

SUSTAIN

L'énergie



WWW.SUSTAIN-EUROPE.EU



With the support of
the Lifelong Learning
Programme of the
European Union

Le réseau SUSTAIN a été créé pour tisser des liens étroits entre l'Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation (ESFI) et l'Éducation au Développement Durable (EDD), de manière à élaborer des activités pour les classes et des ressources de développement professionnel pour les enseignants et les formateurs.

Pour atteindre cet objectif, le réseau fait la part belle aux méthodes efficaces de l'ESFI, qui ont fait leurs preuves en étant mises en œuvre et améliorées à travers toute l'Europe lors d'activités antérieures, en particulier dans le cadre du projet Fibonacci.

Le réseau regroupe 11 institutions européennes qui s'engagent activement pour fournir aux enseignants et aux formateurs en sciences de 10 pays européens des ressources de développement professionnel continu (DPC).

Le soutien de la Commission européenne pour la production de cette publication ne constitue pas une approbation du contenu qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la



Avec le soutien du Programme formation pour l'éducation et la tout au long de la vie de l'Union européenne

Energie

Coordinatrice éditoriale :

Cliona Murphy, *School of STEM Innovation & Global Studies, Institute of Education, Dublin City University, Irlande.*

Auteurs :

Nicola Broderick, *School of STEM Innovation & Global Studies, Institute of Education, Dublin City University, Irlande.*

Cliona Murphy, *School of STEM Innovation & Global Studies, Institute of Education, Dublin City University, Irlande.*

Greg Smith, *School of STEM Innovation & Global Studies, Institute of Education, Dublin City University, Irlande.*

Lotfi Lakehal-Ayat, *Direction des études, École des Mines de Nantes, France.*

Carl Rauch, *Direction des études, École des Mines de Nantes, France.* **Nathalie Michel**, *GIP Arronax, Université de Nantes, France.*

Ana Gostincar, *University of Ljubljana Faculty of Education, Slovénie.*

Dusan Krnel, *University of Ljubljana, Faculty of Education, Slovénie.*

Gregor Torkar, *University of Ljubljana, Faculty of Education, Slovénie.*

Adelina Sporea, *National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Roumanie.*

Dan Sporea, *National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, Roumanie.*

Comité scientifique :

Claire Calmet, *Fondation La main à la pâte, Paris, France*

David Wilgenbus, *Fondation La main à la pâte, Paris, France*

Table des matières

Introduction

Unité 1 : Pourquoi l'énergie est-elle si importante pour moi ?

Leçon 1 : L'énergie dans la vie des enfants

Leçon 2 :

1^{ère} partie : Les différents types d'énergie

2^{ème} partie : Lorsqu'elle est utilisée, l'énergie change de forme

3^{ème} partie : Comment mesurer l'énergie ?

Leçon 3 : Différentes sources d'énergie

Unité 2 : L'énergie dans le monde : quel est le problème ?

Leçon 1 : Introduction sur les énergies fossiles

Leçon 2 : Les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles

Leçon 3 : Les combustibles fossiles et le changement climatique

Unité 3 : L'énergie éolienne

Leçon 1 : Qu'est-ce que l'énergie éolienne ?

Leçon 2 : Concevoir et fabriquer une éolienne

Leçon 3 : Meilleur emplacement pour un parc éolien

Leçon 4 : Un parc éolien dans notre région

Unité 4 : L'énergie solaire

Leçon 1 : Le Soleil, notre source d'énergie

Leçon 2 : Convertir l'énergie solaire en chaleur et en électricité

Leçon 3 : Les besoins en électricité à la maison

Unité 5 : L'énergie issue de la biomasse

Leçon 1 : La biomasse, une réserve d'énergie

Leçon 2 : Montrer que de l'énergie est stockée dans les plantes

Leçon 3 : Aspects positifs et négatifs de l'utilisation de l'énergie issue de la biomasse

Unité 6 : Et maintenant, que faire ?

Leçon 1 : Le grand débat de l'énergie

Leçon 2 : Utiliser l'énergie

Leçon 3 : Economiser l'énergie

Introduction

Pourquoi aborder le développement durable à travers l'enseignement des sciences ?

Le changement climatique, l'appauvrissement de la biodiversité, la gestion des ressources naturelles ou encore la pollution sont des problèmes mondiaux situés au cœur de la notion de développement durable ; ils sont étroitement liés aux sciences et aux technologies, tout en ayant des conséquences déterminantes pour la structure socio-économique d'une communauté. Ils indiquent donc que les citoyens et les sociétés doivent s'engager pour changer leurs comportements en profondeur.

L'éducation a un rôle de premier plan à jouer : c'est un pré-requis pour promouvoir le changement et fournir à tous les citoyens les compétences nécessaires pour prendre part au débat démocratique. Les citoyens doivent mieux comprendre les notions scientifiques qui sous-tendent ces problèmes mondiaux, de manière à pouvoir appréhender leurs causes et leurs conséquences, de même que les différents choix proposés par les gouvernements ainsi que par le monde des entreprises. Il convient également de pouvoir porter un regard critique sur ces problèmes et d'être conscient que dans de nombreux domaines, il existe diverses options, pouvant entraîner des conséquences différentes.

C'est pourquoi élèves et enseignants ont besoin de compétences et de méthodes nouvelles, pour renforcer les liens entre l'éducation au développement durable, les connaissances scientifiques et l'engagement citoyen.

Le réseau SUSTAIN a élaboré ce livret pour contribuer à une meilleure compréhension des enjeux du développement durable dans le cadre de l'enseignement des sciences.

Qu'est-ce que l'Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation ?

«L'investigation est un terme utilisé à la fois dans l'enseignement et dans la vie quotidienne pour désigner la recherche d'explications ou d'informations à travers des questions. Elle est parfois assimilée à la recherche, à l'enquête, ou à «la quête de la vérité». Dans l'enseignement, l'investigation peut intervenir dans des domaines comme l'histoire, la géographie, les arts, mais aussi la science, les mathématiques, la technologie et l'ingénierie. Lorsque des questions sont soulevées, les preuves sont recueillies et les explications possibles sont envisagées. Dans chaque domaine, elle peut susciter l'émergence de différents types de connaissances et de compréhensions. Ce qui distingue l'investigation scientifique des autres, c'est qu'elle conduit à la connaissance et à la compréhension du monde naturel et artificiel, par une interaction directe avec ce monde, par la production et la collecte de données, utilisées ensuite comme

des preuves.»¹

Le processus d'ESFI commence par le fait d'essayer de comprendre un phénomène ou de répondre à une question, comprendre pourquoi quelque chose se compote d'une certaine manière ou prend une forme donnée. Une première réflexion permet de révéler des éléments rappelant des idées antérieures, qui peuvent mener à des explications ou à des hypothèses qu'il faut ensuite expérimenter. En procédant de manière scientifique, les élèves peuvent ensuite évaluer combien leur idée fait sens, en proposant une prédiction basée sur l'hypothèse considérée, car une idée n'est valide que si elle a un pouvoir prédictif.

Pour tester cette prédiction, on collecte de nouvelles données sur ce phénomène ou ce problème, puis on les analyse et on compare le résultat obtenu avec celui que l'on avait prévu. À partir de ces résultats, on peut tenter de tirer une conclusion concernant l'idée initiale. Si elle fournit une explication satisfaisante, cette idée est non seulement confirmée, mais elle devient aussi plus forte, plus « puissante », parce qu'elle permet d'expliquer une gamme de phénomènes plus large. Et même si l'idée initiale ne conduit pas au résultat escompté et qu'il faut en trouver et en tester une autre, l'expérience a permis d'affiner la réflexion et le fait de savoir que l'intuition première n'était pas bonne est également utile.

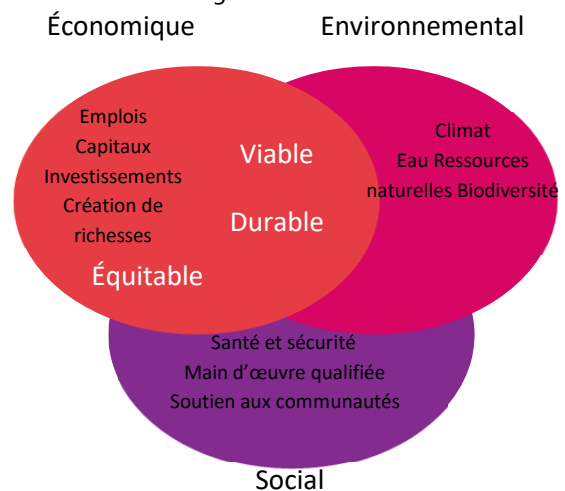
C'est tout ce processus visant à bâtir sa compréhension sur l'assemblage de preuves, pour tester dans un esprit scientifique des explications potentielles et les idées qui les sous-tendent, que nous qualifions d'apprentissage fondé sur l'investigation scientifique.

Qu'est-ce que l'éducation au développement durable ?

Avant de définir l'EDD, il est important de rappeler ce qu'est le développement durable.

On définit généralement le développement durable comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins » (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Rapport Brundtland, 1987).

On le représente la plupart du temps à l'aide de trois piliers interdépendants : environnemental, social et économique, comme le montre le diagramme ci-dessous.



Les trois piliers du développement durable

¹ *Évaluation et pédagogie d'investigation dans l'enseignement scientifique*, Wynne HARLEN, 2013

Le développement durable est un projet sociétal holistique et ne peut donc pas être défini ou mis en œuvre sans les sciences ; en effet, les sciences jouent un rôle déterminant pour chacun des trois piliers (que ce soit au niveau de la production des biens, de l'utilisation des ressources naturelles, de la prise en charge de la santé des populations ou de la communication). Elles constituent également une partie de notre culture commune, et on les considère aujourd'hui souvent comme un quatrième pilier ou comme une dimension transversale du développement durable. C'est pourquoi ce présent livret aborde aussi des questions culturelles, en particulier au sein du pilier social.

En raison des relations fortes et déterminantes qui relient les sciences à notre ambition mondiale à l'égard du développement durable, il est essentiel de renforcer les liens entre l'Éducation au développement durable et l'enseignement des sciences.

L'Éducation au développement durable est définie par l'UNESCO comme « [l'éducation qui] permet à chacun d'acquérir les connaissances, les compétences, les attitudes et les valeurs nécessaires pour bâtir un avenir durable.

L'Éducation au développement durable consiste à intégrer dans l'enseignement et l'apprentissage les thèmes clés du développement durable, comme le changement climatique, la prévention des catastrophes, la biodiversité, la réduction de la pauvreté ou la consommation durable. Elle implique l'adoption de méthodes pédagogiques participatives visant à motiver et autonomiser les apprenants, pour qu'ils modifient leurs comportements et deviennent des acteurs du développement durable. C'est pourquoi l'Éducation au développement durable favorise l'acquisition de compétences permettant aux apprenants de développer leur esprit critique, d'imaginer des scénarios prospectifs et de prendre des décisions communes. »²

On ne peut néanmoins pas réduire les réponses pédagogiques à apporter au défi du développement durable à une perspective unique. Comme le souligne Sterling (2001)³, on peut identifier trois approches distinctes :

③ **L'éducation sur la durabilité** ; l'accent est mis ici sur les connaissances liées à la durabilité. On considère donc que la durabilité peut être définie aisément, et ainsi devenir une matière à part entière dans les programmes scolaires. Cela suppose donc une vision « conservatrice » de l'apprentissage, sans remettre en question le paradigme éducationnel actuel.

