HAL
open science

Conceptualisation de l'énergie en cycle 3

Marie Cavailles

To cite this version:

Marie Cavailles. Conceptualisation de l'énergie en cycle 3. Education. 2020. dumas-02968317

HAL Id: dumas-02968317

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02968317v1

Submitted on 15 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

MASTER MEEF mention 1er degré
« Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation »
Mémoire de 2ème année
Année universitaire 2019 - 2020

CONCEPTUALISATION DE L'ENERGIE EN CYCLE 3

Marie Cavailles

Directeur du mémoire : M Bächtold
Assesseur :

Soutenu le …… 2020

RESUME

Ce mémoire a pour objectif d'étudier la conceptualisation de l'énergie chez les élèves de cycle 3. Pour cela, une revue de littérature scientifique sera faite en ce qui concerne l'enseignement de ce concept et les modalités d'apprentissage chez les élèves. En effet, le concept de l'énergie est un sujet complexe, qui relève de nombreuses notions et de phénomènes associés. De plus, il suscite de nombreuses conceptions initiales erronées chez les élèves notamment par le fait que c'est un concept abstrait pour lequel les élèves ne peuvent avoir de représentations mentales. Toutefois, l'énergie est un sujet essentiel à enseigner car il constitue un enjeu fondamental dans la compréhension du monde scientifique d'aujourd'hui.
Les chercheurs ont proposé différentes approches pédagogiques pour traiter ce concept et les éléments qu'ils ont mis en avant m'ont permis de me poser la question suivante : est-il possible en réunissant de nombreux ingrédients, donnés par le recherche, d'arriver à provoquer un début d'unification chez les élèves de cycle 3. De plus, le sujet concernant la production d'énergie électrique est riche en situations d'apprentissage et répond à de nombreuses de ces préconisations. Aussi, l'objet de mon mémoire est d'étudier l'impact d'une séquence pédagogique basée sur le thème de la production d'électricité sur un possible début d'unification du concept de l'énergie chez les élèves de cycle 3.

MOTS CLES :
Energie, conceptualisation, enseignement, unification

SOMMAIRE

I. Introduction…….……..4

II. Le cadre théorique, basé sur la recherche……..5

a. Les fondements scientifiques relatifs au savoir énergie…….....5

i. La définition de l'énergie……..5

ii. Les différentes formes……...6

iii. Les différentes sources……..6

iv. Les principes de l'énergie…….....7

v. Une prise de conscience : le développement durable…….....7

b. Les apprentissages du concept de l'énergie chez les élèves……...……8

i. Les conceptions initiales des élèves …….....9

ii. Les difficultés et obstacles……...10

iii. L'apprentissage chez les élèves…….....12

c. Les stratégies d'enseignement du concept……13

i. Une progression……...15

ii. L'éducation au développement durable……16

iii. Comment évaluer son enseignement…….....17

d. Analyse du curriculum prescrit…….....18

III. La question de recherche……..……19

IV. La méthode……22

a. Le contexte d'étude……22

b. Le recueil de données……22

c. La séquence didactique……24

i. Eléments clés de la séquence didactique……..24

ii. Description de la séquence……25

d. La mesure de l'efficacité de la séquence……..27

V. Les résultats……....28

a. Analyse du questionnaire de départ……28

b. Analyse de la progression……..32

VI. La conclusion……..32

BIBLIOGRAPHIE…….....34

ANNEXES…….....35

I. Introduction

Dans ce mémoire, j'ai choisi de traiter le thème de l'énergie qui représente un enjeu majeur dans la société actuelle aussi bien du point de vue environnemental, économique, social et politique. (OCDE, 2012). D'après certains chercheurs, Driver et Millar (1986), la compréhension de ce concept est indispensable pour comprendre le monde scientifique et technologique.
En outre, ce thème reste l'un des plus complexes à maitriser. Cécile DE HOSSON, professeur à Paris, explique qu'il est difficile pour les élèves d'appréhender le concept de l'énergie car c'est une notion abstraite, et soumise à différents sens donnés par la société. Il en découle que ce terme énergie peut entrainer des conceptions initiales erronées au regard de la science et l'assimilation de toutes les notions associées à ce concept est très complexe à effectuer. En effet, comme le préconisent les ressources d'Eduscol, la construction du concept de l'énergie se fait de façon progressive dans le long terme. Les élèves de cycle 3 se situeraient donc au début de la construction du concept. En parallèle, le programme du cycle 3 du BO 2018 demande que les élèves comprennent le besoin d'énergie dans la vie quotidienne, puis que l'énergie provient de différentes sources et existe sous différentes formes et qu'elle peut passer d'une forme à l'autre grâce à des objets techniques.

Il est alors intéressant de se poser la question suivante : quel niveau de conceptualisation peut être attendu pour un élève en fin de cycle 3 et quelle serait la meilleure stratégie à adopter au niveau de l'enseignement pour atteindre les apprentissages voulus ?

La première partie de mon mémoire aborde l'aspect théorique lié au concept de l'énergie. En effet, pour répondre à ma problématique, il est indispensable de regarder ce qui existe dans la recherche au niveau de l'énergie aussi bien dans le contenu des différents savoirs associés au concept, que dans la question de l'enseignement et des apprentissages.
Dans un deuxième temps, je proposerai une séquence d'apprentissage en m'appuyant sur les préconisations apportées dans la recherche, dont l'objectif sera de construire le concept au niveau requis pour des élèves de cycles 3. Il conviendra donc de mesurer leur progression en comparant l'évolution de leurs conceptions.

II. Le cadre théorique, basé sur la recherche

La première étape pour réaliser mon mémoire a été de regarder ce qui existait dans la recherche et qui me permettrait de répondre à ma problématique de départ concernant le niveau de conceptualisation possible pour des élèves de CM2. Pour cela, j'ai orienté mes recherches sur trois axes. J'ai d'abord cherché les fondements scientifiques relatifs à l'énergie pour connaitre les savoirs liés à ce concept. J'ai ensuite étudié les stratégies d'enseignement de ce concept du point de vue de l'enseignant puis les modalités d'apprentissage de ce concept du point de vue des élèves. Enfin j'ai regardé le curriculum prescrit. La première partie de mon mémoire présentera une synthèse de ces données apportées par la recherche.

a. Les fondements scientifiques relatifs au savoir énergie

Afin de mener à bien cette étude, il était tout d'abord indispensable de connaitre les fondements scientifiques relatifs au concept de l'énergie. De plus, pour être en adéquation avec le programme du cycle 3, j'ai limité ma recherche concernant les apports théoriques aux points suivants : la définition de l'énergie, ses différentes formes et ses différentes sources, les principes fondamentaux auxquels le concept répond, et enfin son lien avec le développement durable. Ma première partie présentera une synthèse de ces fondements basés sur les apports de la recherche.

i. La définition de l'énergie

Etymologiquement, le mot « énergie » provient du bas latin *energeia* qui signifie force ou puissance en action et a été donné vers 1500. Pendant longtemps, ce terme était employé pour faire référence à l'énergie mécanique qui se compose de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.
De nombreux chercheurs ont alors cherché à définir le concept de l'énergie :
Thomson et William **Rankine** ont proposé au milieu du 19ème siècle une définition de l'énergie : « capacité d'un système à produire du travail ». Cette dernière n'a pas fait consensus chez les chercheurs. Lehrman en 1973 a affirmé que l'énergie ne pouvait se définir comme la capacité à faire du travail car ce dernier ne se conservait pas. Certains auteurs ; Duit (1981), Trumper (1991) ont également critiqué cette définition car elle restreindrait le concept aux phénomènes mécaniques. Théobald (1966) est allé jusqu'à mettre en doute la nécessité de trouver une définition de l'énergie en soulevant le point suivant : « il n'y a pas de structure pour l'énergie car c'est un concept fondamental de toute la physique de l'interaction ». Il conviendrait alors de procéder à une **description** de ce concept en cherchant à mettre en lien les domaines concernés.
Pour Hermann, l'énergie peut se définir de cette façon : « c'est un courant invisible, commun à tous les courants, qui assurent la marche des machines, le chauffage… les courants étant les formes et ayant ainsi un aspect matériel. » Certains auteurs Warren (1991), Hobson (2004) ont alors souligné l'importance d'une définition pouvant mettre en lien toutes les formes d'énergie en conservant l'idée de conservation. De plus, en considérant les modèles auxquels le concept fait référence ; les sciences physiques considèrent que l'énergie est une fonction qui repose sur des principes notamment le principe de conservation : Koliopoulos & Tiberghien (1986). Pour d'autres, c'est l'approche substantialiste qui considère l'énergie comme un fluide en mouvement qui prévaut.
Pour Martinas (2005), « l'énergie est un concept unifiant qui couvre toutes les sciences ». Il la définit comme « la quantité qui se conserve en physique et qui est consommée en biologie ». Darot rejoignait ce point de vue en 1986 en indiquant que la physique s'occupe de formaliser le concept alors que d'autres disciplines comme les sciences naturelles et les sciences de la société l'utilisent pour expliquer des phénomènes en particulier l'utilisation de l'énergie par l'activité humaine. D'après Tiberghien (1994), l'énergie permettrait donc d'unifier différentes branches de la physique.
Feynman, physicien américain influent du 20ème siècle, stipule que l'énergie est un concept difficile à définir puisque la physique actuelle ne dispose pas de connaissance exacte de ce qu'est l'énergie. Elle fait référence à une quantité numérique qui se conserve, Feynman, (1963).

Bunge (2000), Doménech et al (2007) ont alors modifié la définition de Rankine en proposant la définition suivante : « **l'énergie est une grandeur physique qui représente la capacité d'un système à produire des changements**. ». Cette définition reste très générale et s'applique dans tous les phénomènes liés au concept. Elle demeure la définition qui reste la plus employée dans le milieu scientifique. Toutefois, elle reste relativement abstraite et par ce fait ne peut être comprise par tous les élèves, en particulier au primaire.
Au niveau des savoirs associés à la définition de l'énergie, il convient de retenir les points suivants : L'énergie s'exprime en Joule. Le travail traduit l'énergie que doit fournir une force sur un corps pour induire son mouvement. La chaleur est associée à l'échange d'énergie entre deux systèmes, lié au déplacement des particules d'un corps.

ii. Les différentes formes

Le concept de l'énergie est associé à de nombreuses propriétés, notamment le fait que l'énergie peut exister sous différentes formes :

- **L'énergie mécanique** est liée au mouvement d'un corps. Elle est la somme de son énergie potentielle de pesanteur et son énergie cinétique. L'énergie cinétique est associée à la vitesse v du corps et se trouve par la formule suivante : $Ec=1/2mv^2$. L'énergie potentielle de pesanteur dépend de sa hauteur z et de sa masse m, et peut se déterminer quantitativement par la formule suivante : $Ep=mgz$. L'énergie éolienne provient du mouvement du vent. L'énergie hydraulique provient du mouvement de l'eau.
- **L'énergie chimique** peut être libérée par la réaction chimique entre les atomes d'un corps au cours de laquelle se produit un transfert d'électrons. La combustion est une réaction d'oxydo-réduction (avec transfert d'électrons) où un combustible réagit avec un comburant sous l'effet d'une énergie d'activation (chaleur).
- **L'énergie nucléaire** représente l'énergie contenue dans le noyau des atomes qui peut être libérée par fission du noyau.
- **L'énergie thermique** ou chaleur constitue l'énergie liée à l'agitation des particules d'un corps. Elle se quantifie par la mesure de la température.
- **L'énergie rayonnante** est transportée par un rayonnement même à travers le vide. Elle repose sur le principe de rayonnement électromagnétique, basé sur le déplacement des photons. L'énergie solaire provient du soleil.
- **L'énergie électrique** est associée au déplacement des charges électriques dans un matériau conducteur.

iii. Les différentes sources

Une autre propriété associée au concept de l'énergie est que l'énergie provient de sources ou ressources, et que ces ressources peuvent être **renouvelables ou non renouvelables** :

- Une source est dite renouvelable lorsqu'elle se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine: **Le rayonnement solaire** (non renouvelable mais inépuisable), **le vent, la biomasse, la géothermie, l'eau**.
- Une source est dite non renouvelable lorsqu'elle se renouvelle trop lentement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine**: l'uranium, les combustibles fossiles : le pétrole, le gaz naturel, le charbon.**

De plus, on distingue les sources d'énergie **primaires** ou naturelles n'ayant subi aucune transformation comme les combustibles fossiles et les sources d'énergie **secondaires**, produites par l'homme. Certains médias associent l'électricité à une source d'énergie secondaire, en opposition avec le point de vue scientifique où elle fait référence au transport d'énergie électrique.

iv. Les principes de l'énergie

Il est important de connaitre les principes relatifs au concept de l'énergie. Tout d'abord, l'énergie est dépendante d'un **système**. Kastler (1962) définit le système comme « un corps ou un ensemble de corps de masse déterminée et délimitée dans l'espace » en opposition avec le milieu extérieur. Ce système peut être isolé, dans ce cas il n'effectue pas d'échange avec le milieu d'extérieur.
L'énergie répond au **principe fondamental de conservation**: l'énergie totale d'un système isolé est conservée. Il n'y a jamais de création ou disparition d'énergie. Elle peut se **transférer** d'un système à un autre, en gardant la même forme. Il existe plusieurs types de transferts où l'énergie peut se transférer d'un système à un autre soit par travail mécanique lié au travail des forces, soit par travail électrique dû à la mise en mouvement des charges électriques, soit par transfert thermique lié à l'agitation désordonnée des particules, ou encore via un transfert par rayonnement grâce aux ondes électromagnétiques. L'énergie peut également changer de forme entre l'entrée et la sortie du système, on parle alors de **conversion** ou **transformation**.
Lors d'une transformation ou d'un transfert, l'énergie totale se conserve, c'est-à-dire que la quantité d'énergie qui entre dans le système est égale à la somme des quantités d'énergie à la sortie quelques soient leurs formes. Le deuxième principe de la thermodynamique indique qu'il existe toujours une **dissipation** d'énergie sous forme d'énergie thermique à la sortie du système. Cette énergie n'est plus utilisable pour l'homme, c'est pour cela qu'elle se distingue de l'énergie utile qui est en réalité l'énergie disponible pour l'homme.
La chaine énergétique d'un système est une modélisation de l'ensemble des transferts et des conversions d'énergie qui ont lieu dans ce système ou entre plusieurs systèmes. Pour ce faire, il convient d'identifier les systèmes en question et de repérer les formes d'énergie aux entrées et celles qui sont en sortie.

v. Une prise de conscience : le développement durable

Comme l'indiquent les programmes du cycle 3 et les ressources disponibles sur Eduscol, l'enseignement du concept de l'énergie soit se faire en relation avec une éducation au développement durable. Dans cette partie sera explicités quelques points importants concernant le développement durable, notamment appliqué au concept de l'énergie. Pour cela, j'exposerai un bilan concernant la production d'électricité en France.
Depuis la révolution industrielle, l'activité humaine a un effet croissant sur la disponibilité des ressources énergétiques et les conditions de vie sur terre. Aujourd'hui la consommation énergétique en France se répartit en 4 secteurs :

Secteur résidentiel 45%				Transport	Industrie	Agriculture
7% Chauffage	16% Appareils électriques	10% Eau chaude	6% Cuisson	33%	19%	3%

(Source : ADEME : agence de l'environnement et de la maitrise énergétique, 2015).

Pour répondre à ces besoins, **les ressources énergétiques utilisées en France sont** :

Hors électricité				Electricité
Pétrole 45%	Gaz naturel 19%	Charbon 3%	Energie renouvelable 10%	23%

(Source : ADEME : agence de l'environnement et de la maitrise énergétique, 2015).

Il est donc force de constater que peu de ressources d'énergie renouvelable sont utilisées et que spécifiquement la production d'électricité en France utilise 83.2% d'énergies non renouvelables:
L'énergie électrique est produite dans les centrales électriques grâce à un **alternateur** qui convertit l'énergie mécanique d'une **turbine** en énergie électrique. Cette dernière est mise en rotation par

conversion de différentes formes d'énergie relatives à chaque centrale. L'électricité est ensuite transportée par les lignes électriques du lieu de production au lieu de consommation.

