

Le débat est défini comme « une discussion sur une question controversée entre plusieurs individus qui essayent de modifier l'opinion ou les attitudes des uns et des autres, idéalement dans l'objectif de trouver une position commune, étayée par des arguments raisonnés» (Gaussel, 2016, p. 16).

Le débat permet donc de s'initier aux questions complexes, de développer l'esprit critique et la pratique argumentative. Cette dernière « vise à favoriser le développement de la pensée critique par le questionnement des élèves, nécessaire à la prise en considération de la complexité des questions politiques, sociales et scientifiques ». (Gaussel, 2016, p. 10),

Bisault et Le Bourgeois (2006, p. 6) ajoute que « Le débat argumentatif permet la construction des compétences langagières, des connaissances et compétences disciplinaires et enfin de l'individu dans son rôle épistémique et social »

Pour finir, Gaussel (2016, p. 16) estime que les questions scientifiques socialement vives représentent « un contexte favorable à la pratique du débat » et à l'inverse que la pratique du débat et de l'argumentation permettrait une « acculturation aux sciences ».

### iv. Les difficultés et écueils à éviter

Même si l'éducation au développement durable permet un travail des compétences transdisciplinaires essentielles à l'élève dans sa scolarité pour sa future vie de citoyen, il est important d'apporter un éclairage sur les difficultés possibles à un tel enseignement.

La nature même du système scolaire peut poser des difficultés : Fleury dans Lange (2007, p. 72) rappelle que modèle éducatif français, en se basant sur la compartimentation disciplinaire

« fondée sur l'identité, l'universalité, le consensus », s'oppose aux « besoins de l'éducation au développement durable : citoyenneté participative, controverses, culture du compromis » se révélant ainsi un obstacle naturel à un enseignement transdisciplinaire.

Concernant les questions socialement vives, Legardez (2016, p. 2 à 3) parle d'un risque de stigmatisation concernant les questions trop impliquantes comme les questions de pollutions et met en garde contre le risque inverse en amenant des questions peu impliquantes, risquant une perte de sens et donc d'envie d'apprendre et d'agir sur son environnement.

Certains auteurs mettent en garde contre la dérive de vouloir éduquer en culpabilisant (Gibert, 2020, p. 24). Elle estime que l'élève est trop souvent jugé comme l'acteur du changement : « On attend des jeunes qu'elles et ils deviennent des leaders pour surmonter l'héritage de l'inaction environnementale » (Gibert, 2020, p. 23).

Pour finir, la transmission d'éco gestes, sans aborder les contextes sociaux, institutionnels ainsi que politiques, constitue souvent la seule écocitoyenneté pratiquée à l'école et tend à « présenter des solutions comportementales simples à des problèmes complexes » (Gibert, 2020, p. 24).

Bader et al (2013, p. 9) va en ce sens et indique que les méthodologies souvent utilisées pour enseigner les questions socialement vives se réduisent à vouloir « amener les élèves à changer leur comportement ».

Gibert (2020, p. 24) ajoute que les élèves de la génération actuelle, malgré une exposition médiatique plus importante que les adultes sur ces sujets, peuvent accepter « la réalité du changement climatique sans comprendre la complexité des problèmes en jeu ». Il paraît donc important de ne pas uniquement se limiter à une éducation aux éco gestes mais bien d'éduquer aux problèmes environnementaux dans toutes leurs complexités.

L'analyse des programmes et de la littérature de recherche nous a donc permis de définir de multiples enjeux éducatifs pour l'éducation au développement durable en lien avec l'énergie au cycle 3 :

Au-delà de l'acquisition de connaissances scientifiques, indispensables à toute éducation au développement durable, sur l'énergie et sur le phénomène du changement climatique, il apparaît tout aussi primordial d'initier les élèves, d'un point de vue socioconstructiviste, aux démarches scientifiques par l'intermédiaire de la démarche d'investigation.

Nous avons aussi pu constater l'importance de la sensibilisation aux questions, dites complexes, des grands enjeux de notre société. Le débat apparaissant comme l'une des dispositions la plus pertinente de s'approprier ces questions, il est nécessaire de développer les compétences, comme l'esprit critique et l'argumentation, qui permettront de prendre part à ce dispositif de façon éclairée (Bächtold et al, 2019 p. 9).

## E. Evaluer son enseignement

Dans cette partie, nous nous intéresserons à l'évaluation de l'enseignement. En effet il paraît indispensable, à la suite d'un enseignement, de constater le niveau de progression des élèves afin de pouvoir juger de la pertinence de cet enseignement et ainsi pouvoir répondre à notre problématique de recherche.

L'éducation au développement durable n'étant pas une discipline à part entière mais bien un enseignement qui vient s'appuyer sur les disciplines « classiques » de l'école et les enrichir, nous pouvons légitimement nous interroger sur la manière d'évaluer cette éducation.

De Vecchi (2010) met en garde sur la difficulté d'évaluer dans ce domaine du fait que, au-delà des connaissances, ce sont surtout des compétences et une attitude d'implication observables sur le long terme qui sont en jeu. L'évaluation, pour De Vecchi (2010) peut donc « porter sur deux grands domaines :

- Ce qui a été fait, l'analyse de la production terminée (actions, réalisations des élèves) ;
- Ce qui a été appris : l'atteinte des objectifs définis au départ (appropriation de concepts, intégration de compétences, etc.).

En ce qui concerne l'ensemble des disciplines, comme les sciences et technologies, l'évaluation de l'enseignement, pour Cusset (2011, p. 2) passe par la comparaison entre les résultats initiaux et les résultats finaux et doit chercher à estimer les progrès réalisés plutôt que les différences de progression (la performance). L'atteinte des objectifs, clairement définis au départ, pourra donc être mesurée par une évaluation initiale et finale identique : « l'enseignant aura ainsi une idée précise de la portée de son action » (De Vecchi, 2010).

Dans cette optique, De Vecchi (2010) entend que la comparaison des conceptions initiales et finales, dans le cadre du développement durable mais aussi des sciences, permet de vérifier l'efficacité d'un apprentissage d'un enseignement.

Il en définit trois étapes :

- 1) Faire émerger les conceptions des élèves en début d'enseignement afin de repérer les obstacles et lacunes ;
- 2) Mettre en œuvre des actions qui permettent de corriger les obstacles et de compléter les lacunes ;
- 3) Vérifier, en fin d'apprentissage, si ces erreurs ou manques sont toujours présents chez les élèves.

De Vecchi (2010) propose aussi, pour évaluer les connaissances et leur mise en œuvre, l'utilisation d'un problème à résoudre car « c'est en faisant que l'on montre ce que l'on est capable d'utiliser ; et en faisant, on continue d'apprendre ». Il incite, dans ces problèmes à résoudre, à proposer des documents contradictoires à analyser qui obligeront les élèves à « raisonner en s'appuyant sur des connaissances » (De Vecchi, 2010) tout en continuant d'apprendre par un travail sur des documents inédits.

Enfin, De Vecchi (2010) avance l'importance des moments de « métaréflexion » (métacognition) à l'issue de l'apprentissage afin que l'élève prenne conscience du savoir et des acquis qu'il a pu construire dans un objectif de conservation et de réutilisation : « En discutant de ces aspects, chacun prend conscience de ses acquis, de ce qu'il peut réutiliser et des situations dans lesquelles cela peut s'avérer pertinent » (De Vecchi, 2010).

### III. Méthodologie

La problématique choisie pour ce mémoire nous questionne sur les stratégies d'enseignement à adopter pour lier éducation à l'énergie et développement durable. Pour répondre à cette problématique, et en nous basant sur la recherche, nous avons conçu dans un premier temps une séquence didactique liant ces deux éducations et dans un second temps une mesure de l'efficacité de cette séquence afin d'en juger la pertinence.

Afin de concevoir cette séquence, nous avons émis plusieurs hypothèses de recherche :

- Des connaissances et des compétences scientifiques sur l'énergie et ses problématiques, du point de vue environnemental mais aussi économique et social sont indispensables pour comprendre, appréhender et s'emparer de la question du choix des énergies de demain ;
- Des compétences, que nous qualifions de transdisciplinaires sont nécessaires et viennent s'appuyer sur les connaissances scientifiques pour comprendre, appréhender et s'emparer de la question du choix des énergies de demain ;
- Ces compétences peuvent se construire et se développer par l'utilisation d'un dispositif pédagogique : le débat argumenté.

Cette partie sera donc consacrée à la méthodologie utilisée pour la construction de notre séquence d'apprentissage ainsi que celle mise en place pour évaluer la performance de cette séquence.

#### A. Le contexte d'étude

La population étudiée pour cette recherche est un groupe de 15 élèves de CM1 issu d'une classe de CE2/CM1 située à Marseillan (Hérault). Le niveau global est assez hétérogène avec des élèves ayant un très bon niveau scolaire, d'autres ayant des difficultés importantes dans certains domaines, néanmoins le niveau et l'intérêt pour les sciences est bon. La classe est dynamique et motivée, l'ambiance de classe est bonne mais les bavardages sont nombreux dans les travaux de groupe. Les élèves n'ont que très peu, voir jamais abordé l'électricité en sciences et technologies durant leur scolarité. Concernant l'éducation au développement durable, ils n'ont jamais abordé le thème du changement climatique mais ont, pour la plupart, mené un projet sur le tri des déchets l'année précédente. L'emplacement géographique de l'école avec la proximité immédiate de l'étang de Thau et de la mer méditerranée laisse supposer que les élèves sont sensibles à la question de la hausse du niveau des mers et de la préservation de l'écosystème marin.

#### B. La séquence d'apprentissage

Le choix est fait de baser la construction de cette séquence sur la démarche d'investigation (p. 12) et sur l'approche socioconstructiviste (p. 12). L'expérimentation, la manipulation et le questionnement occupent donc une place centrale dans notre enseignement. Nous avons aussi fait le choix de se limiter, au fur et à mesure des séances, aux formes et aux besoins liés à la transformation en électricité, au risque de favoriser une conception centrée sur l'électricité. En effet, étudier d'autres formes d'énergies comme l'énergie chimique aurait pris du temps que nous voulions consacrer à la partie éducation au développement durable de cette séquence.

Cette séquence est composée de 8 séances : 6 séances en sciences et technologies, 1 séance en EMC, et 1 séance en géographie (Annexe 1).

Les premières séances seront consacrées à l'apprentissage du concept d'énergie : l'objectif n'est pas la compréhension complète de ce concept mais d'apporter les premières notions qui constitueront la base du concept pour les apprentissages des années futures. Le fonctionnement d'une centrale électrique de type éolienne sera travaillée avec manipulation du matériel électrique (séance 3) .Les fonctionnements d'une centrale hydro-électrique (séance 2) et nucléaire (séance 6) seront aussi étudiés dans l'optique de ne pas désavantager un type de centrale lors du débat (séance 7) en terme de connaissances de fonctionnement. Les séances suivantes seront consacrées au phénomène du changement climatique avec ici aussi l'objectif de construire les premières notions relatives aux causes et aux conséquences. Le débat intervient en avant dernière séance avec comme objectif principal les compétences liées à la prise de parole, au développement de l'esprit critique et à l'initiation à la complexité des choix. Une réflexion sur les actions possibles pour limiter le changement climatique interviendra lors de la dernière séance.

Les objectifs principaux de la séquence sont :

- Connaitre quelques besoins en énergie dans la vie quotidienne
- Comprendre la notion de forme d'énergie.
- Comprendre la notion de transformation d'une forme d'énergie à une autre
- Identifier différentes sources en énergie et pouvoir reconnaître la nature renouvelable et non renouvelable de ces ressources
- identifier au moins une des causes du changement climatique et quelques conséquences.
- Se sensibiliser à la complexité de la question du choix des sources d'énergie
- Apprendre à justifier son point de vue en mobilisant des arguments
- Développer son esprit critique en repérant les avis non justifiés et en s'interrogeant sur les sources
- Découvrir les différentes échelles d'action (individuelle, collective et institutionnelle).

### **Questionnaire avant/après**

Un questionnaire identique (Annexe 2) est donné avant la séance 1 puis après la séance 8 mais avec quelques questions en moins. Il servira d'évaluation diagnostique ainsi que de matériel d'analyse. Les questions proposées sont détaillées dans la partie suivante (p. 25)

### **Séance 1 : Les besoins en énergie**

Le choix est fait de commencer cette séquence par les besoins en énergie. En effet, l'évaluation diagnostique a permis de mettre en évidence que les connaissances initiales sur l'énergie les plus présentes chez les élèves sont reliées aux besoins en énergie. Il paraissait donc pertinent d'introduire ce thème par ce que les élèves connaissent le mieux. Une définition de l'énergie est construite à l'issue de cette séance afin de donner du sens à ce concept. Les besoins en énergie ne sont pas, dans cette séance, limités à l'électricité afin de faire prendre conscience que l'énergie concerne aussi d'autres besoins : faire fonctionner notre corps par exemple.

### **Séance 2 : Les formes d'énergie**

Cette séance est consacrée aux formes d'énergie. Elle s'appuie sur la manipulation d'un moulinet afin de structurer mentalement l'énergie de mouvement et prépare à la construction, dans la séance suivante, de l'éolienne.

La seconde partie de cette séance est consacrée à la découverte d'une chaîne d'énergie : celle d'un barrage hydro-électrique. Elle permettra de mettre en pratique les connaissances construites jusqu'à présent sur les besoins et les formes et de découvrir les différents éléments techniques qui composent cette chaîne (turbine, alternateur, câbles, alternateur) ainsi que la

notion de transformation de l'énergie de mouvement en énergie électrique grâce à l'alternateur.

Comme nous l'avons vu dans la partie II, l'énergie hydraulique regroupe l'énergie cinétique (liée au déplacement de l'eau) et l'énergie potentielle de pesanteur (barrages et chutes d'eau). Pour des raisons de confusions potentielles et de vocabulaire difficile pour des CM1, nous avons fait le choix de simplifier certains mots de vocabulaire et de ne pas distinguer ces deux formes. Nous utiliserons le terme « mouvement de l'eau » pour caractériser la ressource et « énergie de mouvement » pour caractériser la forme d'énergie à la place d'énergie cinétique et mécanique. De la même façon l'énergie cinétique puis mécanique du vent dans l'éolienne est nommée énergie de mouvement.

### **Séance 3 : Les conversions de l'énergie**

Ici le choix est fait de travailler la chaîne d'énergie de l'éolienne en partant du vent jusqu'à l'ampoule éclairée par la manipulation du matériel électrique avec pour consigne de construire et faire fonctionner une mini-éolienne. Pour cela, les élèves pourront s'appuyer sur les connaissances construites lors de la séance précédente.

L'objectif ici est que l'élève structure, par la manipulation et l'expérimentation, les différents éléments d'une chaîne d'énergie, leur emplacement, et les transformations d'énergies réalisées.

### **Séance 4 : Les ressources d'énergie renouvelables et non renouvelables**

Cette séance vient compléter les connaissances sur les ressources d'énergie construites dans les séances précédentes et vient préciser leur nature renouvelable ou non renouvelable en mettant en évidence un des inconvénients de cette dernière : l'épuisement des sources. Pour aborder les inconvénients de nature environnementaux, le choix est fait d'introduire dans un premier temps le mécanisme scientifique de l'effet de serre en gardant l'explication scientifique exacte (explication du rôle joué par les rayons infrarouges). Néanmoins l'objectif poursuivi, dans notre optique d'éducation au développement durable, est que l'élève retienne que la combustion des matières fossiles émet des gaz que l'on appelle gaz à effet de serre (le CO<sub>2</sub> par exemple). Ces gaz s'accumulent dans l'atmosphère et provoquent une augmentation moyenne des températures. Pour limiter ce phénomène il faut donc limiter les émissions de gaz à effet de serre.

### **Séance 5 : Une des conséquences de changement climatique : l'élévation du niveau des océans**

La fonte de la banquise provoquant la disparition des ours polaires est peut-être la conséquence du changement climatique la plus médiatisée chez le jeune public. Il nous paraît intéressant de relier cette fonte de la banquise à une autre conséquence plus globale : l'élévation du niveau des océans. Pour ce faire, des expériences sont menées en suivant une démarche d'investigation qui pourra potentiellement venir casser les idées reçues sur les mécanismes en jeu : l'élévation est provoquée par la dilation de l'eau et la fonte des glaciers continentaux et non pas par la fonte de la banquise.

Le choix d'étude de cette conséquence est motivé du fait qu'elle constituera probablement une problématique importante pour la commune de Marseillan où est située l'école dans les années à venir, il s'agit donc ici de développer une prise de conscience chez l'élève par l'intermédiaire d'une conséquence visible au niveau local (p. 16).

### **Séance 6 : Le nucléaire et l'accès à l'électricité dans le monde**

Cette séance permet d'aborder le fonctionnement d'une centrale nucléaire et de mieux comprendre sa source (uranium) en prévision du débat. Elle a aussi pour objectif de faire prendre conscience de la dépendance de la France vis à vis de l'énergie nucléaire et de faire



réfléchir dans une optique plus géographique sur les inégalités d'accès à l'électricité dans le monde.

### **Séance 7 : Débat argumentatif : quelle source d'énergie choisir pour demain ?**

Les 15 élèves de CM1 de la classe participent au débat ainsi que 5 élèves de CE2 que je sélectionne comme étant les plus intéressés par la problématique, mais ces derniers ne rentrent pas dans notre étude, ils ne seront donc pas pris en compte dans nos résultats.

Le débat est filmé dans son intégralité, l'analyse du débat pourra donc s'appuyer sur le visionnage de la vidéo produite.

La consigne du débat est d'aider la région à choisir une nouvelle centrale électrique à installer à proximité de l'école. Pour cela il va falloir donner un avis commun à toute la classe sur une des trois centrales proposées : hydroélectrique, éolienne, nucléaire. L'objectif est donc de se faire un avis sur la question et d'essayer de convaincre les autres à notre avis.