③ **L'éducation pour la durabilité** ; l'accent est mis sur le fait « d'apprendre pour le changement » (comme dans l'approche de l'UNESCO). Cela implique certes des connaissances, mais en allant plus loin, pour inclure également des valeurs, des attitudes, des compétences et des comportements spécifiques. Cette approche mêle esprit critique et pensée réflexive.

③ **L'éducation vue comme durabilité** ; l'accent est ici mis sur le processus et sur « la qualité de l'apprentissage ». Cela inclut toutes les réponses précédemment citées, mais en faisant la part belle à « l'apprentissage », vu comme « un processus créatif, réflexif et participatif ». Dans cette optique, l'apprentissage est considéré comme un « changement » en lui-même et implique aussi bien les individus que les institutions. Le

paradigme éducationnel actuel est ainsi remis en question, pour fournir une réponse créative et transformative à la question de la durabilité.

Au sein de ce cadre général, il est évident que l'EDD, en promouvant l'engagement individuel à travers un apprentissage de qualité, peut mener à des actions positives pour les individus comme pour les communautés.

Il est donc clair que l'ESFI peut contribuer à l'EDD, puisqu'elles partagent des valeurs communes : coopération, créativité, innovation. Elle peut surtout aider à acquérir des connaissances, des compétences et des attitudes qui encouragent une réflexion objective sur des phénomènes environnementaux, sociaux et économiques qui sont tout sauf anecdotiques et vont bien au-delà de la simple opinion.

L'Éducation au développement durable et le rôle de l'investigation : la contribution de SUSTAIN

Alors que les trois piliers du développement durable sont étroitement liés, les différentes matières scolaires ont tendance à ne s'intéresser qu'à l'un des trois, perpétuant ainsi la compartimentation des programmes.

L'EDD encourage pourtant des approches plus complexes et pluridimensionnelles. Cela inclut nombre de dimensions, notamment scientifique, géographique, économique, politique, sociale ou encore culturelle.

Combinaison de l'EDD à l'ESFI, c'est accorder une attention toute particulière au développement de la conscience des jeunes et à leur capacité à comprendre les problèmes et à imaginer de nouveaux scénarii, à travers un processus d'apprentissage actif mêlant conceptualisation, prévision, action et réflexion. C'est créer un espace où l'esprit critique peut être combiné avec l'acte créatif d'interpréter les images du futur.

Le présent livret s'intéresse aux manières dont l'ESFI peut contribuer à développer l'EDD : mieux connecter enseignants et élèves avec les défis de la vie réelle et des sciences contemporaines ; présenter des problèmes majeurs liés aux sciences, aux technologies, à l'économie ou à la culture, de la manière dont ils sont débattus au sein de la société ; appliquer le processus d'investigation aux problèmes liés au développement durable ; créer un lien entre les écoles et les acteurs des multiples facettes du développement durable, dans les différentes communautés.

² Site de l'Unesco : <http://www.unesco.org/new/fr/our-priorities/sustainable-development/>

³ Sterling, Stephen. Sustainable Education – Re-visioning Learning and Change, Schumacher Briefings, Green Books, Dartington, 2001.

Quelques exemples de la manière dont l'ESFI peut contribuer à l'EDD

L'EDD ne se limite pas aux problèmes environnementaux, elle propose une approche interdisciplinaire englobant des facteurs économiques, sociaux et culturels	V	L'ESFI est une méthode visant à développer la capacité d'aborder des problèmes complexes d'une manière scientifique
L'EDD traite de problèmes complexes et étroitement liés, à l'échelle personnelle, locale ou mondiale	V	L'ESFI offre l'opportunité d'approfondir la compréhension scientifique conceptuelle et de mieux comprendre la nature des sciences, ce qui est nécessaire pour appréhender un monde complexe
L'EDD vise à changer les valeurs, les attitudes, les comportements et les modes d'action	V	L'ESFI développe toute une gamme de compétences et de connaissances ; elle encourage les enfants à chercher des réponses et leur donne les outils pour prendre des décisions en connaissance de cause
L'EDD implique une multitude de thèmes et d'acteurs	V	L'ESFI encourage une approche développant des liens forts avec les économistes, les scientifiques et les communautés locales.
L'EDD aborde souvent des thèmes sujets à controverse ou à débat	V	L'ESFI permet de dépasser les débats d'opinions, en développant l'esprit critique et les arguments étayés par des preuves

L'évaluation de l'apprentissage peut prendre différentes formes et servir divers objectifs :

- ③ *l'évaluation formative* peut intervenir à tout moment, pour obtenir des retours au fur et à mesure, et doit influencer votre programme et vos pratiques en classe ;
- ③ *l'évaluation sommative* intervient généralement à la fin d'une séquence de cours, pour déterminer l'impact de l'apprentissage sur les élèves et l'efficacité de l'enseignement.

SUSTAIN a pour objectif d'intégrer les approches de l'ESFI et de l'EDD, et les évaluations doivent donc prendre en considération différents types de résultats de l'apprentissage. L'ESFI ne concerne pas uniquement les connaissances scientifiques, mais également la capacité de mener et de comprendre des investigations scientifiques. Les objectifs de l'EDD incluent l'esprit critique et les changements d'attitude et de tendances. Pour évaluer tout cet éventail de résultats de l'apprentissage, il faut donc mêler différentes approches, comme : regarder les comptes-rendus écrits des activités pratiques, les cahiers d'expériences, affiches ou fiches d'exercices, écouter les débats et les explications des élèves, observer la manière dont ils mènent les investigations et leur poser des questions sur leurs décisions et leurs conclusions.

Nous vous proposons ci-dessous quelques outils que vous pouvez utiliser pour évaluer les progrès de vos élèves, dans le cadre des programmes scolaires de votre pays. Ils pourront aussi vous servir à évaluer votre propre enseignement, en vous demandant si vous avez consacré suffisamment de temps aux différentes activités d'apprentissage. Pour plus d'informations sur l'évaluation dans le cadre de l'ESFI, nous recommandons les ressources élaborées par le Projet Fibonacci, disponibles sur <http://www.fibonacci-project.eu>⁴.

Pour l'ESFI⁵, ces indicateurs sont formulés en termes d'activité des apprenants, mais peuvent également être utilisés pour évaluer les opportunités d'apprentissage offertes.

⁴ Outils destinés à renforcer l'investigation dans l'enseignement des sciences (2012)

⁵ Cf. : National Research Council (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: *A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press

Éléments clés	Exemples de critères	Oui	Non	Éléments clés	Exemples de critères	Oui	Non
Les élèves décident de s'intéresser à des questions d'ordre scientifique	On prend un point de départ lié à une situation réelle			Le sujet est abordé en lien avec les différentes dimensions du développement durable	On identifie et on analyse ses implications environnementales		
	Les élèves font le point sur ce qu'ils savent déjà et sur ce qu'ils veulent découvrir				On identifie et on analyse ses implications sociales		
	On sélectionne les questions les plus pertinentes				On identifie et on analyse ses implications économiques		
	Les élèves font des prédictions et des hypothèses				On prend en compte le contexte local aussi bien que mondial, et les perspectives passées, présentes et futures		
Les élèves donnent la priorité aux preuves	Les élèves décident des données à recueillir			Le sujet est abordé dans une approche holistique	On cherche des liens entre les différentes dimensions de l'EDD, dans une approche interdisciplinaire		
	Les élèves mettent au point une procédure pour recueillir ces données et pour garantir leur exactitude.				On prend en compte la complexité des relations entre l'environnement et l'activité humaine		
	Les élèves recueillent les données.				On prend conscience des incertitudes et de leur impact sur la prise de décision		
Les élèves formulent des explications à partir des preuves	Les élèves analysent les données et identifient les preuves			Le sujet est abordé dans une approche participative	Les activités encouragent la réflexion sur notre rôle (individuel et collectif) en tant que citoyens et consommateurs de biens et de services		
	Les élèves formulent des conclusions ou des explications en s'appuyant sur les preuves				On tient compte des différents points de vue et opinions, et des conflits qu'ils peuvent engendrer		
	Les élèves répondent aux questions sur lesquelles portent l'investigation en utilisant ces preuves				On souligne notre responsabilité envers l'environnement et le « bien commun »		
Les élèves évaluent leurs explications	Les élèves vérifient si les preuves corroborent les explications et répondent aux questions sur lesquelles porte l'investigation de manière adéquate				Les activités nourrissent une réflexion critique sur le développement durable		
	Les élèves vérifient que leur raisonnement n'est pas biaisé ou erroné			Le sujet est abordé dans une approche transformative	Les activités favorisent la créativité et les réponses volontaristes		
	Les élèves comparent leurs résultats avec ceux de leurs camarades de classe				On s'intéresse non seulement aux connaissances, mais aussi aux valeurs, aux modes de vie et aux comportements		
	Les élèves réfléchissent à d'autres explications et établissent des liens entre leurs résultats et leurs connaissances scientifiques				On cherche d'autres voies pour encourager les changements		
Les élèves présentent leurs explications et les justifient	Les élèves partagent leurs résultats et leurs explications les uns avec les autres, sous forme écrite, visuelle ou orale						
	Les élèves expliquent en quoi la preuve est importante et établissent des liens avec des concepts ou des hypothèses spécifiques						

Pour l'EDD⁶, ces indicateurs sont formulés en termes d'organisation des opportunités d'apprentissage, et donnent des conseils quant aux domaines dans lesquels l'apprentissage peut être évalué.

⁶ Cf. : Conférence mondiale de l'UNESCO sur l'éducation pour le développement durable (Bonn, 2009), Déclaration de Bonn (<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001887/188799f.pdf>) ; Sterling, S. (2006) *Educazione Sostenibile*, Anna Mundi Editrice, Cesena ; Stratégie de la CEE pour l'éducation en vue du développement durable (2005) (<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2005/cep/ac.13/cep.ac.13.2005.3.rev.1.f.pdf>)

Présentation de cette série de trois livrets

Ce livret consacré au thème de l'énergie fait partie d'une série qui regroupe deux autres livrets, l'un portant sur la nourriture et l'autre sur les objets du quotidien.

Ensemble, ces trois livrets constituent une importante ressource d'enseignement scientifique axé sur l'EDD, pour permettre aux enseignants d'aborder les problématiques du développement durable en s'appuyant sur la vie quotidienne et les expériences des enfants. Cette approche permet d'enrichir les contenus pédagogiques et de rendre des notions et compétences scientifiques clés⁷ plus pertinents pour les enfants.

Pourquoi ces thèmes ?

La nourriture est un aspect banal mais essentiel de nos vies quotidiennes. Ce livret permettra aux enseignants d'aborder différents aliments du point de vue de leur composition (nutrition), de leur production, de leur distribution et de leur consommation. Ainsi, les enfants enrichiront non seulement leurs connaissances et leurs compétences scientifiques, mais prendront également conscience de l'interconnection qui existe entre l'environnement, la société et l'économie. Comme les élèves seront aussi amenés à réfléchir à leur attitude et leurs valeurs, cela leur donnera la possibilité d'agir en prenant des décisions en toute connaissance de cause et, s'ils le souhaitent, en changeant leur mode de vie.