Voici un bilan présentant les différentes centrales de production d'électricité :

Les centrales utilisant des énergies non renouvelables	
Centrales nucléaires	Source : Uranium / Produisent 76.6% de l'électricité en France Avantages: Rendement élevé, pas de rejet de gaz à effet de serre, indépendant de la météo Effets négatifs : Déchets radioactifs, pollution lors des accidents
Centrales thermiques	Source : charbon, fioul / Produisent 6.6% de l'électricité en France Avantages : Indépendant de la météo, proche des lieux de consommation, répond aux pics de consommation Effets négatifs : Utilise des combustibles fossiles, rejet de gaz à effet de serre
Les centrales utilisant des énergies renouvelables	
Centrales hydrauliques	Source : eau / Produisent 9.2% de l'électricité en France Avantages : Pas de rejet de gaz à effet de serre, indépendant de la météo Effet négatif : impacte les écosystèmes
Centrales Eoliennes	Source : vent / Produisent 4.5% de l'électricité en France Avantage : Pas de rejet de gaz à effet de serre Effets négatifs : Dépendant de la météo, nuisance sonore et visuelle
Les panneaux photovoltaïques	Source : soleil / Produisent 1.7 % de l'électricité en France Avantage : Pas de rejet de gaz à effet de serre Effets négatifs : Polluant à la construction, recyclage des panneaux, dépendant de la météo
Centrales biomasses	Produisent 1.3% de l'électricité en France Source : biogaz produits par la fermentation de matières organiques issues de divers déchets

Ce bilan illustre le constat établi précédemment concernant l'utilisation majoritaire de ressources d'énergie non renouvelables pour la production d'électricité en France. Or, l'énergie consommée par les activités humaines ne peut dépasser les ressources disponibles. Il convient de trouver un équilibre.

En 1987, le concept de **développement durable** apparait, dont le but est de concilier le développement économique avec le respect de l'environnement et l'essor social. Les enjeux principaux sont les suivants :

- Diminuer la consommation d'énergie
- Gérer les ressources naturelles
- Protéger les écosystèmes : Trier et valoriser les déchets
- Veiller à la santé des humains : limiter les pollutions
- Protéger la planète : Réduire les émissions de gaz à effet de serre

L'énergie correspond aujourd'hui à un des enjeux majeurs pour la société. Les acteurs concernés se situent à tous les niveaux de l'échelle mondiale. En effet, tout citoyen est acteur au niveau de ses consommations énergétiques, mais également au niveaux du choix des ressources qu'il utilise Boyer (2015). Il est donc important que chaque élève, futur citoyen, soit éduqué**.**

b. Les apprentissages du concept de l'énergie chez les élèves

Pour éduquer les élèves, futurs citoyens de demain, ils doivent tout d'abord comprendre les bases du concept de l'énergie. Dans cette partie, je me suis intéressée aux procédés d'apprentissage des élèves concernant le concept de l'énergie, en présentant les conceptions initiales les plus fréquemment rencontrées chez les élèves ainsi que les obstacles dominants que les élèves vont

devoir surmonter pour accéder à la compréhension du concept.

i. Les conceptions initiales des élèves

De nombreux chercheurs se sont intéressés aux diverses conceptions initiales que pouvaient avoir les élèves sur le concept de l'énergie. De plus, ce qui fait consensus aujourd'hui c'est l'importance de partir des conceptions initiales des élèves pour adapter son enseignement de l'énergie à ses élèves. Il convient alors d'identifier celles qui sont rencontrées le plus souvent et d'essayer de les catégoriser. Certains chercheurs ont montré que de nombreuses confusions étaient effectuées chez les élèves. En effet, de nombreux concepts sont confondus avec le concept de l'énergie. Les élèves vont donc devoir apprendre à les distinguer.
Watts (1983) a proposé un premier modèle traduisant les conceptions initiales des élèves qui a servi de base à d'autres chercheurs. Ce dernier a mis en exergue sept conceptions différentes.

- **Conception anthropocentrique ou anthropomorphique** : l'énergie est associée à l'humain et non à l'objet à savoir qu'ils considèrent que lorsqu'un être humain pousse une boite, il n'y a que l'humain qui a de l'énergie.
- **Conception de l'énergie stockée** : l'énergie stockée dans certains objets représente la source de leur activité.
- L'énergie comme **ingrédient dormant dans un objet** dont l'action d'un déclencheur permet de faire relâcher cette énergie.
- L'énergie associée à une **activité** comme le feu qui brûle. L'activité de l'objet est la condition de mise en évidence de l'énergie
- L'énergie comme le **produit** de la situation
- L'énergie comme **fonction** permettant le fonctionnement de tous les objets techniques.
- La conception **substantialiste**

Les travaux de Michael D Watts proposent une autre classification des représentations les plus fréquentes de ce qu'est l'énergie :

- **Constatations immédiates** : l'énergie est considérée dans son aspect utilitaire et son évidente omniprésence. Les élèves mettent en lien le concept d'énergie avec des situations de la vie quotidienne où l'énergie est présente et les élèves pensent que l'énergie est toujours présente mais on ne la voit pas. « L'énergie est faite pour être utilisée »
- Description animistes ou **anthropomorphismes** : l'énergie, c'est moi. « La bille a de l'énergie si je lui fais faire quelque chose »
- Concrétisation : elle est associée à **la cause qui permet d'obtenir un effet**. Elle a le pouvoir de déclencher des actions : « Un objet a de l'énergie quand il a de la force ». Dans cette représentation, elle peut aussi être considérée comme une substance, répondant alors à la théorie substantialiste. « Il ne faut pas que l'énergie sorte », « l'énergie s'écoule »
- Formalisation : L'énergie est présente et en attente pour servir : « La première bille perd son élan quand elle touche la deuxième »

Trumper (1993) a également mis en avant la conception fréquente où l'énergie est considérée comme la **cause de l'effet**. Watts (1983) souligne le fait qu'il existe une confusion entre force et énergie comme cause de mouvement : « la voiture se déplace car elle a de la force ».
Les conceptions les plus fréquentes en CM2 seraient les conceptions « produit de la situation », « stockée », « anthropocentrique », et « cause ». Linjse (1990) souligne le fait que les élèves utilisent en général **plusieurs conceptions initiales en même temps.**
Yuenyong & Yuenyong (2007) ont montré que l'énergie était souvent associée à une de ses propriétés ; l'électricité, le mouvement, la chaleur, et le fuel. Duit (1981) a rajouté que les notions de force et d'électricité sont souvent directement intégrées dans la définition de l'énergie.

D'après Bächtold (2014), il existe des conceptions initiales erronées récurrentes chez les élèves :

- L'énergie ne peut être associée qu'aux **êtres vivants** et non aux objets inertes ;
- L'énergie est considérée comme une **force**.
- L'énergie est représentée comme un **carburant**. Ceci montre que la conception **substantialiste** est souvent utilisée inconsciemment chez les élèves
- L'énergie est associée aux **mouvements**
- L'énergie est associée à **l'électricité**.

Ces conceptions traduisent les situations qu'ont rencontrés les élèves où le mot énergie a été mis en avant. Il s'agit le plus souvent de situations proches des élèves et le mot a été utilisé par l'entourage ou les médias. Il se peut donc qu'il ait été employé dans un contexte sociétal mais son sens s'éloigne du sens physique et scientifique.

Une conception initiale fréquente chez les élèves réside dans une conception substantialiste. En effet, selon cette théorie, les élèves font une analogie avec un fluide en mouvement; qui leur permet d'établir une certaine représentation mentale. Toutefois, cette conception initiale est en opposition avec la définition scientifique du concept puisque dans la théorie substantialiste, l'énergie est conçue indépendamment du système.

Ces chercheurs se rapprochent et se complètent et montrent le panel de conceptions initiales des élèves. Ces derniers vont devoir dépasser leurs conceptions initiales pour accéder à la compréhension scientifique du concept de l'énergie.

ii. Les difficultés et obstacles

D'après un ensemble de recherches qui ont mis en évidence plusieurs difficultés chez les élèves, il a été reporté un obstacle majeur : les élèves sont confrontés à des **obstacles conceptuels** car l'énergie est un concept abstrait, sa représentation mentale n'est pas possible. Elle doit s'appréhender par l'anticipation de ses effets potentiels qui sont virtuels (McIldowis, 2004) et il n'est pas possible de la mesurer directement. Cette dernière requiert l'utilisation d'autres grandeurs.
Une autre difficulté importante provient du fait qu'elle **rapproche de nombreux phénomènes** : mécanique, thermique, chimique dont il est nécessaire de procéder à une unification pour construire le concept. Elle s'intègre dans un réseau conceptuel complexe mettant en lien divers concepts de la physique à savoir les différentes formes et les différentes sources de l'énergie, les modes de transfert, mais aussi les concepts de force, de puissance. La multiplicité de ces concepts favorise les conceptions erronées des élèves qui tendent à confondre certains d'entre eux.
De plus, il existe de nombreux **obstacles de types langagiers**. En effet, le terme énergie est **polysémique** et son sens varie selon le contexte d'emploi. Il existe de nombreux amalgames avec le vocabulaire courant : on parle de perte, de dissipation, de production, de consommation d'énergie dans les médias. Solomon (1983) indique que les élèves sont en permanence soumis à une « discontinuité abrupte dans le mode de pensée ». **La construction du concept doit donc se faire en réajustant toutes les conceptions initiales erronées**. De nombreuses confusions sont faites par les élèves suite à l'utilisation des mêmes mots dans un contexte sociétal et scientifique et font obstacle à la construction du concept notamment l'amalgame entre dissipation et perte. L'idée de perte fait opposition au principe de conservation. Il existe des différences entre le sens des mots : énergie, conservation, système, transfert, transformation introduits par la science pour expliquer un phénomène et l'emploi de ces mêmes mots par les médias. Par exemple, ces derniers font l'amalgame suivant : l'énergie rayonnante est utilisée pour définir un transfert alors que pour être exact, ils devraient utiliser la formulation suivante : transfert d'énergie par rayonnement. De même, les médias emploient souvent le terme « énergie renouvelable » alors qu'en réalité c'est la ressource

qui est renouvelable. Ceci fait obstacle à l'assimilation de la notion de source et sa distinction avec la notion de forme. De nombreux chercheurs ont mis en exergue que la différence entre source et forme d'énergie était difficile à concevoir.
Enfin certains termes font obstacles aux élèves au niveau du vocabulaire. Par exemple, le mot électricité est source de confusion. Ils peuvent soit directement associer l'électricité à l'énergie, soit penser que l'électricité est une source d'énergie qui permet de faire fonctionner des objets techniques. En effet, cette conception découle de l'utilisation de l'énergie sous forme d'électricité dans la vie quotidienne En outre, de nombreux manuels scolaires emploient le mot électricité en leur donnant des sens différents. L'électricité fait référence au transport d'énergie électrique au sens scientifique du terme. Le terme énergie électrique est employé pour faire appel à la forme d'énergie. Certains manuels considèrent que l'électricité est une source d'énergie secondaire car elle est produite par l'homme.
L'objectif de mon mémoire étant la construction du concept en passant par l'assimilation de la notion de forme notamment, j'ai fait le choix d'accepter l'appellation électricité pour parler de la forme d'énergie électrique, en m'éloignant de l'appellation scientifique exacte. L'exactitude de la nomination du terme est mise ici au second plan, l'acquisition de la notion de forme en premier.

Enfin un obstacle réside dans la définition même du mot. En effet, définir un mot permet de comprendre un concept, l'assimiler, le mémoriser, faire un réseau, et le réemployer dans d'autres contextes. Cela permet également de se faire une image mentale du mot. Or, comme nous l'avons vu précédemment, il n'existe pas de consensus au niveau de la définition du mot dans le domaine scientifique et la définition la plus admise reste trop abstraite pour des élèves de cycle 3.

Néanmoins, il existe de nombreux **obstacles liés aux contenus scientifiques.**
L'énergie est une grandeur qui dépend d'un système mais la compréhension de cet aspect est très compliquée chez les élèves d'autant plus que de nombreux élèves la perçoivent comme une entité indépendante, comme la matière. C'est ce que l'on appelle la théorie substantialiste. De plus, la définition d'un système isolé demande de pouvoir constater de l'absence d'échange avec le milieu extérieur, ce qui nécessite un certain niveau d'habilités. Toutefois, la compréhension du concept de l'énergie ne peut se faire qu'après l'assimilation du concept de système, pour pouvoir intégrer les notions de transferts ou transformation entre deux systèmes.
Les élèves doivent faire également faire face à la notion irréversibilité des phénomènes physiques. En effet, Feynman explique que « qu'il est clair pour beaucoup que les phénomènes naturels sont irréversibles » : par exemple une tasse lâchée se casse. L'interprétation la plus simple de cette irréversibilité de tous les phénomènes serait que certaines lois du mouvement des atomes définissent un sens privilégié. D'après de nombreux travaux, il est possible de franchir ces obstacles et de montrer que « on ne peut obtenir de l'énergie à partir de rien » et « qu'un système donné est porteur d'une certaine capacité, qui peut se transférer dans un sens unique ».
En outre, le principe fondamental de **conservation** de l'énergie est très difficile à appréhender. Il se construit progressivement et la notion même de conservation s'explique tout d'abord en faisant référence à d'autres grandeurs mesurables : masse, volume (Piaget).

Il existe également des obstacles liés au développement de l'enfant. La relation causale est le mode de raisonnement le plus utilisé par les enfants or elle ne permet pas la compréhension du principe de conservation. Des obstacles peuvent apparaitre en relation avec l'approche pédagogique choisie: en effet, selon le phénomène observé, l'élève fera plus ou moins l'analogie avec les concepts à assimiler. Il est conseillé que les élèves élaborent leur conclusion en observant un phénomène de la vie quotidienne liée à l'énergie mais ceci demande que les élèves puissent prendre du recul par rapport à cette situation habituelle pour l'analyser au niveau énergétique.

Déterminer les principaux obstacles rencontrés par les élèves permet de trouver la bonne stratégie

didactique. Les objectifs doivent être élaborés en fonction des notions à assimiler et en prenant en compte les obstacles des élèves. Il existe des objectifs liés aux connaissances, aux comportements, et aux méthodes. Les objectifs ne doivent pas être des transformations des obstacles.

iii. L'apprentissage chez les élèves

En parallèle des conceptions initiales récurrentes des élèves et des obstacles qu'ils peuvent rencontrer pendant l'enseignement du concept de l'énergie, il est primordial de s'intéresser aux différents procédés d'apprentissage des élèves.

Il est important que l'apprentissage soit en lien avec le **développement cognitif** des enfants. En effet, il existe plusieurs niveaux dans la compréhension d'un concept en fonction de différents éléments : tout d'abord le savoir de base est constitué de fragments isolés non connectés basés sur l'observation de faits, puis des connexions entre les différents fragments vont se faire : mappings, puis ces connexions vont se complexifier pour former au final à un savoir en réseau qui relient différentes branches associées au concept étudié. Il faudrait donc que ces niveaux soient respectés pour construire chaque savoir lié à l'énergie : pour les formes, les sources, les transferts et les transformations, la dissipation et la conservation. Cependant l'étude de Liu et McKeough a révélé que ces étapes dans la construction de chaque savoir n'étaient pas forcément suivies par tous les élèves.
L'enfant apprend en **construisant sa pensée causale**. De par ses expériences, il apprend consciemment ou non comment anticiper ses actions en mettant en lien les conséquences et les causes de ses actions. Les disparitions qu'il observe peuvent alors s'expliquer par le raisonnement « tout agent pâtit en agissant » en admettant que la production d'un effet entraine la disparition obligatoire de la cause mais également par « rien ne se perd, tout se transforme ». De plus, l'enfant fait appel à son vécu sensori-moteur pour comprendre certains mouvements, en faisant appel à son expérience et en faisant des analogies. Il peut donc comprendre que si une force peut produire un mouvement, alors si la force causant le mouvement n'est plus appliquée, la conséquence est que le mouvement s'arrête. Les relations causales sont donc au centre des réponses des enfants quant aux déductions qu'ils seront à même de faire Jacqueline AGABRA et Brigitte PETERFALVI (1983).
Les représentations des enfants découlent donc de leur vécu et de leurs expériences personnelles.