Une réponse individuelle à l'écrit est demandée sur une feuille à trois moments du débat pour la question suivante : « Quelle centrale électrique choisirais-tu ? » :

- Au début de la phase de préparation avant de découvrir les textes ;
- A la fin de la phase de préparation après avoir étudié les textes ;
- A la fin du débat avant la conclusion.

Ces réponses nous permettront de réfléchir sur la capacité des élèves à prendre en compte les arguments des textes puis des autres pour modifier ou renforcer son avis.

Le déroulement du débat peut être décomposé en quatre parties :

#### Première partie : préparation (30 min)

Trois différents corpus de textes sont créés à partir de véritables articles consultables sur internet.

Chaque corpus contient trois textes (Annexe 4) : un sur chaque type de centrale : Le corpus 1 contient un texte mettant en avant principalement les avantages du nucléaire, et deux textes mettant principalement en avant les inconvénients de l'éolien et de l'hydroélectrique. Le corpus 2 contient un texte mettant en avant principalement les avantages de l'éolien, et deux textes mettant principalement en avant les inconvénients du nucléaire et de l'hydroélectrique. Le corpus 3 contient un texte mettant en avant principalement les avantages de l'hydroélectrique et deux textes mettant principalement en avant les inconvénients du nucléaire et de l'éolien.

5 élèves reçoivent le corpus 1, 5 élèves reçoivent le corpus 2, 5 élèves reçoivent le corpus 3. Le travail consiste dans première partie de débat à, de façon individuelle, souligner en rouge les inconvénients pour chaque centrale et en vert les avantages pour chaque centrale, de façon à pouvoir les utiliser comme arguments lors du débat.

#### Deuxième partie : le débat (40 min)

Les élèves sont placés en rectangle avec les documents sous les yeux. Les 15 élèves de CM1 participent, un président (élève de CE2) ouvre le débat, rappelle les règles et distribue la parole en privilégiant les élèves qui ont le moins parlé. Deux surveillants (élèves de CE2) ont pour mission de signaler si un avis est fait sans justification ou si l'avis concerne un argument qui a déjà été discuté.

Il est précisé parmi les règles qu'un avis donné doit être justifié, argumenté en s'appuyant sur les textes, ses connaissances ou les paroles de quelqu'un d'autre (j'explique pourquoi je dis ça).

L'enseignant écrit dans un tableau récapitulatif double entrée les avantages et inconvénients de chaque centrale issus du débat, organise les votes et complète si besoin le président et les

surveillants. En arrivant vers la fin du débat, l'enseignant pousse les élèves n'ayant pas encore pris la parole à donner leur avis.

Il était initialement prévu de débattre par ordre sur un type de centrale avant de passer à un autre mais cette organisation n'a plus été suivie volontairement au bout de quelques minutes compte tenu du risque de perturber la dynamique du débat avec l'intervention trop fréquente de l'enseignant.

Au fur et à mesure du débat, et en voyant que chaque type de centrale possédait ses inconvénients, plusieurs élèves ont soulevé la proposition de choisir plusieurs types de centrales. La discussion sur cette solution a volontairement été écartée à ce moment-là du débat.

### Troisième partie : les votes (5min)

A la fin du débat, un premier vote a lieu : le résultat est de 11 voix pour l'éolienne et 4 pour l'hydroélectrique.

A l'issue de ce vote, des élèves ont avancé l'argument que lors de périodes sans vent, l'éolienne ne fournirait pas d'électricité. S'en est suivie une discussion sur les besoins en électricité afin de savoir si l'on pouvait se passer d'électricité à certains moments de la journée voir des journées entières.

A l'issue de cette discussion, un nouveau vote a lieu : 7 voix pour les éoliennes et 8 voix pour l'hydroélectrique.

Une nouvelle discussion émerge sur le risque de rupture d'un barrage hydroélectrique ainsi que les emplacements limités pour installer ce type de centrale. Un dernier vote est organisé, le résultat reste stable et un seul élève change d'avis : 8 voix pour les éoliennes et 7 voix pour l'hydroélectrique.

Lors de ce vote, plusieurs élèves ont de nouveau soulevé la proposition de choisir plusieurs types de centrales : la proposition la plus fréquente est d'installer une éolienne avec un barrage hydroélectrique en complément pour compenser l'absence de vent, ou une centrale nucléaire en complément si l'installation du barrage n'est pas possible. Le choix est fait à ce moment-là de continuer à ne demander de choisir qu'une seule centrale, et d'annoncer que nous discuterons de ces propositions lors de la conclusion.

### Quatrième partie : la conclusion (20 min)

La conclusion du débat a permis de mettre l'accent sur la difficulté, très bien ressentie par les élèves, de faire un choix unique et commun pour l'ensemble de la classe. Faire un choix c'est faire un compromis qui va privilégier plus ou moins la dimension environnementale, économique ou sociale. Le terme de question complexe est donné. Un retour sur la possibilité de choix multiple est fait, en mentionnant le fait que cela permettrait peut-être de limiter les inconvénients de chaque centrale mais que des compromis sont quand même nécessaires. La stratégie française de mix-énergétique qui consiste à augmenter progressivement la part du renouvelable tout en complétant avec le non renouvelable est évoquée et discutée.

Pour finir, un temps est aussi consacré à l'étude des sources du corpus. Après avoir demandé aux élèves de réfléchir sur ces sources, il en est ressorti que certaines ne sont peut-être pas objectives car ont des intérêts à promouvoir ou discréditer.

L'exemple d'EDF, propriétaire et exploitant des centrales nucléaires françaises et d'une partie des barrages hydroélectriques, est évoqué comme ayant tout intérêt à mettre en avant les points positifs et à ne pas aborder les points négatifs.

De même, Greenpeace étant une association pour la protection de l'environnement, son intérêt est de mettre en avant les problématiques environnementales et de ne pas aborder les avantages économiques par exemple.

## **Séance 8 : Comment agir ?**

Cette séance, initialement prévue avant le rendu du mémoire, n'a pas pu être menée du fait de l'aménagement du temps scolaire provoqué par la crise sanitaire. Elle sera effectuée après la remise du mémoire et ne rentrera donc pas dans notre analyse.

Elle permet de faire émerger des solutions d'actions possibles, dans un premier temps de façon individuelle en menant une réflexion sur nos propres comportements énergétiques, et dans un second temps et surtout, de faire percevoir l'importance des dimensions collectives et institutionnelles dans l'action climatique.

### **Evaluation**

L'évaluation (Annexe 3) est réalisée à la suite de la dernière séance. Elle est basée sur les préconisations de la recherche (partie II) et évalue les connaissances et compétences des élèves dans une situation inédite à résoudre tout en restant dans un cadre connu.

L'évaluation se décompose en trois parties :

Une première partie comportant un document expliquant ce qu'est une hydrolienne. Les élèves vont devoir utiliser les apprentissages précédents (sur l'éolienne notamment) en termes de schématisation, éléments techniques, formes, transformations, ressources, besoins. La compétence de schématisation au sens graphique ne sera pas évaluée et une proposition de schéma non légendé est donnée aux élèves pour qui la construction graphique pose problème.

Une deuxième partie contenant des documents contradictoires avançant des arguments différents sur l'hydrolienne provenant de différentes sources plus ou moins objectives. Le cadre du débat est repris ici pour évaluer les compétences de production d'un avis argumenté, de réflexion sur les sources et de perception de la complexité de la problématique.

Une troisième partie proposera un extrait factice d'un débat d'élèves concernant les avantages et inconvénients sur ce type de centrale, là aussi reprenant le cadre du débat. Les élèves auront à réfléchir sur la pertinence des interventions du point de vue de la justification des avis et notamment l'avis de Léa qui n'est pas justifié alors que les deux autres le sont en citant les textes.

## **C. Evaluer la performance de la séquence d'apprentissage**

Comme nous l'avons vu dans la partie II (p. 18), l'évaluation de la performance d'un enseignement est indispensable afin d'en juger sa pertinence.

Nous avons précédemment distingué les connaissances et compétences à enseigner en deux groupes distincts : celles de type scientifiques spécifiques à l'énergie et au changement climatique et celles que l'on a qualifié de transdisciplinaires.

Concernant ce premier groupe, et comme nous l'avons vu dans la précédente partie (p. 18), par l'intermédiaire de Cusset (2011, p. 2) ou encore de De Vecchi (2010) l'évaluation d'un enseignement passe par la comparaison entre les résultats initiaux et les résultats finaux afin de chercher à estimer les progrès réalisés et les mettre en relation avec les objectifs définis au départ.

L'analyse s'appuiera donc sur les données initiales et finales, pour certaines identiques et pour d'autres différentes, mais permettant d'évaluer les mêmes compétences.

L'évaluation de l'atteinte des objectifs d'apprentissage nous paraît, aussi, nécessaire dans l'optique de l'évaluation de la performance de notre enseignement. Pour cela, l'évaluation des objectifs d'apprentissage se fera par les critères déjà utilisés pour l'évaluation des autres disciplines dans le cadre du livret scolaire unique (LSU). Objectif d'apprentissage atteint, partiellement atteint, non atteint. Nous écartons le critère dépassé qui ne nous paraît pas pertinent dans le cadre de cette séquence scientifique.

Concernant le second groupe de compétences dites « transversales », l'évaluation de la performance d'enseignement s'appuiera sur la capacité du dispositif mis en œuvre pour mobiliser ces compétences : le débat argumentatif. Elle viendra aussi s'appuyer sur la capacité des élèves à remobiliser ces compétences lors d'une situation inédite sous forme écrite : l'évaluation finale. Pour cela, nous utiliserons les critères d'évaluation cités précédemment pour évaluer l'atteinte de nos objectifs initiaux. La totalité des données brutes recueillies sont disponibles en Annexe 5.

#### i. Les conceptions, compétences et connaissances sur l'énergie

L'analyse des réponses initiales et finales des questions permettent, comme nous l'avons vu, de déterminer les progrès des élèves au cours de cet enseignement, mais aussi de réaliser l'évaluation diagnostique en mettant en évidence les connaissances, obstacles et lacunes sur lesquels nous viendrons nous appuyer pour adapter au mieux l'enseignement dispensé.

##### ➤ Les conceptions relatives à l'énergie

###### Question 1 du questionnaire : Pour toi, que veut dire le mot énergie ?

Cette question ouverte a pour objectif de mettre en évidence les conceptions des élèves sur l'énergie. Les réponses seront reliées aux conceptions définies dans la partie II (p. 14) et seront quantifiées par occurrence de chaque conception mentionnée : un élève peut répondre plusieurs éléments, chaque élément renvoyant à une conception différente sera comptabilisé. Les résultats initiaux seront comparés aux finaux afin de constater ou non une évolution des conceptions.

##### ➤ Connaitre quelques besoins en énergie dans la vie quotidienne

###### Question 4 du questionnaire : Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?

Cette question vient relever les connaissances initiales des élèves sur les besoins en électricité. Cette connaissance est importante dans le sens où nos multiples besoins au quotidien génèrent l'utilisation de nombreuses centrales électriques et des conséquences associées.

Nous analyserons dans un premier temps l'évolution entre l'état initial et final pour mesurer la progression : Les réponses seront quantifiées en fonction des élèves donnant au moins un besoin et ceux n'en donnant pas.

Dans un second temps nous évaluerons l'atteinte de l'objectif d'apprentissage en nous concentrant sur l'analyse des réponses post-séquence :

**Atteint** : deux besoins ou plus en électricité de nature différente sont cités.

**Partiellement atteint** : un besoin est cité ou plusieurs de même nature.

**Non atteint** : aucun besoin n'est cité.

##### ➤ Comprendre la notion de forme d'énergie.

###### Question 2 du questionnaire : Donne une ou plusieurs formes d'énergie.

Cette question vient relever les connaissances initiales des élèves sur les formes d'énergie.

###### Question 3 de l'évaluation finale : Indique sur ton schéma les différentes formes d'énergie présentes lors de cette chaîne d'énergie (tu dois en trouver trois).

Cette question demande à connaître les différentes formes d'énergie présentes et d'arriver à les localiser sur le schéma d'une chaîne d'énergie.

Nous analyserons dans un premier temps l'évolution entre l'état initial (Q2 du questionnaire) et final (Q3 de l'évaluation) pour mesurer la progression.

Les réponses seront quantifiées pour l'état initial en fonction des élèves donnant au moins une forme d'énergie et ceux n'en donnant pas.

Pour l'état final, elles seront quantifiées selon deux critères : au moins une forme juste citée et bien située sur le schéma, aucune forme juste citée.

Dans un second temps nous évaluerons l'atteinte de l'objectif d'apprentissage en nous concentrant sur l'analyse des réponses post-séquence :

**Atteint** : les trois formes d'énergie sont citées (mouvement, électrique, lumineuse).

**Partiellement atteint** : une ou deux formes d'énergie sont citées.

**Non atteint** : aucune forme n'est citée.

### ➤ **Comprendre la notion de transformation d'une forme d'énergie à une autre**

Question 3bis de l'évaluation finale : Entoure en rouge les éléments qui permettent la transformation d'une forme d'énergie à une autre.

Cette question s'intéresse à reconnaître les deux convertisseurs d'énergie (alternateur, lampe/ampoule).

L'analyse sera faite ici uniquement dans l'optique d'évaluer l'atteinte de l'objectif d'apprentissage du fait que nous ne disposons pas des données pré-séquence.

**Atteint** : les deux convertisseurs sont identifiés (alternateur et lampe/ampoule).

**Partiellement atteint** : un des deux convertisseurs est identifié.

**Non atteint** : aucun convertisseur n'est identifié.

Question 1 de l'évaluation finale : Construit le schéma de fonctionnement de cette hydrolienne en partant de la source jusqu'à la lumière dans l'école. N'oublie pas de noter les éléments techniques (tu dois en trouver quatre en plus de la source).

Cette question post-séquence est en lien avec la question précédente dans le sens où l'élève doit connaître l'élément technique avant de pouvoir l'indiquer comme transformateur d'une forme d'énergie à une autre.

Elle permet de remobiliser les différents éléments techniques qui composent la chaîne d'énergie de l'éolienne et du barrage hydroélectrique. Les élèves vont pouvoir ainsi commencer à structurer mentalement cette chaîne d'énergie pour y placer ensuite les différentes formes en énergie en s'appuyant sur les dispositifs de conversion (alternateur et lampe).

Elle sera quantifiée en fonction de trois critères : moins de 3 éléments de la chaîne d'énergie justes, entre 3 et 5 éléments justes, 5 éléments justes. Sera aussi quantifiée l'occurrence du terme alternateur, élément de cette chaîne jugé le plus difficile à retenir.

Réponses acceptées : mouvement de l'eau/énergie de l'eau/eau/courant – pales/hélices/ailes – alternateur – câbles/fils électriques – ampoule/lampe)

### ➤ **Identifier différentes ressources en énergie et pouvoir reconnaître la nature renouvelable et non renouvelable de ces ressources**

Question 3 du questionnaire : Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.

Cette question vient relever les connaissances initiales des élèves sur les ressources en énergie.

Question 2 de l'évaluation finale : Trouve la source en énergie et indique si elle est renouvelable ou non renouvelable.

Cette question permet d'évaluer la capacité à identifier la source d'énergie utilisée et la définir comme renouvelable ou non. Pour cela il est nécessaire d'identifier dans le texte que l'éolienne est sous-marine, la source n'est donc pas le mouvement du vent mais le mouvement de l'eau. Arriver à distinguer et reconnaître une ressource renouvelable d'une ressource non renouvelable est important dans une optique de développement durable où les ressources renouvelables sont à privilégier.

Nous analyserons dans un premier temps l'évolution entre l'état initial (Q3 du questionnaire) et final (Q2 de l'évaluation) pour mesurer la progression.

Les réponses seront quantifiées pour l'état initial en fonction des élèves donnant au moins une source en énergie et ceux n'en donnant pas.

Pour l'état final, elles seront quantifiées selon trois critères : aucune réponse juste, la ressource est identifiée mais sa nature renouvelable n'est pas trouvée, les deux réponses sont justes. Dans un second temps nous évaluerons l'atteinte de l'objectif d'apprentissage en nous concentrant sur l'analyse des réponses post-séquence :

**Atteint** : la source est identifiée (eau/courant/mouvement de l'eau/force de l'eau/énergie de l'eau) ainsi que sa nature renouvelable.

**Partiellement atteint** : la source ou la nature est identifiée mais pas les deux.

**Non atteint** : aucun élément n'est identifié.

Question 8 du questionnaire : Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?

Cette question a pour objectif de faire émerger les autres connaissances des élèves associées à l'énergie comme des éléments techniques, mais aussi des connaissances sur les formes, besoins, sources qui n'auraient pas été associées au bon mot de vocabulaire dans les questions précédentes. Elle sera quantifiée en fonction des thèmes de réponse : forme hors forme électrique, forme spécifiquement électrique, besoin, source, et mise en relation avec les connaissances initiales des questions précédentes. Les résultats à cette question de rentreront pas dans l'analyse de la progression.

ii. **Les compétences et connaissances sur le changement climatique**

**Question 5 du questionnaire : Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?**

Cette question permet de constater le niveau de connaissance du phénomène ou même simplement du terme « réchauffement climatique ». Le terme « réchauffement » est préféré à « changement » dans tous les documents donnés aux élèves car il est jugé plus parlant.

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève arrive à expliquer, même très sommairement, ce qu'est le changement climatique. Par exemple, la réponse « c'est la planète qui se réchauffe » est acceptée car montre que l'élève connaît, même très globalement, ce phénomène.

**Non atteint** : L'élève ne connaît pas ce terme ou ne sais pas l'expliquer.

**Question 6 du questionnaire : Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?**

Comme la question précédente, cette question a pour but de constater le niveau de connaissance sur ce phénomène et plus particulièrement d'une de ses causes liée à l'émission de gaz à effet de serre lors des processus de transformation notamment des énergies fossiles.

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève arrive à identifier une ou plusieurs causes plus ou moins précisément.