L'énergie est essentielle dans nos vies. Il semble néanmoins que le réchauffement climatique découle de nos efforts pour augmenter notre production d'énergie, pour répondre aux besoins du développement et de la croissance démographique. Les inquiétudes que cela soulève ont donné lieu à des restrictions sur l'usage des combustibles fossiles, à une amélioration de l'efficacité énergétique et à l'exploitation d'énergies renouvelables. Ces initiatives doivent jouer un rôle de premier plan dans le débat sur le développement durable, car la compréhension des problématiques en jeu (utilisation d'énergies renouvelables et non renouvelables, économies d'énergie) doit devenir un aspect incontournable du bagage scientifique.

Les objets du quotidien, qui nous paraissent souvent aller de soi, peuvent être le prétexte d'investigations scientifiques accessibles et stimulantes pour les enfants. Ce livret souligne le fait que réfléchir à la manière dont fonctionnent les objets qui nous entourent offre la possibilité de développer à la fois sa compréhension scientifique et ses compétences concernant l'investigation. Mais les objets ont aussi

une histoire : rechercher de quelle manière ils sont fabriqués puis ce qu'il leur arrivera quand nous n'aurons plus besoin d'eux ouvre aux enfants des perspectives allant au-delà de leurs besoins et expériences propres, en prenant en compte les problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés au développement durable, tout en permettant des activités interdisciplinaires enrichissantes.

Note

Merci de noter que ce livret a été élaboré dans le cadre d'un projet européen, avec la participation d'institutions de 10 pays différents. En conséquence, il est possible qu'il n'existe pas de lien direct entre les activités proposées et les programmes spécifiques en vigueur dans chaque pays européen. Le lecteur pourra donc consulter les textes officiels de son propre pays pour s'y référer ou pour adapter les contenus.

Quelques ressources

Ressources liées à l'ESFI

Harlen W. (dir.), *10 notions-clés pour enseigner les sciences de la maternelle à la 3e*, Éditions Le Pommier, 2011

Réalisé dans le cadre du projet Fibonacci, un projet européen du 7^{ème} PC.

<http://www.fibonacci-project.eu>

③ Artigue M., Dillon J., Harlen W., Léna P. *Learning through inquiry*, 2013

③ Harlen W. *Inquiry in science education*, 2013

③ Borda Carulla S. (Ed.) *Tools for enhancing inquiry in science education*, 2013

Harlen W. *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*, Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme, 2013

Ressources liées à l'EDD *Education for Sustainable Development*, Source book, Unesco, 2012, available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216383e.pdf> <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216383e.pdf>

'Teaching and Learning for a Sustainable Future' - A multimedia teacher education programme of UNESCO, available at: http://www.unesco.org/education/tlsf/mods/theme_gs/modoa.html

Sterling, S. *Sustainable Education – Re-visioning Learning and Change*, Schumacher Briefings, Green Books, Dartington, 2001

⁷ *10 notions-clés pour enseigner les sciences de la maternelle à la 3e*, sous la direction de Wynne Harlen, Éditions Le Pommier, 2011

Le livret sur *L'énergie*

Le livret *SUSTAIN* sur *L'énergie* s'adresse aux enseignants. Il regroupe tout un ensemble d'activités ESFI (Enseignement des Sciences Fondé sur l'Investigation) et de recommandations pour aider les enseignants à guider les enfants dans leur apprentissage de ce que sont l'énergie, les sources d'énergie et les économies d'énergie. Tout au long du livret sur *L'énergie*, la synergie des principes de l'ESFI et de ceux de l'EDD aide les enseignants du primaire à mettre en œuvre un programme d'apprentissage aussi innovant que captivant pour aborder la place de l'énergie dans le développement durable. Le livret vise surtout à favoriser le développement des connaissances scientifiques des enfants concernant l'énergie et les sources d'énergie, et à leur permettre de faire des recherches, de réfléchir et de débattre de tout un éventail de questions économiques, sociales et scientifiques liées aux sources et aux économies d'énergie.

Le livret *SUSTAIN* sur *L'énergie* s'adresse principalement aux enfants des dernières années de l'école primaire (8-12 ans). Il se divise en six unités, qui offrent aux enseignants du primaire des recommandations détaillées et des exemples d'activités reposant sur l'investigation, pour aborder le thème de l'énergie en classe. Chaque unité propose également des informations générales pour les enseignants concernant l'ESFI, l'EDD et l'énergie. Le schéma ci-après propose une vue d'ensemble des différentes unités.

Aperçu des unités

Unité 2 Les énergies non renouvelables

Unité 2 - L'énergie dans le monde : quel est le problème ?

Le but de ce chapitre est de fournir aux enfants la possibilité d'en apprendre plus sur les énergies fossiles et leur utilisation dans le monde. Les enfants améliorent leur compréhension des conséquences de la large utilisation des combustibles fossiles dans le monde entier. On attire leur attention sur l'importance de protéger les ressources naturelles de la Terre et on souligne l'importance des énergies renouvelables.

Les 6 unités reposent sur les bases suivantes :

- ◆ L'apprentissage visé et les compétences à acquérir
- ◆ Des activités liées à un, deux ou aux trois piliers de l'EDD
- ◆ Chaque activité repose sur l'ESFI, c'est-à-dire sur l'investigation

Introduction générale

Ce chapitre aborde le rôle de la science dans le développement durable, en répondant à des questions comme :

- ◆ Pourquoi aborder le développement durable à travers l'EDD, en utilisant ESFI ?
- ◆ Qu'est-ce que l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation ?
- ◆ Donner une vue d'ensemble du Livret Énergie

Unité 1 - Pourquoi l'énergie est-elle si importante pour moi ?

Le but de ce chapitre est de permettre aux enfants d'en apprendre plus sur l'origine de l'énergie, ses différentes formes, ses différentes sources et la manière dont elle peut être convertie ou mesurée.

Unité 6 - Et maintenant, que faire ?

Les enfants passent en revue les avantages et inconvénients des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables. Ils mesurent l'énergie consommée à l'école et à la maison et entreprennent d'agir pour réduire la consommation quotidienne d'énergie.

Unités 3, 4, 5 Les énergies renouvelables

Unité 3 - L'énergie éolienne

Le but de ce chapitre est d'apporter aux enfants la possibilité d'en apprendre plus sur l'énergie éolienne, en utilisant des données scientifiques neutres et des scénarios de la vie réelle. Grâce à des approches fondées sur l'investigation, les leçons encouragent les enfants à avoir une pensée critique et à analyser les problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés à l'énergie éolienne.

Unité 4 - L'énergie solaire

Ces activités et ces investigations vont aider les enfants à améliorer leur compréhension de la nature, la transformation et l'utilisation de l'énergie solaire comme source d'énergie renouvelable ; la conversion de l'énergie solaire en autres formes d'énergie (chaleur et électricité) et la manière dont différentes formes d'énergies sont utilisées pour diverses applications

Unité 5 - L'énergie issue de la biomasse

Cette unité présente la biomasse (plus précisément le bois) comme source d'énergie et offre aux enfants la possibilité d'étudier une source d'énergie qui peut être aussi bien renouvelable que non renouvelable. Les enfants peuvent ainsi mieux comprendre l'importance d'une utilisation durable de la biomasse dans la vie quotidienne.

Aperçu des unités

	Objectifs	Leçons
Unité 1 Pourquoi l'énergie est-elle si importante pour moi ?	Le but de ce chapitre est de permettre aux enfants d'en apprendre plus sur l'origine de l'énergie, ses différentes formes, ses différentes sources et la manière dont elle peut être convertie ou mesurée. On utilise les méthodes de l'ESFI pour aider les enfants à développer une pensée critique sur les problèmes liés à l'énergie, y compris leurs aspects environnementaux, sociaux et économiques.	Leçon 1 : L'énergie dans la vie des enfants Leçon 2 : 1^{ère} partie : Les différents types d'énergie 2^{ème} partie : Lorsqu'elle est utilisée, l'énergie change de forme 3^{ème} partie : Comment mesurer l'énergie ? Leçon 3 : Différentes sources d'énergie
Unité 2 L'énergie dans le monde : quel est le problème ?	Le but de ce chapitre est de fournir aux enfants la possibilité d'en apprendre plus sur les énergies fossiles et leur utilisation dans le monde. Les enfants améliorent leur compréhension des conséquences de la large utilisation des combustibles fossiles dans le monde entier. On attire leur attention sur l'importance de protéger les ressources naturelles de la Terre et on souligne l'importance des énergies renouvelables.	Leçon 1 : Introduction sur les énergies fossiles dans le monde Leçon 2 : Les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles Leçon 3 : Les combustibles fossiles et le changement climatique
Unité 3 L'énergie éolienne	Le but de ce chapitre est d'apporter aux enfants la possibilité d'en apprendre plus sur l'énergie éolienne, en utilisant des données scientifiques neutres et des scénarios de la vie réelle. Grâce à des approches fondées sur l'investigation, les leçons encouragent les enfants à avoir une pensée critique et à analyser les problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés à l'énergie éolienne.	Leçon 1 : Qu'est-ce que l'énergie éolienne ? Leçon 2 : Concevoir et fabriquer une éolienne Leçon 3 : Meilleur emplacement pour un parc éolien Leçon 4 : Un parc éolien dans notre région
Unité 4 L'énergie solaire	Dans cette unité, les leçons s'appuient sur l'investigation pour aborder les problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés à l'énergie solaire. Ces activités et ces investigations vont aider les enfants à améliorer leur compréhension de :	Leçon 1 : Le Soleil, notre source d'énergie Leçon 2 : Convertir l'énergie solaire en chaleur et en électricité

	• la nature, la transformation et l'utilisation de l'énergie solaire comme source d'énergie renouvelable • la conversion de l'énergie solaire en autres formes d'énergie (chaleur et électricité) • la manière dont différentes formes d'énergies sont utilisées pour diverses applications	Leçon 3 : Les besoins en électricité à la maison
Unité 5 L'énergie issue de la biomasse	Cette unité présente la biomasse (plus précisément le bois) comme source d'énergie et offre aux enfants la possibilité d'étudier une source d'énergie qui peut être aussi bien renouvelable que non renouvelable. Les enfants peuvent ainsi mieux comprendre l'importance d'une utilisation durable de la biomasse dans la vie quotidienne.	Leçon 1 : La biomasse, une réserve d'énergie Leçon 2 : Montrer que de l'énergie est stockée dans les plantes Leçon 3 : Aspects positifs et négatifs de l'utilisation de l'énergie issue de la biomasse
Unité 6 Et maintenant, que faire ?	Les enfants passent en revue les avantages et inconvénients des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables. Ils mesurent l'énergie consommée à l'école et à la maison et entreprennent d'agir pour réduire la consommation quotidienne d'énergie.	Leçon 1 : Le grand débat de l'énergie Leçon 2 : Utiliser l'énergie Leçon 3 : Économiser l'énergie

Unité 1 - Pourquoi l'énergie est-elle si importante pour moi ?

Objectifs

Le but de ce chapitre est de permettre aux enfants d'en apprendre plus sur l'origine de l'énergie, ses différentes formes, ses différentes sources et la manière dont elle peut être convertie ou mesurée.

On utilise les méthodes de l'ESFI pour aider les enfants à développer une pensée critique sur les problèmes liés à l'énergie, y compris leurs aspects environnementaux, sociaux et économiques.