Piaget, psychologue, biologiste et épidémiologiste connu pour ses travaux en psychologie du développement et en épistémologie génétique, a proposé un modèle du développement de l'enfant en distinguant quatre périodes au cours de l'enfance: l'intelligence sensori-motrice, l'intelligence préopératoire, les opérations concrètes ou l'intelligence opératoire et les opérations formelles. Ces âges sont donnés à titre indicatif et sont basées sur une moyenne, ils dépendent en réalité de chaque enfant. Ce qui reste permanent est l'ordre d'apparition de chaque période dans la construction cognitive de l'enfant. Pour Piaget, l'intelligence résulte de l'adaptation d'un individu à son environnement entrainant une transformation pour atteindre un état d'équilibre. En effet, l'adaptation résulte de l'équilibre entre assimilation des informations extérieures à son organisation interne et accommodation de ses propres structures aux exigences du milieu. Lors de la première période, période sensori-motrice, qui débute vers 2 ans, l'intelligence se construit de par les expériences de l'enfant, basées sur ses perceptions et ses mouvements grâce à la coordination sensorimotrice de ses actions. L'enfant fait donc appel à ses sens et à sa motricité exclusivement, sans intervention de la pensée. Au niveau cognitif, il acquiert la permanence des objets, la causalité et la représentation symbolique. La période suivante constitue l'intelligence préopératoire, composée de 2 étapes successives : tout d'abord la pensée symbolique ou pré-conceptuelle où l'enfant développe le langage et la notion de quantité. Ce dernier est marqué par l'égocentrisme, la contradiction dans ses paroles, et la pensée animiste où il accorde des pensées humaines à des objets. La deuxième étape constitue la pensée intuitive : guidée par la perception, l'enfant émet des conclusions illogiques. A ce stade, il raisonne par centration ce qui l'empêche de comprendre le

concept de conservation. En effet, les enfants se fixent sur un seul aspect d'une situation l'empêchant de prendre en compte la globalité des paramètres. C'est à la période des opérations concrètes ou de l'intelligence opératoire que l'enfant acquiert différentes notions dont les conservations physiques. Il va d'abord comprendre la conservation de la quantité de matière indépendamment de la forme vers 8 ans, puis la conservation de la masse quelque soit la collection vers 9 ans, et enfin la conservation du volume quelque soit le récipient vers 12 ans. L'enfant arrive également à faire des collections de même quantité, des classifications et des sériations. La dernière période de développement de l'enfant est la période des opérations formelles où l'enfant passe à l'abstraction, et la logique déductive en émettant des hypothèses.
En CM2, les enfants ont 10 ans en moyenne et d'après Piaget, les élèves se situeraient entre **l'intelligence opératoire et les opérations formelles. Ils seraient donc en train d'assimiler le principe de conservation appliquer à des grandeurs concrètes et mesurables comme la masse.**

De plus, Vergnaud apporte de nombreuses informations concernant les procédés de construction d'un concept. D'après ce dernier, un concept fait référence à un objet « non palpable, non matériel, non visible » et consiste en une abstraction qui doit passer par des représentations. Pour se l'approprier, il convient de savoir donner une définition et faire appel à quelques images mentales. De plus, pour comprendre la signification d'un concept, il faut connaitre ses usages. En outre, un concept se construit par l'action, autrement dit par l'action qu'un élève va effectuer sur son environnement. Il ne s'agit pas d'un apprentissage de théories. Un concept nécessite une représentation par la pensée du sujet et c'est l'action qui permet d'élaborer la pensée.
L'intervention du schème est nécessaire car il permet de faire le lien entre le geste et la pensée. Pour Piaget, les schèmes consistent en « un ensemble structuré et finalisé de mouvements ou d'opérations ». Ils s'intègrent dans l'esprit et se modifient grâce à l'expérience et à l'action avec son environnement. Pour Vergnaud, il s'agit « d'une organisation invariante de l'activité pour une classe de situations ». Les schèmes perceptivo-gestuels permettent de faire le lien entre le geste et la pensée. Ils ont « une portée heuristique » pour inventer mais aussi pragmatique pour produire et enfin « épistémique » pour construire. Les schèmes peuvent évoluer de façon à être de plus en plus performants. Un concept peut alors se caractériser par l'ensemble des situations qui permettent de comprendre son sens, l'ensemble des schèmes et l'ensemble des représentations symboliques du concept : formes langagières, propriétés.

c. Les stratégies d'enseignement du concept

L'enseignement du concept de l'énergie a questionné de nombreux chercheurs. Certaines stratégies proposées ont pu faire l'objet d'un consensus tandis que certaines propositions ont été contestées. Ainsi il n'existe pas aujourd'hui une stratégie d'enseignement reconnue par tous.
De nombreux auteurs de recherche ont souligné le fait que l'enseignement du concept de l'énergie à travers la scolarité devait se faire selon deux axes indispensables: que l'apprentissage du concept se fasse de façon **progressive** Lee et Liu (2010), Colonnese *et al*, (2012) ; Neumann *et al*, (2013) et dans une **perspective d'éducation au développement durable**.
Le terme progression implique une réflexion au niveau de la transposition didactique puisqu'un enrichissement progressif au niveau de l'enseignement des notions liées à l'énergie, du choix du vocabulaire et du niveau de formulations doit être fait. Bächtold (2014). En effet, il convient que les savoirs savants liés au concept soit adapté en terme de contenu, de formulation et de structuration de façon à susciter des apprentissages chez les élèves.
De nombreux chercheurs se sont alors heurtés à la question suivante : Quelle transposition didactique faut-il adopter dans l'enseignement du concept de l'énergie pour garantir des apprentissages ?
Certains chercheurs s'accordent à dire que l'enseignement de l'énergie en début d'apprentissage du concept, doit se faire selon une **approche qualitative** comme l'indique Millar (2005), Colonnese et

al (2012), Bächtold (2014). L'approche quantitative pourra se faire dans les cycles supérieurs lorsque d'autres savoirs seront abordés, en particulier le principe de conservation.

Certains auteurs préconisent également de faire l'entrée de l'enseignement du concept par les **transformations** d'énergie Lee & Liu (2010), Colonnese *et al* (2012). En effet ; cette théorie est avantageuse dans le sens où les transformations rencontrées dans la vie quotidienne sont facilement observables par les élèves. Ceci permettra de découvrir les différentes **formes** de l'énergie. Certains auteurs s'opposent à cette théorie en mettant en avant l'argument que l'entrée par les transformations peut engendrer des confusions entre les différentes formes de l'énergie. Ellse (1988). Il préconise une entrée par les transferts. Toutefois, Bächtold (2014) montre que la découverte des différentes formes d'énergie à travers les transformations permet d'éviter le problème d'apposer une étiquette à un phénomène mais plutôt de comprendre les formes d'énergie au cœur d'un processus de transformation d'une forme d'énergie en une autre. Ceci permet de donner du sens à la notion de forme mais également de procéder à un début d'unification en observant des formes d'énergie dans une seule situation.
De plus, certains chercheurs recommandent l'utilisation de chaines énergétiques dans son enseignement de façon à faciliter la modélisation des transformations. Cet outil permet de structurer la pensée et de garder une stratégie uniforme pour décrire les nombreux phénomènes liés à l'énergie Boyer (2015).

D'autres auteurs proposent de commencer par la théorie **substantialiste** car elle suit ce qu'ont tendance à faire naturellement certains élèves par analogie (Watts, 1983) et permet la compréhension de nombreuses notions Millar, (2005). Cette théorie est contestée par d'autres auteurs car elle s'oppose à la propriété même de l'énergie à savoir une grandeur associée à un système. Selon Colonnese et al (2012), il est important que les élèves dépassent cette conception dès le début.

Certains chercheurs préconisent d'aborder l'enseignement de l'énergie avec une **approche systémique**. Boyer (2015). Cette dernière relate une méthodologie à utiliser dans l'objectif d'un enseignement plus efficace. Il s'agit d'un « ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but » Rosnay (1975). L'enseignement se fait donc en proposant une approche globale du système et en montrant les interactions entre les éléments ainsi que leurs effets. Il implique donc une approche pluridisciplinaire. Elle demande une détermination des systèmes dans lesquels l'énergie est liée pour ensuite pouvoir donner une définition de l'énergie. L'approche systémique regroupe trois aspects ; l'aspect fonctionnel, l'aspect structural et l'aspect historique. D'après Lemoigne (1994), elle requiert une modélisation du système. Boyer (2015) propose donc d'aborder l'enseignement du concept de l'énergie par une approche systémique en utilisant le modèle des chaines énergétiques. Ces dernières sont reconnues par de nombreux chercheurs comme des outils permettant de modéliser le concept d'énergie à travers tous les phénomènes associés.

Une autre théorie fait débat au sujet de **l'unification** du concept de l'énergie. Pour cela, il convient de se poser la question suivante : Peut-on demander une unification du concept en cycle 3 ?
Les élèves vont être amenés à rencontrer l'énergie dans différents phénomènes de manière distincte et il est alors indispensable de procéder à une unification pour aboutir à la construction du concept. En revanche, avant de procéder à l'unification, il est important que le nombre de rencontres avec ces phénomènes soient conséquents afin que les élèves soient en capacité de prendre du recul. Ceci demande un certain niveau de réflexion et de maturité et ne peut être réalisé au début de l'apprentissage. De plus, selon certains, cette unification passe par la compréhension de la définition de l'énergie en tant que capacité d'un système à produire des changements Bächtold & Guedj, (2014) ce qui n'est pas possible à ce stade. En outre, selon Lacy et al (2014), l'unification du concept peut se faire via l'emploi du **vocabulaire spécifique**. Il est donc indispensable de s'assurer de l'apprentissage du vocabulaire spécifique à savoir : les sources, les formes, les transformations,

et de son emploi par les élèves à travers l'étude de différents phénomènes liés à l'énergie, en particulier des transformations pour décrire les phénomènes observés en terme d'énergie. C'est par l'emploi du même vocabulaire dans diverses situations que l'élève pourra procéder à l'unification du concept.

Une autre question se pose dans l'enseignement du concept au sujet de la **définition** de l'énergie. La définition la plus admise de l'énergie consiste à la décrire comme une grandeur physique qui représente la capacité d'un système à produire des changements. Mais cette définition peut-elle être enseignée au cycle 3 ? Cela nécessiterait la compréhension complète des notions de capacité et de système, ce qui n'est pas possible à ce stade. En outre, il serait intéressant de proposer une **définition adaptée** aux élèves de cycle 3 afin de structurer leur pensée. S Lacy, (2014) propose d'utiliser la définition de l'énergie pour permettre **un début d'unification du concept**. Elle met en avant l'importance que cette définition soit donnée par les élèves en fin de séquence d'apprentissage pour montrer le niveau d'unification que les élèves ont pu obtenir à travers les situations rencontrées.

Enfin, d'autres recherches ont montré que la compréhension du concept ne pouvait se faire par l'apprentissage des principes théoriques établis sur les manuels scolaires, la difficulté principale étant que les conceptions initiales des élèves étaient diverses et nombreuses. Avant de se focaliser sur ce que l'enfant doit apprendre, il convient donc de **récolter ses représentations initiales**. Pour cela, il est important de choisir la méthode la plus appropriée pour obtenir les informations souhaitées. L'enfant doit pouvoir s'exprimer librement et sa réponse ne doit pas être contrainte ni influencée par le type de questions posées par l'enseignant. Ces données seront indispensables pour adapter son enseignement. En effet, il conviendra dans un premier temps de réajuster les conceptions initiales erronées comme par exemple confondre les notions d'énergie avec force, pouvoir, température ou d'apporter les connaissances manquantes. La stratégie didactique pour l'apprentissage du concept de l'énergie ne pourra se faire qu'à partir des conceptions initiales des élèves. Liu & McKeough, (2005), Liu & Ruiz (2008).

L'emploi d'un vocabulaire adapté est une des composantes importantes au niveau de l'adaptation didactique. En effet, le concept de l'énergie étant complexe, il fait appel à des notions très abstraites, difficiles à comprendre pour des élèves de cycle 3. Aussi, ces dernières demandent certains prérequis et ne peuvent pas être imposées au début de construction du concept. Ainsi, comme l'indique le programme de cycle 3 de 2018, certaines appellations ont été modifiées pour s'adapter aux élèves de cycle 3. L'énergie mécanique est appelée énergie associée au mouvement ou énergie de mouvement. Cette nomination fait sens aux élèves, ils peuvent facilement appréhender le terme énergie de mouvement lors d'une situation où un objet est mis en mouvement. Cette stratégie d'adapter le vocabulaire aux élèves permet de faciliter la structuration du concept puisqu'il favorise la compréhension de la notion de forme.

i. Une progression

De nombreux chercheurs se sont heurtés à la question de comment adapter l'enseignement du concept de l'énergie en fonction des niveaux scolaires de façon à assurer une progression dans les apprentissages. Lee et Liu (2010) et Neumann et al (2013) ont proposé respectivement des stratégies didactiques montrant les étapes à respecter pour construire le concept avec les notions en jeu.

D'après Neumann et al (2013), une étude menée sur un échantillon de 1856 élèves de niveaux différents, a montré une progression dans la compréhension des notions liées à l'énergie. Les principales caractéristiques relatives à l'énergie sont les suivantes : il existe différentes formes d'énergie, elle peut être transférée ou transformée d'une forme à une autre, mais une partie est

dégradée. La quantité totale d'énergie est conservée (Duit 1986). Il a donc été mis en avant par un consensus que la compréhension des élèves sur le concept de l'énergie ne peut se faire que par le respect de ces 4 caractéristiques (Duit 1984, Solomon, 1986, Doménech et al 2007).
D'après cette étude, les élèves de grade 6 (équivalent à des CM2) comprennent d'avantage les notions de source et de forme, les élèves de grade 8 comprennent les notions de transformations et de transfert, tandis que ceux de grade 10 arrivent à comprendre des notions plus compliquées.

Liu et McKeough (2005) propose la progression suivante, en tenant compte des difficultés de compréhension des différents savoirs ;

1 Identifier différentes sources et formes
2 Comprendre le procédé de transfert et de transformations
3 Reconnaitre le phénomène de dissipation
4 Comprendre le principe de conservation

Il a également été démontré que cette progression n'entraine pas une assimilation des savoirs par étape mais une assimilation progressive de chaque savoir au fur et à mesure. En effet, le phénomène de dissipation se comprendrait en même temps que les concepts de transfert et transformations.
De plus, il est ressorti que l'apprentissage du concept se faisait **en prenant en compte les différentes conceptions initiales des élèves** et que l'aboutissement de la première acquisition sur le concept de l'énergie serait de comprendre que l'énergie venaient de différentes sources et se présentaient sous différentes formes. (Liu & McKeough, 2005, Liu & Ruiz 2008).

Deuschl et al (2007) rejoignent cette progression en proposant les 4 étapes suivantes :

1 Compréhension des notions de sources et de formes
2 Compréhension des transformations et des transferts
3 Association du concept d'énergie à son système
4 Compréhension du principe de conservation et de dissipation

D'après Colonnese et al (2012), le concept d'énergie à l'école primaire est développée à partir de la propriété d'état des corps « state property of bodies » qui sont de quatre types et pouvant se transformer entre eux pendant les interactions.

Driver et Millar (1986) ont affirmé que la compréhension du concept de l'énergie devait prendre en compte une progression dans l'assimilation des bases afin d'aller de plus en plus profondément dans la compréhension des concepts. En effet, le principe de conservation arriverait à la fin de l'apprentissage et il ne pourrait se faire que suite à l'assimilation des autres notions. En effet, d'après certains chercheurs, la loi de conservation relative à l'énergie est la plus difficile, la plus abstraite mais également la plus utile. Toutefois, la compréhension du principe de conservation se fait suite à la prise en compte des mesures et des calculs pour s'éloigner du descriptif et entrer dans une logique rigoureuse. Le **principe de conservation** reste donc un **aboutissement** dans la construction du concept. Son apprentissage ne peut se faire qu'après la compréhension des notions de sources, de formes, de transformation s, de transferts, de dissipation et l'identification du système considéré doit être possible. (Neumann et al, 2013 ; Bächtold & Guedj, 2014).
Toutefois certains chercheurs mettent en avant certains critères à respecter pour garantir la compréhension du principe de conservation. En effet, certains soulignent que le phénomène de dissipation doit être compris. Le fait d'étudier des transformations sans parler de dissipation montre au contraire que l'énergie ne se conserve pas. Neumann et al (2013), Bächtold (2014).
D'autres chercheurs indiquent qu'il est également indispensable que les élèves soient capables d'identifier le système en question et par opposition son environnement avec qui il effectue des échanges afin de comprendre le principe de conservation.

ii. L'éducation au développement durable

L'énergie correspond aujourd'hui à un des enjeux majeurs de notre société.
D'après la littérature en éducation des sciences, les chercheurs ont mis en exergue l'importance de définir un cadre éducatif montrant les bases à acquérir en sciences indispensables pour les futurs apprentissages et la compréhension des défis technologiques et scientifiques de l'humanité. Driver et Millar en 1986 ont affirmé que la compréhension du concept de l'énergie était centrale pour la compréhension du monde scientifique et technologique

De plus, d'après les circulaires ministérielles, « 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. » Ceci peut se réaliser par la confrontation à des situations problèmes qui provoquent le questionnement de la part des élèves.
L'éducation à l'énergie se fait donc en parallèle à l'éducation au développement durable ce qui augmente d'autant plus l'intérêt d'enseigner le concept d'énergie. L'idée est que l'élève puisse comprendre les débats politiques actuels et qu'ils puissent faire leur choix.