**Partiellement atteint** : l'élève arrive à identifier une cause, mais de façon très imprécise en n'utilisant pas les bons termes. Par l'exemple le terme de pollution, trop global et polysémique pour expliquer un accroissement de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

**Non atteint** : L'élève n'arrive à identifier aucune cause.

### **Question 7 du questionnaire : Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?**

Cette question permet d'évaluer la connaissance d'une ou plusieurs conséquences environnementales du changement climatique. L'absence de réponse ne reflète pas forcément l'absence de connaissance pour la question initiale, il est probable que certaines connaissances soient présentes, comme la fonte de la banquise et la disparition des ours polaires, sujet très médiatisé chez le jeune public, mais qu'ils n'arrivent pas à les rapprocher du terme « réchauffement climatique », chose qui pourra être plus facilement faite lors de la question finale.

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève arrive à identifier une ou plusieurs conséquences.

**Non atteint** : L'élève n'arrive à identifier aucune conséquence.

### iii. Les compétences transdisciplinaires

Ces compétences, indépendantes des champs disciplinaires, sont principalement mises en œuvre dans l'éducation aux médias et à l'information ainsi que dans l'enseignement moral et civique. Nous avons vu qu'elles pouvaient aussi trouver leurs places dans l'éducation au développement durable en fournissant « un cadre propice à des mises en œuvre pédagogiques pour développer l'esprit critique en classe » ([www.reseau-canope.fr/developper-lesprit-critique.html](http://www.reseau-canope.fr/developper-lesprit-critique.html)). Ces compétences, que nous allons détailler dans cette partie, concourent toutes au développement de l'esprit critique, si important pour devenir un citoyen autonome dans un monde interconnecté et globalisé.

Notre hypothèse est qu'elles peuvent être initiées et construites - si elles ne sont pas encore présentes - travaillées et développées - si elles sont déjà présentes - par l'intermédiaire de la pratique du débat argumenté. Cette hypothèse s'appuie sur de nombreuses recherches faites sur ce sujet (p. 17).

Nous avons aussi pu constater l'importance, avancée par plusieurs chercheurs (p. 16), d'initier les élèves aux questions complexes comme celle du choix des énergies de demain.

Etant dans l'impossibilité d'estimer la progression des élèves lors de cette séquence du fait de l'absence de l'état initial concernant ces compétences, nous tenterons d'évaluer l'atteinte de chaque objectif d'apprentissage avec les mêmes critères qu'utilisés précédemment : atteint, partiellement atteint, non atteint.

L'analyse portera sur trois types de données : l'observation du débat par l'intermédiaire de l'enregistrement, les trois questions identiques posées lors du débat et l'évaluation finale.

### **Prendre part à un débat**

Les premières compétences à construire sont celles que l'on pourrait qualifier de fondamentales car elles permettent de construire les compétences langagières nécessaires (Bisault et Le Bourgeois, 2006, p. 6) pour rentrer dans le débat et l'accepter. Le programme de cycle 3 nous indique deux compétences nécessaires à la participation d'un débat ou d'une discussion (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, P. 67) :

#### ➤ Ecouter autrui

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève a su garder le silence quand il n'avait pas la parole et demander la parole en levant la main tout en attendant d'être interrogé pour donner son avis.

**Non atteint** : L'élève n'a pas respecté une des deux règles ou les deux.

➤ Prendre la parole devant les autres

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève a su intervenir de façon pertinente au moins une fois dans le débat avant la fin sans que l'enseignant ne le sollicite à le faire.

**Non atteint** : L'élève a attendu que l'enseignement le sollicite pour prendre la parole.

**Donner son point de vue sur une question et le justifier**

L'objectif ici est de faire comprendre la nécessité, en sciences mais aussi en règle générale, de ne pas affirmer gratuitement. Une affirmation ou un avis personnel sans justification aura beaucoup moins de poids qu'une affirmation argumentée d'une réflexion personnelle basée sur des connaissances, des lectures ou d'autres avis. Ce sont les compétences argumentatives pour Bächtold et al (2019). Le programme de cycle 3 les définit comme « apprendre à justifier un point de vue » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, P. 67).

➤ Produire un avis argumenté à l'oral lors du débat

Il s'agit de savoir justifier un propos tout en trouvant des arguments pertinents.

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève a justifié de façon pertinente au moins un avis.

**Non atteint** : L'élève n'a justifié de façon pertinente aucun avis.

➤ Produire un avis argumenté à l'écrit

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : l'élève a donné comme réponse un avis justifié à la question présente sur l'évaluation : « Et toi penses-tu qu'il faille construire des hydroliennes en France ? ».

**Non atteint** : L'élève n'a pas donné d'avis justifié.

Une mise en rapport sera faite entre le résultat de cette question et de la précédente pour observer si la compétence se transfère à l'écrit en comparant le nombre d'élève sachant produire un avis argumenté au débat et lors de l'évaluation.

➤ Repérer un avis non argumenté

Il est important que les élèves sachent s'exprimer en justifiant leurs propos mais aussi d'être dans la capacité de distinguer un propos qui relève d'une affirmation gratuite d'un propos justifié et argumenté.

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : l'élève a indiqué de façon directe ou indirecte que l'avis de Léa n'est pas justifié à la question présente sur l'évaluation : « Les avis de Maeva, Victor et Léa ont-ils la même valeur ? »

**Non atteint** : l'élève n'a pas indiqué de façon directe ou indirecte que l'avis de Léa n'est pas justifié.

**S'interroger sur les sources**

Toujours dans l'optique de développer l'esprit critique des élèves, la capacité à questionner et analyser une source d'information est primordiale. En effet, un propos peut s'appuyer sur un document et paraître sérieux, mais si ce document n'est pas objectif, la conviction personnelle forgée sur ce propos ou document sera faussée. C'est ce que le programme de cycle 3 appelle : « Réfléchir à la confiance à accorder à une source, un émetteur d'informations » (Ministère de l'Éducation nationale, 2020, P. 67).



Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : l'élève s'interroge sur au moins une des sources dans sa réponse à la question de l'évaluation : « Peux-tu croire les affirmations des trois textes ? ».

**Non atteint** : l'élève s'interroge sur aucune des sources

Ici EDF est clairement mentionné comme propriétaire et exploitant, Capital comme journal économique et Greenpeace comme organisation pour la protection de l'environnement. La confiance à accorder à EDF et Greenpeace aura été discutée lors de la conclusion du débat.

### **Savoir prendre en compte les arguments des autres pour modifier son point de vue**

L'analyse s'appuie ici sur les trois questions identiques posées lors du débat.

Il est intéressant de constater la capacité des élèves à remettre en question leur avis initial, dans un premier temps après une prise d'informations et dans un second temps après confrontation d'idées divergentes.

Nous quantifierons ces réponses en fonction des élèves ayant changé d'avis après avoir lu les textes puis des élèves ayant changé d'avis après le débat par rapport à l'avis fait après lecture.

Il nous paraît difficile d'évaluer cette compétence en termes d'objectif d'apprentissage dans la mesure où les élèves n'ont pas eu les mêmes textes à travailler. Par exemple, et par rapport à la tournure des discussions lors du débat, les élèves ayant eu le corpus orienté nucléaire ont eu plus de chance de changer d'avis que ceux ayant eu le corpus orienté éolien.

### **S'initier à la complexité des questions de société**

Mesurer cette donnée n'est pas chose évidente car il n'est pas vraiment question d'une compétence mais plutôt une appréciation personnelle de la complexité des choses.

Méthodologie pour évaluer l'objectif d'apprentissage :

**Atteint** : L'élève indique que le choix est complexe et le justifie à la question « Penses-tu que ces questions sur le choix des futures centrales électriques sont plutôt simples à répondre ou plutôt complexes ? Explique pourquoi ».

**Partiellement atteint** : L'élève indique que le choix est complexe mais ne le justifie pas.

**Non atteint** : L'élève indique que le choix est simple ou ne répond pas.

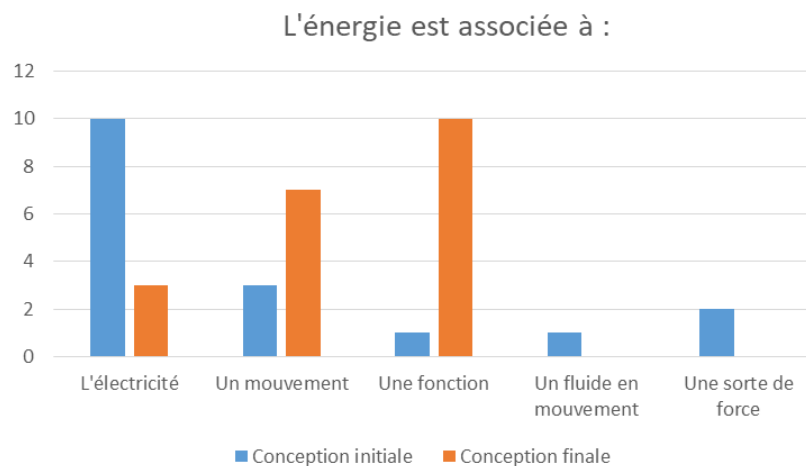
## IV. Les résultats

Pour tous les graphiques présents dans cette partie, la valeur indiquée en ordonnées représente le nombre d'élèves concernés. Pour rappel l'étude compte un effectif total de quinze élèves.

### A. Les notions du concept d'énergie

#### i. Les conceptions sur l'énergie

L'étude des conceptions initiales des élèves (figure 3) montre que l'énergie est avant tout associée à l'électricité pour dix élèves soit 66%. Elle est perçue pour trois élèves comme un mouvement associé à une activité visible et pour deux élèves comme une sorte de force. Un seul élève la perçoit comme fonctionnelle donc faite pour être utile et comme un fluide en mouvement, une sorte de carburant.



**Figure 3 :** Les conceptions initiales et finales des élèves en fonction des conceptions les plus récurrentes.

Les conceptions finales (figure 3) montrent une forte prédominance de la conception fonctionnelle (dix élèves soit 66% de l'effectif total) et de la conception de type mouvement (sept élèves soit presque 50%). Ces résultats peuvent s'expliquer par l'enseignement des besoins en énergie, abordés lors de plusieurs séances, ainsi que l'enseignement sur la forme de l'énergie de mouvement, abordée dans le cadre du mouvement lié corps humain, de la ressource (vent, mouvement de l'eau) et des éléments techniques (ailes du moulinet, pales de l'éolienne, turbine du barrage). Les conceptions relatives à la forme électrique restent présentes pour trois élèves mais ont disparu pour sept élèves ce qui est intéressant compte tenu de l'orientation électricité de notre séquence.

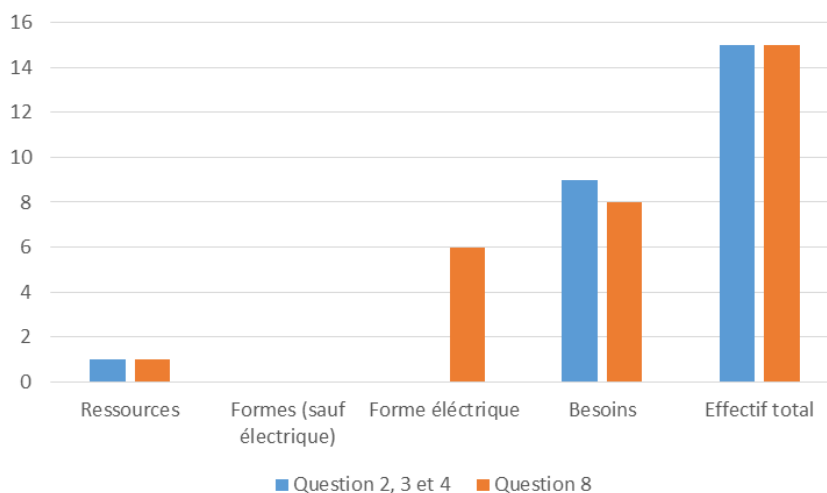
#### ii. Les connaissances initiales sur l'énergie

L'étude du questionnaire initial (figure 4) nous permet de faire le constat suivant : les principales notions du concept d'énergie sont très peu connues des élèves. En effet seulement un élève a su identifier une ou plusieurs ressources en énergie et aucun n'a su identifier une forme d'énergie. La question portant sur les besoins en énergie est mieux réussie : neuf élèves sur quinze ont su identifier un ou plusieurs besoins en énergie. Si l'on ajoute à notre analyse la question 8 qui ne limitait pas la question à une notion précise, nous constatons un renforcement des connaissances liées aux besoins ainsi qu'à une forme d'énergie spécifique : l'électricité.

Nous pouvons néanmoins penser que certains élèves possèdent des connaissances initiales mais n'ont pas su les rattacher à un vocabulaire précis. La récurrence de la forme électrique dans les réponses peut être associée aux conceptions fortement tournées vers l'électricité de la partie précédente.

L'absence d'enseignement sur l'énergie, pour la plupart des élèves durant leur scolarité peut expliquer en grande partie ces observations. Les connaissances sur les besoins en énergie sont les plus familières des élèves car utilisées dans la vie quotidienne, ce que révèle d'ailleurs le détail des réponses données :

principalement la télévision, la console, le téléphone ; les besoins en énergie que les élèves ont donc le plus.



**Figure 4 :** Les connaissances initiales en fonction des questions avec une notion précise demandée (Q 2, 3, 4) et de la question sans notion précise demandée (Q8)

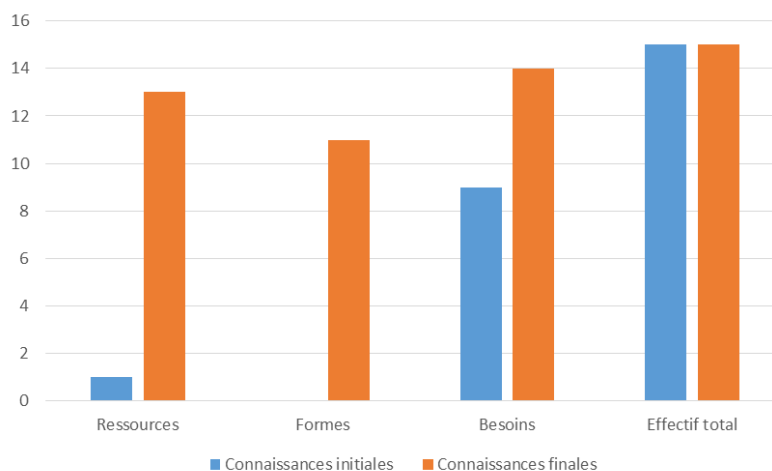
### iii. Evolution

Les résultats recueillis nous permettent d'appréhender l'évolution des connaissances relatives à l'énergie sur cette séquence (figure 5).

Concernant les ressources en énergie, l'évolution a été importante : un seul élève était capable d'en citer au moins une initialement alors que treize élèves ont réussi à identifier la source utilisée lors de l'évaluation (soit environ 87% de l'effectif total). De plus, le caractère renouvelable de cette source a été identifiée chez quatorze élèves (soit environ 94%), cette notion a donc été comprise et intégrée.

Même constat pour les formes d'énergie, avec onze élèves ayant identifié au moins une forme lors de l'évaluation (soit environ 74%) alors qu'aucune forme n'avait été nommée lors du questionnaire initial.

Pour plus de la moitié des élèves, deux ou trois formes ont pu être identifiées (figure 6). L'énergie de mouvement est la forme la plus citée (neuf fois).



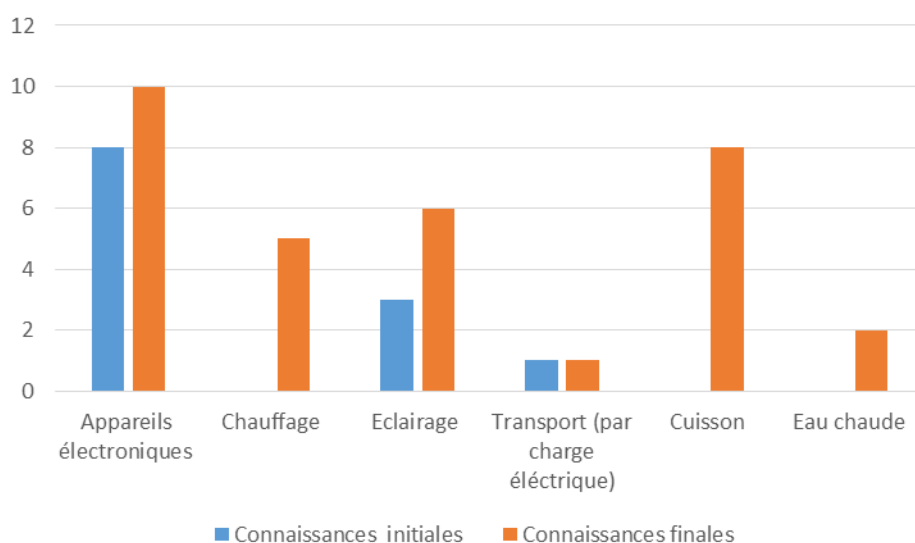
**Figure 5 :** Connaissances initiales et finales sur les ressources, formes et besoins en énergie

	Aucune forme identifiée	Une forme identifiée	Deux formes identifiées	Trois formes identifiées
Nombre d'élève	4	2	3	6

**Figure 6** : nombre de formes identifiées par chaque élève

Les résultats finaux relatifs aux besoins en électricité sont aussi très bons avec quatorze élèves (soit environ 94%) ayant donné au moins un besoin et douze élèves (soit environ 80%) au moins deux besoins différents.

Nous avons vu que les connaissances initiales et finales sur les besoins en énergie étaient assez proches. Il est donc intéressant d'observer en détail les réponses des élèves (figure 7).