Résumé du chapitre

Leçon 1 : L'énergie dans la vie des enfants

Dans cette leçon introductive, les enfants découvrent la manière dont l'énergie nous entoure et le fait que tout ce qui engendre une action, que ce soit un mouvement, de la chaleur ou un bruit, nécessite de l'énergie.

Leçon 2 :

1^{ère} partie : Les différents types d'énergie

Les enfants font la distinction entre les différentes formes et sources d'énergie. Ils apprennent que l'énergie est fournie par une source et peut prendre différentes formes selon la manière dont on l'utilise. Ils ont la possibilité d'identifier différentes formes d'énergie autour d'eux.

2^{ème} partie : Lorsqu'elle est utilisée, l'énergie change de forme

À travers des activités pratiques, les enfants apprennent comment l'énergie peut passer d'une forme à une autre.

3^{ème} partie : Comment mesurer l'énergie ?

En examinant des étiquettes alimentaires et en analysant la consommation d'énergie d'appareils électriques courants, les enfants ont la possibilité de mieux comprendre que l'on peut mesurer l'énergie.

Leçon 3 : Différentes sources d'énergie

Les enfants identifient des sources d'énergie et les classent selon qu'elles sont renouvelables ou non. En prenant part à des activités de recherche, ils examinent certains avantages et inconvénients de différentes sources d'énergie.

Leçon 1 : L'énergie dans la vie des enfants

Apprentissage visé

Les enfants sont encouragés à définir l'énergie comme la *possibilité pour des choses de se passer*. Ils prennent conscience de ce qu'est l'énergie, d'où elle vient et de la manière dont elle peut être utilisée.

Matériel

Papier et stylo

Compétences développées

Scientifiques : observer ; noter et communiquer ; collaborer ; analyser.

L'énergie dans notre école

Découvrir quelles idées ont les enfants

Organiser une discussion en classe pour voir ce que les enfants savent sur l'énergie et sur les appareils qui en utilisent.

Questions pour encourager la discussion et la réflexion

- Qu'est-ce que l'énergie ?

Note pour l'enseignant

Lorsque les enfants comparent leurs réponses à cette question, il devient clair que le mot « énergie » a de nombreuses significations différentes. Par exemple :

- Force physique (soulever des poids, etc.)
- Entité mystique (*l'énergie vue comme un fluide dans le corps... les enfants ne le disent pas souvent, mais les enseignants, si*)
- Concept physique (*quelque chose qui peut exister sous différentes formes et passer d'une forme à une autre...*)
- Concept économique (*une manière industrielle de « produire » de l'énergie sous une forme qui puisse répondre à nos besoins*)

- Pour quoi utilisons-nous l'énergie ? *Éclairer la salle de classe, la chauffer, faire pousser une plante, etc.*
- Pouvez-vous identifier dans la salle de classe des appareils qui utilisent de l'énergie ? Comment savez-vous qu'ils en utilisent ?
- D'où la prennent-ils ?
- D'où vient l'énergie qu'utilise l'ordinateur ? *Électricité*
- D'où vient la chaleur de nos radiateurs ? *Fioul/gaz/électricité*
- Et celle des lampes ? *Électricité/énergie solaire*
- D'où notre corps tire-t-il son énergie ? *Nourriture*
- Combien pouvez-vous citer de sources d'énergie différentes ? *L'énergie éolienne, solaire, la nourriture, le gaz, le fioul, le bois*

Réaliser une « enquête énergétique » dans la classe

Dans cette activité de groupe, les enfants dressent une liste des appareils qui ont besoin d'énergie pour fonctionner, dans la classe ou dans l'école. Ils peuvent organiser leurs résultats sous forme d'un tableau, comme le *Tableau 1.1*

Appareils utilisant de l'énergie dans la salle de classe	Comment sait-on qu'ils en utilisent ?	D'où vient-elle ?
Lampes	Le tube fluorescent éclaire la classe	Électricité
Radiateurs	Ils chauffent la classe	Fioul/gaz

Tableau 1.1 : Enquête énergétique

Discussion

Au bout de 15 minutes, chaque groupe présente ses résultats au reste de la classe.

Questions pour encourager la discussion

- Combien de types d'énergie différents avez-vous pu trouver dans la classe ? *Électricité, fioul, gaz, muscle, Soleil (ou électrique, thermique, rayonnante, mécanique), etc.*
- Quelle sorte d'énergie utilisent d'après vous les lampes / le chauffage / le tableau interactif ?
- Comment savez-vous que ces appareils utilisent de l'énergie ?

À partir de cette discussion, demander aux enfants de se concerter en groupes pour définir ce qu'est l'énergie d'après eux. Noter les discussions de groupe sur une fiche ou sur le tableau interactif et discuter des similitudes entre les réponses des différents groupes. Les enfants devraient arriver à la conclusion que *L'énergie permet à des choses de se passer.*

Tirer des conclusions

Qu'avons-nous appris sur l'énergie ?

Nous avons vu que les objets ne pouvaient pas fonctionner sans utiliser de l'électricité, du fioul, la force d'un muscle, etc. (énergie thermique, mécanique, etc.) Ce sont différents exemples « d'énergie ». Utiliser de l'énergie est fondamental pour faire fonctionner un objet (un système). L'énergie, c'est ce dont nous avons besoin pour que quelque chose se passe.

Leçon 2 – 1^{ère} partie : Les différents types d'énergie

Apprentissage visé	Les enfants développent leur compréhension de la manière dont l'énergie est fournie par une source, puis convertie sous différentes formes, selon l'utilisation que l'on veut en faire. On permet aux enfants d'identifier différents types d'énergie dans leur environnement et de fournir des exemples de chacun d'entre eux.
Compétences développées	<i>Scientifiques</i> : observer ; noter et communiquer ; collaborer ; poser des questions ; analyser.

Les formes d'énergie dans notre vie

Informations préliminaires pour l'enseignant

Dans la leçon précédente, les enfants ont discuté de l'énergie comme de la *possibilité pour les choses de se passer.*

Quand on parle d'énergie, il faut spécifier si l'on se réfère à sa source ou à la forme sous laquelle elle apparaît. Ce sont deux choses différentes : L'électricité, par exemple, n'est *pas* une source d'énergie, mais une forme d'énergie, car elle est produite par différentes sources (le Soleil, le vent, les combustibles fossiles).

Quand on produit de l'énergie, elle peut être convertie sous différentes formes :

Énergie sonore – des vibrations des ondes sonores.

Énergie chimique – fioul, gaz, bois, pile.

Énergie rayonnante – rayonnement du Soleil.

Énergie électrique – électrons qui se déplacent à l'intérieur d'un câble électrique.

Énergie mécanique – course, marche.

Énergie thermique – chaleur.

Dans cette leçon, nous allons clarifier les conceptions qu'ont les enfants des formes et des sources d'énergie.

Discussion avec toute la classe : présenter la lumière et les formes de lumière

Présenter aux enfants le scénario suivant : « *Il fait nuit et nous sommes dans la forêt.* »

Questions pour encourager la discussion

- Peut-on voir quelque chose, la nuit, dans la forêt ?
- Comment faire pour voir quelque chose, la nuit, dans la forêt ? *Lampe torche, téléphone portable*
- Quelle forme d'énergie est utilisée ? *Énergie lumineuse et électrique*
- Que pourrions-nous utiliser pour voir, si nous n'avions ni torche, ni téléphone portable ? *Un briquet, une bougie, des allumettes.*
- Produisent-ils de l'énergie lumineuse ? *Oui. Comment ? Ils produisent du feu.*

- Donc pouvez-vous nommer deux manières de produire de l'énergie lumineuse ? *L'électricité et le feu.*

Discussion avec toute la classe : présenter les formes d'énergie thermique et chimique

Questions pour encourager la discussion

- Nous venons de dire que le feu pouvait donner de la lumière. Mais qu'est-ce que le feu donne d'autre ? *De la chaleur*
- Pouvez-vous citer quelque chose qui produise de la chaleur et de la lumière quand on l'allume ? *Une bougie*
- Que se passe-t-il quand on éteint une bougie ? *Plus de lumière, ni de chaleur*
- Où l'énergie lumineuse et l'énergie thermique sont-elles cachées, quand une bougie est éteinte ? *Elles sont stockées dans la bougie sous forme d'énergie chimique*
- Qu'avons-nous appris jusqu'ici sur l'énergie ? *Nous avons découvert quatre formes d'énergie : électrique, lumineuse, thermique et chimique. Mais il existe aussi de l'énergie mécanique (les voitures se déplacent)*

Activité

Demander aux enfants de réaliser, en petits groupes, un tableau montrant des exemples des formes d'énergie qu'ils rencontrent dans leur vie quotidienne. Les tableaux doivent avoir deux colonnes : « *Forme d'énergie* » et « *Où la rencontre-t-on ?* » (Voir *Tableau 1.2* ci-dessous)

Forme d'énergie	Où la rencontre-t-on ?
Électrique	Ampoule, ordinateur
Lumineuse (rayonnement lumineux)	Plante en pot
Thermique (chaleur)	Chauffer la soupe, glace qui fond
Chimique	Nourriture
Cinétique	Voiture, vélo

Tableau 1.2 : Différentes formes d'énergie dans notre vie

Les enfants peuvent ensuite construire un schéma conceptuel à partir de leur tableau.

Leçon 2 – 2^{ème} partie : Lorsqu'elle est utilisée, l'énergie change de forme

Apprentissage visé Les enfants développent leur compréhension de la manière dont l'énergie peut passer d'une forme à une autre.

Matériel Balle de tennis.

Compétences développées Poser des questions ; observer ; enquêter et expérimenter ; analyser ; noter et communiquer.

La transformation de l'énergie

Note pour l'enseignant

Les trois activités suivantes sont des exemples pratiques illustrant la manière dont on peut convertir une forme d'énergie en une autre.

Activité A : démonstration réalisée par l'enseignant pour illustrer les transferts d'énergie
Rappel du fait que l'énergie existe sous différentes formes.

- **Balle de tennis : Montrer** une balle de tennis aux enfants. Leur demander s'ils pensent que la balle possède de l'énergie. *Lorsque la balle de tennis est dans nos mains, elle ne montre aucun signe « d'énergie » - mouvement, son ou chaleur.* Laisser tomber la balle et demander aux enfants si elle possède de l'énergie lorsqu'elle rebondit. *Oui, la balle s'est déplacée et elle a fait du bruit en touchant le sol. La balle a emmagasiné de l'énergie à cause de sa hauteur, énergie qui a été transformée en mouvement, son et chaleur lorsqu'elle a touché le sol.*
- **Sauter d'une chaise** : Demander aux enfants de décrire quelles formes d'énergie étaient présentes lorsque vous avez sauté de la chaise. *L'énergie emmagasinée à cause de votre position sur la chaise est transformée en énergie cinétique, ce qui permet un mouvement. Cette énergie est ensuite absorbée par le sol et convertie en énergie thermique et sonore.*
- **Tapoter dans vos mains** : Demander aux enfants de décrire quelles formes d'énergie étaient présentes lorsque vous avez tapé dans vos mains. *L'énergie cinétique, sous forme de mouvement, est transformée en énergie thermique et sonore.*

Activité B : faire fondre un glaçon

Montrer un glaçon aux enfants et leur demander comment faire pour qu'il fonde le plus vite possible. *Le placer au soleil, sur un radiateur, au-dessus d'eau chaude, dans leurs mains.* Leur demander ce qui fait fondre le glaçon rapidement. *La chaleur.*

Activité C : faire du vélo

Demander aux enfants de discuter des différentes formes d'énergie qui d'après eux sont présentes quand quelqu'un fait du vélo, et de noter leurs idées. Ils peuvent aussi parler des différentes transformations d'énergie.