iii. Comment évaluer son enseignement

Après avoir cité les différentes stratégies d'enseignement de l'énergie préconisées par la recherche, il était important de regarder ce qui était fait au niveau de l'évaluation de son enseignement. En effet, je me suis intéressée dans cette partie à ce qui été proposé pour constater de la réelle progression des élèves à la suite de l'enseignement du concept.
Tout d'abord, peu de recherches ont mis l'accent sur la meilleure façon de mesurer l'impact de son enseignement sur l'apprentissage des élèves. Toutefois, certains chercheurs ont procédé à la **mesure de l'efficacité** de son enseignement.
Clanet (2012) définit l'efficacité comme « la capacité à parvenir à ses fins, à atteindre ses objectifs ou à obtenir un résultat. » Il en découle que cette dernière serait dépendante de la personne qui la définit Talbot (2012).
Comme l'indique Creemers & Kyriakides (2007), trois types d'efficacité ont été identifiées comme facteurs qui interviennent dans les apprentissages des élèves : l'efficacité éducative dépendant du système éducatif, l'efficacité de l'école et l'efficacité de l'enseignement qui dépend de l'enseignant et de ses choix didactiques dans la classe.
Boyer (2015) souligne que dans de nombreuses recherches en didactiques, « la notion d'efficacité est peu mobilisée, ou alors de manière implicite ». Cependant, la mesure d'efficacité implicite se ferait surtout sur l'efficacité au niveau de l'enseignement. Fagnant et Schillings (2015) affirme que la plupart des auteurs favorisaient l'observation en situation de classe.
Pour déterminer l'efficacité d'un enseignement, il convient d'identifier une **variable** qui peut être mesurée. Par exemple, dans le cadre de sa thèse, Boyer étudie la variable « utilisation de système biotique » pour tester **l'efficacité de l'enseignant**. En outre, la mesure de cette dernière a fait l'objet de nombreux travaux mais Talbot (2012) met en avant différents points qui sont à considérer dans cette mesure à savoir la pratique enseignante, les processus d'apprentissage, les modalités d'évaluation, les facteurs externes inhérents aux élèves : le fait qu'ils puissent apprendre hors de la classe. Boyer indique donc que pour mesurer son enseignement, il convient d'évaluer un dispositif basé sur la variable principale et de définir **les critères d'évaluation** donnés en référence à la norme. Ce sont ces derniers éléments qui permettent de conclure si l'enseignement est efficace ou non. Il faut donc que les critères choisis mettent en évidence les apprentissages effectués. Par exemple, Boyer (2015) choisit le critère : reconstituer un système énergétique » pour mesurer l'efficacité de son enseignement.
Enfin, comme l'indique Cusset (2011), il est important de procéder à la mesure de la progression et non de la performance. Pour cela, il serait préférable de comparer l'état initial et l'état final par un test identique. En outre, le travail de Lee et Liu a montré qu'il était préférable de proposer un questionnaire à questions ouvertes pour recueillir les perceptions des élèves plutôt que de faire un

QCM à questions fermées.

d. Analyse du curriculum prescrit

Je me suis également intéressée à ce qui était demandé dans les programmes officiels dans le but de les analyser au regard des préconisations faites par la recherche. En effet, les programmes officiels constituent le curriculum prescrit en terme de compétences et de connaissances à faire acquérir aux élève. Ils constituent donc une norme à laquelle les enseignants doivent se référer pour chaque savoir.
Il est tout d'abord important de se demander à partir de quel cycle, les programmes amorcent la découverte du concept par les élèves.
Le programme officiel de 2015 relatif au cycle un ainsi que le programme officiel de 2015 du cycle deux, permettent que les élèves commencent à approcher le concept de l'énergie dès le cycle un sans le conscientiser. En effet, au cycle un, dans le domaine explorer le monde, les élèves sont amenés à relier une action à un effet par la manipulation d'objets techniques. De plus, ils découvrent la transformation de la matière sous l'effet de la chaleur. Au cycle 2, les élèves expérimentent tous les changements d'états. Ils comprennent le besoin d'alimentation pour vivre et découvrent les propriétés du courant électrique. A ces stades, le mot énergie n'est pas employé ni défini mais les élèves observent des phénomènes et ils commencent à rencontrer différentes formes d'énergies. Ceci contribue à former les premières représentations initiales de l'énergie chez les élèves.
Le programme du cycle 3 s'inscrit donc dans la continuité et permet une première conscientisation du concept. Le mot énergie est employé et l'objectif est que les élèves comprennent certaines propriétés et notions liées au concept. En effet, les attendus de fin de cycle et les compétences à développer sont décrites dans le tableau suivant :

Attendu	Identifier différentes sources d'énergie et connaitre quelques conversions
Compétences à développer	Identifier des sources d'énergie et des formes : énergie associée à un objet en mouvement, énergie thermique, énergie électrique Prendre conscience que l'être humain a besoin d'énergie pour vivre, se chauffer, se déplacer, s'éclairer Reconnaitre des situations où l'énergie est stockée, transformée, utilisée. Fabrication d'un objet technique Identifier des éléments d'une chaine d'énergie Energie renouvelable, comment économiser de l'énergie ?
Préconisation	L'énergie associée à un objet en mouvement est facile à percevoir et pouvant se convertir en énergie thermique Analyse de dispositifs expérimentaux : éolienne, vélo qui freine, objets du quotidien, l'être humain

L'**objectif du cycle 3 est donc la découverte des différentes notions : sources, formes, et quelques transformations** par le biais d'expérimentation sur des **objets ou phénomènes connus** par les élèves. La forme d'énergie préconisée est l'énergie de mouvement, plus facilement identifiable par les élèves.

Le niveau demandé au niveau de la construction du concept est donc de comprendre ce qu'est l'énergie dans le cadre de ses effets : « Prendre conscience que l'être humain a besoin d'énergie pour vivre, se chauffer, se déplacer, s'éclairer ». Il s'agit donc d'une définition de l'énergie adaptée au cycle 3.
Le programme ne parle pas de conservation d'énergie, ni de dissipation qui comme indiqué par la recherche n'est pas attendu dans la conceptualisation des élèves au cycle 3.
De plus, il n'est pas requis que l'énergie soit enseignée dépendamment d'un système. Les instructions officielles laissent donc le choix aux enseignants dans la manière de l'aborder.
Le programme insiste sur l'importance d'aborder l'énergie dans une optique de développement durable. En effet, ce thème de sciences et technologie peut être mis en relation avec le thème mieux habiter en géographie, en EMC et le socle commun de connaissances, de compétences et de cultures. Dans le domaine 4 les systèmes naturels et les systèmes techniques du socle commun de connaissances, de compétences et de culture, l'élève est amené à comprendre l'importance d'adopter un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement, par la prise de conscience de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement et la nécessité de préserver les ressources naturelles. Enfin dans le référentiel de compétences des métiers de professorat et de l'éducation, du BO 2013, les compétences de l'enseignant doivent permettre d'éduquer au développement durable.

En conclusion, les programmes suivent les préconisations données par la recherche au niveau des deux grands axes qui font consensus, à savoir une progression dans l'enseignement et le lien avec le développement durable. Au cycle 3, il s'agit donc d'emmener les élèves à la compréhension des stades 1 et 2 proposés par l'échelle de progression de Liu et McKeough (2005), à savoir la construction des notions de sources et formes, et les transferts et transformations. Le programme propose également un vocabulaire spécifique adapté à la compréhension des élèves de cycle 3 comme par exemple l'énergie de mouvement pour l'énergie mécanique. Il propose aussi de partir d'une transformation pour étudier le concept où l'énergie de mouvement se convertit en énergie thermique. Enfin, le programme demande qu'en sciences et technologie, les élèves pratiquent la démarche d'investigation en partant d'une situation problème. Les élèves devront alors formuler un questionnement et émettre des hypothèses. Ils pourront ensuite conduire l'investigation en proposant un protocole expérimental et en analysant leurs propres résultats. La fin de la démarche d'investigation sera marquée par une trace écrite élaborée par les élèves dont le but est la structuration des connaissances.
Pour les autres stratégies, notamment concernant l'unification, l'attribution à un système, la théorie substantialiste, le programme laisse le choix à l'enseignant. Il conviendra donc de choisir les stratégies qui semblent les plus judicieuses en fonction des objectifs fixés.

III. La question de recherche

La revue de littérature concernant ce qui existe dans la recherche au niveau de l'enseignement de l'énergie et de l'apprentissage de ce concept m'a permis d'avancer sur mon questionnement de départ qui concernait le niveau de conceptualisation qui pouvait être attendu pour un élève en fin de cycle 3 et la meilleure stratégie à adopter au niveau de mon enseignement. Il est tout d'abord ressorti **qu'il n'était pas envisageable que le concept soit entièrement construit à la fin du cycle 3**. En effet, le concept de l'énergie est un concept très complexe, en relation avec de nombreuses notions et de nombreux phénomènes. C'est également un concept abstrait donc la représentation mentale n'est possible. Pour autant, il n'existe pas de consensus chez les scientifiques quant à la définition du mot énergie. La définition qui reste la plus utilisée n'est pas accessible pour des élèves de cycle 3. Il en découle que de nombreux obstacles doivent être surmontés pour accéder au

concept. De plus, les élèves partent avec des conceptions initiales différentes de ce concept en fonction des situations qu'ils ont rencontrées dans leur vie quotidienne et qu'ils ont pu associer à l'énergie notamment par l'intervention de l'entourage social ou des médias qui ont pu employer le mot énergie. Cependant, comme l'indique la recherche, de nombreuses conceptions erronées en découlent car le mot énergie est polysémique, il existe une distinction notable entre son utilisation sociale et scientifique ; en effet, de nombreux amalgames sont effectués par les médias et ceux-ci sont en opposition direct avec les principes scientifiques liés en concept que les élèves doivent assimiler. Les chercheurs se rejoignent donc sur ce point ; il est indispensable de **partir des représentations initiales des élèves** pour adapter sa séquence didactique.
Parallèlement, il a été mis en avant un point fondamental au niveau de la construction du concept, c'est qu'elle devait se faire de façon **progressive.** Ceci fait consensus chez les chercheurs et montre que la construction de ce concept complexe se réalise sur le long terme. Il est donc intéressant de regarder ce qui est sous-entendu par ce dernier terme et quelles stratégies en découlent. Certains chercheurs ont donc proposé un processus d'apprentissage en proposant une évolution dans les notions à enseigner en fonction du niveau scolaire. Il s'agit au cycle 3 d'instaurer les bases de ce concept, à savoir comprendre les notions de sources et de formes, et arriver à les distinguer mais également découvrir les notions de transformations et de transferts. L'assimilation de ces notions seraient indispensables pour la compréhension des principes de dissipation puis de conservation. Le principe fondamental de l'énergie concernant la conservation s'apprend en fin d'apprentissage car il requiert que les autres notions soient maitrisées notamment la dépendance de l'énergie à un système mais qui demande un certain niveau de maturité cognitive chez les élèves. A ce stade là seulement, et après avoir rencontré de nombreux phénomènes, l'élève sera capable de les unifier et ainsi donner un sens à la définition de l'énergie en tant que capacité d'un système à produire des changements.

Le programme de cycle 3 rejoint ces préconisations puisqu'il demande que les élèves comprennent le besoin d'énergie dans la vie quotidienne, puis que l'énergie provient de différentes sources et existe sous différentes formes et qu'elle peut passer d'une forme à l'autre grâce à des objets techniques.
L'objectif de la fin du cycle 3 n'est donc pas que le concept de l'énergie soit entièrement construit mais que les notions de base liées à ce concept soient comprises. Ces dernières forment donc le cadre d'enseignement de l'énergie et se composent des notions de source, de forme, de transformation et de transfert. Il convient donc de se demander quelle serait la meilleure approche pédagogique à adopter pour que les élèves arrivent à les assimiler.
La recherche propose différentes stratégies d'enseignement ayant chacune ses avantages et ses inconvénients. Je vais donc exposer dans cette partie les propositions qui me semblent les plus judicieuses pour favoriser les apprentissages de ces quatre notions.
Tout d'abord, la construction du concept se faisant de façon progressive et ce dernier étant lié à de nombreux phénomènes, il est important que les élèves rencontrent de nombreux d'entre eux. De plus, comme le préconise Boyer, partir sur des phénomènes connus par les élèves permet de donner du sens. Il s'agit donc de baser sa séquence sur **des situations de la vie de tous les jours** où l'énergie est présente.
De plus, Bächtold met en avant les avantages que les situations présentées s'appuient sur des **transformations** d'énergie. Enfin, centrer les situations d'apprentissages sur les transformations est un atout pour faire comprendre aux élèves les notions de forme d'énergie au cœur même d'un processus de transformation d'une forme d'énergie en une autre et évite le problème d'apposer une étiquette à un phénomène. Ceci permet de donner du sens à la notion de forme mais également de les distinguer de la notion de source à l'origine du phénomène.
Trouver des situations de la vie de tous les jours, basées sur des transformations permettraient donc de leur faire comprendre les notions de sources, de formes et de transformations.
En outre, les chercheurs font consensus sur l'importance de mener sa séquence dans un objectif de **développement durable**. Le concept d'énergie étant au centre des défis technologiques et scientifiques actuels, son enseignement doit se faire par la prise de conscience de ces enjeux.

L'objectif serait donc d'informer les élèves sur ces derniers et de développer leur esprit critique afin qu'ils puissent effectuer leur propre choix en adoptant une attitude responsable.
Afin d'être en adéquation avec ces préconisations qui me semblent fondamentales pour favoriser les apprentissages, il m'est apparu judicieux de proposer une séquence centrée **sur la production d'électricité.** En effet, ce thème répond en tous points aux propositions données par les chercheurs puisqu'il reprend des situations de la vie de tous les jours, il peut être traité en lien avec le développement durable et enfin il est basé sur des transformations d'énergie qui permet de construire les notions de sources, de formes et de transformations. L'entrée par la production d'électricité est riche et permet d'exploiter les notions attendues en cycle 3 par l'étude de nombreux phénomènes. En effet, il permet de couvrir un grand panel de formes d'énergie à travers l'étude de transformations : l'énergie de mouvement, l'énergie thermique, l'énergie électrique, l'énergie solaire. Les élèves pourront également découvrir différentes sources d'énergie : le soleil, le vent, l'eau, l'uranium, les combustibles fossiles et pourront donc commencer à différencier la source de la forme d'énergie. En outre, un autre avantage est que cette séquence pourra être menée dans une perspective d'éducation au développement durable en prenant conscience de l'importance d'utiliser des ressources renouvelables et pas non renouvelables. Enfin ce sujet offrant une multiplicité de situations permet donc que les élèves utilisent le même vocabulaire spécifique au cœur de phénomènes différents.

Or c'est en étudiant de nombreux phénomènes en lien avec l'énergie que le processus **d'unification** peut avoir lieu. En effet, pour arriver à conceptualiser totalement le concept de l'énergie, les élèves vont devoir procéder à l'unification de toutes les notions, tous les phénomènes liés à l'énergie. Ceci ne peut se faire que par la rencontre d'un panel de situations basées sur l'énergie. Pour procéder à l'unification complète du concept, il convient donc d'avoir construit progressivement les notions de sources, de formes, de transformations et de transferts mais également les principes de dissipation et de conservation par la rencontre avec ces situations. Cela requiert également une certaine capacité à prendre du recul pour prendre en compte tous les éléments. Toutefois, il me parait intéressant de questionner le point suivant : est-il possible de commencer le processus d'unification au cycle 3 ?
En effet, si l'on considère la proposition ci-dessous, de centrer la séquence d'apprentissage sur la production d'électricité, les élèves pourront explorer de nombreuses sources, de nombreuses formes par l'étude de nombreuses transformations. Aussi, lors de la séquence, il conviendrait également que les élèves assimilent le **vocabulaire spécifique** rapidement et le réemploie à juste titre lors des rencontres avec toutes ces transformations en relation avec la production d'électricité.
Tous ces éléments réunis pourraient former des ingrédients favorisant un début d'unification du concept de l'énergie.
La question de recherche de mon mémoire qui en découle est donc : **est-ce qu'enseigner l'énergie en privilégiant une entrée sur la production d'électricité, riche en situations d'apprentissage, permet de déclencher un début d'unification du concept ?**
L'objectif de mon mémoire sera donc de concevoir une séquence didactique centrée sur la production d'électricité et de voir si cette séquence permet que les élèves procèdent à un début d'unification. Il est donc important de définir ce qui est entendu par début d'unification. Ce dernier correspond à la capacité à relier l'énergie aux différentes notions attendues au cycle 3, aux différents phénomènes rencontrés dans la production d'électricité et en comprenant les différents enjeux rencontrés.
Il en découle une autre sous question qui se pose. En effet, si les élèves arrivent à mettre en réseau tous les éléments ci-dessus, il serait intéressant de constater de l'évolution des représentations mentales de ce concept et surtout de voir si les élèves arrivent à établir une définition de l'énergie qui relate des phénomènes observés, à savoir l'énergie c'est ce qui permet de mettre en mouvement, de s'éclairer et se chauffer. Cette définition qui constitue une définition adaptée au cycle 3 de la définition scientifique, rentre également dans le processus d'unification puisqu'elle réunit différentes opérations où l'énergie est en jeu. J'interrogerai également dans ce mémoire, la sous question suivante : **est-ce qu'enseigner l'énergie en privilégiant une entrée sur la production**

d'électricité permet aux élèves d'élaborer eux-mêmes une définition adaptée de l'énergie qui réunis différents phénomènes où elle est constatée?

Hypothèses de recherche :
Hypothèse 1 : Les élèves arrivent à faire un début d'unification du concept, car ils arrivent à intégrer que l'énergie est liée aux notions de sources, de formes et de transformations applicables à différents phénomènes. Ils arrivent également à établir la définition de l'énergie.
Hypothèse 2 : Les élèves n'arrivent pas à faire un début d'unification car ils n'arrivent pas à prendre du recul et à mettre en relation tous les éléments. Ils ont du mal à effectuer la différence entre source et forme et ils continuent à faire des confusions entre le mot énergie et d'autres notions.