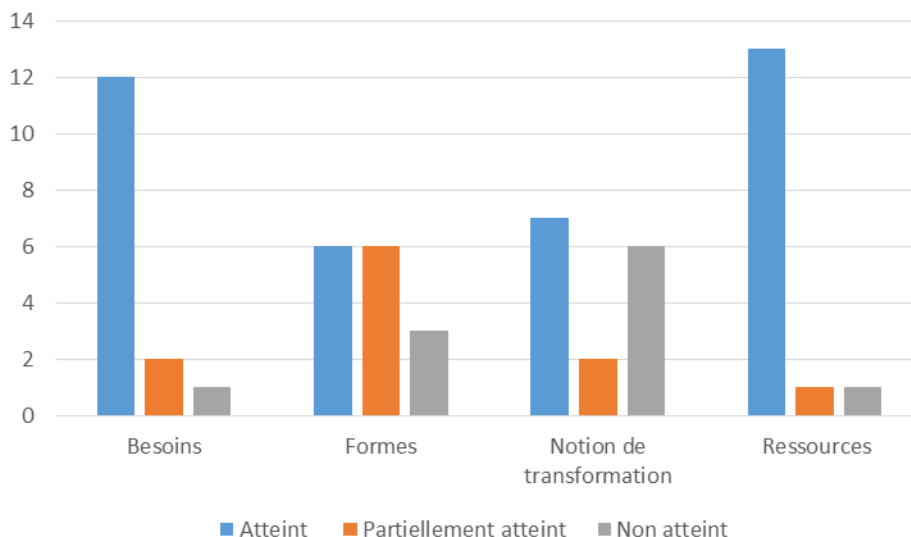
**Figure 7** : Les différents besoins en électricité cités par les élèves

Le besoin en électricité pour les appareils électroniques, cité huit fois lors du questionnaire initial, reste stable après la séquence d'enseignement : dix fois. Néanmoins nous remarquons une très forte augmentation des réponses post séquence en faveur du chauffage, de l'éclairage, de la cuisine et de l'eau chaude. Nous constatons donc que cette séquence d'apprentissage a permis aux élèves de diversifier leurs connaissances sur les besoins en électricité.

Concernant les différents éléments de la chaîne d'énergie identifiés lors de l'évaluation, onze élèves ont su correctement identifier au moins trois éléments de cette chaîne. De plus, sept élèves ont réussi à nommer et placer correctement l'alternateur, terme pourtant complexe. Nous constatons tout de même que seul trois élèves ont réussi à placer les cinq éléments demandés, l'oubli concerne majoritairement la source et pourrait être expliqué par l'imprécision de la consigne, demandant des éléments techniques.

En conclusion pour cette partie, nous pouvons évoquer une évolution probante des connaissances relatives à l'énergie au cours de cette séquence (figure 5), la performance de l'enseignement est, de ce point de vue, élevée. Néanmoins, cette évolution peut être en partie expliquée par l'absence globale de connaissances initiales, et si nous regardons les résultats finaux sur le plan des objectifs d'apprentissage que nous nous étions fixés (figure 8), ces derniers sont atteints pour la quasi-totalité des élèves pour les besoins et les ressources en énergie mais sont plus contrastés concernant les formes d'énergie et la notion de

transformation. Nous constatons que ces deux objectifs sont atteints pour un peu moins de la moitié de l'effectif. De ce point de vue, la performance de la séquence est un peu moins élevée.



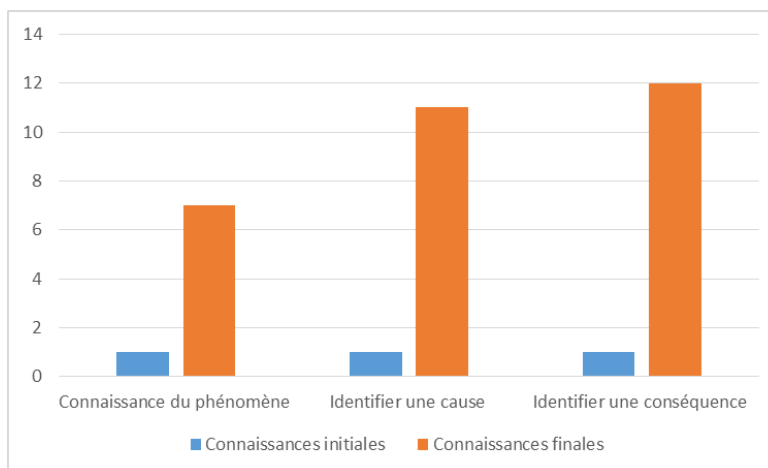
**Figure 8 :** L'évaluation des élèves en fonction des objectifs d'apprentissage retenus pour cette séquence (partie énergie)

## B. Les notions relatives au phénomène du changement climatique

**Figure 9 :** Connaissances initiales et finales sur le changement climatique, ses causes et conséquences

L'analyse des résultats initiaux (figure 9) montre des connaissances initiales sur le changement climatiques presque nulles. En effet, un seul élève est capable d'expliquer ce phénomène, beaucoup d'élèves disent même n'avoir jamais entendu ce terme.

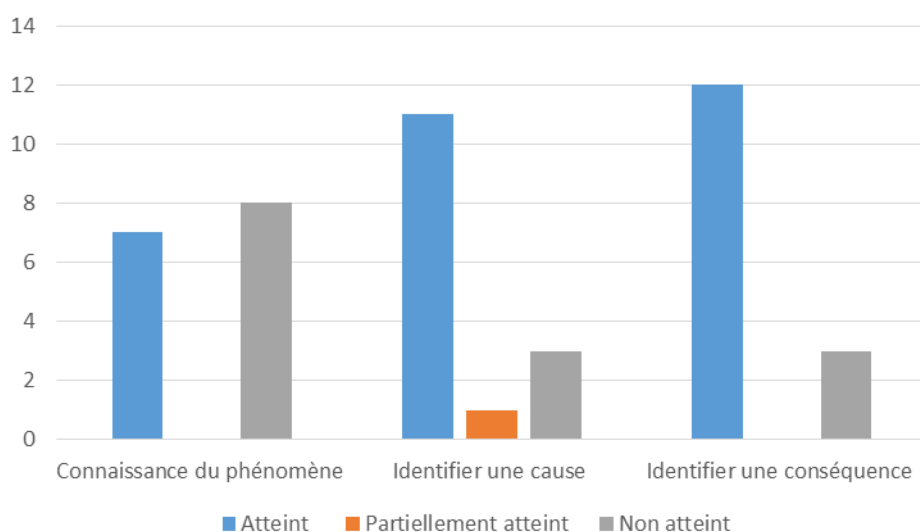
L'évolution des connaissances est donc importante : après la séquence, sept élèves



arrivent à préciser ce qu'est le changement climatique, onze arrivent à identifier une des causes, en l'occurrence celle - principalement - qui a été vue lors de la séquence : les émissions de CO<sub>2</sub> provoquées par les processus de transformations en électricité. Dans ce sens, nous notons une confusion pour deux élèves qui mentionnent les centrales nucléaires comme responsables du changement climatique.

Douze élèves arrivent à identifier au moins une conséquence : la fonte des glaciers est mentionnée pour neuf élèves, l'élévation du niveau de la mer pour six élèves, la disparition d'animaux pour cinq élèves en enfin le risque d'incendie pour un élève.

Nous pouvons expliquer ces résultats avec, d'une part, une forte médiatisation de la fonte de la banquise et donc de la disparition de l'habitat de l'ours polaire, et avec, d'autre part, une séance (séance 5) dédiée aux expériences de la fonte des glaciers continentaux et de la banquise associée à l'étude de l'élévation du niveau marin au niveau local. Cette dernière, mentionnée par uniquement six élèves, pourrait être le reflet d'une situation (réalisée en séance 5) trop courte et pas suffisamment concrète qui n'a pas véritablement imprégné les élèves. La validation de la connaissance finale liée à la connaissance du phénomène nécessite une explication, même sommaire, du phénomène avec, pour six élèves sur sept, une explication mentionnant l'augmentation des températures terrestres. Nous avons donc sept élèves capables d'expliquer ce qu'est le changement climatique mais nous pouvons néanmoins prétendre que le changement climatique n'est plus une expression inconnue chez



l'ensemble des élèves après cette séance et qu'ils savent le rattacher pour la plupart à une des causes ou conséquences.

**Figure 10 :** L'évaluation des élèves en fonction des objectifs d'apprentissage retenus pour cette séquence (partie changement climatique)

Du point de vue des objectifs d'apprentissage que nous nous étions fixés, les résultats finaux (figure 10) montrent que ces derniers sont atteints pour la quasi-totalité en ce qui concerne l'identification d'une cause ainsi qu'une conséquence du changement climatique avec respectivement onze (soit environ 74% de l'effectif total) et douze élèves (80%) ayant atteint ces objectifs. L'objectif de connaissance du changement climatique est atteint pour sept élèves (soit presque 50%) sachant le décrire mais nous avons vu précédemment qu'il pourrait toucher une plus grande part d'élèves.

Pour conclure, nous pouvons dire ici que les notions relatives au phénomène du changement climatique sont, en grande majorité, bien intégrées par élèves. L'évolution des connaissances est, quant à elle, très importante et s'explique par des connaissances de base très faibles.

### C. Les compétences transdisciplinaires

#### i. Prendre part à un débat

La compétence qui consiste à savoir écouter autrui a été mobilisée pour douze élèves lors du débat, soit 80% des élèves. Celle qui consiste à prendre la parole devant les autres sans intervention de l'enseignant a été mobilisée pour treize élèves soit près de 90% des élèves. Nous constatons donc que les compétences permettant de prendre part à un débat sont présentes chez la grande majorité des élèves.

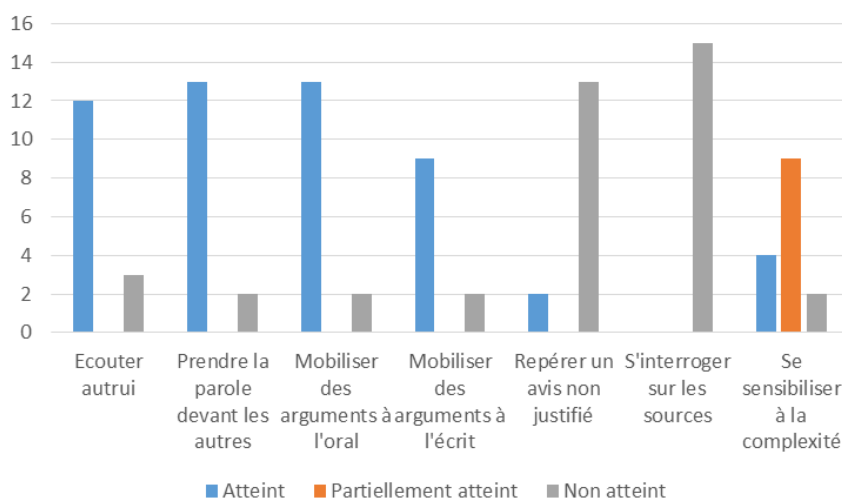
## ii. Donner son point de vue sur une question et le justifier

L'analyse des données liées à la capacité d'argumentation permet d'établir plusieurs constats (figure 11).

La capacité à produire un avis argumenté lors du débat est très présente chez les élèves : treize élèves sur quinze soit près de 90% de l'ensemble des élèves.

La capacité à produire un avis argumenté lors de l'évaluation, sous forme écrite, est moins présente mais reste quand même élevée : neuf élèves sur quinze soit 60% de l'ensemble des élèves. Nous constatons que cette compétence est plus difficile à mettre en œuvre de façon individuelle à l'écrit que de façon collective à l'oral. En effet 30% des élèves ayant donné un avis justifié lors du débat n'ont pas réussi à donner un avis justifié lors de l'évaluation.

La capacité à repérer un avis non argumenté dans un extrait de débat écrit n'a été mobilisée que par deux élèves. Nous pouvons en déduire une difficulté pour les élèves, bien plus importante que de produire un avis justifié, d'arriver à distinguer chez les autres un propos qui relève de l'affirmation gratuite sans justification.



**Figure 11** : L'évaluation des élèves en fonction des objectifs d'apprentissage retenus pour cette séquence (partie compétences transdisciplinaires)

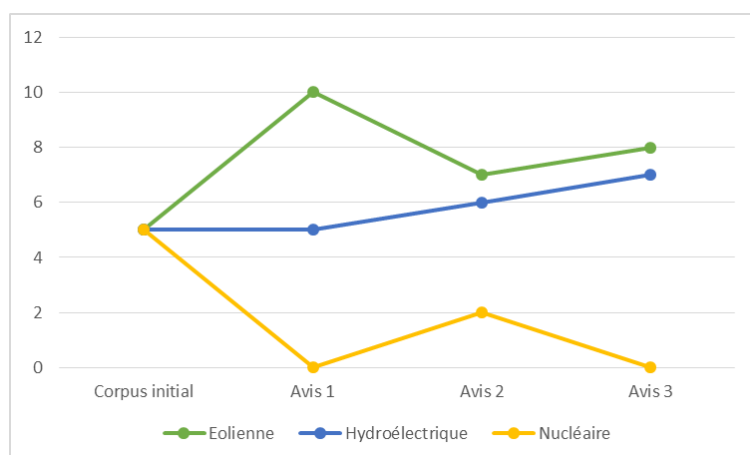
## iii. Savoir prendre en compte les arguments des autres pour modifier son point de vue

L'analyse des différents avis des élèves (figures 12 et 13) et notamment celui de l'avis initial (avis 1) montre que le choix des élèves, avant de recevoir le corpus de textes préparatif au débat, penche nettement pour la centrale de type éolienne (66%). Vient ensuite la centrale de type hydroélectrique (33%), la centrale de type nucléaire n'étant choisie par aucun élève.

L'analyse des changements entre l'avis 1 et l'avis 2 montre que la lecture des documents a engendré un changement d'avis conforme à l'orientation du corpus pour dix élèves soit 66%. Nous constatons de ce fait un changement d'avis directement imputable aux arguments du corpus et donc une grande influence de ce dernier. Cette influence est assez représentative pour le nucléaire : aucun élève n'a choisi cette centrale lors du premier avis mais deux élèves au corpus favorable à celui-ci ont fait le choix de cette technologie lors du deuxième avis.

L'analyse des changements entre l'avis 2 et l'avis 3 montre que le débat a, lui aussi, engendré un changement d'avis chez six élèves, soit 40%. Au total ce sont dix élèves qui ont changé d'avis entre le moment précédent le débat (avis 1) et celui qui suit (avis 3).

Nous pouvons ainsi observer que la compétence relative à la prise en compte d'arguments



externes pour modifier son point de vue a été fortement mobilisée lors de ce débat dans son ensemble. Nous constatons tout de même qu'au-delà de la phase de discussion, c'est surtout le corpus de texte qui paraît influencer le plus le choix des élèves. Cette observation souligne l'importance de la confiance à accorder aux sources et renforce l'idée de développer chez les élèves leur capacité à interroger les sources.

Figure 12 : Evolution des différents avis au cours du débat

	Corpus initial	Avis 1	Avis 2	Avis 3
Waliya	Nucléaire	Eolienne	Nucléaire	Hydroélectrique
Léandre	Hydroélectrique	Hydroélectrique	Hydroélectrique	Eolienne
Tom	Nucléaire	Eolienne	Eolienne	Hydroélectrique
Sofia	Hydroélectrique	Eolienne	Hydroélectrique	Eolienne
Ruben	Eolienne	Hydroélectrique	Eolienne	Eolienne
Emma	Hydroélectrique	Eolienne	Hydroélectrique	Hydroélectrique
Lylou	Hydroélectrique	Eolienne	Hydroélectrique	Hydroélectrique
Lou	Nucléaire	Eolienne	Nucléaire	Eolienne
Elyna	Eolienne	Hydroélectrique	Eolienne	Eolienne
Théo C	Eolienne	Hydroélectrique	Eolienne	Eolienne
Saël	Eolienne	Eolienne	Eolienne	Eolienne
Gessye	Hydroélectrique	Eolienne	Hydroélectrique	Hydroélectrique
Tibo	Nucléaire	Eolienne	Hydroélectrique	Hydroélectrique
Nael	Eolienne	Hydroélectrique	Eolienne	Hydroélectrique
Théo P	Nucléaire	Eolienne	Eolienne	Eolienne

Figure 13 : Tableau récapitulatif des différents avis selon le corpus initial de chaque élève

#### iv. S'interroger sur les sources

La question donnée lors de l'évaluation poussant à s'interroger sur les différentes sources des textes mis à disposition n'a été validé par aucun élève. Ce constat reflète la complexité de la tâche, qui demande à la fois d'avoir un regard critique, interrogateur sur chaque source et des connaissances sur la confiance à accorder aux différentes sources présentes. Nous pouvons ainsi constater la difficulté de construction de cette compétence.



## v. S'initier à la complexité des questions de société

Concernant le ressenti des élèves sur la complexité de la question du choix des énergies, treize élèves jugent cette question complexe, un élève la juge simple et un élève n'a pas répondu. Nous voyons donc que les élèves ont bien ressenti la complexité de cette question à travers le débat et ses conclusions ce qui confirme l'impression donnée lors du débat. Néanmoins il convient de prendre en compte le faible taux de justification : 30% seulement des élèves ayant jugé cette question complexe.

## D. Bilan

Nous avons pu constater une performance d'apprentissage globalement élevée concernant l'énergie et la problématique du changement climatique. Dans avons vu que dans le détail que les résultats étaient inégaux entre les différentes notions étudiées avec une réussite plus importante concernant les besoins et les ressources en énergie, ainsi que pour les causes et conséquences du changement climatique que pour les formes et les transformations en énergie. Ceci nous pousse à dire que ces deux dernières notions sont plus difficiles à intégrer car peut être moins concrètes et nécessitent donc un apprentissage approfondi.

La performance d'apprentissage relative aux compétences transdisciplinaires est, quant à elle, beaucoup plus mitigée. Les compétences que l'on pourrait qualifier « de base », indispensables à la pratique du débat et à la formation de l'esprit critique sont présentes chez la grande majorité des élèves : l'écoute des autres, la capacité à prendre la parole.