Note pour l'enseignant

Attirer l'attention des enfants sur les différentes formes d'énergie et de transformations d'énergie mises en jeu quand on fait du vélo. Par exemple :

Le corps humain brûle l'énergie chimique apportée par la nourriture.

Le cycliste (qui a besoin de nourriture, c'est-à-dire d'énergie chimique) :

- fait bouger le vélo, transformant de **l'énergie chimique en énergie mécanique**
- fait bouger le vélo, qui lui-même fait tourner la dynamo, ce qui permet à la lampe de s'allumer : **chimique → mécanique → électrique → lumière**
- transpire : **chimique → mécanique (mouvement du corps) → chaleur**

Tirer des conclusions

Chaque groupe présente les résultats de sa discussion. Les enfants devraient arriver à la conclusion suivante :

L'énergie est transformée d'une forme à une autre, selon l'action qui doit être obtenue.

Cette transformation est possible pour toutes les formes d'énergie.

Leçon 2 – 3^{ème} partie : Comment mesurer l'énergie ?

Apprentissage visé

Les enfants approfondissent leur compréhension du fait que l'énergie peut être mesurée. Ils analysent l'apport énergétique de la nourriture et la consommation d'énergie électrique d'appareils ménagers.

Matériel

Étiquettes alimentaires ; tableaux de consommation énergétique

Compétences développées

Scientifiques : *observer ; analyser ; noter et communiquer ; collaborer.*

Mesurer l'énergie

Informations préliminaires pour l'enseignant

Les enfants doivent maintenant savoir que toute action nécessite de l'énergie. Ils doivent être capables de faire la distinction entre différentes formes et sources d'énergie et de donner des exemples de chacune d'entre elles.

Cette leçon va leur permettre de comprendre que l'énergie peut être mesurée.

Mise en contexte

Emmener les enfants dans le gymnase ou dehors. Ils devront réaliser un certain nombre d'activités, pour montrer que certaines actions nécessitent plus d'énergie que d'autres. Leur demander de :

- *Traverser le gymnase en marchant / Traverser le gymnase en courant.*
- *Envoyer un ballon à 5 mètres / Envoyer un ballon à 20 mètres.*
- *Porter un seau vide sur une distance donnée / Porter un seau rempli d'eau sur la même distance.*

Poser des questions aux enfants après chaque activité.

Questions pour encourager la discussion

- Quelles formes d'énergie avez-vous utilisées lorsque vous couriez / tapiez dans le ballon / portiez le seau ? *Chimique, mécanique, thermique.*
- Quelle source d'énergie avez-vous utilisée pour mener ces activités ? *De la nourriture.*
- Cette source d'énergie a-t-elle été convertie en une autre forme ? *Oui. Comment ? Chimique → mouvement → chaleur*
- Quelle action a d'après vous consommé le plus d'énergie ? Pourquoi ?
- Pensez-vous que l'on puisse mesurer l'énergie ? Comment ? *Les enfants doivent arriver à l'idée qu'une unité de mesure leur permettrait de comparer la quantité d'énergie qu'ils ont utilisée pour chacune des activités, pour pouvoir ensuite faire des comparaisons.*

Activité A: lire des étiquettes alimentaires

Donner aux enfants des étiquettes alimentaires ou des photos d'étiquettes alimentaires. Les aider à remarquer que la seule unité concernant l'énergie est appelée « kJ » ou « kilojoule ». Attirer leur attention sur l'endroit où ils peuvent trouver l'apport en kilojoules, par portion et pour 100 grammes, sur les étiquettes.

Diviser les enfants en plusieurs groupes et leur demander d'analyser les étiquettes et de dresser un tableau similaire au *Tableau 1.3* ci-dessous.

Aliment	Kilojoules par portion	Kilojoules pour 100 g
Banane de taille moyenne	378 kJ	378 kJ
pain de mie	375 kJ	950 kJ

Tableau 1.3 : Lire des étiquettes alimentaires

Chaque groupe présente ensuite à la classe ce qu'il a trouvé, pour arriver à la conclusion que *l'énergie chimique présente dans la nourriture se mesure en kilojoules.*

Activité B: Le tableau énergétique

Le *Tableau 1.4* ci-dessous présente la quantité moyenne de kilojoules nécessaire pour réaliser un certain nombre d'actions. Demander aux enfants de lire ce tableau et de le commenter.

Action	Énergie nécessaire en kilojoules
Courir un marathon (42 km)	7500 kJ
Parcourir 100 km en vélo	12 000 kJ
Marcher (30 minutes)	200 kJ
Balayer le sol (10 minutes)	120 kJ
Nettoyer la voiture (20 minutes)	150 kJ

Tableau 1.4 : Le tableau énergétique

Questions pour encourager la discussion

- Quelle activité nécessite le plus d'énergie ? *Faire du vélo.*
- Quelle activité nécessite le moins d'énergie ? *Balayer le sol.*
- Que faut-il manger avant de nettoyer la voiture ? *Une banane / une tranche de pain de mie.*
- Combien de tranches de pain de mie avez-vous besoin de manger avant de courir un marathon ? *20 tranches.*
- Qu'avons-nous appris sur les kilojoules ? *L'unité kJ nous permet de mesurer l'énergie et de savoir ce qui en consomme le plus/le moins.*

Activité C : Découvrir le kilowatt-heure

Présenter à chaque groupe une facture d'électricité. Demander aux enfants de trouver l'unité utilisée pour mesurer l'électricité. Conclusion : de la même manière que l'on peut mesurer l'énergie qu'apporte la nourriture en kilojoules, on peut mesurer l'énergie électrique en utilisant le kilowatt-heure (kWh).

La *Figure 1.1* ci-dessous présente la consommation moyenne de différents appareils. Demander aux enfants de la lire et de la commenter.

Questions pour encourager la discussion

- Avec 1 kWh, combien de temps pouvez-vous passer sous la douche ? *(10 minutes).*
- Pendant combien d'heures peut-on regarder la télé pour 1 kWh ? *(7 à 9 heures).*
- Qu'est-ce qui utilise le moins d'énergie, la machine à laver ou le grille-pain ? *(La machine à laver).*
- L'unité kWh nous permet de mesurer la consommation d'énergie quand elle est sous forme électrique.

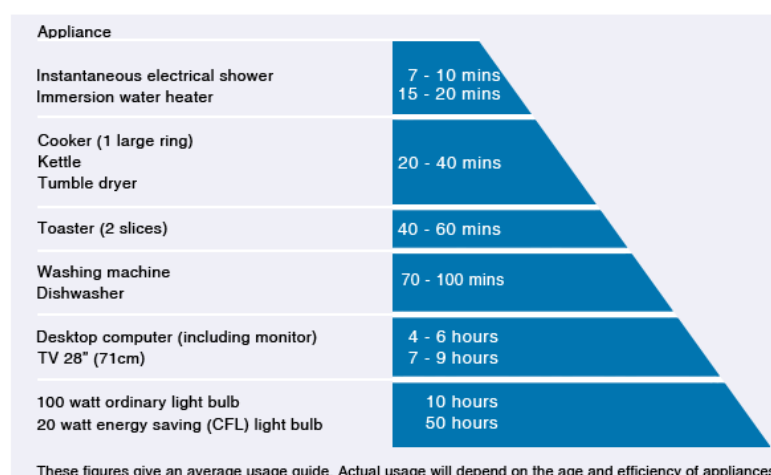


Figure 1.1 : Temps moyen de consommation d'1 kWh

Tirer des conclusions

Qu'avons-nous appris sur la manière de mesurer l'énergie ? (*L'énergie est mesurable. Toute énergie est mesurée en kilojoules, mais l'énergie électrique est exprimée en kilowatt-heure. Mais on peut convertir les kJ en kWh, et l'activité humaine ou l'apport énergétique de la nourriture peuvent donc aussi être exprimés en kWh : 1 kWh nous permettrait par exemple de courir ½ marathon*).

Leçon 3 : Différentes sources d'énergie

Apprentissage visé Les enfants apprennent à classer les sources d'énergie selon qu'elles sont renouvelables ou non.

Ils discutent des avantages et inconvénients des différentes sources d'énergie.

Matériel Bibliothèque, accès à internet

Compétences développées *Scientifiques* : observer ; noter et communiquer ; collaborer ; analyser.

Les sources d'énergie

Informations préliminaires pour l'enseignant

Dans la leçon 2, les enfants ont appris les différentes formes d'énergie ; dans celle-ci, ils vont voir les différentes sources d'énergie : *renouvelables ou non renouvelables*.

Les sources d'énergie *non renouvelables*, ou combustibles fossiles, présentent des inconvénients environnementaux, comme le fait de provoquer pollution et changement climatique. Si nous continuons à les utiliser autant que nous le faisons aujourd'hui, nous serons un jour à court de combustibles fossiles. Mais ces combustibles fossiles présentent aussi des avantages. Ils sont notamment moins chers et plus accessibles au grand public.

Utiliser des sources d'énergie *renouvelables* présente également des avantages et des inconvénients. Parmi ces derniers, on peut citer leur coût et le fait de dépendre des conditions météorologiques. L'un de leurs avantages, c'est qu'ils sont respectueux de l'environnement. Il faut encourager les enfants à développer une pensée critique quant aux avantages et inconvénients de ces deux types de sources énergétiques.

Mise en contexte

Rappeler les différentes formes d'énergie que les enfants ont découvertes.

Questions pour encourager la discussion

- Quelles sont les différentes formes d'énergie ? *Thermique, lumineuse, mécanique, etc.*
- D'où l'humanité tire-t-elle son énergie ? *Nous recevons une certaine quantité d'énergie directement du Soleil. La majeure partie de notre énergie provient néanmoins de combustibles fossiles.*
- Connaissez-vous la différence entre une source d'énergie renouvelable ou non renouvelable ? *Renouvelable : énergie provenant de sources naturelles qui se renouvellent naturellement. Non renouvelable : énergie qui ne peut se renouveler une fois qu'elle a été utilisée.*

Attirer l'attention sur les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables

Activité A: associer source et forme d'énergie

Constituer pour la classe un ensemble de cartes illustrées. Distribuer une carte à chaque enfant. Expliquer aux enfants que chaque carte représente :

- soit une source/forme d'énergie.
- soit quelque chose qui utilise de l'énergie.

Demander aux enfants de se déplacer à travers la classe et d'essayer d'associer leurs cartes (objet avec la source d'énergie correspondante). Un enfant A dont la carte représente une plante devra par exemple trouver un enfant B dont la carte représente le Soleil. Parmi les autres exemples, on pourra prendre un radiateur, un ordinateur, une lampe, de la nourriture, du fuel, du charbon, du vent, etc.

Certains enfants pourront s'associer avec plusieurs autres : le radiateur, par exemple, peut aller avec l'électricité ou avec le fuel. Les enfants doivent discuter l'un avec l'autre quand ils arrivent à faire une association.

Ils présentent ensuite les associations obtenues à la classe, et on peut répéter le jeu. Organiser ensuite toute une discussion sur les sources d'énergie renouvelables ou non renouvelables.