IV. La méthode

Dans cette partie, je vais expliciter la méthode que je vais employer afin de répondre à mes questions de recherche : **Est-ce qu'enseigner l'énergie en privilégiant une entrée sur la production d'électricité, riche en situations d'apprentissage, permet de déclencher un début d'unification du concept ? Est-ce qu'enseigner l'énergie en privilégiant une entrée sur la production d'électricité permet aux élèves d'élaborer eux-mêmes une définition adaptée de l'énergie qui réunis différents phénomènes où elle est constatée?**
Pour ce faire, la partie expérimentale de mon mémoire consistera à concevoir une **séquence didactique axée sur la production d'électricité** puis de la mettre en œuvre en classe afin de mesurer la progression de mes élèves en terme d'unification du concept. Cette dernière sera réalisée par la mesure de l'efficacité de ma séquence sur plusieurs critères en relation avec ce que j'ai défini précédemment comme « début d'unification ». Mon analyse finale, pour répondre à ma question de recherche, portera donc sur la comparaison entre les conceptions initiales et les conceptions finales des élèves. Je commencerai donc ma séquence par le recueil des conceptions initiales des élèves. Ceci me permettra de réaliser une évaluation diagnostique et de réajuster les conceptions erronées en adaptant ma séquence didactique aux besoins des élèves.

a. Le contexte d'étude

Mon mémoire est basé sur une étude réalisée à l'école C.à Montpellier dans une classe de CM2 de 27 élèves. Il s'agit d'une classe dynamique et motivée. Il n'y a pas d'élèves à problème particulier. La principale difficulté réside dans la gestion de classe car les élèves sont bavards et les ateliers en groupe sont compliqués à mener. La majorité des élèves ont un niveau culture scientifique qui correspond à celui attendu au cycle 3. Certains disposent déjà de quelques principes responsables qui démontrent qu'ils ont déjà perçu une première forme d'éducation sur les questions d'énergie et d'environnement, par leur famille respective, l'école ou les médias. Certains semblent répéter des idées sans les comprendre entièrement. Enfin, aucun élève de la classe n'a déjà pratiqué la démarche d'investigation.

b. Le recueil de données

Pour répondre à ma problématique basée sur la mesure de l'efficacité d'une séquence didactique basée sur la production d'électricité sur la progression des élèves notamment au niveau d'un début d'unification du concept, je vais procéder à la comparaison entre les représentations initiales et finales des élèves sur le concept de l'énergie. Il s'agit donc en début de séquence d'établir le recueil des conceptions initiales des élèves. Pour ce faire, j'ai choisi de procéder par un questionnaire composé de 7 questions que je vais donner aux élèves.
Dans cette partie, j'exposerai les 7 questions constitutives du questionnaire de recueil de données en explicitant leurs intérêts respectifs et j'expliquerai les procédés qui vont permettre d'effectuer leur analyse :

1 Cites les trois premiers mots qui te font penser à l'énergie

Cette question permet de voir les représentations de l'énergie que se font les élèves mais également de pouvoir analyser globalement les représentations de l'énergie de la classe. Il s'agit donc de déterminer les représentations sociales du groupe classe selon la théorie structurale des représentations sociales. Pour ce faire, j'analyserai quels mots ont été les plus employés dans la classe en effectuant un diagramme.

2 Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?

Cette question est une question ouverte qui permet de voir toutes les notions qu'ils associent à l'énergie ainsi que les connaissances qu'ont les élèves sur l'énergie en général. Il s'agit d'évaluer les connaissances spontanées sans indications dans la question qui pourrait déclencher une réponse. Je pourrai donc constater le niveau de connaissances de mes élèves sur les points suivants :

- Connaissent-ils les notions de sources, de formes et de transformation
- Ont-ils des connaissances en terme d'éducation à l'énergie

Je procèderai dans l'analyse de cette question à une quantification des élèves qui m'ont cité les notions de sources, formes et transformations, ou une information en lien avec l'éducation à l'énergie. Pour ce dernier, je distinguerai ceux dont le message était clair et ceux qui ont répété une idée sans la comprendre. Cette question ouverte me permettra également de constater des conceptions erronées et des confusions réalisées par les élèves. La réponse étant libre, ils vont devoir puiser dans leurs ressources pour employer le vocabulaire qui leur semble juste. Je procéderai à la quantification et à la catégorisation des conceptions initiales erronées des élèves basées sur les classements proposés par la recherche.

L'énergie associée qu'aux êtres vivants et non aux objets inertes
L'énergie est considérée comme une force
Conception substantialiste
L'énergie est associée aux mouvements
L'énergie est associée à l'électricité
L'énergie dans son aspect utilitaire et son évidente omniprésence.
Description animistes ou anthropomorphismes
L'énergie est associée à la cause qui permet d'obtenir un effet

3 Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.

Cette question a pour objectif de déterminer si les élèves ont conscience que l'énergie permet de faire fonctionner de nombreux objets techniques de la vie quotidienne. Pour analyser cette question, j'effectuerai une quantification des élèves qui ont réussi à trouver ces 3 objets, et ceux qui en ont cité moins de trois.

4 D'où vient l'énergie ? Est-ce que tu connais des sources d'énergie ?

L'objectif dans cette question est d'observer si les élèves connaissent le terme source et quel est son sens mais aussi s'ils sont capables d'identifier certaines sources. Afin de traiter cette question, je quantifierai les réponses des élèves de la façon suivante :

- Ceux qui connaissent la notion de source (terme et sens) et qui sont capables de citer au moins une source
- Ceux qui ne connaissent pas la notion de source mais qui sont capables de citer au moins une source
- Ceux qui ne connaissent pas la notion de source et qui ne sont pas capables de citer au moins une source

5 Est-ce que tu connais différentes formes d'énergie ?

Cette question permet de voir si les élèves connaissent la notion de forme (terme et sens) et quelles formes ils ont déjà discriminées. Par ces deux questions, je pourrai quantifier la proportion d'élèves qui sont capables de faire la distinction entre source et forme et ceux qui les confondent. J'analyserai donc cette question en quantifiant les réponses des élèves de la façon suivante :

- Ceux qui connaissent la notion de forme (terme et sens) et qui sont capables de citer au

moins une forme
- Ceux qui ne connaissent pas la notion de forme mais qui sont capables de citer au moins une forme
- Ceux qui ne connaissent pas la notion de forme et qui ne sont pas capables de citer au moins une forme
- Ceux qui sont capables de distinguer les notions de sources et formes
- Ceux qui ne sont pas capables de distinguer les notions de sources et formes

6 Est-ce que l'énergie peut se transformer ?

Cette question permettra de voir si les élèves connaissent la notion de transformation. Je procèderai donc à la quantification des élèves qui connaissent cette notion et ceux qui ne la connaissent pas.
Les critères présents dans les questions 4 5 6 ont déjà été évalués dans la question 2 ouverte mais ces dernières questions permettent de compléter l'analyse. En effet, certains élèves pourraient ne pas penser à citer ces termes dans la question ouverte, ce qui montre que ces notions ne sont pas encore directement associées au concept de l'énergie, mais ils pourraient toutefois connaitre le sens de ces termes et citer quelques exemples.

7 Donne une définition de l'énergie : qu'est-ce que l'énergie selon vous ?

Par cette question, je pourrai tout d'abord observer si les élèves disposent d'une définition de l'énergie ou s'ils ont capables d'en proposer une avec leurs mots en faisant appel à leurs connaissances. Je quantifierai donc les deux cas de réponses. Je procéderai à un classement des types de définition obtenus.

c. La séquence didactique

L'objet de mon mémoire repose sur la conception d'une séquence didactique et de l'évaluation de son efficacité sur les élèves afin de répondre à ma problématique. En effet, pour déterminer si enseigner l'énergie en privilégiant une entrée sur la production d'électricité permet de déclencher un début d'unification du concept, il convient de proposer une séquence centrée sur ce thème et d'en mesurer les effets. De plus, pour favoriser les apprentissages, il s'agit d'intégrer dans cette séquence tous les « ingrédients » préconisés par la recherche et qui pourraient contribuer au résultat escompté.

i. Eléments clés de la séquence didactique

Dans cette partie, je vais donc énoncer les éléments qui me semblent indispensables pour favoriser une progression chez mes élèves et permettre un début d'unification du concept.
En terme d'apprentissage ma séquence a deux objectifs ; la construction du concept au niveau des notions de sources, de formes et de transformations mais également au niveau de l'éducation à l'énergie en terme de développement durable.

Les éléments clés sont les suivants :
Une approche systémique basée sur la production d'électricité : ce thème, riche en situations d'apprentissage permet de proposer une approche globale du concept. Il offre la possibilité de construire les notions de sources, de formes et de transformations par l'étude de nombreuses transformations qui font sens aux élèves.
L'assimilation du vocabulaire spécifique : les élèves devront dès les premières séances comprendre puis apprendre le vocabulaire spécifique et le réutiliser pendant tout le reste de la séquence pour décrire ou analyser une transformation. Ceci contribue à l'unification du concept.
Des séances basées sur des **transformations** pour permettre de construire les notions de formes au cœur d'un processus de transformation d'une forme d'énergie en une autre. Ceci permet de donner du sens à la notion de forme mais également de procéder à un début d'unification en observant des formes d'énergie dans une seule situation.
L'élaboration de **la carte d'identité de l'énergie** au fur et à mesure de la séquence. Cette dernière fera office de trace écrite afin de structurer progressivement la pensée lors de la construction du

concept. Les élèves pourront remplir cette carte au fur et à mesure des rencontres avec les différents phénomènes. Cette carte comportera donc les rubriques suivantes : définition, sources, formes et transformations, qui reflète la structure autour du concept de l'énergie qui doit être assimilée puis mémorisée par les élèves. Ceci contribuera à effectuer un début d'unification du concept.
Une définition adaptée de l'énergie élaborée par les élèves en fin de séquence à partir du vocabulaire spécifique appris et des phénomènes observés. La définition donnée pourra servir d'évaluation des élèves au niveau de l'unification qu'ils ont pu réaliser grâce à la séquence. Elle sera mise en commun en fin d'évaluation et l'objectif est que les élèves puissent arriver à élaborer la définition suivante : l'énergie, c'est ce qui permet de mettre en mouvement, de chauffer et de s'éclairer.
Le recueil des représentations initiales afin de déterminer les conceptions initiales erronées et les confusions potentielles entre les termes pour adapter la séquence selon les besoins.
Une évaluation finale à comparer avec les conceptions initiales pour pouvoir constater d'une progression dans la construction du concept, et un début d'unification.

ii. Description de la séquence

Je présenterai dans cette partie la séquence didactique que j'ai conçue dans un but de déclencher un début d'unification du concept. Cette dernière pourra être adaptée en classe après le recueil des conceptions initiales des élèves. La séquence complète est exposée en annexe 1.
Les objectifs de la séquence sont les suivants et répondent au programme du cycle 3 :
-Savoir que l'énergie peut changer de formes pendant une transformation
-Savoir que l'énergie électrique est une forme d'énergie obtenue par transformation d'autres formes d'énergie
-Identifier quelques sources d'énergie qui interviennent dans la production d'électricité
-Distinguer les notions de sources et de formes
-Comprendre qu'il existe des sources d'énergie « **renouvelables** » et des sources d'énergie non renouvelables.
Pour cela, la séquence se compose des sept séances suivantes :

Séances	Titres
Séance 1	Evaluation diagnostique
Séance 2	L'énergie de mouvement
Séance 3	Les transformations d'énergie grâce à l'alternateur
Séance 4	Comment produit-on l'énergie électrique
Séance 5	Les sources d'énergie renouvelable et non renouvelable
Séance 6	Evaluation sommative

La séquence commence donc par une évaluation diagnostique qui permet de recueillir les conceptions initiales des élèves. Pour ce faire, la séance est contextualisée par la lecture d'un journal choc concernant l'avenir de la planète. Ceci permet d'engager les élèves dans la séquence en les confrontant dès le départ aux problèmes actuels concernant la diminution en ressources d'énergie non renouvelables. Cette situation est une accroche dont l'étude du concept de l'énergie permettra de traiter le sujet. L'objectif de la séquence est explicité afin que les élèves prennent conscience des apprentissages en jeu : il s'agit ici de l'énergie et des notions qui lui sont liées. De même, les outils supports sont présentés : car pendant toute la séquence les élèves vont être amenés à remplir la carte d'identité de l'énergie au fur et à mesure de leurs découvertes. Cette carte possède la même structure que celle que les élèves devront élaborer lors de l'évaluation finale pour mesurer le début d'unification à l'exception de la définition de l'énergie qui ne sera donnée qu'à la dernière séance. Cet outil va être une aide à la structuration de la pensée et à l'organisation du savoir énergie. Enfin, les élèves vont devoir répondre individuellement au questionnaire constitutif du recueil de données.
Les séance 2, 3, 4 et 5 vont permettre la découverte progressive du fonctionnement des centrales

électriques. J'ai fait le choix de ne pas commencer directement par la présentation des centrales car la quantité de notions et d'éléments à découvrir auraient été trop lourd en une séance. J'ai donc décomposé les découvertes de façon à amener les élèves à comprendre le fonctionnement des centrales en séance 4 et 5. L'objectif des séances 2 et 3 est la réalisation d'une mini éolienne. Pour cela, les élèves vont être confrontés à différentes situations problèmes dès la séance 1 dont le but est qu'ils arrivent eux-mêmes à proposer un dispositif expérimental en pratiquant une démarche d'investigation.
La séance 2 consiste donc en une amorce de la séance 3 où l'énergie de mouvement d'un moulin est expérimentée et où les élèves vont pouvoir observer que l'énergie de mouvement peut se transférer à un autre objet. Cette séance a pour objectif de découvrir le vocabulaire spécifique de source et de forme qui va pouvoir être réutilisé par les élèves lors de la description du fonctionnement des différentes centrales en séance 4. Par les questions posées par l'enseignant, les élèves vont pouvoir comprendre que l'énergie permet de mettre en mouvement un objet. Ils commencent à remplir la carte d'identité de l'énergie avec la forme d'énergie suivante : l'énergie de mouvement et la source vent.
La séance 3 a pour but la réalisation de la mini éolienne par les élèves. Pour cela, ils vont être confrontés à différentes situations dont le but est de comprendre qu'une lampe/ Led fonctionne avec de l'énergie lumineuse qui vient de la transformation de l'énergie électrique et que le rôle d'un alternateur est de transformer de l'énergie en énergie électrique. L'objectif est donc la découverte des transformations en particulier celle d'un alternateur. Cette étape est obligatoire afin de pouvoir comprendre le fonctionnement des différentes centrales au niveau énergétique. Les élèves seront alors confrontés à une situation problème par la question suivante : « est-ce qu'il est possible d'allumer l'ampoule avec une turbine ? ». L'objectif étant qu'ils arrivent à mettre en lien les transformations rencontrées pour proposer un dispositif expérimental afin de réaliser une mini éolienne. Pour cela, ils conduiront une démarche d'investigation. L'enseignant utilisera une représentation par chaines énergétiques afin de modéliser les transformations. Ceci pourra apporter une aide aux élèves dans la structuration d'une transformation.
Dans les séances 4 et 5, les élèves vont découvrir les différentes centrales électriques. L'objectif est qu'ils arrivent à comprendre les transformations énergétiques mises en jeu. Pour cela, ils vont être amenés à procéder à une recherche documentaire sur les différentes centrales. Ils pourront répondre à une fiche de recherche en indiquant les points suivants : description du fonctionnement au niveau énergétique, sources et formes d'énergie à l'entrée et à la sortie. Les élèves présenteront les résultats de leur recherche en employant le vocabulaire spécifique pour décrire les situations du point de vue énergétique.
La séance 6 a deux objectifs, le premier est que les élèves comprennent que l'énergie sert à se déplacer, à se chauffer et à s'éclairer et que l'énergie électrique est une des formes d'énergie les plus utilisées dans la vie quotidienne. Le second objectif est que les élèves se rendent compte que les sources d'énergie les plus utilisées pour la production d'électricité sont des ressources non renouvelables. Ils pourront prendre conscience des enjeux énergétiques actuels au niveau des différentes centrales utilisées en France en faisant une recherche documentaire sur les avantages et les inconvénients de ces dernières. Ils seront ensuite amenés à participer à un débat sur les centrales afin de leur faire saisir la complexité sur le choix de la centrale.
Enfin, la dernière séance servira d'évaluation sommative où les élèves réaliseront la carte d'identité de l'énergie. Ils devront également proposer une définition de l'énergie.
Dans cette séquence, certains choix ont été effectués afin de ne pas compliquer la construction de ce concept très complexe. Aussi, certaines simplifications qui s'éloignent des définitions purement scientifiques seront acceptées. Par exemple, au niveau du vocabulaire le terme électricité sera accepté comme forme, l'objectif étant que les élèves comprennent que l'énergie électrique est une forme d'énergie. L'enseignant fera attention à employer les bons termes.

d. La mesure de l'efficacité de la séance

L'objectif de mon mémoire est que les élèves commencent un début d'unification du concept de l'énergie en fin de séquence. Il convient donc de faire une évaluation sommative afin de se rendre compte de cette progression. Pour ce faire, les élèves vont devoir réaliser la carte d'identité de l'énergie et élaborer sa définition. A la différence de la carte d'identité qu'ils ont remplie pendant la séquence ; le nom des parties ne seront pas données. Les élèves devront d'eux-mêmes la structurer en indiquant les sources, les formes, les transformations qu'ils ont assimilées. La notion de développement durable devra ressortir. La définition attendue de l'énergie se présentera sous la forme suivante : L'énergie, c'est ce qui permet de mettre en mouvement, de s'éclairer et de se chauffer.
La séquence qui a été proposée a été conçue de façon à ce que les élèves soient en capacité de réaliser l'évaluation demandée. En effet, les différentes situations rencontrées autour de la production d'électricité, le fait de remplir la fiche outil carte d'identité et la verbalisation du vocabulaire spécifique contribuent à cela.
Afin de mesurer l'efficacité de ma séance, je procèderai à une notation de la progression des élèves selon le protocole suivant, conformément à la grille d'analyse ci-dessous. Les critères d'évaluation découleront de la définition que j'ai attribuée au terme de début d'unification, à savoir relier l'énergie aux différentes notions attendues au cycle 3, aux différents phénomènes rencontrés dans la production d'électricité et en comprenant les différents enjeux rencontrés.