Les compétences argumentatives le sont aussi : capacité à argumenter son avis à l'oral comme à l'écrit, à remettre en question un propre choix. Néanmoins les compétences que l'on pourrait qualifier de spécifiques à la formation de l'esprit critique, comme repérer un avis non justifié ou encore interroger une source, n'ont pas pu être construites de façon durable lors de cette séquence d'apprentissage chez les élèves. Ces compétences nous apparaissent d'un niveau plus complexe que les précédentes du fait qu'elles reposent à la fois sur une réflexion de l'élève et sur la maîtrise de compétences indispensables : savoir justifier son avis et comprendre l'intérêt de le justifier, comprendre de façon aisée un texte (afin de se décharger de la difficulté de compréhension qui pourrait mobiliser entièrement l'élève), connaître la confiance à accorder à une source, prendre du recul sur le sujet pour adopter une attitude réflexive sur les sources. Ces compétences indispensables n'ont clairement pas suffisamment été abordées lors du débat et nous nous posons la question de cette faisabilité en une seule séance. Nous pouvons, de ce fait, émettre l'hypothèse que les compétences de formation à l'esprit critique ont commencé à être construites lors de cette séquence et auront besoin d'une mobilisation répétée, via des dispositifs pédagogiques adaptés comme le débat, durant la scolarité future des élèves en s'appuyant, par exemple sur les compétences de base de la pratique du débat (savoir écouter, prendre la parole et argumenter) bien présentes chez nos élèves. Les élèves ont pu ainsi très bien ressentir toute la complexité de cette question du choix des énergies.

## E. Limites de l'étude

La population relativement faible de l'étude, quinze élèves, représente la principale limite. En effet chaque comportement individuel peut avoir un impact important sur les résultats. De plus les élèves proviennent de la même école, ils ont donc une expérience scolaire relativement proche en terme d'apprentissage et sont issus d'un milieu socioprofessionnel lui aussi assez proche.

Une autre limite vient de l'organisation temporelle de cette séquence qui a dû être adaptée en fonction de la situation sanitaire : la séance 8 portant sur les actions possibles n'a pas pu être réalisée avant le rendu de ce mémoire. La séquence a été coupée après la séance 4 pendant cinq semaines ce qui a nécessité un rappel important avant de reprendre les séances restantes. Ce rappel, les séances 5 6 et 7 ainsi que l'évaluation finale ont dû être menées sur une même semaine.

Nous notons aussi une différence dans les modalités de prises de données initiales et finales, pour une partie des notions relatives à l'énergie, motivée par la volonté d'une application concrète des savoirs lors d'une situation nouvelle pour l'évaluation finale. Il aurait été néanmoins intéressant de faire réaliser, à la suite de la séquence, le questionnaire initial dans son ensemble en plus de l'évaluation et d'analyser ainsi les différences ou similitudes des résultats entre ces deux modalités de collecte de données.

Une dernière limite vient de manière principale que nous avons eu pour recueillir les données : par l'intermédiaire de l'écrit. Plusieurs facteurs d'échec, au-delà des connaissances de l'élève, peuvent intervenir : incompréhension d'un ou plusieurs termes, incompréhension de la consigne, motivation fluctuante à répondre. Même si il y a eu un accompagnement personnalisé de l'enseignant pour les élèves les plus en difficulté, un accompagnement pour chaque élève en s'assurant que la question est bien comprise et en motivant une réponse aurait permis de limiter ces facteurs.

## V. Conclusion

Nous avons pu constater que de vraies connaissances et compétences scientifiques concernant l'énergie et ses problématiques ont pu être construites lors de cette séquence d'apprentissage, même si certaines notions auraient mérité un temps d'approfondissement plus important.

Nos stratégies d'enseignements, détaillées tout au long de ce mémoire, ont été dans un premier temps de déterminer les contenus d'enseignements, au regard des programmes en vigueur et des préconisations de la recherche, puis dans un second temps de les mettre en œuvre via une démarche de questionnement, de manipulation, de travail collectif, d'expérimentation et d'échanges le tout dans une approche socioconstructiviste . Ces choix d'enseignement ont permis un enrôlement important constaté lors de l'ensemble des activités, favorisant donc les apprentissages. Le lien avec le développement durable par l'intermédiaire de la problématique du changement climatique a ajouté du sens et un regain d'intérêt après quatre séances sur l'énergie.

De plus, ces connaissances ont permis aux élèves de maîtriser les notions mobilisées lors du débat et d'appréhender les enjeux du choix des énergies de demain et de pouvoir ainsi rentrer pleinement dans ce débat avec une forte implication pour la grande majorité des élèves. En effet, un niveau de savoir important sur cette thématique nous paraissait indispensable pour pouvoir pleinement s'exprimer, débattre, échanger, se remettre en question et ainsi se construire une opinion personnelle.

Fort de ce constat et pour répondre à notre problématique de départ, cette séquence d'apprentissage apparaît lier de façon pertinente éducation à l'énergie et développement durable.

En effet, les principaux objectifs concernant les connaissances scientifiques ont été atteints. Les compétences transdisciplinaires concernant les capacités d'argumentation et d'esprit critique, bien que non fixées, ont pu être mobilisées et initiées. Elles visent à être réitérées pour une véritable construction au long terme, si importante dans notre monde interconnecté actuel et futur. S'ajoute à cela une initiation à la complexité des questions de développement durable et une sensibilisation des élèves sur les problématiques à venir comme celle du changement climatique.

Au-delà de ces connaissances et compétences, ce sont aussi des attitudes et des motivations qui ont été travaillées et construites lors de cette séquence même si le contexte sanitaire a empêché de continuer la sensibilisation, prévue en dernière séance, avant le rendu du mémoire, qui sera tout de même menée dans les prochaines semaines.

Cette séquence a utilisé des dispositifs d'enseignements spécifiques mais d'autres modalités d'apprentissages sont possibles pour un même objectif. Nous pouvons par exemple citer l'intérêt de la pratique du projet, comme le soulignent plusieurs chercheurs (De Vicchi, 2010), (Gibert, 2020, P. 24), permettant aux élèves de s'engager directement et de développer ainsi toutes les compétences qui y sont associées. Cette forme d'implication n'a pas été utilisée lors de notre séquence d'enseignement et il serait, de ce fait, intéressant de pouvoir estimer là aussi la performance de ce type de dispositif pédagogique dans le cadre de l'éducation au développement durable.

A titre personnel, ce mémoire m'a permis de m'initier à la démarche d'investigation, de proposer des expérimentations et des manipulations bien plus motivantes et enrichissantes pour les élèves mais aussi pour l'enseignant. Il m'a permis de mener une réflexion sur la manière d'enseigner l'éducation au développement durable ainsi que les sciences et technologies, de m'initier à la mise en place et à la conduite du débat argumenté et de constater l'importance de construire et de mobiliser fréquemment les compétences relatives au développement de l'esprit critique et à l'argumentation chez les élèves.

Enfin, et de manière plus globale, ce mémoire m'a permis de comprendre l'importance d'examiner les recommandations et avancées de la recherche et de les mettre en parallèle avec les recommandations institutionnelles afin d'essayer d'en construire un enseignement réfléchi, pertinent et éclairci.

## VI. Bibliographie

### Articles de recherche

Bächtold, M. (2012). Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation. *Tréma*, n° 38 (p. 6-39).

Bächtold, M., Munier, V., Guedj, M., Lerouge, A., et Ranquet, A. (2014). Quelle progression dans l'enseignement de l'énergie de l'école au lycée ? Une analyse des programmes et des manuels. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (10), (p.63-92).

Bader, B., Jeziorski A., Therriault G. (2013). Conception des sciences et d'un agir responsable des élèves face aux changements climatiques. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, n° 29, 15-32.

Bisault, J et Le Bourgeois, R. (2006). Les enjeux disciplinaires et transversaux de l'argumentation à l'école. L'exemple de l'histoire et des sciences. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, vol. 39, n°3.

Boilevin, J-M. (2018). La démarche d'investigation : simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences ? *Epistémologie & didactique : Synthèses et études de cas en mathématiques et en sciences expérimentales. Presses universitaires de Franche-Comté.*

Chen, K-L., Liu S-Y., Chen, P-H. (2015). Assessing multidimensional energy literacy of secondary students using contextualized assessment. *International journal of environmental and science education*, vol. 10, n° 2 (p. 201-218).

De Vecchi, G. (2006). Enseigner l'expérimental en classe. Hachette éducation.

Didier, M. (2014). Quelles compétences pour quelle éducation au développement durable ? Éducation au développement durable enjeux et controverses. *De Boeck* (p. 183-202).

De Vecchi, G. (2010). L'EDD, ça s'évalue ? Mais quoi évaluer... et qui évalue ? L'éducation au développement durable : comment faire, *Cahiers pédagogiques* N°478. Disponible sur le web : <https://www.cahiers-pedagogiques.com/l-edd-ca-s-evalue-mais-quoi/> consulté le 17/04/21

Diemer, A et Marquat C. (2014). L'éducation au développement durable serait-elle en train de remettre en cause notre système éducatif ? Education au développement durable enjeux et controverses. Introduction. *De Boeck* (p. 13 – 31).

Diemer, A. (2014). Une initiation à la complexité, la transdisciplinarité et la pédagogie critique. Education au développement durable enjeux et controverses. Chapitre 4. *De Boeck* (p. 99 – 118).

Clément, P. (1998). La biologie et sa didactique, dix ans de recherche. *Aster*, n° 27 (p. 57-93).  
Cusset, P-Y. (2011). Que disent les recherches sur « l'effet enseignant » ? *Centre d'analyse stratégique*. Note d'analyse 232.

Gausseil, M. (2016). Développer l'esprit critique par l'argumentation : de l'élève au citoyen. *Dossier de veille de l'IFE*, n° 108.

Gibert, A.-F. (2020). Eduquer à l'urgence climatique. *Dossier de veille de l'IFE*, n° 133.

GIEC. (2014). Changement climatiques. Rapport de synthèse.

GIEC. (2019). Réchauffement planétaire de 1,5 °C. Rapport spécial.

Giordan, A et Girault, Y. (1994). Les aspects qualitatifs de l'enseignement des sciences dans les pays francophones. Paris : UNESCO, IIPÉ.

Reverdy, C. (2018). Les recherches en didactique pour l'éducation scientifique et technologique. *Dossier de veille de l'IFE*, n° 122.

Lange, J-M. (2009). Education à l'environnement pour un développement durable : informer, former ou éduquer ? Compte rendu de colloque (Montpellier, 7-8 juin 2007). *EDP Sciences. Natures Sciences Sociétés*. Vol. 17 (p. 70 – 72).

Lange, J-M et Kebaïli, S. (2019). Penser l'éducation au temps de l'anthropocène : conditions de possibilités d'une culture de l'engagement, *Éducation et socialisation* (51).

Legardez, A. (2016). Questions Socialement Vives, et Education au Développement Durable. L'exemple de la question du changement climatique. *Revue francophone du développement durable*.

Meira, P et González-Gaudio, E. (2016). Les défis éducatifs du changement climatique : La pertinence de la dimension sociale. Éducation relative à l'environnement. *Regards - Recherches – Réflexions*, Volume 13 – 2.

ONU. (1987). Rapport Brundtland.

ONU. (2015). Décisions de l'accord de Paris.

Prieur, M. Monod-Ansaldi, R. Fontanieu, V. (2013). Réception des démarches d'investigation prescrites par les enseignants de sciences et de technologie. *RDST*.

Trumper. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study, *International Journal of Science Education*, 15:2, (p. 139-148)

Watts, D. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*. No 18.

## Ouvrages

Bächtold, M., Cross, D., Munier, V. (2019). *Séquences sur l'énergie, l'astronomie et la vitesse*. Enseigner les sciences au cycle 3. CANOPE

Dedieu, L., Kluba, M., Panis, L., Raoul-Bellanger, A. (2019), *Sciences CM1*. Comprendre le monde. RETZ

## **Textes institutionnels**

Circulaire n° 77-300. (1977).

Circulaire N°2007-077. (2007). Education au développement durable. Seconde phase de généralisation de l'éducation au développement durable (EDD)

Circulaire N°2004-110. (2014). Instructions pédagogiques. Généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD).

Circulaire n°36. (2020). Renforcement de l'éducation au développement durable – Agenda 2030

Eduscol, Ministère de l'Éducation nationale, de de la jeunesse et des sports. (2016). Cycle 3 - Identifier différentes sources et connaitre quelques conversions d'énergie. <https://eduscol.education.fr/>

Eduscol, Ministère de l'Éducation nationale, de de la jeunesse et des sports. (2016). Cycle 3 – Les ressources sur l'énergie. <https://eduscol.education.fr/>

Ministère de l'Éducation nationale, de de la jeunesse et des sports. (2020). Programme d'enseignement du cycle de consolidation - cycle 3. BOEN n° 31 du 30 juillet 2020.

Ministère de l'Éducation nationale, de de la jeunesse et des sports (2021). Vadémécum - Éducation au développement durable - horizon 2030.

## **Sites internet :**

<https://bilan-electrique-2019.rte-france.com>. Consulté le 09/04/21

<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/62509/eclairage-pedagogique-cycles-2-et-3>. Consulté le 14/04/21

[https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_fr#tab-0-0](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_fr#tab-0-0). Consulté le 09/04/21

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/comprendre-le-climat-mondial/leffet-de-serre-et-autres-mecanismes>. Consulté le 05/04/21

<https://www.reseau-canope.fr/developper-lesprit-critique.html>. Consulté le 12/04/21

[https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9veloppement\\_durable](https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9veloppement_durable). Consulté le 12/05/21

## VII. Annexes

### A. Annexe 1 : séquence d'apprentissage mise en œuvre

Titre	Les bases du concept d'énergie en lien avec la problématique de développement durable de la transition énergétique
Niveau	CM1 – Sciences et technologie
Séances	1) Les besoins en énergie 2) Les formes d'énergie 3) Les conversions de l'énergie : exemple d'un convertisseur : l'éolienne 4) Les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables 5) Une des conséquences de changement climatique : l'élévation du niveau des océans 6) Le nucléaire et l'accès à l'électricité dans le monde 7) Débat argumentatif : quelle source d'énergie choisir pour demain ? 8) Comment agir ?
Prérequis	Pas de prérequis spécifique
Connaissances et compétences associées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier des formes d'énergie : l'énergie de mouvement, l'énergie électrique, énergie lumineuse, énergie thermique</li> <li>- Identifier des ressources en énergie (renouvelable et non renouvelable)</li> <li>Reconnaître les situations où l'énergie est transformée</li> <li>- Identifier quelques-uns des besoins en énergie de l'être humain pour le fonctionnement du corps et pour la vie quotidienne</li> <li>- Relier les besoins de l'être humain, l'exploitation des ressources naturelles et les impacts à prévoir et gérer</li> <li>- Satisfaire les besoins en énergie (Géographie)</li> <li>- Exercer sa capacité à choisir de manière responsable (EMC)</li> <li>- S'informer de manière rigoureuse. (EMC)</li> <li>- Prendre part à une discussion, un débat ou un dialogue (EMC)</li> <li>- Identifier quelques dispositifs visant à optimiser la consommation d'énergie.</li> </ul>
Attendus de fin de cycle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier différentes ressources en énergie et connaître quelques conversions d'énergie.</li> <li>- Prendre en charge des aspects de la vie collective et de l'environnement et développer une conscience civique, y compris dans sa dimension écologique (EMC)</li> <li>- Exercer une aptitude à la réflexion critique pour construire son jugement (EMC)</li> <li>- Écouter autrui et justifier un point de vue au cours d'une conversation, d'un débat ou d'un dialogue (EMC)</li> </ul>

Séances	Déroulement
Séance 1	<p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ connaître la définition de l'énergie afin de donner du sens à ce concept</li> <li>➤ connaître quelques besoins en énergie dans la vie quotidienne</li> </ul> <p><u>1) Mise en situation</u>            Projeter une photographie d'éolienne  <b>Questions :</b> de quoi s'agit-il ? à quoi ça sert ?  <b>Réponses attendues :</b> une éolienne, ça sert à faire de l'électricité  <b>Question :</b> Comment ça fonctionne ?</p>



	<p><b>Réponses attendues</b> : difficultés à répondre, le vent fait tourner les pales pour faire de l'électricité, référence possible au moulin à vent, pas d'évocation du terme « alternateur ».</p> <p><b>Question</b> : y a-t-il de l'énergie en jeu ?</p> <p><b>Réponses attendues</b> : Energie électrique, énergie du vent Donner le déroulement global de la séquence et annoncer que ce problème de fonctionnement sera traité au cours de la séance</p> <p><u>2) Questionnement</u></p> <p><b>Question</b> : à l'écrit et individuellement, répondre à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qu'est-ce que l'énergie selon toi ?</li> <li>- A quoi sert l'énergie ?</li> </ul> <p><u>3) Recherche : les besoins en énergie</u></p> <p>Reprendre en collectif les réponses de : A quoi sert l'énergie ? Lister les propositions des élèves sur une affiche : les besoins en énergie</p> <p><b>Réponses attendues</b> : se chauffer, s'éclairer, allumer la télévision, l'ordinateur, se déplacer en voiture.</p> <p>Projeter des images de diverses situations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une personne qui soulève des haltères : faire fonctionner notre corps</li> <li>• une lampe de poche qui éclaire : s'éclairer</li> <li>• un feu dans une cheminée : se chauffer</li> <li>• un train qui se déplace : se déplacer</li> <li>• une casserole contenant de l'eau qui bout sur une gazinière : cuisiner</li> </ul> <p>Discussion commune afin de compléter l'affiche</p> <p><u>4) Structuration de la définition d'énergie :</u></p> <p>Reprendre collectivement les réponses de la question : Qu'est-ce que l'énergie selon toi ? Faire remarquer qu'il est difficile de se mettre d'accord pour définir l'énergie mais que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des phénomènes différents sont mentionnés (mouvement, électricité, lumière ...) qui sont tous liés à l'énergie</li> <li>• Lorsqu'on parle d'énergie, on a tous pensé à ce qu'elle permettait de faire.</li> </ul> <p>Définir avec les élèves la définition de l'énergie : L'énergie c'est ce qui permet de mettre en mouvement, chauffer, éclairer...</p>
<p><b>Séance 2</b></p>	<p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Comprendre la notion de forme d'énergie.</li> <li>➤ Découvrir plusieurs situations et dispositifs de conversion énergétiques dont l'alternateur.</li> </ul> <p><u>1) Rappel de la séance précédente</u> : Les besoins en énergie, s'aider de l'affiche.</p> <p><u>2) 1<sup>er</sup> temps de recherche</u></p> <p>Un moulinet à vent par élève sera produit lors d'une séance précédente. Montrer le moulinet sans le faire tourner</p> <p><b>Question</b> : Le moulinet contient-il de l'énergie ? pourquoi ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : Non parce que rien ne bouge, pas de mouvement</p> <p><b>Question</b> : Comment pourrait-on le faire tourner sans utiliser les mains ? Laisser les élèves manipuler et réfléchir un court moment</p>

**Réponse attendue** : avec du vent, de l'eau

### 3) 2<sup>nd</sup> temps de recherche

L'enseignant met le moulinet sous le ventilateur pour le faire tourner

**Question** : Y a-t-il de l'énergie en jeu ? pourquoi ?

**Réponse attendue** : Oui parce qu'il est en mouvement, il tourne

**Question** : à quoi sert l'énergie ici ?

**Réponse attendue** : à faire tourner le moulin, à le mettre en mouvement.

L'enseignant annonce que l'on va pouvoir appeler cette énergie : énergie de mouvement

**Question** : d'où vient cette énergie ? quelle est sa source ?

**Réponse attendue** : le vent

### 4) structuration de l'énergie de mouvement

Souligne trois idées importantes

- L'énergie, c'est ce qui permet de mettre en mouvement : l'énergie du vent permet de mettre en mouvement les hélices du moulinet
- L'énergie peut prendre différentes formes : dans cette situation l'énergie est liée au mouvement des pales (ou ailes) du moulinet : on parle d'énergie de mouvement (ou énergie cinétique pour les scientifiques).
- la source d'énergie du moulinet est le vent. Il existe plusieurs sources d'énergie

### 5) recherche : autres formes d'énergie

Projeter un assemblage de différentes images et distribuer une liste de formes d'énergie dans le désordre.