Questions pour encourager la discussion avec toute la classe

- Combien pouvez-vous citer de sources d'énergie renouvelable différentes ? *Solaire, éolienne, hydraulique, etc.*
- Combien pouvez-vous citer de sources d'énergie non renouvelable différentes ? *Charbon, bois, etc.*

Activité B: Les ressources renouvelables et non renouvelables.

Montrer aux enfants une série d'images représentant des sources d'énergie renouvelables ou non. Leur demander de classer les images en deux groupes (renouvelables et non renouvelables), en justifiant leurs choix. Demander aux enfants de choisir une source d'énergie, par exemple l'énergie éolienne, le pétrole, l'énergie marine, etc., et de faire des recherches sur internet pour trouver deux avantages et deux inconvénients de la source d'énergie en question. Chaque groupe doit ensuite présenter ses résultats à la classe.

Les enfants peuvent alors créer une affiche présentant les avantages et les inconvénients des différentes sources d'énergie. Leur laisser ensuite la possibilité de lire les affiches des autres.

Tirer des conclusions

- On peut diviser les sources d'énergie en deux catégories : renouvelables ou non renouvelables.
- Chaque catégorie présente des avantages et des inconvénients.

Note pour l'enseignant

Ces avantages et inconvénients vont être présentés et approfondis dans les unités 4, 5 et 6.

Unité 2 - L'énergie dans le monde : quel est le problème ?

Objectifs

Le but de ce chapitre est de fournir aux enfants la possibilité d'en apprendre plus sur les énergies fossiles et leur utilisation dans le monde. Les enfants améliorent leur compréhension des conséquences de la large utilisation des combustibles fossiles dans le monde entier. On attire leur attention sur l'importance de protéger les ressources naturelles de la Terre et on souligne l'importance des énergies renouvelables.

Résumé du chapitre

Leçon 1 : Introduction sur les énergies fossiles dans le monde

Dans cette première leçon, les enfants étudient une carte de la Terre de nuit et discutent de la répartition inégale des ressources énergétiques terrestres. On attire également leur attention sur le fait que les combustibles fossiles vont s'épuiser si l'humanité continue à les utiliser au même rythme qu'aujourd'hui.

Leçon 2 : Les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles

Dans cette leçon, les enfants découvrent ce qu'il y a à l'intérieur d'une centrale électrique. Ils apprennent que la plupart des centrales classiques brûlent des combustibles fossiles, ce qui engendre de la pollution.

Leçon 3 : Les combustibles fossiles et le changement climatique

On présente aux enfants le concept de changement climatique. L'objectif est de leur expliquer l'étroite relation qui existe entre l'utilisation des combustibles fossiles, le réchauffement climatique et les conséquences néfastes du changement climatique, et donc l'importance d'utiliser des sources d'énergie renouvelables.

Leçon 1 : Introduction sur les énergies fossiles dans le monde

Apprentissage visé

Les enfants voient où et en quelles quantités les énergies fossiles sont utilisées à travers le monde. Ils apprennent que les ressources en énergies fossiles seront bientôt épuisées si l'humanité continue à les exploiter au même rythme qu'aujourd'hui.

Matériel

100 bouchons de bouteille, 80 d'une couleur et 20 d'une autre couleur

Compétences développées

Scientifiques : observer ; déduire ; émettre des hypothèses ; prévoir ; noter et communiquer ; résoudre des problèmes ; collaborer.

Mathématiques : appliquer ses connaissances et résoudre des problèmes ; raisonner ; mettre en œuvre ; comprendre et se rappeler.

Informations préliminaires pour l'enseignant

La population mondiale a presque triplé au cours des 50 dernières années, passant de 2,5 à 7 milliards. Environ 10 bébés naissent toutes les 4 secondes. Et l'exploitation des ressources naturelles croît avec la population. De plus, ces ressources naturelles limitées ne sont pas toujours gérées de manière homogène et efficace. À l'heure actuelle, les riches pays occidentaux, qui représentent 20 % de la population mondiale, utilisent 70 % des ressources

énergétiques mondiales. Cela veut dire que les pays développés, qui ont plus d'argent pour acheter ces ressources, reçoivent une part plus grande de ces ressources que les pays qui n'ont pas les moyens de les acheter. Ceci est illustré par l'image satellite de la Terre vue de nuit, qui montre bien que les pays en développement d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Asie ont moins accès à l'électricité.

Les activités qui suivent présentent aux enfants la répartition non homogène des ressources naturelles de la Terre.

Une répartition inégale de l'énergie

Mise en contexte

Montrer aux enfants les *Figures 2.1* et *2.2* et en discuter.



Figure 2.1 : Image satellite du monde de nuit

www.nasa.gov/mission_pages/NPP/news/earth-at-night.html

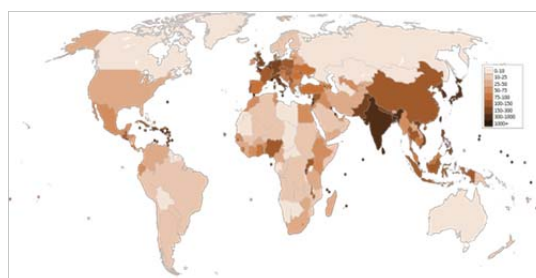


Figure 2.2 : Densité de population

www.commonswikimedia.org/wiki/File:Countries_by_population_density.svg

Questions pour encourager la discussion

- Regarder l'image satellite (*Figure 2.1*). Le satellite a-t-il pris une seule photo pour réaliser cette carte ? *Non. L'image a été reconstituée à partir de plusieurs photos, à cause de la rotation de la Terre.*
- Que représentent les points blancs sur l'image ? *De la lumière.*
- Comment est-elle répartie sur la carte ? *Sur la photo, les pays en développement d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Asie ont moins de « lumière » que les autres pays.*
- Que peut-on voir sur la seconde carte (*Figure 2.2*) ? *Les densités de population.*
- A combien s'élève aujourd'hui la population mondiale ? *7 milliards.*
- Si la population continue à croître, quel effet cela aura-t-il à votre avis sur les ressources naturelles ? *Elles vont s'épuiser plus vite.*
- Comparer la répartition des points blancs de l'image satellite à celle de la densité de population de la seconde carte. *Les régions les plus peuplées ne sont pas celles qui ont le plus de lumière. En fait, les lumières sont très peu nombreuses à travers les pays en développement d'Afrique, d'Amérique du sud et d'Asie.*
- Pouvez-vous prévoir ce qui va d'après vous se passer au cours des 50 prochaines années, au fur et à mesure que les pays en développement se rapprochent du niveau de développement de l'Europe et de l'Amérique ? *Les ressources naturelles vont s'épuiser plus rapidement.*

La répartition des ressources mondiales

Diviser les enfants en deux groupes. L'un représente l'Amérique du Sud, l'Asie et l'Afrique (pays en développement), l'autre l'Europe, l'Amérique du Nord et l'Océanie (pays développés). Répartissez 100 cubes (ou bouchons de bouteilles) entre les deux groupes. Ces cubes (bouchons) représentent les ressources non renouvelables qui restent aujourd'hui dans le monde (charbon, tourbe, pétrole, etc.). Les cubes (bouchons) doivent être répartis dans une proportion de 30-70 : 30 pour les pays en développement et 70 pour les pays développés. Cela

illustre la répartition actuelle des ressources naturelles entre pays développés et en développement. Demander ensuite aux enfants de se partager les cubes (bouchons) équitablement au sein de chaque groupe.

Questions pour encourager la discussion

- Combien de cubes (bouchons) chaque élève a-t-il reçu dans les pays développés ?
- Combien de cubes (bouchons) chaque élève a-t-il reçu dans les pays en développement ?
- En quoi cette activité illustre-t-elle la distribution des ressources naturelles dans le monde ? *À l'heure actuelle, les riches pays occidentaux, qui représentent 20 % de la population mondiale, utilisent 70 % des ressources énergétiques mondiales.*
- Quelles différences entre les pays développés et ceux en développement entraînent cette énorme différence dans l'utilisation des ressources naturelles ? *Plus de voitures, d'industries, etc.*
- Qu'est-ce qu'une répartition homogène des ressources ?
- Qu'avez-vous appris au cours de cette activité ? *Si l'on prend en compte la population, les ressources énergétiques ne sont pas disponibles en proportions égales dans les différents pays.*

Les ressources fossiles sont limitées

Mise en contexte

Placer 80 cubes rouges (ou bouchons de bouteille rouges) et 20 cubes noirs (ou bouchons d'une autre couleur) dans un sac. Dire aux enfants que les cubes (bouchons) rouges représentent les sources d'énergie non renouvelables. Déterminer avec les enfants de quelles ressources il peut s'agir – *pétrole, gaz, tourbe, charbon, énergie nucléaire.*

Les cubes (bouchons) noirs représentent les formes d'énergies renouvelables. Demander aux enfants de citer différentes formes d'énergies renouvelables – *éolienne, solaire, hydraulique.*

Expliquer aux enfants que le sac représente un pays d'Europe, et les cubes (bouchons) des sources d'énergie.

Activité

1. Demander à un élève de piocher 10 cubes (bouchons) au hasard. Ils représentent les sources d'énergie utilisées en une année.
Les cubes (bouchons) noirs peuvent être remis dans le sac, puisqu'ils sont renouvelables. Les rouges doivent en revanche rester sortis.
2. Demander à un autre élève de piocher 10 cubes (bouchons).
3. Recommencer jusqu'à ce que tous les cubes rouges aient disparu.

Questions pour encourager la discussion

- Pourquoi n'avons-nous pas remis les cubes (bouchons) rouges dans le sac ? *Ce sont des sources non renouvelables.*
- Que s'est-il passé avec le nombre de cubes (bouchons) rouges dans le sac ? *Il a diminué de plus en plus.*
- Que s'est-il passé avec les cubes (bouchons) noirs ? *Leur nombre est resté le même, car ce sont des sources renouvelables.*
- Combien « d'années » avons-nous mis pour arriver « à court » d'énergies non renouvelables ? Qu'est-ce que cela nous dit ?
- Qu'avez-vous appris au cours de cette activité ? *Si l'humanité continue à utiliser de telles quantités de sources d'énergies non renouvelables, ces sources vont s'épuiser.*

Présenter les ressources énergétiques utilisées pour produire de l'électricité

Montrer la *Figure 2.3* aux enfants (disponible sous www.iea.org/publications/freepublications/publication.html). Ce diagramme en

camembert illustre la quantité d'électricité produite par différentes sources dans le monde.

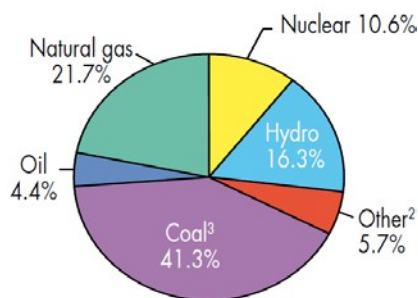


Figure 2.3 : Les ressources énergétiques qui produisent de l'électricité

Questions pour encourager la discussion

- Quelle source d'énergie est la plus utilisée dans le monde pour produire de l'électricité ? *Le charbon.*
- Laquelle est la moins utilisée ? *Oil (pétrole)/Autres.*
- Pouvez-vous citer toutes les sources d'énergies renouvelables ?
- Pouvez-vous citer toutes les sources d'énergies non renouvelables ?
- En regardant la *Figure 2.3*, qu'avez-vous appris sur la manière dont l'électricité est produite ? *L'électricité est produite à partir de différentes sources. Le charbon, qui n'est pas renouvelable (voir ci-dessus) est la principale source d'énergie utilisée dans le monde pour produire de l'électricité.*

Combien d'énergie nous reste-t-il ?