Ma séquence aura été efficace si à l'issu de ma séquence, les élèves indiquent les points suivants dans la carte d'identité de l'énergie :

- Définition de l'énergie : c'est ce qui permet de se chauffer, de s'éclairer, de se déplacer et de bouger.
- Les notions sources et formes sont comprises, des exemples sont cités
- Des exemples de transformations sont donnés. L'utilisation de chaines énergétiques ou de schématisation sera un plus montrant un début de modélisation du concept.
- Les élèves ont compris l'importance d'utiliser des sources d'énergie renouvelables pour vivre.

Les élèves montrent qu'ils ont assimilé la notion de source alors qu'ils ne l'avaient pas citée en conception initiale	1 point
Les élèves ne montrent pas qu'ils ont assimilé la notion de source	0 point
Les élèves montrent qu'ils ont assimilé la notion de forme alors qu'ils ne l'avaient pas citée en conception initiale	1 point
Les élèves ne montrent pas qu'ils ont assimilé la notion de forme	0 point
Les élèves montrent qu'ils ont assimilé la notion de transformation alors qu'ils ne l'avaient pas citée en conception initiale	1 point
Les élèves ne montrent pas qu'ils ont assimilé la notion de transformation	0 point
Les élèves montrent qu'ils pris conscience de certains enjeux liés au développement durable alors que ce n'était pas le cas lors du recueil de conception initiale	1 point
Les élèves ne montrent pas de prise de conscience liée au développement durable	0 point
Les élèves ont réussi à élaborer une définition de l'énergie alors qu'ils n'avaient pas réussi lors du recueil de conception initiale	1 point
Les élèves ne parviennent pas à proposer une définition de l'énergie	0 point

Pour répondre à ma problématique, à savoir de voir si enseigner l'énergie en privilégiant une entrée par la production d'électricité permet de déclencher un début d'unification, un point ne sera donné que si c'est la séquence didactique qui a déclenché un apprentissage. C'est pour cela que les élèves qui ont montré l'assimilation d'une notion mais qui l'avaient déjà mis en évidence lors du recueil des conceptions initiales n'auront pas de point attribué, l'objectif étant la mesure de l'efficacité de la séquence. Ces derniers n'auront pas 0 mais la mention NPC- non prise en compte, sera notifiée afin de les différencier avec les élèves qui auront 0 à cette question. Pour ces élèves, la mesure du début d'unification sera évaluée uniquement sur les notions qui n'ont pas été citées lors du recueil

de conceptions initiales. Si un élève avait déjà donné toutes les notions lors de l'évaluation diagnostique, ses résultats ne pourront être pris en compte. Enfin les élèves qui ne montreront pas l'assimilation d'une notion n'auront pas de point attribué pour la notion en question.
Il en résulte que la note maximale sera de 5 points si 5 items sont pris en compte ou (4 sur 4, 3 sur 3 selon le nombre d'items) qui correspond à une réponse positive d'un début d'unification. La note 0 sur 5 démontre qu'aucune notion a été assimilée par la séquence. Enfin les résultats intermédiaires permettront de classer les élèves dans le processus de début d'unification.
Pour répondre à ma problématique, une quantification des réponses des élèves sera effectuée. Un diagramme sera alors réalisé pour montrer le nombre d'élèves en fonction du nombre de points attribués. Le calcul de la médiane et de la moyenne sera effectué afin de faire des estimatifs d'où se situe la classe. Ces résultats permettront de répondre quant à l'impact de ma séquence sur le début d'unification des élèves.

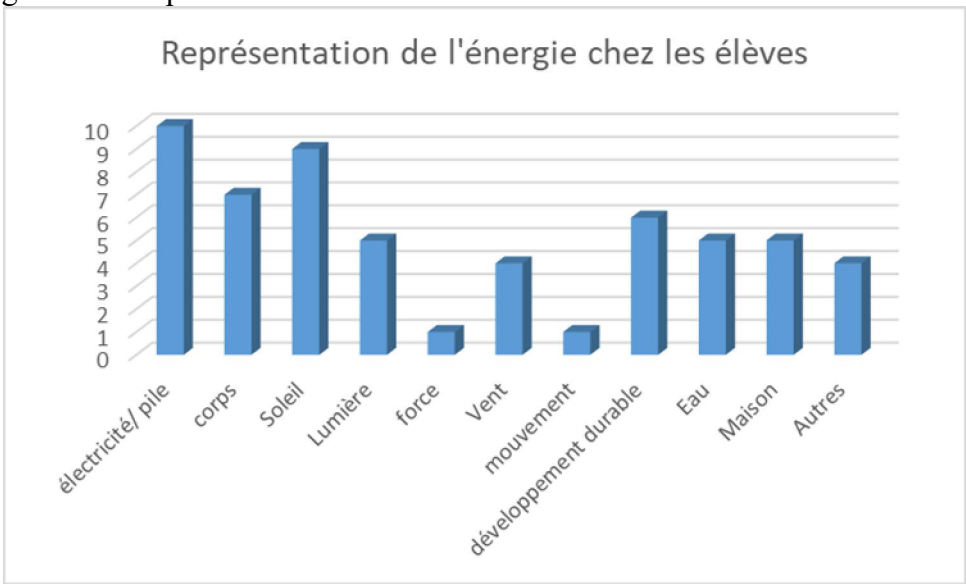
V. Les résultats

Dans cette partie, je présenterai les résultats de ma séquence didactique basée sur l'énergie électrique puis je procèderai à leur analyse afin de répondre à ma problématique.

a. Analyse du questionnaire de départ

Le recueil de données concernant les conceptions initiales a été réalisé pendant la période de confinement liée au coronavirus, les différentes questions contenues dans les questionnaires ont été posées par téléphone individuellement. Toutes les questions ont été lues, il n'y a pas eu d'explications complémentaires pour déclencher une réponse par les élèves. Au niveau de l'échantillon d'élèves, seuls 21 élèves sur les 27 ont participé à ce recueil.

Le recueil de données brutes est présenté en annexe 2.
Question 1 Cites les trois premiers mots qui te font penser à l'énergie
Les réponses des élèves sont représentées dans le diagramme ci-dessous. Ces derniers devaient donner 3 mots par personne, ce qui fait un total de 63 mots cités en référence à l'énergie. Toutefois, certains élèves n'ont donné que 2 mots, ce qui fait que le total de mots est de 57 mots. L'axe des abscisses indique les mots cités par les élèves en référence à l'énergie, l'axe des ordonnées indique le nombre de fois où chaque mot a été prononcé. De façon à rendre les résultats plus interprétables, les mots non identiques mais qui font référence à la même famille ont été mis en ensemble ; par exemple écologie, renouvelable et économie ont été mis dans développement durable afin de pouvoir catégoriser les représentations.



Ce diagramme permet de constater que les mots que les élèves associent le plus à l'énergie sont **l'électricité et le soleil**. Ceci traduit probablement que les situations rencontrées par les élèves où le mot énergie a été mis en avant étaient liées à l'électricité et au soleil. Il s'agit de situations de la vie quotidienne où le mot énergie a pu être utilisé par l'entourage ou les médias. De plus, l'électricité correspond à une conception initiale fréquente chez les élèves qui associent les deux termes énergie et électricité. En outre, ce diagramme montre dans une fréquence moindre que l'énergie leur fait penser à tout ce qui référence au corps. Enfin, il convient de remarquer que peu d'élèves pensent au mouvement lorsqu'ils se représentent l'énergie.

2 Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?

Cette question est une question ouverte qui permet de récolter les connaissances spontanées des élèves concernant le concept de l'énergie. ¨Pour cela, j'évaluerai leur connaissance sur les notions de source, forme, transformation et développement durable selon 3 niveaux : une connaissance consciente de la notion, des exemples de la notion sont donnés sans conscientisation de la notion en jeu, pas de connaissances de la notion.

Critères d'évaluation	Nombre d'élèves
Elèves qui montrent que la notion source est connue	0
Elèves qui citent des sources sans connaitre la notion	4
Elèves qui ne connaissent pas la notion de source	17
Elèves qui montrent que la notion forme est connue	0
Elèves qui citent des formes sans connaitre la notion	5
Elèves qui ne connaissent pas la notion de forme	16
Elèves qui montrent que la notion de transformation est connue	1
Elèves qui citent des transformations sans connaitre la notion	1
Elèves qui ne connaissent pas la notion de transformation	19
Elèves qui montrent certaines notions de développement durable	0
Elèves qui parlent de développement durable sans comprendre	6
Elèves qui ne parlent pas de développement durable	15

L'analyse de ces résultats montrent que l'ensemble des élèves de la classe n'ont que très peu de connaissances concernant le concept de l'énergie. Aucun d'entre eux n'a cité les notions de sources, de formes et de transformations. Un peu moins du quart de la classe a pu proposer quelques situations leur faisant penser à l'énergie où ils ont cité des formes ou des sources sans avoir conscience de la notion en jeu. De même un quart de la classe a indiqué des idées faisant référence au développement durable mais sans comprendre les enjeux en question.

Cette question a permis également de procéder à l'analyse des conceptions initiales des élèves :

Conception initiale	Nombre d'élèves / Exemples
L'énergie associée qu'aux êtres vivants et non aux objets inertes	0
L'énergie est considérée comme une force ou comme une cause qui permet d'obtenir un effet	1 L'énergie c'est une force qui sert à faire un mouvement
Conception substantialiste	0
L'énergie est associée aux mouvements	0
L'énergie est associée à l'électricité	4 L'énergie ça fait penser à l'électricité
L'énergie dans son aspect utilitaire et son évidente omniprésence.	8 Ça sert à beaucoup de choses, il y en a partout, on l'utilise tous les jours

L'énergie associée à une activité	2 Exemples Le feu qui brule, quand on fait du sport on a de l'énergie
L'énergie associée à l'humain qui a besoin d'énergie pour vivre et faire du sport	7 Le sport donne de l'énergie

Ces résultats montrent que la plupart des élèves identifient l'énergie à son aspect utilitaire et à son omniprésence. De même, une proportion presque équivalente associe le terme énergie à l'énergie du corps. Ceci montre qu'ils ont conscience du côté opérationnel de l'énergie et ils se rapprochent de la définition de l'énergie adaptée au cycle 3 sans le savoir : l'énergie permet de se déplacer, de bouger, de s'éclairer et de se chauffer, et ils ont conscience que l'énergie est utile dans la vie de tous les jours car elle permet de faire fonctionner des objets du quotidien. Cet aspect de l'énergie semble être assimilé pour presque la moitié de la classe.
En outre, certains associent l'énergie à l'électricité. Ceci confirme l'hypothèse établie dans la question 1 sur leurs représentations de l'énergie. Il s'agit là d'une conception erronée fréquente des élèves selon les chercheurs, qu'il conviendra de rétablir en montrant qu'il peut y avoir de l'énergie sans que la forme énergie électrique soit en jeu.
Enfin, aucun élève associe l'énergie au mouvement, ceci semble montrer que les élèves n'ont été confrontés qu'à peu d'expériences où la mise en mouvement d'un objet démontre la présence d'énergie.
Cette question montre que la construction du concept s'est pas fait chez les élèves. Il semble que les notions de base du concept ne soient pas connues, en tout cas de façon spontanée ; les questions suivantes 4 5 et 6 permettront de confirmer cette hypothèse. La moitié des élèves semblent avoir compris l'aspect opérationnel de l'énergie, ce qui laisse présager que les élèves vont facilement pouvoir répondre à la question 3 concernant les objets qui utilisent de l'énergie et ils vont peut-être pouvoir donner la définition de l'énergie dès la question 7 avant la séquence.

3 Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.

Cette question vise à savoir si les élèves ont conscience que les objets techniques présents dans la vie quotidienne ont besoin d'énergie pour fonctionner. Les résultats montrent que 17 élèves sur 21 ont cité 3 objets, 3 élèves 2 objets et le dernier 1 objet. Ceci confirme l'hypothèse établie à la question précédente, les élèves ont bien compris que les objets techniques de la vie quotidienne utilisent de l'énergie.

4 D'où vient l'énergie ? Est-ce que tu connais des sources d'énergie ?

L'objectif dans cette question est d'observer si les élèves connaissent la notion de source.

Critère d'évaluation	Nombre d'élèves
Ceux qui connaissent la notion de source (terme et sens) et qui sont capables de citer au moins une source	0
Ceux qui ne connaissent pas la notion de source mais qui sont capables de citer au moins une source	9
Ceux qui ne connaissent pas la notion de source	12

Les résultats montrent que plus de la moitié ne connaissent pas la notion de source. Les autres élèves sont capables de citer quelques sources mais en citant en même temps des exemples de formes ou d'autres termes. Ceci montre que ces derniers n'ont pas conscience de la notion de source en jeu et par conséquence ne parviennent pas à distinguer les notions de sources et formes. Aucun élève n'a montré que la notion était connue.

5 Est-ce que tu connais différentes formes d'énergie ?

Cette question permet de voir si les élèves connaissent la notion de forme. Je pourrai également grâce à la question précédente étudier ceux qui arrivent à distinguer les deux notions.

Critère d'évaluation	Nombre d'élèves
Ceux qui connaissent la notion de forme (terme et sens) et qui sont capables de citer au moins une forme	0
Ceux qui ne connaissent pas la notion de forme mais qui sont capables de citer au moins une forme	8
Ceux qui ne connaissent pas la notion de forme	12
Ceux qui confondent source et forme	11 Exemple fréquent L'électricité est une source
Ceux qui sont capables de distinguer source et forme	0

Les résultats montrent que plus de la moitié ne connaissent pas la notion de forme. Les autres élèves sont capables de citer quelques formes mais comme précédemment en citant en même temps des exemples de sources ou d'autres termes. Ceci montre que ces derniers n'ont pas conscience de la notion de forme en jeu et par conséquence ne parviennent pas à distinguer les notions de sources et formes. Ceci est confirmé par le résultat montrant qu'aucun élève n'arrive à distinguer ces deux notions, que la moitié montre qu'ils les confondent et que l'autre moitié n'a pas été en mesure de répondre à ces deux questions.

6 Est-ce que l'énergie peut se transformer ?

Cette question permettra de voir si les élèves connaissent la notion de transformation.

Critère d'évaluation	Nombre d'élèves
Ceux qui connaissent la notion et savent que l'énergie peut se transformer	3
Ceux qui pensent qu'il est possible que l'énergie se transforme sans connaitre la notion de transformation ou ne savent pas	11
Ceux qui pensent que l'énergie ne peut pas se transformer	6

Les résultats montrent qu'une minorité d'élèves connaissent la notion de transformation. Ce qui parait compréhensible puisqu'aucun d'entre eux ne connait la notion de forme.

7 Donne une définition de l'énergie : qu'est-ce que l'énergie selon vous ?

Par cette question, l'objectif est de voir les élèves qui sont capables de donner une définition de l'énergie.

Définition	Nombre d'élèves
Les élèves sont capables de donner une définition en tant que l'énergie c'est ce qui permet de faire fonctionner des objets, ou notre corps	15
Les élèves ne sont pas capables de donner une définition	2
L'énergie c'est l'électricité	4

Les résultats montrent que la majorité arrivent à définir l'énergie dans son aspect opérationnel, permettant de faire fonctionner des objets de la vie quotidienne. Toutefois les réponses données par les élèves sont le plus souvent incomplètes et montrent qu'ils ne pensent pas encore à tous les

phénomènes liés au concept de l'énergie. Enfin un quart de la classe associe les termes énergie et électricité.