**Consigne** : en binôme, vous allez devoir décrire le phénomène en jeu et identifier la forme d'énergie associée.

Une lampe électrique qui éclaire : énergie lumineuse

Une lampe à pile qui éclaire : énergie lumineuse

Un chauffage électrique : énergie thermique

Un feu dans une cheminée : énergie thermique et lumineuse

Une voiture qui avance : énergie de mouvement

Une roue de moulin à eau qui tourne : énergie de mouvement

### 6) structuration des autres formes d'énergie

Mise en commun collective, Les élèves confrontent leurs résultats.

L'enseignant valide ou invalide chaque image après un bref temps de confrontation.

L'image de la lampe électrique et du chauffage électrique est l'occasion de questionner les élèves sur la forme électrique ou lumineuse/thermique de la situation.

Dans le cas des deux images, l'énergie est transportée sous forme d'électricité puis est convertie/transformaté en énergie lumineuse pour la lampe et en énergie thermique pour le chauffage. L'énergie peut donc passer d'une forme à l'autre grâce à des objets techniques.

### 7) Mise en situation : l'exemple d'un barrage hydroélectrique

Projeter la vidéo sur l'explication d'un barrage hydroélectrique

**Question**: quelle source d'énergie permet de faire fonctionner ce barrage ?

**Réponse attendue** : le mouvement de l'eau

	<p>Projeter le schéma représentant le fonctionnement d'une centrale hydroélectrique</p> <p><b>Questions :</b> Quels sont les éléments qui constituent cette centrale et à quoi servent-ils ?</p> <p><b>Réponse attendue :</b> Barrage, turbine, alternateur, câbles</p> <p>Légèrer au fur et à mesure le schéma au tableau</p> <p>Explication de l'alternateur en projetant un schéma :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un alternateur est constitué d'aimants et de bobines de fils métalliques (cuivre)</li> <li>- les bobines peuvent tourner</li> <li>- un alternateur équivaut à un moteur électrique, mais utilisé en mode inverse : si on fait tourner les bobines grâce à un mouvement, cela produit de l'électricité.</li> </ul> <p>Si on l'utilise en mode moteur en faisant circuler de l'électricité, cela fait tourner les bobines. Dans notre cas, on utilise ce dispositif technique comme un alternateur afin de transformer le mouvement de l'eau en électricité</p> <p><b>Question :</b> Comment fonctionne la centrale en termes de formes d'énergie ?</p> <p><b>Réponse attendue :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- énergie de mouvement quand l'eau descend</li> <li>- toujours énergie de mouvement quand l'énergie de mouvement de l'eau est transférée à la mise en rotation de la turbine</li> <li>- énergie de mouvement transformée par l'alternateur en énergie électrique</li> </ul> <p>L'enseignant complète le schéma au tableau avec les différentes formes d'énergie</p>
<p><b>Séance 3</b></p>	<p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Comprendre la notion de transformation d'une forme d'énergie à une autre</li> <li>➤ Découvrir une chaîne énergétique complète</li> </ul> <p>1) <u>Rappel séance précédente</u></p> <p>2) <u>Questionnement</u></p> <p><b>Question :</b> Pour en revenir à notre éolienne du départ, d'après vous, est-il possible d'allumer une ampoule avec une mini-éolienne ?</p> <p><b>Réponses attendues :</b> Laisser les élèves réfléchir et interagir un court instant.</p> <p><b>Consigne :</b> Pour vérifier que c'est possible, nous allons faire des expérimentations</p> <p>Présenter le matériel disponible : câbles pinces crocodiles, pales, alternateur, sèche-cheveux, ampoule, pile (qui constituera l'intrus à ne pas utiliser).</p> <p>3) <u>formulations des hypothèses</u></p> <p><b>Consigne :</b> vous allez devoir, en binôme, lister le matériel nécessaire à la réalisation de la mini-centrale éolienne et faire le schéma de sa construction pour pouvoir ensuite tester votre hypothèse</p> <p>L'enseignant laisse les élèves réaliser le schéma sans aide particulière, il pourra intervenir lors de la phase d'expérimentation, notamment pour dépasser la conception unifilaire (un seul fil électrique).</p> <p>4) <u>Expérimentation :</u></p> <p>Les élèves expérimentent leur hypothèse en binôme</p> <p>Une fois l'objectif atteint : l'ampoule s'allume grâce au vent du sèche-cheveux, les élèves corrigent si besoin leur schéma et doivent indiquer le fonctionnement de la centrale en termes de formes d'énergie.</p> <p><b>Réponse attendue :</b></p>

	<p>- le vent souffle : énergie de mouvement  - le vent entraîne le mouvement des pales : l'énergie de mouvement est transférée du vent aux pales et reste de l'énergie de mouvement  - l'énergie de mouvement des pales est transformée en énergie électrique par l'alternateur.  - l'énergie électrique est transformée en énergie lumineuse par l'ampoule</p> <p><u>5) Structuration</u>  Mise en commun collective pour produire le schéma complet de l'expérience écrit au tableau par quelques élèves. Les groupes confrontent leurs résultats. L'enseignant laisse la parole aux élèves et précise le vocabulaire si nécessaire. Il annonce que l'on vient de construire le schéma d'une chaîne énergétique, ici celle de l'éolienne et explicite le fonctionnement et les transformations d'énergie réalisées.</p>
<b>Séance 4</b>	<p><u>Objectifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identifier différences ressources en énergie</li> <li>➤ Différencier ressource renouvelable et non renouvelable</li> <li>➤ Découvrir de façon simplifiée l'action des gaz à effet de serre sur le climat</li> </ul> <p><u>1) Rappel de la séance précédente</u></p> <p><u>2) Mise en situation (à l'écrit, individuellement)</u>  <b>Question</b> : Quelles sources d'énergie avons-nous vu jusqu'à maintenant ?  <b>Réponse attendue</b> : Le vent/le mouvement de l'air, le mouvement de l'eau  <b>Question</b> : Connaissez-vous d'autres sources d'énergie ?</p> <p><u>3) Mise en commun des représentations initiales</u>  Noter au tableau les différentes propositions des élèves  Vidéo-projeter les photographies sur les différentes sources d'énergie (3, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15 du document Eduscol) puis demander aux élèves de valider, compléter ou modifier leurs propositions initiales.  <b>Réponses attendues</b> : Le vent, l'eau, le pétrole, le gaz, le bois, le soleil, les déchets, le charbon, l'uranium. (aider les élèves pour l'uranium)  Annoncer que l'on appelle énergie fossile le pétrole, le gaz et le charbon car c'est de la matière végétale qui s'est fossilisé avec le temps.</p> <p><u>4) Questionnement</u>  <b>Question</b> : Pendant combien de temps peut-on allumer une ampoule grâce à une éolienne ?  <b>Réponse attendue</b> : Tant qu'il y a du vent l'ampoule pourra s'allumer.  <b>Question</b> : Est-ce que dans 100 ans il y aura encore du vent si on l'utilise tous les jours ?  <b>Réponse attendue</b> : oui c'est inépuisable  <b>Question</b> : Pendant combien de temps peut-on allumer une ampoule grâce à une centrale électrique qui utilise du pétrole ou du charbon ?  <b>Réponse attendue</b> : Jusqu'à ce que le réservoir soit vide.  <b>Question</b> : Est-ce que dans 100 ans il y aura encore du pétrole ou du charbon si on l'utilise tous les jours ?  <b>Réponse attendue</b> : non, c'est épuisable.  <b>Question</b> : Que peut-on conclure ?  Laisser les élèves s'exprimer, ajouter le vocabulaire manquant puis élaborer avec eux une conclusion du type : Certaines sources d'énergie s'épuisent comme de pétrole on</p>

	<p>dit qu'elles sont non renouvelables, d'autres sont inépuisables comme le vent, on dit qu'elles sont renouvelables.</p> <p>5) <u>Recherche (en binôme)</u>  Distribuer une fiche avec six photographies représentant différentes situations d'utilisation de l'énergie ainsi que la liste de diverses sources d'énergie dans le désordre  <b>Consigne</b> : vous allez devoir pour chaque photographie, trouver, à partir de la liste, la source d'énergie qui correspond à la photographie et dire à chaque fois si cette source est renouvelable ou non renouvelable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gazinière : gaz/non renouvelable</li> <li>• Panneau photovoltaïque : lumière du soleil/ renouvelable</li> <li>• Voiture : essence/non renouvelable</li> <li>• Centrale nucléaire : uranium/non renouvelable</li> <li>• Cheminée : bois/ renouvelable si l'on gère les forêts de façon durable</li> </ul> <p>6) <u>Mise en commun</u>  Annoncer qu'une source d'énergie renouvelable est une source d'énergie qui ne s'épuise pas ou qui se régénère à l'échelle d'une vie humaine (le bois par exemple).</p> <p>7) <u>Comprendre le changement climatique</u></p> <p><b>Question</b> : Quel est le problème avec les ressources fossiles (charbon, gaz, pétrole) et que l'on n'a pas ou moins avec certaines énergies renouvelables ?  <b>Réponse attendue</b> : Un jour il y en aura plus si on les exploite trop  <b>Question</b> : Pour transformer les ressources fossiles en énergie électrique, il faut les brûler. Quel problème ça peut poser selon vous quand on brûle beaucoup de pétrole par exemple ?  <b>Réponse attendue</b> : ça fait de la pollution/la planète se réchauffe</p> <p><u>Regarder la vidéo</u> : Le changement climatique expliqué par Jamy (5 minutes)</p> <p>Répondre aux questions sur la vidéo et reprendre l'explication en schématisant au tableau : pour utiliser les ressources fossiles, il faut les brûler. Le problème c'est que ça rejette dans l'atmosphère du dioxyde de carbone : le CO<sub>2</sub> que l'on appelle souvent gaz à effet de serre. Les rayons du soleil traversent l'atmosphère et parviennent jusqu'au sol et sont absorbés. Le sol se réchauffe et émet des rayons infrarouges qui sont renvoyés dans l'espace. Les gaz à effet de serre piègent ces rayons et les bloquent dans l'atmosphère ce qui fait augmenter petit à petit la température moyenne de la Terre.</p> <p><b>Question</b> : Quelles conséquences ça peut avoir sur la planète et même sur notre vie maintenant et dans le futur ?  <b>Réponses attendues</b> : Fonte des glaces, tempêtes, inondations, incendies, sécheresse.  Marquer les propositions au tableau  Annoncer que nous allons étudier plus en détail un de ces phénomènes lors de la prochaine séance.</p>
<b>Séance 5</b>	<u>Objectifs</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Découvrir le phénomène d'élévation du niveau marin</li> <li>➤ Comprendre les mécanismes scientifiques en jeu : dilatation de l'eau et fonte des glaciers continentaux</li> </ul>

- Découvrir une des conséquences de ce phénomène au niveau local

Matériel : deux bacs d'eau, des glaçons, des étiquettes, une pierre, un flacon avec couvercle et paille, du sirop, une bouilloire et un bac.

Questionnement (collectif) :

Montrer la photo de l'île submergée

**Question** : Qu'est-ce que l'on voit sur cette photo ?

**Réponses attendues** : une inondation de l'île, la mer qui recouvre l'île

**Question** : Pourquoi le niveau des océans monte-t-il ?

**Réponse attendue** : Laisser dégager les représentations et questionnements des élèves.

Formulation des hypothèses (en binôme)

Distribuer l'article sur les îles submergées avec le schéma explicatif de la banquise dans l'océan Arctique et glaciers continentaux (principalement dans l'océan Antarctique).

**Consigne** : En binôme, sur une feuille, marquez vos hypothèses sur l'origine de l'élévation du niveau des océans en vous aidant du texte et de ce vous pensez.

**Réponses attendues** : la fonte des glaciers, fonte de la banquise, dilatation thermique  
Mise en commun des hypothèses

**Consigne** : Vous allez donc faire des expériences pour valider ou non vos hypothèses, pour cela, je vous présente le matériel à disposition (bac, eau, glaçons, cailloux, étiquette pour marquer le niveau d'eau) et je vous demande de construire un protocole expérimental : lister les étapes puis faire un schéma avec la liste tu matériel pour chaque étape. Je vous rappelle ce que nous devons vérifier :

La fonte des glaciers fait monter le niveau des océans : oui / non

La fonte de la banquise fait monter le niveau des océans : oui/non

La dilatation de l'eau (eau qui gonfle quand elle se réchauffe) fait monter le niveau des océans : oui/non

Le protocole à faire concerne les deux premières questions

Recherche par groupe de 4 (deux binômes), les élèves tournent sur les expérimentations

L'enseignant tourne sur les différentes expérimentations pour vérifier que personne de s'écarte de l'objectif, débloquent les situations réaliser les opérations techniques (distribuer les glaçons, faire chauffer l'eau)

Expérimentation 1

Placer de l'eau dans deux bacs. Cette eau représente les océans.

Dans le premier bac des glaçons sont plongés dans l'eau dont le niveau est clairement repéré (étiquette, ligne tracée ...). Après la fonte des glaçons, on observe le niveau de l'eau: il reste inchangé.

Conclusion: La fonte de la banquise (glace qui flotte) n'entraîne pas d'élévation du niveau des océans.

Expérimentation 2

Dans le second bac, les glaçons sont déposés sur un objet reposant sur le fond du bac. Il représente un continent. Le niveau de l'eau est repéré en début et en fin d'expérience. Après la fonte des glaçons, on observe que le niveau de l'eau s'est élevé.