Montrer la *Figure 2.4* ci-dessous aux enfants. En discuter.

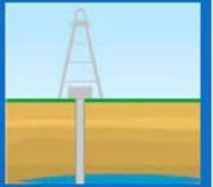
Fossil resources	Oil	Coal	Gas	Uranium
Left quantity				
Years	51	114	53	90

Figure 2.4 : Combien d'énergie reste-t-il ?

https://fr.wikipedia.org/wiki/Ressources_et_consommation_énergétiques_mondiales

Note : Ces chiffres ne sont qu'une estimation, étant donné que de nouvelles ressources peuvent être découvertes à l'avenir et / ou utilisées, en fonction du changement des coûts d'énergie

Questions pour encourager la discussion

- Quelle source d'énergie va d'après vous s'épuiser en premier ? *Le pétrole.*
- Pour quoi utilisons-nous le pétrole ? *Pour produire de l'électricité / Comme carburant pour les voitures, etc.*

Tirer des conclusions

Les ressources énergétiques sont réparties et utilisées de manière inégale entre les pays développés et ceux en développement. C'est une utilisation injuste des ressources naturelles de la Terre. De plus, la consommation mondiale de sources d'énergies non renouvelables (pétrole, charbon, gaz, uranium) va conduire à leur disparition.

Leçon 2 : Les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles

Apprentissage visé Comme l'électricité est l'une des formes d'énergie les plus utilisées au quotidien, et étant donné que les combustibles fossiles sont largement utilisés à travers le monde, les enfants vont étudier dans cette leçon les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles. Dans la première activité, ils vont comprendre comment marche la dynamo d'un vélo. Forts de cette connaissance, ils vont ensuite apprendre ce qui se trouve dans une centrale électrique. La dernière activité leur offre la possibilité de réfléchir et de débattre de quelques-uns des effets négatifs des centrales électriques sur l'environnement.

Matériel *Exemples de matériel suggéré :* fils électriques, manivelle, ceinture, dynamo, ampoule électrique, DEL, prise de courant, photos et schémas de centrales électriques classiques : images ou dessins montrant le processus à l'œuvre dans différentes centrales (brûler du charbon, du fioul, du gaz, et utiliser une turbine ou un moteur pour faire marcher le générateur).

Compétences développées *Scientifiques :* explorer ; prévoir ; fabriquer ; résoudre des problèmes ; collaborer.

De la dynamo... à la centrale électrique

Mise en contexte

Dans la leçon 1, les enfants ont vu que l'on utilise en Europe beaucoup d'énergies fossiles ou électrique. Dans la présente leçon, on se concentrera sur l'énergie électrique.

Informations préliminaires pour l'enseignant

Les générateurs de courant utilisés dans les centrales électriques fonctionnent de la même manière qu'une dynamo, mais à bien plus grande échelle. Il est donc plus facile pour les enfants de s'intéresser dans un premier temps à la dynamo. Lorsque la roue d'un vélo tourne, elle entraîne la rotation de la dynamo qui est fixée dessus. Cela fait tourner un aimant à l'intérieur d'une bobine. S'il est suffisamment rapide, ce mouvement relatif peut engendrer assez d'électricité pour allumer une petite ampoule. Plus le vélo roule vite, plus le courant induit est fort, et plus l'éclat de la lampe est puissant. Le générateur d'une centrale fonctionne de manière similaire. La force de la vapeur est utilisée pour faire tourner un moteur ou une turbine, et ainsi faire tourner un énorme aimant à l'intérieur d'une grosse bobine.

La majeure partie de l'électricité est produite dans les centrales en brûlant des combustibles fossiles, mais il existe aussi d'autres méthodes : produire de la vapeur en brûlant du bois ou via l'énergie nucléaire, ou encore faire tourner l'aimant grâce à l'énergie éolienne ou hydraulique.

Note pour l'enseignant

Le générateur d'une centrale électrique est assez similaire à la dynamo d'un vélo. Dans les activités qui suivent, les enfants vont tout d'abord étudier ce qu'est une dynamo. Ils utiliseront ensuite les connaissances acquises pour comprendre dans les grandes lignes comment une centrale produit de l'électricité.

Activité A : Observer une dynamo

Montrer aux enfants la dynamo d'un vélo et leur faire comprendre qu'il est possible d'allumer une ampoule en faisant tourner la roue, ce qui veut dire à partir d'un mouvement.

Activité B : Tester une dynamo

On donne à chaque groupe une dynamo et une ampoule, et on leur demande s'ils peuvent faire en sorte que l'ampoule s'allume.

Questions pour encourager l'investigation.

- Comment pensez-vous que nous puissions relier la lampe avec la dynamo ?
- Quelle influence va avoir d'après vous la vitesse de rotation de la roue sur la quantité d'électricité produite ?

Si c'est possible, prenez la dynamo seule :

- Quelles sont les différentes parties qui constituent la dynamo ?
- Pouvez-vous les décrire ?

Après le partage des résultats et des observations, l'enseignant encourage les élèves à utiliser les noms suivants pour nommer les différentes parties de la dynamo :

- un aimant en rotation
- une bobine de fil de cuivre
- les extrémités de la bobine
- des lames ou des pièces métalliques.

Tirer des conclusions

Discuter avec les enfants de ce qu'ils ont appris sur les dynamos.

Une dynamo est un petit générateur électrique dans lequel un courant est créé dans la bobine grâce à la rotation d'un aimant. Dans notre vie quotidienne, pour une petite lampe, nous pouvons utiliser une dynamo pour produire de l'électricité. Lorsque l'un d'entre nous actionne une dynamo, on peut dire que l'énergie chimique d'un enfant est transformée en énergie électrique.

Comprendre ce qu'est une centrale électrique

Mise en contexte

Lorsque nous allumons les lumières de la classe, nous les connectons à une source d'électricité. Cette source est capable de fournir de l'électricité à toute une ville, voire plus. Ce n'est pas une simple batterie, comme la source d'électricité d'un téléphone portable, mais une grosse centrale électrique, qui peut être située très loin de l'école.

Discuter des analogies entre la dynamo et la centrale électrique : Dans la dernière activité, les enfants ont vu un circuit électrique reliant la dynamo et l'ampoule. De la même manière, les lampes de la salle de classe sont reliées à *une centrale électrique*.

En utilisant des images (voir *Figure 2.5* par exemple), faire analyser aux enfants le circuit électrique qui relie la salle de classe à une centrale électrique. Faire le lien entre

- la dynamo (de petite taille) et la centrale (de grande taille). On les appelle des *générateurs*.
- les fils électriques (petits) et les lignes électriques et les pylônes (grands) que l'on utilise pour *transporter l'électricité*
- l'ampoule (petite) et l'éclairage de la salle (grand) : *l'utilisation d'électricité*.

Questions pour encourager la discussion

- Qu'est-ce qu'une centrale électrique ? *Un ensemble de bâtiments utilisés pour produire de l'électricité à partir d'une source comme un barrage, du charbon, du gaz naturel, de l'énergie nucléaire, le vent, le Soleil.*
- Avez-vous déjà vu une centrale électrique ? Où ?

- Savez-vous où se trouve la centrale la plus proche de l'école ? *Cette leçon pourrait aussi commencer par une visite de la centrale la plus proche.*
- Y a-t-il des pylônes et des lignes à haute tension à la campagne ?

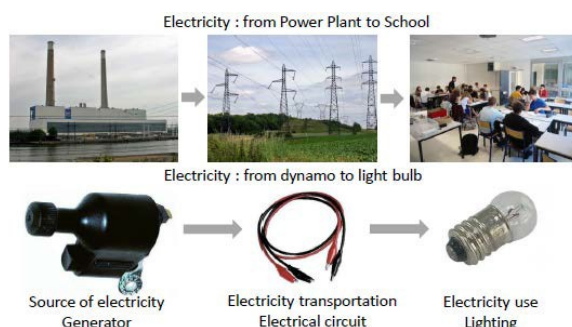


Figure 2.5 : L'électricité, de la centrale à l'école

Activité complémentaire

Montrer une carte des centrales électriques de votre pays, ou plus localement de votre région, en indiquant quelle source énergétique elles utilisent (charbon, gaz naturel, fioul, bois, etc.).

Qu'y a-t-il à l'intérieur d'une centrale électrique ?

Informations préliminaires pour l'enseignant

Environ 75 % de l'électricité produite en Europe provient de centrales alimentées par des combustibles fossiles. On qualifie ces centrales utilisant des énergies non renouvelables de « **classiques** » ou « **conventionnelles** », par opposition à celles, plus progressives, qui ont recours à des énergies renouvelables (vent, lumière du soleil, bois, etc.). À ce stade, il est important d'aider les enfants à prendre conscience de ce qu'il y a à l'intérieur d'une centrale électrique classique. Dans l'idéal, il faudrait que la classe aille visiter la centrale la plus proche. Si c'est impossible, l'activité C vous propose certaines informations.

Activité C

Diviser la classe en groupes. Donner à chaque groupe un diagramme présentant l'intérieur d'une centrale électrique classique (voir l'exemple de la *Figure 2.6* ci-dessous). Demander aux enfants de s'expliquer les uns aux autres (d'abord en petits groupes, puis avec toute la classe) ce qu'ils voient sur ces diagrammes, et ce qu'ils comprennent de ce qu'il se passe.

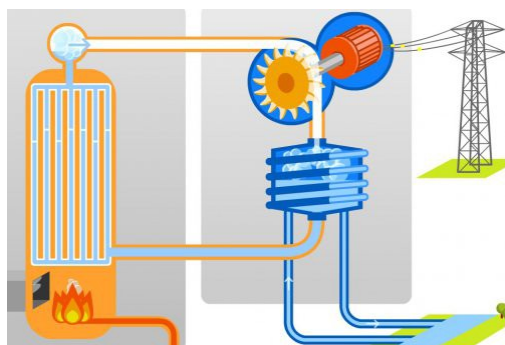


Figure 2.6 : Une centrale électrique classique etab.ac-poitiers.fr/coll-ta-thouars/spip.php?article1348

Questions pour encourager la discussion

- Où pouvez-vous trouver un dispositif similaire à la dynamo (un dispositif qui produit de l'électricité) sur ces diagrammes ? *On peut voir une turbine, qui est reliée à un*

générateur. C'est le générateur qui est similaire à la dynamo.

- *Quelle est la source d'énergie de départ dans cette centrale ? Un combustible fossile (charbon, fioul, gaz naturel) que l'on brûle dans une chaudière.*
- *Qu'arrive-t-il à l'eau ? Elle bout et se transforme en vapeur.*
- *Comment utilise-t-on cette vapeur ? La vapeur engendrée par l'eau quand elle bout permet de faire tourner la turbine.*
- *Qu'avez-vous appris sur les centrales électriques ? L'énergie électrique provient d'une centrale électrique. Toutes ces centrales ont un générateur électrique qui fonctionne comme une grosse dynamo. Dans une centrale classique, on brûle un combustible pour faire bouillir l'eau et obtenir de la vapeur. C'est la vapeur qui fait tourner la turbine. Sa rotation entraîne le générateur, qui produit de l'électricité.*

Les effets d'une centrale classique sur son environnement

Informations préliminaires pour l'enseignant

L'objectif de cette partie est de permettre aux enfants de prendre conscience de certaines conséquences environnementales des centrales électriques classiques. Cette leçon se concentrera en particulier sur la pollution de l'air et sur les émissions de dioxyde de carbone (CO₂).