Bilan : Les résultats du recueil de données montrent que les élèves n'ont que très peu de connaissances concernant les notions en jeu au cycle 3 et qui sont indispensables pour un début d'unification. En effet, aucun élève n'a de réelles connaissances sur ce qui est une source, une forme, une transformation, ou le développement durable. Il en découle que la distinction entre les notions de sources et de formes n'est pas comprise. La marge de progression est donc conséquente, la séquence didactique permettra l'apprentissage de ces notions.
Aussi, une des principales conceptions erronées réside dans la confusion entre les terme énergie et électricité qu'il conviendra d'ajuster.
Enfin, une majorité d'élèves a compris l'utilité de l'énergie pour faire fonctionner des objets dans la vie quotidienne. Toutefois, pour pouvoir donner une définition complète, les élèves ont besoin de rencontrer de nombreuses situations en relation avec l'énergie, notamment l'énergie de mouvement.

b. Analyse de la progression

Malheureusement, l'étude de mon mémoire n'a pu être réalisée comme prévu car il a été impacté par la période de confinement liée au coronavirus. En effet, la mise en œuvre de la séquence devait avoir lieu pendant cette période. J'ai alors essayé de l'adapter à distance mais les inégalités de travail et d'accès au numérique par les élèves de la classe ont entrainé l'impossibilité de terminer la séquence et donc de mesurer les résultats. Cette situation ne me permet pas de répondre à ma problématique de départ.

VI. La conclusion

L'objectif de mon mémoire était de voir quel niveau de conceptualisation pouvait être attendu pour des élèves de cycle 3 et quelle serait la meilleure stratégie à adopter au niveau de l'enseignement pour atteindre les apprentissages voulus. En effet, le sujet énergie est riche par ses enjeux scientifiques, technologiques et sociétales, mais en même temps il constitue un concept tellement complexe, que la question de son enseignement est très intéressante.
J'ai pu grâce aux apports de la recherche identifier plusieurs éléments me permettant de répondre à cette question ; tout d'abord du point de vue des apprentissages des élèves puis les différentes stratégies à adopter pour favoriser les apprentissages. Il en découle que les élèves du cycle 3 sont confrontés à de nombreux obstacles au niveau conceptuel, langagier, scientifique et cognitif qui rendent difficile la compréhension de l'énergie. Il est donc primordial de prendre en compte les conceptions initiales des élèves afin d'ajuster les conceptions erronées. Au niveau de son enseignement, ce qui fait consensus dans la recherche, c'est que la construction du concept de l'énergie se fait de façon progressive. Certains chercheurs se rejoignent pour dire qu'au cycle 3, les élèves doivent comprendre les notions de source, de forme, et de transformation liées à l'énergie. De plus, il est mis en avant l'importance de mener en même temps une éducation au développement durable afin que les élèves prennent conscience des défis énergétiques actuels, indispensables pour devenir un futur citoyen responsable, ayant le sens critique et pouvant faire ses choix. Le programme du cycle 3 est donc en adéquation avec les préconisations des chercheurs sur ces aspects.
Enfin différentes approches pédagogiques sont proposées par les chercheurs pour favoriser la construction du concept : l'entrée par les transformations, une définition adaptée de l'énergie, l'emploi d'un vocabulaire spécifique. En outre, il en ressort qu'il n'est pas possible en cycle 3 de procéder à une unification du concept car cela demande d'avoir été confronté à de nombreuses situations liées à l'énergie, à pouvoir prendre du recul pour arriver à mettre en lien les notions liées à l'énergie et les différents phénomènes. Ceci m'a conduit à ma question de recherche où je me suis demandée s'il était possible en concevant une séquence pédagogique basée sur les préconisations de la recherche, d'entrainer un début d'unification chez les élèves. J'ai également remarqué que le

thème production d'électricité était riche en situations d'apprentissage et permettait de prendre en compte de nombreux ingrédients mis en avant par la recherche. J'ai donc voulu mesurer si une situation pédagogique basée sur la production d'électricité pouvait entrainer un début d'unification du concept que j'ai défini comme la capacité à pouvoir citer les notions de source, de forme, de transformation, de développement durable appliquée à différents phénomènes basés sur la production d'énergie électrique, et donner la définition adaptée de l'énergie. Pour pouvoir répondre à cette problématique, il s'agissait de relever les conceptions initiales des élèves, de mettre en œuvre ma séquence pédagogique et de mesurer la progression en terme de début d'unification. Malheureusement, le contexte actuel ne m'a permis d'aller jusqu'au bout de mon protocole et je n'ai donc pas pu conclure quant à ma question de recherche. Je compte réaliser cette séquence pédagogique dès la fin du confinement afin de répondre à postériori à ma question.
Ce mémoire m'aura apporté de nombreuses connaissances quant à l'enseignement de ce concept et m'aura permis de concevoir une séquence didactique en m'appuyant sur les préconisations de la recherche qui me semble être indispensable pour assurer les apprentissages et favoriser la conception du concept de l'énergie.

BIBLIOGRAPHIE

A. Textes institutionnels :

-Programme du cycle 3 : consolidé à partir du BOEN du 26 juillet 2018 et du BOEN du 26 novembre 2015
-Socle commun de connaissances, de compétences et de culture : décret N°2015-372 du 31-3-2015 _JO du 2-4-2015

B. Sites internet:

-Eduscol, les ressources sur l'énergie ; https://eduscol.education.fr/

-OCDE 2012. Énergie les cinquante prochaines années ; https://www.oecd.org/fr/apropos/editionsocde/lannueldelocde2012.htm

- ADEME : https://www.ademe.fr/

- https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean_Piaget

- http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/educmath/conceptualisation-vergnaud2010.pdf

C. Articles de recherche :

-Bächtold, M., Munier, V., Guedj, M., Lerouge, A., & 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), 63-91.

-Bätchold, M. & Munier, V. (2014). Enseigner le concept d'énergie en physique et éduquer à l'énergie : rupture ou continuité ? *Actes des « Huitièmes journées scientifiques de l'ARDIST », Skhole, vol. 18(1).*

-Bächtold, Cross, Munier (2019). Séquences dur l'énergie, l'astronomie et la vitesse. Enseigner les sciences au cycle 3. CANOPE, 19-47.

-Boyer, (2017). Étude expérimentale sur l'usage des systèmes biotiques dans des tâches d'enseignement basé sur une approche systémique de l'énergie. Quelle est son efficacité sur les actions d'élèves de cycle 3 pour reconstituer des systèmes à l'aide d'un modèle de chaîne énergétique ?, Thèse.

-Colonnese, D., Heron, P., Michelini, M., Santi, L., & Stefanel, A. (2012). A vertical pathway for teaching and learning the concept of energy. *Review of Science, Mathematics and ICT Education.*

-Lacy Sara, Tobin RG, Wiser Marianne, Crissman S (2014). Looking through the Energy Lens : a proposed learning progression for energy in grades 3-5.

-MILLAR D. (2005). *Teaching about energy.* Department of Educational Studies: research paper 2005/11.

-Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. Journal of Research in Science Teaching, 50(2), 162-188. https://doi.org/10.1002/tea.21061

-TRELLU J.-L. & TOUSSAINT J. (1986). La conservation, un grand principe. *Aster*, n° 2.

-WATTS D. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, n° 18.

ANNEXES

Annexe 1 : La séquence didactique

Titre	**Les transformations d'énergie pour produire de l'énergie électrique**	**Niveau**	CM2
Objectifs	Savoir que l'énergie peut changer de formes pendant une transformation Savoir que l'énergie électrique est une forme d'énergie obtenue par transformation d'autres formes d'énergie Identifier quelques sources d'énergie qui interviennent dans la production d'électricité **Distinguer les notions de sources et de formes** Comprendre qu'il existe des sources d'énergie « **renouvelables** » et des sources d'énergie non renouvelables.		
7 Séances	S1 — Evaluation diagnostique S2 — L'énergie de mouvement S3 — Les transformations d'énergie grâce à l'alternateur S4 S5 — Comment produit-on l'énergie électrique S6 — Les sources d'énergie renouvelable et non renouvelable S7 — Evaluation sommative		
Pré-requis	Cette séquence peut se réaliser sans pré-requis particulier		

Connaissances et compétences associées	Identifier des sources d'énergie Identifier des formes d'énergie : l'énergie de mouvement, l'énergie électrique, énergie lumineuse, énergie thermique Comprendre que l'énergie sert à faire une action Prendre conscience que l'être humain a besoin d'énergie pour vivre. Reconnaitre des situations où l'énergie est transformée.
Attendus	Identifier quelques sources d'énergie et connaitre quelques conversions

- Lien avec le socle commun et les autres enseignements:

Compétences transversales	Socle commun	Interdisciplinarité
Oral : communiquer, donner son point de vue, débattre, présenter des résultats Produire des écrits individuels et collectifs Utiliser le langage scientifique	Domaine1: Des langages pour penser et communiquer	Français Mathématiques
Faire des recherches documentaires Utiliser des outils numériques	Domaine 2: Les méthodes et outils pour apprendre	Transdisciplinarité
Acquérir une conscience citoyenne Adopter un comportement éthique et responsable Développer le sens de l'engagement	Domaine 3: La formation de la personne et du citoyen	Education civique et morale
Pratiquer la démarche d'investigation Acquérir une culture scientifique	Domaine 4: Les systèmes naturels et techniques	Sciences et technologie
Comprendre l'impact de l'activité humaine sur l'environnement	Domaine 5: Les représentations du monde et de l'activité humaine	Géographie

- Description des séances :

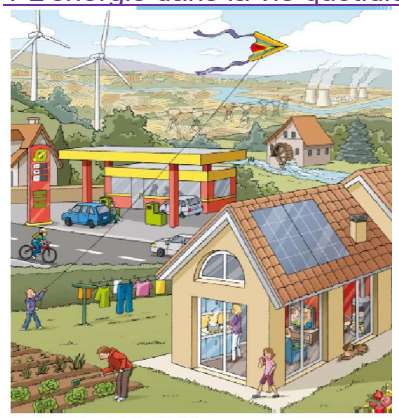
Séances	Déroulement
S1 45 min **Evaluation**	Objectifs: - Recueillir les conceptions initiales des élèves sur le concept de

diagnostique Individuel, 35 min	l'énergie - Motiver les élèves et les engager dans la séquence par la lecture d'un journal sur l'avenir de la planète. 1 Mise en situation : Lecture d'un journal choc sur l'avenir de la planète. **Question** : Pourquoi la planète est menacée ? **Réponse attendue** : car on consomme beaucoup d'énergie non renouvelable. Présentation de la séquence et explicitation du savoir en jeu : « L'objectif est de découvrir pourquoi l'avenir de notre planète est menacé. Pour cela, on va chercher à comprendre ce qu'est l'énergie et tout ce qui est lien avec elle. Tout au long de la séquence vous construirez la carte d'identité de l'énergie à partir de ce que vous apprendrez puis vous réaliserez en fin de séquence un poster pour montrer aux autres classes de l'école comment sauver notre planète. » 2 Evaluation diagnostique : Les élèves répondent à un questionnaire. Questions : **1 Cite les 3 premiers mots qui te font penser à l'énergie.** **2 Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?** **3 Cite trois objets qui utilisent de l'énergie.** **4 D'où vient l'énergie ? Quelles sont les sources ?** **5 Quelles sont les formes d'énergie que tu connais ?** **6 Est-ce que l'énergie peut se transformer ?** **7 Donne une définition de l'énergie : Qu'est-ce que l'énergie selon vous ?**
S2 1h L'énergie de mouvement	Objectifs: - Mettre à jour le vocabulaire spécifique : source et forme par l'expérimentation de l'énergie de mouvement. Matériels: Un moulin précédemment construit avec les élèves, une petite voiture, de la ficelle, un sèche-cheveux. La fiche carte d'identité de l'énergie Déroulement : 1 : Découverte de l'énergie de mouvement du moulin Rappel de la séance précédente et des objectifs de la séquence : les élèves devront construire la carte d'identité de l'énergie qu'ils rempliront au fur et à mesure et ils devront réaliser un poster à présenter aux autres classes en fin de séquence. Distribution d'un moulin aux élèves. (Le moulin a été fabriqué lors d'une séance précédente.) L'enseignant tient le moulin dans la main, il ne tourne pas. **Question** : Ce moulin contient-il de l'énergie ? **Réponse attendue** : Non, il ne fait pas de mouvement, il est au repos, il n'a pas d'énergie. **Question** : Comment le faire tourner ? Les élèves cherchent, manipulent. **Réponse attendue** : avec de l'eau, avec du vent : le ventilateur de la classe ou le vent à l'extérieur, un sèche-cheveux. Le moulin est mis sous le ventilateur, il tourne. **Question** : Le moulin a-t-il de l'énergie ? **Réponse attendue** : Oui, parce qu'il tourne. **Question** : A quoi sert l'énergie dans cette situation ?

	Réponse attendue: L'énergie permet de mettre en mouvement un objet. **Question** : D'où vient cette énergie ? Quelle est la source ? **Réponse attendue** : le vent L'enseignant complète avec le vocabulaire spécifique : la source d'énergie est le vent, la forme est l'énergie de mouvement. Les élèves remplissent la carte d'identité de l'énergie. Etape 2 : Transfert de l'énergie de mouvement du moulin à une voiture 1 Mise en situation **:** L'enseignant montre une petite voiture à l'arrêt. **Question** : cette petite voiture a-t-elle de l'énergie ? **Réponse attendue** : Non, elle ne bouge pas, elle n'a pas d'énergie. **Consigne** : « Est-ce qu'il est possible de mettre en mouvement cette voiture avec le moulin ? » Rôle de l'enseignant: **motive** les élèves en stimulant leur curiosité par la confrontation à un **problème** afin qu'ils **s'interrogent, et qu'ils échangent en utilisant le vocabulaire spécifique. Il donne la consigne, explicite les critères de réussite et fait reformuler.** Les élèves **s'engagent** dans l'activité, sont tous **actifs dans la recherche pour résoudre la situation problème** 2 Les élèves conduisent leur démarche d'investigation dans le but de résoudre le problème, binôme. Ils formulent la question de recherche : « comment faire déplacer la voiture grâce au moulin ? » Ils écrivent d'abord leurs hypothèses individuelles. Puis à l'oral ils échangent leurs hypothèses en utilisant le vocabulaire spécifique et élaborent un protocole expérimental. Ils remplissent la fiche expérimentale : hypothèse, schéma du dispositif, matériel, résultat attendu. Ils testent leurs hypothèses en mettant en place le dispositif expérimental. L'enseignant guide les élèves en pratiquant un étayage différencié. 3 Mise en commun : Les élèves partagent leur expérience. Ils montrent leurs dispositifs et le décrivent au niveau énergétique. **Question** : La voiture a-t-elle de l'énergie ? **Réponse attendue**: Oui, car elle est en mouvement. C'est donc de l'énergie de mouvement. **Question** : D'où vient cette énergie ? **Réponse attendue**: Elle vient de l'énergie du moulin. Le moulin a transféré son énergie de mouvement à la voiture. La source des mouvements est le vent. Exemple de solution : 4 Synthèse: Les élèves **construisent la trace écrite** avec l'aide de l'enseignant. Elle est notée dans le **cahier de science.** Le moulin sans mouvement n'a pas d'énergie. Lorsqu'il est soumis au vent, il se met à tourner, il a de l'énergie. L'énergie permet de mettre en mouvement un objet, cette forme d'énergie s'appelle l'énergie de mouvement. L'énergie peut se transférer d'un objet à une autre. Ici, la source est le vent. Ils remplissent la carte d'identité de l'énergie.
S3 60 min	Objectifs : - Fabriquer une mini éolienne

Les transformations énergétiques grâce à l'alternateur	- Comprendre le rôle de l'alternateur Matériels : Une turbine, une del, un petit moteur électrique, des fils électriques avec des pinces crocodiles. La fiche carte d'identité de l'énergie Une fiche expérimentale 1 Mise en situation: Rappels de l'objectif de la séquence et de ce qui a été vu à la dernière séance : découverte d'une source d'énergie : le vent et d'une forme : l'énergie de mouvement grâce à un objet : le moulin. On va étudier un autre objet qui a la même forme d'énergie : une turbine et un objet qui a une autre forme d'énergie : une ampoule. Observation d'une ampoule éteinte. **Question** : Cette ampoule a-t-elle de l'énergie ? **Réponse attendue** : Non car elle est éteinte. **Question** : Si je l'allume, est-ce qu'elle a de l'énergie ? **Réponse attendue** : Oui. L'enseignant précise qu'il s'agit d'une autre forme d'énergie : l'énergie lumineuse. **Question** : D'où vient cette énergie ? Quelle est sa source ? Certains élèves peuvent donner comme réponses : l'électricité, la prise.. Ceci permet de corriger les conceptions erronées des élèves et d'expliquer que l'électricité ou plutôt l'énergie électrique n'est pas une source, mais une forme. Pour allumer une ampoule, il faut bien de l'énergie électrique se transforme en énergie lumineuse. Il y a bien transformation de l'énergie d'une forme à une autre. On va étudier des transformations de formes d'énergie. 2 Compréhension du rôle de l'alternateur : **Situation problème** : Comment fonctionne une torche dynamo ? **Réponse attendue** : Il faut tourner la manivelle pour qu'elle brille. **Question** : Quelle est la transformation d'énergie qui a lieu? **Réponse attendue** : Transformation de l'énergie de mouvement en énergie électrique puis en énergie lumineuse. C'est le principe de l'alternateur. **Question** : Qu'est-ce qu'un alternateur ? Comment il fonctionne ? Les élèves font une recherche documentaire sur l'alternateur, en binôme. Mise en commun : Les élèves expliquent ce qu'ils ont compris sur le fonctionnement d'un alternateur. Ils utilisent le vocabulaire spécifique. L'enseignant valide les réponses en veillant à ce que le bon vocabulaire soit employé. L'enseignant représente la transformation par le schéma de la chaine