	<p>Conclusion : La fonte des glaciers (glace posée sur un support continental) entraîne une augmentation du niveau des océans.</p> <p><u>Expérimentation 3</u>  Réchauffer l'eau contenue dans un flacon en verre totalement rempli. Le flacon est fermé par un couvercle dans lequel est inséré une paille. La paille transparente permet d'amplifier le phénomène de dilatation afin de rendre visible l'évolution du niveau de l'eau.  Le liquide coloré sort du réfrigérateur  Le liquide coloré est laissé à température ambiante  Le liquide coloré est chauffé au bain-marie  Conclusion : plus la température du liquide est élevée, plus il occupe de place : il «gonfle». Cette augmentation de volume s'appelle la dilatation. Le réchauffement climatique entraîne une augmentation de la température de l'eau des océans. Cette augmentation de température entraîne la dilatation qui provoque une élévation de leur niveau.</p> <p><u>Expérimentation 4</u>  Sur ordinateur utiliser une carte interactive de l'élévation du niveau de la mer pour la commune de Marseillan  <a href="http://flood.firetree.net/embed.php?w=1200&amp;h=700&amp;ll=46.227638,2.213749000000007&amp;zoom=5&amp;m=13">http://flood.firetree.net/embed.php?w=1200&amp;h=700&amp;ll=46.227638,2.213749000000007&amp;zoom=5&amp;m=13</a>  Préciser qu'il existe une estimation d'une élévation de 77cm en 2100 en cas de non réduction des gaz à effet de serre et que nous allons arrondir à 1m par siècle (1m en 2100, 2m en 2200 ...)  En déduire :  La date hypothétique de submersion de l'école par la mer  La date hypothétique de submersion de ta maison par la mer</p> <p><u>Structuration</u>  Mise en commun collective pour produire le résumé des conclusions des expériences écrit au tableau par quelques élèves. Les groupes confrontent leurs résultats.  L'enseignant laisse la parole aux élèves et précise le vocabulaire si nécessaire.  Ensuite, l'enseignant confronte les conclusions des élèves aux savoirs scientifiques qu'il connaît.</p>
<b>Séance 6</b>	<p><u>Objectifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Prendre conscience de la prédominance de l'énergie nucléaire en France</li> <li>➤ Percevoir les inégalités d'accès à l'électricité à travers le monde</li> </ul> <p><u>Mise en situation</u>  Distribuer la fiche de documents sur l'énergie nucléaire  <b>Question :</b> De quel type de centrale provient notre électricité en grande majorité ?  Aidez-vous du diagramme de répartition des centrales utilisées en France pour produire l'électricité en 2020.  <b>Réponse attendue :</b> le nucléaire  <b>Question :</b> Quelle est part des énergies renouvelables utilisée pour l'électricité ?  <b>Réponse attendue :</b> 25%  <b>Question :</b> Comparez avec le diagramme de 2019, qu'est ce qui a augmenté, qu'est ce qui a diminué ?  <b>Réponse attendue :</b> énergies renouvelables ont augmenté, le gaz et le nucléaire ont diminué.</p>

	<p><b>Question</b> : que peut-on conclure pour les années à venir ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : les énergies d'origine renouvelables vont prendre de plus en plus de place. Les énergies fossiles vont diminuer</p> <p><b>Question</b> : Pourquoi il est important que les énergies fossiles diminuent ?</p> <p>Faire un rappel sur le processus de transformation des énergies fossiles et de ses conséquences sur la terre (effet de serre, réchauffement climatique, hausse du niveau des océans).</p> <p>Introduire la notion de transition énergétique</p> <p><u>Questionnement</u></p> <p><b>Question</b> : Comment ça marche le nucléaire ? L'éolienne utilise la force du vent pour la transformer en électricité, le nucléaire ça utilise quoi pour faire de l'électricité ?</p> <p><b>Consigne</b> : essayez de réfléchir par deux et notez à l'écrit vos hypothèses</p> <p><u>Mise en commun des hypothèses</u></p> <p><u>Recherche</u></p> <p><b>Question</b> : A partir du texte expliquant le fonctionnement d'une centrale nucléaire, essayez de compléter schéma de fonctionnement d'une centrale.</p> <p><u>Mise en commun</u> et structuration du fonctionnement d'une centrale nucléaire.</p> <p><u>Construction de repères spéciaux</u></p> <p>A partir du texte et de la carte de répartition des centrales sur le territoire</p> <p><b>Question</b> : Pourquoi les centrales nucléaires sont-elles réparties sur l'ensemble du territoire ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : Pour répondre aux besoins de consommations de toute la France</p> <p><b>Question</b> : Pourquoi les centrales nucléaires sont-elles implantées sur les côtes ou au bord des fleuves ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : Pour pouvoir utiliser l'eau qui sert à refroidir les réacteurs</p> <p>Distribuer la carte du monde précisant les cinq principaux producteurs d'uranium et expliquer la carte (Kazakhstan, Canada, l'Australie, Namibie, Niger)</p> <p>Distribuer la carte de l'accès à l'électricité dans le monde et expliquer la carte</p> <p><b>Question</b> : regardez l'accès à l'électricité pour ces 5 pays. Que remarquez-vous ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : Le Niger et la Namibie fournissent de l'uranium mais n'ont pas beaucoup accès à l'électricité.</p> <p><b>Question</b> : comment cela se fait-il ?</p> <p><u>Discussion collective</u></p> <p>Se rapprocher de la correspondance scolaire avec le Bénin et proposer de poser des questions aux correspondants sur des difficultés d'accès à l'électricité chez eux.</p> <p><u>Structuration : Qu'avons-nous appris aujourd'hui ?</u></p> <p><u>Proposition de trace écrite</u> : La majorité de l'électricité que nous utilisons en France provient des centrales nucléaire, elles sont donc nombreuses et réparties sur notre territoire pour répondre à nos besoins. Dans le monde, l'électricité est inégalement répartie comme par exemple en Afrique ou elle est encore rare.</p> <p>+ schéma de fonctionnement de la centrale nucléaire.</p>
<b>Séance 7</b>	<p><u>Objectifs</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se sensibiliser à la complexité de la question du choix des sources d'énergie</li> <li>➤ Extraire des informations pertinentes présentes dans des textes.</li> <li>➤ Justifier son avis en utilisant des arguments</li> <li>➤ Prendre en compte les arguments des autres pour modifier ou renforcer son avis</li> <li>➤ Développer son esprit critique</li> </ul>



### 1) Mise en situation

**Consigne :** Près de l'école, on a besoin de construire une nouvelle centrale électrique car les besoins sont trop importants, cela nous concerne, nous allons donc donner notre avis à la présidente de la région pour l'aider à choisir. Cette situation est fictive bien sûr.

La région hésite entre trois types de centrale électrique : une centrale nucléaire, une centrale éolienne, une centrale hydroélectrique.

Pour cela vous allez :

- lire des textes en cherchant les avantages et inconvénients de chaque type de centrale.
- débattre entre vous de la meilleure centrale à installer
- voter pour exprimer l'avis de la classe

### 2) étude des textes

**Consigne :** vous devez, individuellement, lire et souligner en vert les avantages de chaque type de centrales et en rouge des inconvénients

Vous pouvez échanger entre vous par binôme (avec le même corpus).

Vous n'avez pas tous les mêmes documents mais tous ces documents existent. On peut les trouver sur internet ou ailleurs mais ils ne disent pas tout à fait la même chose.

Trois différents corpus de textes sont répartis dans la classe

- un corpus avantageux pour la centrale de type nucléaire
- un corpus avantageux pour la centrale de type hydroélectrique
- un corpus avantageux pour la centrale de type éolienne

L'enseignant passe dans chaque groupe pour aider à comprendre les textes.

### 3) Débat argumentatif

Avant de commencer :

**Question :** Tout d'abord pourquoi les documents que vous avez eu donnent des informations différentes sur un même sujet ?

**Réponse attendue :** ce ne sont pas les mêmes personnes qui les ont écrits  
Attirer l'attention sur les origines différentes des textes qui amène des informations différentes, il faut donc bien faire attention à l'auteur du document quand on traite de ces questions. Reprendre les sources des documents et expliquer les possibles conflits d'intérêt : par exemple expliquer que EDF vend de l'énergie d'origine nucléaire, Cette société ne va donc pas pointer les défauts de cette source d'énergie. A l'inverse Greenpeace est une association militante écologiste, elle va donc principalement pointer ses défauts.

Préciser avant de commencer qu'à chaque fois que l'on affirme quelque chose, il faut donner des arguments en se référant aux textes.

Un élève est chargé de distribuer la parole : c'est le modérateur

Un élève assiste le modérateur en repérant ceux qui parlent moins que les autres afin de les laisser s'exprimer.

	<p>L'enseignant note les arguments favorables et défavorables pour chaque centrale sur un tableau à double entrée.</p> <p><u>4) Bilan et vote</u></p> <p><b>Question</b> : que peut-on conclure du débat ? Quelle centrale vaut-il mieux installer ? qui a raison ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : surtout Eolienne, barrage hydroélectrique Faire un premier vote (un élève prend en charge le déroulement du vote et deux élèves comptent les voix)</p> <p><b>Question</b> : Et maintenant si l'on considère que notre objectif prioritaire c'est le changement climatique, quelle type de centrale vaut-il mieux privilégier ? Il faudrait donc privilégier des sources en énergies qui ne rejettent pas beaucoup de gaz à effet de serre, même si ça engendre d'autres pollutions.</p> <p><b>Réponse attendue</b> : part d'élève choisissant le Nucléaire un peu plus important Faire le second vote</p> <p>Conduire à la conclusion qu'il n'y a pas de solution simple car chaque type de centrale a ses qualités et ses défauts. Cette question du choix des sources d'énergie est donc une question complexe mais pourtant centrale dans la transition énergétique.</p> <p><b>Question</b> : Finalement, pour le moment, quelle serait la meilleure solution si il n'y a pas une source d'énergie en particulier qui pourrait résoudre tous les problèmes à elle seule ?</p> <p><b>Réponse attendue</b> : Il faut peut-être mélanger plusieurs sortes de source d'énergie (mix énergétique), en supprimant toutes les sources d'énergie fossiles, grandes émettrices de gaz à effet de serre.</p>
<p><b>Séance 8</b></p>	<p><u>Objectifs</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier quelques mesures permettant de limiter le changement climatique</li> <li>- Découvrir des différentes échelles d'action (individuelle, collective et gouvernementale)</li> </ul> <p><u>Reprendre la conclusion de débat</u> :</p> <p>Nous étions arrivé à la conclusion que le choix d'une source d'énergie pour réaliser une transition énergétique limitant le changement climatique était compliqué.</p> <p><b>Question</b> : que peut-on faire pour lutter contre le changement climatique ? est-ce que moi en tant que citoyen je peux faire quelque chose ?</p> <p><b>Consigne</b> : En binôme, cherchez tous les moyens que vous connaissez et écrivez-les sur une feuille. Laisser les élèves chercher</p> <p><b>Réponses attendues</b> : éteindre la lumière, acheter une voiture électrique, utiliser les éoliennes, barrages hydroélectrique, centrales nucléaires, panneaux solaires, prendre le vélo ou marcher à la place de la voiture, prendre le bus ou le tramway, ne pas trop chauffer la maison, éteindre les appareils en veille, ne pas trop utiliser les objets électroniques (télévision, ordinateur, tablette ...)</p> <p>Lister les propositions des élèves au tableau en éliminant les erronés puis demander de faire des catégories : laisser un temps de recherche en binôme</p> <p><b>Réponse attendue</b> : transport, maison, ressource d'énergie</p>

	<p>Proposer une nouvelle catégorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveau individuel</li> <li>- Niveau collectif</li> <li>- Niveau individuel et collectif</li> <li>- Niveau gouvernemental</li> </ul> <p>Mise en commun et discussion collective sur chaque geste cité afin de le mettre dans la catégorie la plus pertinente.</p> <p><b>Exemple de catégorisation :</b></p> <p><u>Niveau individuel</u> : choisir son fournisseur d'électricité, prendre le tramway ou le bus au lieu de la voiture si c'est le même trajet, Aller en vélo à l'école.</p> <p><u>Niveau gouvernemental</u>: installation d'éoliennes, barrage hydroélectrique ou centrale nucléaire se fait à l'échelle nationale. Développer les véhicules électriques</p> <p><u>Niveau collectif</u> : faire équiper le toit de l'école de panneaux solaire par la municipalité</p> <p><u>Niveau individuel et collectif</u> : si j'habite près de l'école je peux venir en vélo ou à pied, si j'habite loin j'ai besoin d'une piste cyclable pour venir : décision de la municipalité</p> <p>Pour mieux isoler ma maison, je peux choisir de faire des travaux et l'état me donner des aides pour m'aider à financer les travaux.</p> <p>Conclure qu'il est nécessaire de changer nos ressources en énergies mais il est aussi nécessaire d'économiser l'énergie car, on l'a vu, il n'existe pas de centrale ayant aucun impact sur la planète.</p> <p>Pour cela nous pouvons agir de façon individuelle mais aussi collective : du groupe de personnes, en passant par la municipalité jusqu'au gouvernement.</p>
--	--

Sources pour cette séquence :

- Bächtold, M., Cross, D., Munier. V. (2019). *Séquences dur l'énergie, l'astronomie et la vitesse*. Enseigner les sciences au cycle 3. CANOPE
- Dedieu, L., Kluba, M., Panis, L., Raoul-Bellanger, A. (2019), *Sciences CM1*. Comprendre le monde. RETZ
- Eduscol, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2016). Cycle 3 - Identifier différentes sources et connaître quelques conversions d'énergie. <https://eduscol.education.fr/>
- Eduscol, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. (2016). Cycle 3 – Les ressources sur l'énergie. <https://eduscol.education.fr/>

## B. Annexe 2 : Questionnaire initial

1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?

---

---

2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie

---

---

3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.

---

---

4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?

---

---

5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?

---

---

6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?

---

---

7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?

---

---

8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?

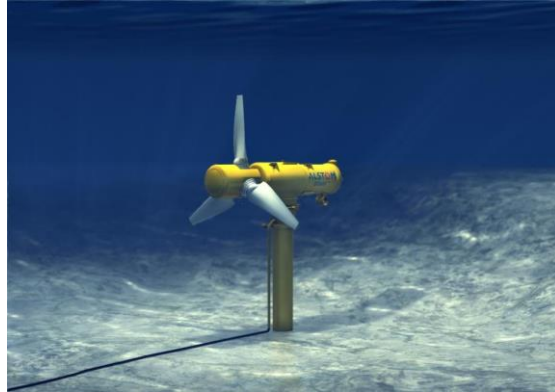
---

---

## C. Annexe 3 : Evaluation finale

### L'énergie – Evaluation

Les hydroliennes sont placées sous l'eau dans les mers et les océans, elles sont des sortes d'éoliennes sous-marines dont les pales sont mises en mouvement par les courants marins. Ces hydroliennes ont vocation à être immergées à 30 à 40 mètres de profondeur dans des zones de fort courant (supérieur à 4 ou 5 nœuds). Leur diamètre est compris entre 10 et 20 mètres. En France, EDF a déjà construit une hydrolienne au large de l'île d'Ouessant et deux autres hydroliennes ont été immergées par EDF au large de Paimpol-Bréhat entre 2016 et début 2017. (Source : géo.fr)



1) En t'aidant de la photo et des textes, construis le schéma de fonctionnement de cette hydrolienne en partant de la ressource jusqu'à lumière dans l'école. N'oublie pas de noter les éléments techniques (tu dois en trouver quatre en plus de la ressource).

2) Trouve la ressource en énergie et indique si elle est renouvelable ou non renouvelable.

-----

3) Indique sur ton schéma les différentes formes d'énergie présentes lors de cette chaîne énergétique (tu dois en trouver trois).

Entoure en rouge les éléments qui permettent la transformation d'une forme d'énergie à une autre.

**Lis bien ces extrait d'articles sur les l'hydroliennes puis l'extrait du débat avant de répondre aux questions :**

**Article d'EDF** (propriétaire et exploitant des hydroliennes en France) : En milieu marin, l'impact sur l'environnement est quasi nul et tout à fait maîtrisé et les turbines sous-marines se font plus discrètes dans le paysage que les éoliennes classiques. Du courant électrique est produit presque en permanence parce que les courants marins sont réguliers

**Article de Capital** (journal d'information économique) : Le coût de l'hydrolien reste bien plus élevé que le cout de l'énergie classique. De plus, Il faudrait en construire énormément pour remplacer une seule centrale nucléaire.

**Article de Ouest-France** (journal d'information) : Les pêcheurs d'Ouessant s'inquiètent de l'impact de l'hydrolienne dans le Fromveur : « nous pêchons le bar à la ligne quatre à six mois de l'année dans le sud de l'île. » Là où précisément sera installée l'hydrolienne D10, puis, à terme, une ferme de trois machines. Pour ces pêcheurs l'installation d'hydroliennes peut venir leur supprimer une zone de pêche et même venir perturber les animaux aquatiques.

**Article de Greenpeace** (organisation pour la protection de l'environnement): l'hydrolien n'émet pas de CO2, il permettrait donc de se passer des énergies fossiles dans la lutte contre le réchauffement climatique

**Extrait d'un débat sur les hydroliennes**

Maeva : Je pense qu'il faut développer les hydroliennes parce que ça permet de ne pas générer de gaz à effet de serre comme le dit le texte de Greenpeace car on utilise le courant marin comme ressource et non l'énergie fossile.

Léa : Moi je ne suis pas d'accord.

Victor : Moi je dis que c'est intéressant quand même parce que EDF ils disent que ça ne dérange pas beaucoup les poissons.

**Les avis de Maeva, Victor et Léa ont-ils la même valeur ?**

-----  
-----

**Peux-tu croire les affirmations des trois textes ?**

-----  
-----  
-----

**Et toi penses-tu qu'il faille construire des hydroliennes en France ?**

-----  
-----  
-----

**Penses-tu que ces questions sur le choix des futures centrales électriques sont plutôt simples à répondre ou plutôt complexes ? Explique pourquoi**

-----  
-----

## D. Annexe 4 : Corpus de documents consultables en ligne pour la préparation du débat

### Groupe 1

Greenpeace : organisation pour la protection de l'environnement

France24 : chaîne de télévision d'information française

France info : chaîne de télévision d'information française

#### **Centrale éolienne : texte de Greenpeace**

Greenpeace soutient l'éolien tout comme les différentes énergies renouvelables qui nous permettront de sortir du nucléaire ! L'éolien est une source d'énergie propre (qui n'émet pas de gaz à effet de serre), qui fonctionne et qui n'est pas chère.

Pour ceux qui disent que Les éoliennes sont bruyantes et gâche le paysage : elles émettent moins de bruit qu'une conversation à voix basse et un champ d'éoliennes est plus esthétique qu'une cheminée de centrale nucléaire.

Les éoliennes tuent-elles les oiseaux et chauves-souris ?

L'éolienne est souvent présentée comme une menace pour les oiseaux et les chauves-souris. Il est aujourd'hui obligatoire de réaliser une étude pour savoir si les éoliennes vont menacer les animaux. L'objectif est zéro perte nette de biodiversité, voire un gain. Une fois le parc éolien mis en service, un suivi environnemental est obligatoire d'être sûr que ça ne dérangera pas les animaux.

#### **Centrale nucléaire : texte de France Info**

Des centrales vieillissantes : La plupart des installations nucléaires françaises approchent les quarante ans de service, ce que les députés voient comme une "menace pour la sûreté", "on a découvert récemment que des tuyaux d'alimentation en eau de refroidissement étaient rouillés".

Des centrales non préparées aux attaques terroristes ; De la chute d'un avion au sabotage en passant par la cyberattaque, le rapport liste de nombreux "*risques nouveaux*", souvent liés au terrorisme, et déjà bien connus. Les centrales "*n'ont pas été conçues pour résister à une agression de type terroriste (...) une faille originelle à laquelle il sera difficile de remédier*", estiment les députés.

Des accidents catastrophiques : L'accident nucléaire de Fukushima s'est produit au Japon, le 11 mars 2011. Il fait suite à un tremblement de terre de magnitude 9 sur l'échelle de Richter et à un raz-de-marée qui a dévasté les côtes japonaises. L'accident est le deuxième qui a été classé au niveau 7, le niveau maximal, sur l'échelle des accidents nucléaires, après celui de Tchernobyl en 1986.

Le tremblement de terre a provoqué la surchauffe de trois des réacteurs nucléaires ce qui a entraîné une explosion. Cela a entraîné la fuite de produits radioactifs qui ont contaminé les alentours.

L'accident n'a pas fait de morts directes, mais des milliers de personnes ont dû être évacuées de leurs maisons et ne pourront plus y habiter. De plus, les rejets d'eau qui ont servi à refroidir le réacteur se sont déversés dans la mer, entraînant une forte contamination

### **Centrale hydroélectrique : texte de France24**

Chine : le barrage des Trois Gorges, chantier pharaonique aux conséquences désastreuses

Il y a dix ans, la Chine achevait la mise en service du plus grand, du plus cher, du plus puissant et du plus controversé barrage au monde : le barrage des Trois Gorges

Mais ce chantier de la démesure a provoqué une série de catastrophes environnementales et humaines : des villages, des sites historiques, des vallées toutes entières sont engloutis par les eaux. Au total 1,4 million de personnes sont contraintes d'abandonner leur maison et leurs terres. Ceux qui tiraient la sonnette d'alarme il y a 10 ans avaient vu juste. Aujourd'hui dans le bassin du Yangtsé, certaines espèces animales ont disparu et la pollution des eaux est à un niveau jamais atteint auparavant. Face aux dangers et aux défis que pose cette modification du paysage, des centaines de milliers de personnes ont à nouveau été déplacées.

## **Groupe 2**

Engie: Propriétaire et exploitant d'une partie des centrales hydroélectriques en France

Greenpeace : Organisation pour la protection de l'environnement

Vibration : Journal d'information français

### **Hydroélectricité : texte de Engie**

Les barrages hydroélectriques permettent une production électrique renouvelable propre qui émet peu de gaz à effet de serre.

Cette énergie peut être stockée : on ouvre les vannes du barrage quand on a besoin d'énergie.

Cette énergie favorise la croissance des énergies renouvelables intermittentes telles que l'éolien et le solaire, grâce à sa flexibilité en matière de stockage, en répondant à la demande lorsque ces sources variables ne sont pas disponibles et en permettant le stockage de l'énergie lorsqu'il y a un surplus.

Les centrales hydroélectriques sont flexibles, fiables et elles ont une durée de vie longue.



### **Eoliennes : texte du journal vibration**

L'implantation d'éoliennes sur sa commune ne présente, en effet, **pas que des avantages**, rappelle l'association. Dépréciation de l'immobilier, pollution visuelle dans un secteur touristique, destruction de forêts et oiseaux retrouvés morts : Jean-Yves Nicolas cite l'exemple du maire de Pasilly, qui a installé 10 éoliennes sur sa commune, mais **regrette désormais son choix**. « *Son parc représente 14% de la mortalité des milans (oiseaux) en France due aux éoliennes, il trouve énormément d'oiseaux broyés au pied de ses éoliennes* », confie Jean-Yves Nicolas. « *Il a changé d'avis et s'il avait encore ce choix à faire, il ne le referait pas. De plus en plus de maires disent non, et sans mauvais jeu de mots, le vent est en train de tourner.* » *Les gens ne veulent pas des éoliennes, elles sont en train de défigurer la campagne, de dévaloriser leurs maisons.*

### **Nucléaire : texte de Greenpeace**

La production d'électricité d'origine nucléaire génère des quantités démesurées de déchets : chaque année, 23 000 m<sup>3</sup> de déchets nucléaires sont produits. Une partie de ces déchets sont hautement radioactifs et le resteront pendant plusieurs milliers d'années.

Et ce n'est pas tout ! Tous les ans, 1 200 tonnes de combustible usé, une fois sorties du cœur du réacteur, sont refroidies dans des « piscines » à côté des réacteurs nucléaires : elles ne sont pas officiellement comptabilisées comme des « déchets » par les autorités car elles sont dites « recyclables ». En réalité, elles s'accumulent dans 63 « piscines nucléaires » en France. Dans celles de l'usine de La Hague, en Normandie, plus de 10 000 tonnes sont entreposées ! À cela s'ajoute l'uranium de retraitement : actuellement plus de 30 000 tonnes s'entassent à Pierrelatte. Et c'est sans compter sur les millions de mètres cubes de déchets radioactifs liquides rejetés dans la mer de La Manche par l'usine de La Hague...

Les déchets nucléaires représentent un véritable fléau pour notre environnement et pour les générations futures, qui auront encore dans plusieurs siècles la responsabilité de les gérer.

*De plus, la matière première nécessaire : l'uranium, provient principalement des pays d'Afrique, son approvisionnement dépend donc de la bonne entente avec ces pays.*

## **Groupe 3**

EDF : Propriétaire et exploitant des centrales nucléaires en France

Contrepoint.Org: Journal en ligne de mouvement politique libéral, peut parfois affirmer que le réchauffement climatique n'existe pas (climato-septique)

Magazine Géo: Magazine de voyage et de connaissance du monde

### **Centrale nucléaire : texte d'EDF**

Disponibilité : Le nucléaire permet de fournir de l'électricité à tout moment de la journée et de l'année

Compétitivité : Grâce au nucléaire, le kWh en France est en moyenne 40 % moins cher que chez nos voisins européens

Respect du climat : L'électricité produite à partir du nucléaire n'émet pas de CO2 (gaz à effet de serre)

Indépendance énergétique : La part prépondérante du nucléaire dans le mix énergétique français permet l'indépendance énergétique du pays

Sûreté : Les centrales nucléaires françaises sont les installations industrielles les plus contrôlées et protégées. La sécurité des centrales nucléaires est garantie par la prise en compte permanente du risque d'accident. Elle est encadrée par une réglementation très stricte destinée à protéger, en toutes circonstances, l'homme et son environnement. Des contrôles programmés ou inopinés sont effectués tout au long de l'année par l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

### **Energie éolienne : Texte du site internet contrepoint.org**

L'énergie éolienne est inutile dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Dans notre pays, la production thermique fossile est déjà une des plus basses d'Europe (6,2% seulement du total de l'électricité produite en 2015) et donc les émissions de CO2 sont aussi parmi les plus faibles (autour de 45 grammes par kilowattheure). Cette production fossile minimum doit être conservée, pour pallier les creux des productions éoliennes (et photovoltaïques), notamment lorsque la consommation est importante pendant les nuits froides et sans vent d'hiver, par exemple.

En réalité, l'objectif des partisans des éoliennes n'est pas de remplacer l'électricité d'origine fossile qui émet des gaz à effet de serre, mais la production nucléaire... qui n'en émet pas. Du point de vue de la lutte contre le réchauffement climatique, cet objectif est dépourvu d'intérêt.

### **Centrale hydroélectrique : magazine Géo**

Les centrales hydroélectriques présentent des inconvénients :

- La construction de barrages peut bouleverser, voire détruire, certains écosystèmes.
- L'installation de centrales hydroélectriques entraîne souvent d'importants déplacements de population ainsi que la disparition de surfaces agricoles.
- L'installation d'une centrale hydroélectrique est très coûteuse et doit répondre à un cahier des charges très contraignant (résistance aux crues et aux séismes, études d'impact environnemental...).

Pour finir on ne peut pas installer partout un barrage hydroélectrique, il faut de la force donc une chute d'eau ou un courant important. On ne pas pourra donc pas subvenir à nos besoins énergétiques uniquement avec des barrages hydroélectrique

## E. Annexe 5 : Données brutes recueillies par le questionnaire initial et final, l'évaluation et l'analyse du débat

Le signe « x » signifie réponse erronée ou absence de réponse.

Le texte entre guillemet dans la partie « arrive à » de l'évaluation est la réponse exacte donnée par l'élève.

<b>Waliya</b>		
<b>Questionnaire</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	L'énergie ça veut dire par exemple quand tu cours tu as du carburant	Quand tu bouges tu as de l'énergie
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	allumer la lumière, la télé	Le micro-onde, l'eau chaude de la douche, le frigo, la voiture électrique
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	C'est le réchauffement de la température de la terre
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	A cause du carbone etc...
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	La terre va mourir
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	L'énergie ça fait de l'électricité	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiés		Câbles électriques, pales, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Le courant R
3) Formes identifiées		x
3bis) Convertisseurs identifiés		lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui

Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		oui : « C'est bien car ça ne dérange pas les poissons »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		non

<b>Léandre</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est l'électricité ou la puissance que l'on a dans le corps	Ça permet de faire des mouvements ou de chauffer
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	L'énergie électrique, solaire et du vent	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	Allumer la lumière, la télé,	Allumer une wii, faire la cuisine, chauffer
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	C'est la terre qui se réchauffe	C'est la mer qui va monter
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	A la pollution	Au CO <sub>2</sub> des voitures et des centrales
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	Ça fait fondre la banquise et les ours polaires se noient	Les glaciers fondent, des animaux vont disparaître, feux des forêts
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	x	
<b>L'évaluation</b>		
1) Éléments de la chaîne énergétique identifiées		x
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		L'eau R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique, lumineuse

3bis) Convertisseurs identifiés		x
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		non
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Tom</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est une chose qui alimente les maisons c'est l'électricité	Electricité
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	x	Allumer les frigos, les consoles, les fours, allumer la lumière, chauffer
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	x
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	A cause du CO <sub>2</sub>
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Ça fait fondre les glaciers et monter la mer
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Qu'elle fournit de l'électricité, alimenter les maisons les objets électriques	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Pales, câbles, lampe

2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		x R
3) Formes identifiées		Mouvement, lumineuse, électrique
3bis) Convertisseurs identifiés		x
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		non
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		Oui : non car ça coute beaucoup trop et on a le nucléaire
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		non : « simple »

<b>Sofia</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est du courant électrique	Electricité et réseaux
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	x	Cuisiner, chauffer, jouer sur l'ordinateur
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	C'est la température qui monte tout d'un coup
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	A la pollution, les déchets
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	x

8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	L'énergie solaire, c'est le soleil qui fait de l'énergie. Les centrales électriques ça fait de l'électricité	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Courant, pales, alternateur, câbles, ampoule
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		L'eau R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique, lumineuse
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		non
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		oui : « On en a pas besoin on a assez d'électricité »
Repérer un avis non argumenté		oui : « Léa elle ne dit pas pourquoi elle dit ça »
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Ruben</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	Electricité	Lumière, TV, chauffage
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	Allumer la télé, les jeux vidéo	Allumer la télé, le téléphone
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	x

6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	x
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	L'eau va monter, plus de panda
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	C'est la lumière	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Ampoule
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		L'eau R
3) Formes identifiées		mouvement
3bis) Convertisseurs identifiés		x
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		non
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		non
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Emma</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	l'électricité	Ça permet de faire un mouvement de chauffer, d'éclairer du corps ou d'un objet
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	



4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	faire marcher les appareils électroniques	Se déplacer, cuisiner, illuminer
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	oui	Ca réchauffe la terre
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Au CO <sub>2</sub> , les centrales nucléaires etc...
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Ça tue les animaux, ça fait fondre les glaciers
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	L'énergie sert à produire de l'électricité	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiés		pales, câbles, lampe, alternateur
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique, lumineuse
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		Oui : « Oui parce que je pense que les hydroliennes ne font pas de CO <sub>2</sub> et de l'effet de serre »
Repérer un avis non argumenté		Oui : « Léa ne pas ou elle a trouvé l'argument dans le texte »
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe parce qu'il y a plusieurs solutions possibles »

<b>Lylou</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est l'électricité	Electricité

2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	Faire rouler les voitures	Cuisiner, chauffer, éclairer
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	Oui mais je ne sais pas l'expliquer
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Oui car on fait beaucoup de choses qui y participent
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	x
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	x	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Pales, câble, ampoule
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Le courant R
3) Formes identifiées		x
3bis) Convertisseurs identifiés		x
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		oui : « Non car c'est pas suffisant et ça tue des animaux »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Lou</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	Ce qui donne de l'électricité à la maison	Ça donne de l'électricité pour éclairer
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	Charger son téléphone	Se chauffer, cuisiner, se déplacer
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	x
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	C'est quand on utilise le chauffage, l'eau, la lumière etc ça fait du CO <sub>2</sub>
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Ça fait fondre les glaciers
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Par exemple quand tu charges ton téléphone tu as besoin d'énergie	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Pales, alternateur, câbles électriques, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique, lumineuse
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		oui : « Non car ça va tuer beaucoup de poissons »
Repérer un avis non argumenté		non

S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « c'est compliqué parce qu'on doit faire un peu de tout »

<b>Elyna</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	Electricité, donne du courant	Electricité, mouvement, cuisiner, chauffer
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	La machine à laver, le four	éclairer
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	C'est quand ça réchauffe la terre
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Les gens utilisent trop l'électricité
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Ça fait trop de chaud aux glaciers
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Ça fait allumer la lumière et les appareils de la maison	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiés		Courant, lumière
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique
3bis) Convertisseurs identifiés		x
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		non
Prendre la parole devant les autres		oui

Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		Non : « oui parce que c'est bien »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Théo C</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est par exemple l'énergie solaire , c'est le courant électrique	L'énergie c'est ce qui fait marcher plein de choses
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	x	Allumer la télé
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	oui	C'est le réchauffement de la terre
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	A la pollution, au Co2, aux gaz, aux centrales nucléaires
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Les océans montent la banquise fond, inondations
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Ça sert à faire marcher la technologie	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiés		Courant, pales, alternateur, câbles, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Courant R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique, lumineuse

3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		Oui : « Non parce que ça va faire couter plus cher l'électricité »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe, parce que l'hydrolienne c'est bien pour le CO <sub>2</sub> mais pas bien pour d'autres choses »

<b>Saël</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est une chose invisible qui donne de la puissance, de l'électricité	C'est ce qu'il y a dans les appareils et le corps pour les faire marcher
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	x	Cuisiner, jouer à la switch
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	C'est qu'il fait de plus en plus chaud
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Les humains utilisent le gaz, le pétrole, le charbon, l'uranium fait que le rayon du soleil sont bloqués sur terre
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Les animaux d'arctique n'auront plus de maisons, ils se noieront
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Elle te donne de la puissance et de l'électricité	
<b>L'évaluation</b>		

1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		x
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		Lumineuse, électrique
3bis) Convertisseurs identifiés		x
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		non
Produire un avis argumenté à l'oral		non
Produire un avis argumenté à l'écrit		Non : « Oui pour faire de l'électricité »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Gessye</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est avoir de la force, l'électricité, les prises	Quand on fait du sport c'est de l'énergie.
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	La télévision	Allumer le four, les jeux vidéo, chauffer l'eau
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	x
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Oui on pollue quand on utilise la voiture ect ...
7) Quelles sont les conséquences du	x	Ca va tout inondé

réchauffement climatique ?		
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Ça sert à pouvoir rouler, allumer les écrans, soulever du poids	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Alternateur, câbles, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		eau R
3) Formes identifiées		Mouvement, électrique
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		non
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Tibo</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	Quand on court on fabrique de l'énergie	Electricité, lumière, quand on fait un mouvement
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	Allumer les lumières	Faire marcher la télévision, le cinéma, la lampe
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	x



6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Avec le CO <sub>2</sub>
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	Le CO <sub>2</sub> ça fait fondre les glaciers, il y a moins d'ours polaires
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	C'est de l'électricité pour allumer les lumières	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Pales, alternateur, câbles, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		Mouvement
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		Oui : « Oui ça rejette pas trop de CO <sub>2</sub> »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « il a plein de choix possible c'est compliqué »

<b>Nael</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
1) Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est bouger	Pour moi l'énergie veut dire bouger ou faire marcher les appareils avec de l'électricité ou de l'essence, du gaz
2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	

4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	x	x
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	x
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	Le réchauffement climatique est dû au CO <sub>2</sub> et à la pollution etc...
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	L'eau de la mer monte
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Ça sert à produire de l'électricité	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Pales, alternateur, câbles, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		x
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		oui
Produire un avis argumenté à l'écrit		Oui : « Non car ça va tuer les animaux de la mer »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »

<b>Théo P</b>		
<b>Question</b>	<b>Réponse initiale</b>	<b>Réponse finale</b>
Pour toi, que veut dire le mot énergie ?	C'est l'électricité	Utiliser des appareils électroniques

2) Donne une ou plusieurs formes d'énergie.	x	
3) Donne une ou plusieurs ressources (ou sources) d'énergie.	x	
4) Sais-tu quelles utilisations peut-on faire de l'électricité (nos besoins) ?	Faire marcher les appareils	Cuisiner, allumer la lumière, les écrans
5) Sais-tu ce qu'est le réchauffement climatique ?	x	C'est la terre qui chauffe de plus en plus
6) Sais-tu à quoi est dû le réchauffement climatique ?	x	x
7) Quelles sont les conséquences du réchauffement climatique ?	x	La banquise qui fond
8) Que connais-tu d'autre sur l'énergie ?	Ça sert à mieux vivre	
<b>L'évaluation</b>		
1) Eléments de la chaîne énergétique identifiées		Eau, pales, alternateur, câbles, lampe
2) Ressource identifiée R : renouvelable NR : non renouvelable ou absence de réponse		Eau R
3) Formes identifiées		x
3bis) Convertisseurs identifiés		Alternateur, lampe
<b>L'élève arrive à :</b>		
Ecouter autrui		oui
Prendre la parole devant les autres		oui
Produire un avis argumenté à l'oral		non
Produire un avis argumenté à l'écrit		non : « Oui pour l'électricité »
Repérer un avis non argumenté		non
S'interroger sur les sources		non
Saisir la complexité de la question		Oui : « complexe »