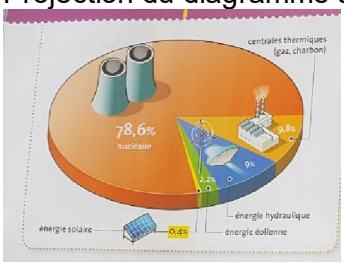
	énergétique : Energie mécanique → Alternateur → Energie électrique Trace écrite élaborée par les élèves : L'alternateur transforme l'énergie de mouvement en énergie électrique. Les élèves font un schéma de l'alternateur et le légendent. 3 Fabrication de la mini éolienne : Mise en situation : **Question** : Pour en revenir à la situation de départ, est-ce qu'il est possible d'allumer l'ampoule avec une turbine ? Les élèves conduisent la démarche d'investigation par groupe de 4 pour répondre à la situation problème. Ils formulent la question de recherche : **Question : comment allumer l'ampoule avec une turbine ?** Ils écrivent d'abord leurs hypothèses individuelles sur le brouillon. Puis,à l'oral ils échangent leurs hypothèses en utilisant le vocabulaire spécifique et élaborent un protocole expérimental. Ils rédigent dans la fiche expérimentale le schéma de leur dispositif. Ils testent leurs hypothèses en mettant en place le dispositif expérimental. **L'enseignant guide les élèves en pratiquant un étayage différencié. Il vérifie la sécurité des montages avant de donner les fils électriques.** 3 Mise en commun Les élèves viennent afficher leur fiche expérimentale au tableau. Ils comparent leurs résultats : quels sont les montages qui ont fonctionnés. Ils décrivent les transformations qui ont lieu au niveau énergétique. 4 Trace écrite : Les élèves élaborent la chaine énergétique des transformations étudiées grâce à l'aide de l'enseignant : Vent → Turbine Energie de mouvement Alternateur Energie électrique Lampe Energie lumineuse.
S4 & S5 Comment produit-on l'électricité ?	Objectifs: - Comprendre que les transformations entre les formes d'énergie permettent de produire l'électricité. - Réinvestir les notions de sources et de formes 1 Mise en situation : Rappel de ce qui a été vu aux séances précédentes : L'énergie peut se transformer d'une forme à une autre : un alternateur permet de transformer de l'énergie de mouvement à une énergie électrique. L'énergie électrique peut se transformer en énergie lumineuse. Nous avons vu une source d'énergie : le vent. Nous allons voir comment est obtenue l'énergie électrique. **Question** : comment obtient-on l'énergie dont nous disposons ? 2 Recherche documentaire sur les centrales électriques, par groupe de 3 **L**es élèves font une recherche documentaire sur différentes centrales. Pour chacune, ils doivent trouver la source d'énergie et les formes d'énergie à l'entrée impliquées dans la centrale, et comprendre le fonctionnement général. Pour cela, ils rempliront une fiche de recherche : description du fonctionnement, chaine énergétique, sources, formes entrée, forme sortie. Centrales étudiées : Centrale hydraulique Centrale éolienne Centrale nucléaire

	Centrale thermique Centrale solaire photovoltaique 3 Mise en commun **:** les élèves présentent les résultats de leur recherche à la classe. 4 Une trace écrite est réalisée par les élèves. L'électricité est une forme d'énergie. Elle provient de différentes centrales qui utilisent des sources différentes. Selon la centrale, des formes d'énergie différentes sont transformées en énergie électrique grâce à un alternateur. Ils remplissent la carte d'identité de l'énergie avec les formes et les sources rencontrées. Ils représentent avec l'aide de l'enseignant les chaines énergétiques des différentes centrales.
S6 45 min **Les sources d'énergie renouvelable et non renouvelable**	Objectifs: - Comprendre la notion de source d'énergie renouvelable et source d'énergie non renouvelable - Comprendre que l'énergie sert à se déplacer, se chauffer, s'éclairer 1 L'énergie dans la vie quotidienne  *Les cahiers de la Luciole CM1* **Consigne** : « Voici une image de la vie quotidienne. Liste les objets qui utilisent de l'énergie. Tu noteras s'ils utilisent ou non de l'énergie électrique comme forme d'énergie ». Les élèves remplissent un tableau en indiquant les objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie. Parmi cela, il faudra indiquer ceux qui utilisent de l'électricité: voiture électrique, plaque électrique, chauffage électrique, lampe. Mise en commun : Les élèves échangent leurs réponses. **Question** : A quoi sert l'énergie ? **Réponse attendue** : elle sert à se déplacer, à se chauffer, à s'éclairer… **Question** ; Quelle est la forme d'énergie la plus utilisée pour faire fonctionner des objets de la vie quotidienne ? **Réponse attendue** : L'énergie électrique 2 Les sources pour produire de l'électricité : Rappel de la séance précédente : l'électricité est produite dans des centrales, grâce à des transformations entre des formes d'énergie. Les centrales utilisent différentes sources d'énergie. **Question :** Quelles sont les sources d'énergie utilisées pour produire notre électricité ? **Réponse attendue :** : le soleil, le vent, l'eau, l'uranium, les combustibles fossiles (charbon, **Question :** Ces sources sont-elles inépuisables ? **Réponse attendue :** Les sources eau, soleil, vent sont inépuisables car elles se renouvellent rapidement à l'échelle humaine, ce sont des ressources en

énergie renouvelables. Les combustibles fossiles et l'uranium sont épuisables car ils ne se renouvellent pas assez rapidement à l'échelle humaine. Ce sont des ressources non renouvelables.

Question : Quelle sont les types de centrales les plus utilisées en France pour produire notre électricité ?

Projection du diagramme au vidéoprojecteur.



Les élèves étudient le diagramme.

Mise en commun : Les centrales les plus utilisées sont les centrales nucléaires en majorité : 78,6% puis thermiques.

Question : Quelles sont les sources les plus utilisées pour produire notre électricité ? Sont-elles renouvelables ?

Réponse attendue : Les sources les plus utilisées sont l'uranium et le charbon qui sont des ressources non renouvelables

Question : Pourquoi les centrales les plus utilisées sont celles qui utilisent des sources non renouvelables ? Les élèves font une recherche documentaire par groupe de 3 sur les avantages et les inconvénients de chaque centrale.

Mise en commun : Débat sur les centrales

Trace écrite : On utilise de l'énergie pour vivre. L'énergie sert à se déplacer, s'éclairer, se chauffer. La forme d'énergie la plus utilisée est l'électricité. Pour la produire, ce sont les centrales nucléaires puis les centrales thermiques qui sont utilisées. Le problème est que leurs sources sont non renouvelables mais on les utilise car elles sont plus rentables et comme on consomme beaucoup, on a besoin de beaucoup d'électricité. Il faut donc diminuer nos consommations car pour produire l'électricité dont on a besoin, on diminue notre quantité de ressources en énergie non renouvelables et bientôt il n'y en aura plus.

S7 45 min
Evaluation

Objectif : Evaluation

Consigne : « Réalise une carte d'identité de l'énergie en te rappelant de la carte d'identité de l'énergie que tu as remplie pendant la séquence. Elle devra obligatoirement comporter la définition de l'énergie. »

Prolongement : Comment économiser l'énergie ?

Etude de documents :

.

	Les élèves élaborent un poster qui sera présenté aux autres classes pour présenter comment sauver notre planète.

Annexe 2 : les données brutes du recueil de données des conceptions initiales

1 Aya

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Sport, forme, force
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Energie des volcans, vague, feu, orages
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Télé, ordinateurs, voiture
Connais-tu des sources d'énergie	L'électricité
Connais-tu des formes d'énergie	Non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Oui
Donne une définition de l'énergie	C'est ce qui permet de faire marcher notre corps, les appareils électroniques

2 Liv

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Pile, prise, vitamine
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Pile
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Lampes, téléphones, écran
Connais-tu des sources d'énergie	L'électricité
Connais-tu des formes d'énergie	Non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Oui mais je ne sais pas
Donne une définition de l'énergie	C'est ce qui permet de faire marcher des choses des objets

3 Elliot

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Soleil, vent, eau
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Ca sert à beaucoup de choses, bouger, allumer lumière, à faire fonctionner des objets
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Ampoule, réveil, four
Connais-tu des sources d'énergie	Panneau solaire qui utilise l'énergie du soleil, éolienne l'énergie du vent et les moulins à eau l'eau
Connais-tu des formes d'énergie	Energie pour vivre, énergie électrique
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Oui l'énergie peut se transformer en électricité ou gaz
Donne une définition de l'énergie	C'est ce qui permet de pouvoir bouger, de moins polluer, on utilisera moins de pétrole si on utilise des voitures électriques

4 Deria

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Lumière, économie, eau
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	On l'utilise tous les jours
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	chauffage interrupteur lampe
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui
Donne une définition de l'énergie	L'énergie c'est ce qui est dans les prises

5 Flora

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Electricité, solaire, mouvement
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	On en a dans tout le corps pour bouger courir, panneau solaire pour avoir de la lumière, on utilise l'énergie du soleil pour faire de l'électricité
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	être humain, les ampoules ; les panneaux solaires
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	Energie dans les ampoules, énergie solaire
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Je ne sais pas
Donne une définition de l'énergie	L'énergie sert à allumer les ampoules, à l'électricité, à faire bouger le corps

6 Jade

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Solaire, étoile, électricité
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Ca fait de la lumière, des ampoules, le corps a besoin d'énergie pour courir
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Lampe, chauffage, écran, plaque
Connais-tu des sources d'énergie	L eau
Connais-tu des formes d'énergie	non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Je ne sais pas
Donne une définition de l'énergie	L'énergie sert à faire marcher des objets, à faire marcher l'électricité

7 Jessy

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Electricité, solaire,
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	C'est la lumière, les portables, ordinateurs, quand on fait du sport ça nous donne de l'énergie
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Téléphone, ampoule, plaques
Connais-tu des sources d'énergie	Le soleil
Connais-tu des formes d'énergie	Je ne sais pas
Est-ce que l'énergie peut se transformer	non
Donne une définition de l'énergie	L'énergie sert à allumer les ampoules, à se chauffer

8 Camille

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Solaire, panneaux, corps
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Le soleil produit de l'énergie
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Lampe, télé
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	Energie du corps, énergie solaire, le gaz
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Je ne sais pas
Donne une définition de l'énergie	Je sais pas

9 Matthieu

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Cœur, nourriture, pile
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Energie solaire, énergie des piles
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Lave-vaisselle, chat, ordinateur
Connais-tu des sources d'énergie	Soleil, vent, pile, chimie
Connais-tu des formes d'énergie	Nucléaire, éolienne, vent, eau soleil
Est-ce que l'énergie peut se transformer	Je ne sais pas
Donne une définition de l'énergie	L'énergie sert à faire fonctionner quelque chose ou quelqu'un, elle permet de créer l'électricité, la vie

10 **Archibald**

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Soleil, vent, lumière
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	On consomme trop d'énergie, l'énergie est présente partout, il y a beaucoup de catastrophes naturelles quand il y a trop d'énergie
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	armoire bureau lit : la matière ça prend de l'énergie, nous aussi plus ou moins fort, prise électrique, lampe
Connais-tu des sources d'énergie	Le vent, le big bang
Connais-tu des formes d'énergie	Electricité, énergie solaire, énergie verte, énergie rouge
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui elle peut se transformer car elle prend plusieurs formes : comme des éclairs, l'energie du soleil c'est du feu
Donne une définition de l'énergie	L'énergie permet de réchauffer, d'allumer les choses qui marchent par l'électricité, elle sert à créer de la matière

11 Sarah

Questions	Réponses
3 mots qui font penser à l'énergie	Force, renouvelable
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Ça fait penser au pétrole : énergie épuisable
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Ordinateur, lampe, cafetière

Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	Energie épuisable ou non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui
Donne une définition de l'énergie	L'énergie ça fait penser à l'électricité, elle sert à faire marcher des choses électriques

12 Isach

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Eoliennes, appareils électroniques, soleil
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Il existe plusieurs sortes d'énergie ; l'énergie électrique, énergie solaire
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Télé, jet d'eau de la douche, gaz
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	Gaz, eau, électricité, soleil
Est-ce que l'énergie peut se transformer	non
Donne une définition de l'énergie	C'est le moteur de quelque chose, ça fait marcher les choses : sans électricité un téléphone ne marche pas

13 JOSEPHINE

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Vent, eau, humain
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Energie solaire, énergie qui fait tourner le moulin par l'eau ou le vent puis qui produit de l'électricité, l'énergie produit par les aliments qui servent à se déplacer. Ce qui produit de l' énergie : le bois et l'électricité
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Moi, la lumière, l'éolienne, les plantes
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	Energie solaire, énergie du vent, énergie de l'eau, énergie que nous on produit
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui
Donne une définition de l'énergie	L'énergie sert à beaucoup de choses, elle permet de se déplacer : c'est une force qui sert à faire du mouvement, et qui peut se transformer en électricité

14 Tristan

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Electricité, eau
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Rien
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Lampe, télé, ordinateur
Connais-tu des sources d'énergie	L'électricité
Connais-tu des formes d'énergie	Energie dans l'air, énergie solaire, vent
Est-ce que l'énergie peut se transformer	non

Donne une définition de l'énergie	L'énergie sert à fournir de l'électricité

15 Julia

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Nucléaire, électricité, barrage
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	on s'en sert tout le temps, on en aura plus si on continue, l'énergie c'est quelque chose qui sert au fonctionnement d'autre chose. Elle peut être produit par l'humain ou naturelle. Elle peut être plein de choses : l'énergie carbone, nucléaire, électricité
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Ampoule, téléphone, voiture
Connais-tu des sources d'énergie	Barrage, nucléaire, pétrole
Connais-tu des formes d'énergie	Pétrole, nucléaire, eau
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui le pétrole peut se transformer en essence
Donne une définition de l'énergie	non

16 **Ethan**

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Solaire, lumière, ampoule
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	énergie solaire, le soleil c'est de l'énergie, le sport et les fruits donnent de l'énergie
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Ampoule, énergie électrique, frigo, télé, gaz
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	Energie électrique, énergie solaire, énergie des fruits
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui
Donne une définition de l'énergie	Elle permet de faire du sport, de pas être fatigué, et d'utiliser des objets

17 Pierre

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Renouvelable, écologie
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	L'énergie c'est tout, on en a dans notre corps, dans l'électricité
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Télé, tablette, téléphone
Connais-tu des sources d'énergie	Les centrales électriques, la nature
Connais-tu des formes d'énergie	non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui
Donne une définition de l'énergie	C'est quelque chose qui bouge, qui est alimenté par quelque chose, elle permet de vivre et d'utiliser des objets electriques

18 Ethan

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Foudre, machine à laver, téléphone
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	L'énergie on en a besoin pour faire fonctionner

	les choses, il y a de l'énergie dans la nourriture
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Télé, horloge, ps4
Connais-tu des sources d'énergie	L eau, la lumière, le feu
Connais-tu des formes d'énergie	L'énergie dans la foudre, dans l'électricité, dans la nourriture
Est-ce que l'énergie peut se transformer	oui
Donne une définition de l'énergie	L'énergie c'est une source qui aide à faire fonctionner les choses

19 Ulysse :

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Electricité, essence, charbon
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Ça fait penser à l'electricité
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Lampe, kindle, tablette
Connais-tu des sources d'énergie	L'énergie vient de l'énergie renouvelable et fossile. L'énergie peut venir de différentes choses
Connais-tu des formes d'énergie	Energie fossile et renouvelable
Est-ce que l'énergie peut se transformer	non
Donne une définition de l'énergie	Elle permet de faire fonctionner des choses

20 Mélissa

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Lumière, pile, portable
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Energie solaire
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	usine
Connais-tu des sources d'énergie	non
Connais-tu des formes d'énergie	non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	non
Donne une définition de l'énergie	Elle permet de vivre

21 Gabrielle

Questions	**Réponses**
3 mots qui font penser à l'énergie	Ecologie, solaire, maison
Qu'est-ce que tu connais sur l'énergie ?	Les panneaux solaires qui font de l'énergie solaire
Cites trois objets de la vie quotidienne qui utilisent de l'énergie.	Ecran, four
Connais-tu des sources d'énergie	Je ne sais pas
Connais-tu des formes d'énergie	non
Est-ce que l'énergie peut se transformer	non
Donne une définition de l'énergie	non