Mise en contexte

EDF voudrait construire une centrale à charbon près de chez vous. La communauté doit décider d'autoriser ou non la construction de la centrale. Débattre de cette idée avec toute la classe.

Questions pour encourager la discussion

- Quels seraient les avantages de construire une centrale électrique près de chez vous ?
Penser à 1) les fournisseurs d'électricité dans la zone 2) les gens qui vivent à proximité de la centrale 3) les gens vivant dans toute la zone qui sera ainsi fournie en électricité. Imaginer à quoi ressemblerait leur vie s'il n'y avait pas du tout de centrales électriques?
- Quels seraient d'après vous les inconvénients si l'on construisait une centrale électrique près de chez vous ? *Le bruit, la pollution de l'air et de l'eau.*

Débat

Diviser les enfants en groupes. La moitié de la classe doit défendre l'idée de la construction d'une centrale à charbon, et l'autre moitié s'y opposer. Chaque groupe fait quelques recherches pour étayer ses positions. Ils créent ensuite une affiche, et présentent leurs arguments à la classe.

Tirer des conclusions

Demander aux enfants ce qu'ils ont appris sur l'utilisation de combustibles fossiles dans les centrales électriques classiques.

En brûlant des combustibles fossiles comme le charbon, le fioul ou le gaz naturel, les centrales thermiques produisent de grandes quantités d'électricité. C'est très important pour le quotidien de milliards de gens. Brûler des combustibles fossiles engendre néanmoins de la pollution.

Leçon 3 : Les combustibles fossiles et le changement climatique

Apprentissage visé Dans cette leçon, les enfants vont voir rapidement la relation étroite qui existe entre l'utilisation de combustibles fossiles et le réchauffement climatique, ainsi que les conséquences néfastes du changement climatique. Cette leçon conduira ainsi à présenter l'importance de l'utilisation d'énergies renouvelables.

Matériel *Articles de journaux concernant le réchauffement climatique et ses conséquences.*

Compétences développées *Scientifiques : observer ; estimer et mesurer ; analyser ; noter et communiquer.*

Les effets des centrales électriques classiques sur la santé et l'environnement

Informations préliminaires pour l'enseignant

Le problème des énergies fossiles et du changement climatique est extrêmement complexe. Il nécessiterait notamment d'étudier les températures et la concentration en dioxyde de carbone (CO₂) sur de longues périodes. Cette leçon se concentre tout d'abord sur la pollution de l'air et sur les émissions de CO₂, considérant que le CO₂ est un bon exemple de tous les gaz polluants produits lorsque l'on brûle du combustible.

Mise en contexte

La leçon précédente a souligné que les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles provoquaient de la pollution. Organiser une discussion sur les effets de la pollution de l'air sur la santé.

Questions pour encourager la discussion

- Pourquoi l'air est-il si important pour nous ? *Nous avons besoin de respirer pour rester en vie. L'air contient de nombreux gaz différents. L'un d'entre eux, le dioxygène, est essentiel pour notre respiration.*
- Qu'est-ce qui salit l'air, d'après vous ? *Beaucoup des choses qui rendent nos vies confortables, comme les voitures, l'électricité et le chauffage, créent de mauvais gaz qui salissent l'air. Nous pouvons le sentir quand nous sommes bloqués dans les embouteillages ou derrière un vieux camion, ou encore quand nous respirons la fumée d'un feu.*
- Pourquoi un air pur est-il important pour nous ? *Si nous respirons un air pollué, nous sommes plus susceptibles d'avoir des problèmes de santé et de tomber malades. Les polluants de l'air peuvent entraîner toute une série de problèmes de santé, comme des éruptions cutanées, une irritation des yeux ou des sinus, des maux de tête, de la fatigue, de la toux, des éternuements et des vertiges. Plantes et animaux ont également besoin d'un air sain.*
- Montrer aux enfants des images illustrant la pollution de l'air (comme l'exemple de la Figure 2.7 ci-dessous). Que pouvez-vous voir sur ces images ? y a-t-il un problème ? *La pollution de l'air peut devenir une nuisance dans les grandes villes. La photo ci-dessous montre ce qu'il se passe certains jours à Pékin. C'est un brouillard créé par la pollution (du smog).*



Figure 2.7 : La pollution de l'air commons.wikimedia.org/wiki/File:Smog_pekin.JPG

Note pour l'enseignant : la pollution de l'air engendrée par l'activité humaine perturbe l'atmosphère terrestre. Elle est nuisible, aussi bien pour les êtres humains que pour l'environnement.

L'activité qui suit se concentre sur un gaz, le dioxyde de carbone (CO_2), qui est un des constituants de l'air. C'est l'un des gaz produits lorsque l'on brûle des substances comme les combustibles fossiles. Les centrales électriques classiques émettent donc de grandes quantités de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Découvrir le dioxyde de carbone

Questions pour encourager la discussion

- En regardant les deux diagrammes ci-dessous, quelles sont d'après vous les activités humaines qui produisent le plus d'émissions de CO_2 ? *Électricité et production de chaleur : 41 %.* Dans la Figure 2.8, « chaleur » fait référence à la chaleur résiduelle utile qui est générée quand on produit de l'électricité.
- Quels combustibles émettent le plus de CO_2 quand on produit de l'électricité ? *Le charbon et le gaz naturel.*
- Qu'avez-vous appris avec les Figures 2.8 et 2.9 ? *Brûler des combustibles fossiles pour produire de l'électricité est une des principales causes de pollution de l'air, et il est donc important de réduire la quantité de combustibles fossiles que nous brûlons pour produire de l'électricité.*

Carbon dioxide emissions from fossil fuel combustion

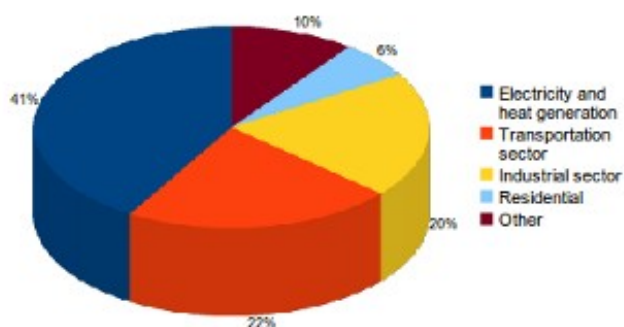


Figure 2.8 : Les émissions de dioxyde de carbone dues à la consommation de combustibles fossiles

<http://whatsyourimpact.org/greenhouse-gases/carbon-dioxide-sources>, provenant du rapport 2012 de l'Agence internationale de l'énergie.

La figure 2.8 se réfère aux données mondiales pour le monde entier en 2012. L'énergie consommée pour l'usage résidentiel est divisée en 2 parties: une partie est incluse dans l'électricité et la

production de chaleur (environ 10% de 41%) et l'autre est clairement indiqué comme une utilisation résidentielle (6%).

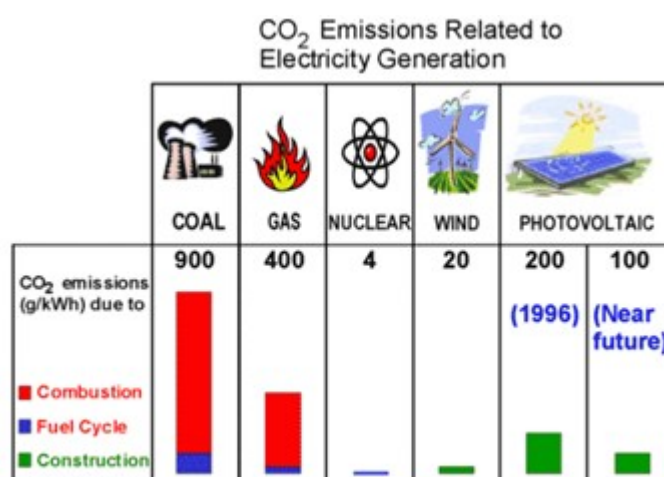


Figure 2.9 : les émissions de CO₂ liées à la production d'électricité

<http://www.giss.nasa.gov/meetings/pollution2002/summaryd.html>

Dioxyde de carbone et réchauffement climatique

Informations préliminaires pour l'enseignant

Il est très difficile pour les enfants de comprendre ce que signifie la « température moyenne sur Terre ». Pour donner une évaluation de ce chiffre, il faut rassembler un grand nombre de données dans le monde entier. Selon l'endroit où les enfants vivent, il pourra notamment être difficile pour eux de s'imaginer que la température moyenne sur Terre est autour de 15°C. Cela pourra donc nécessiter quelques explications, en prenant en compte les saisons et la grande différence de température observée entre les pôles et les zones équatoriales.

Dans l'activité qui suit, on fait une comparaison entre l'élévation de la température qui a commencé au XIX^{ème} siècle et la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, qui ont évolué quasiment de la même manière. Cette hausse est étroitement liée à l'augmentation de l'utilisation des machines à vapeur (brûlant du charbon), puis des moteurs à carburant et de tous les procédés industriels utilisant du combustible.

Au-delà de la question de la pollution : l'excès de dioxyde de carbone est un problème épineux

Dans cette leçon, les enfants tracent des courbes pour mieux comprendre le changement climatique. Diviser la classe en deux groupes. L'un trace une courbe représentant la manière dont la température moyenne sur Terre a changé au cours des 100 dernières années et est susceptible de continuer à évoluer au cours du XXI^{ème} siècle. L'autre trace une courbe représentant l'évolution de la concentration en CO₂ sur la même période.

<https://www3.epa.gov/climatechange/kids/basics/past.html>

Tirer des conclusions

Montrer les deux courbes à la classe.

- Que remarquez-vous avec ces deux courbes ? *Elles ont des formes très similaires.*
- Qu'est-ce que cela signifie ? *L'augmentation de la température et celle de la concentration en CO₂ se sont passées au même moment, et à peu près au même rythme.*
- Quand ces augmentations ont-elles commencé ? Pourquoi pensez-vous qu'elles aient commencé à ce moment-là ? Que s'est-il d'après vous passé en Europe à ce moment-là ? *La révolution industrielle (voir ci-dessus).*

- Qu'avez-vous appris sur le réchauffement climatique en observant ces courbes ?
L'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère terrestre est étroitement liée à l'augmentation de la température moyenne, que l'on appelle « réchauffement climatique ».

Pour aller plus loin

Il est communément accepté que l'augmentation de la concentration en CO₂ est une des principales causes de l'élévation de la température sur Terre. Cela veut donc dire que les centrales qui brûlent du combustible contribuent au réchauffement climatique.

Les conséquences du réchauffement climatique

Informations préliminaires pour l'enseignant

Il est également difficile de comprendre pourquoi un changement de (par exemple) 2°C de la température moyenne sur Terre peut avoir des conséquences aussi importantes pour le climat. Pour illustrer ce point, cette section aborde quelques exemples des effets négatifs du changement climatique. D'après certaines personnes, il existe aussi des effets positifs, mais l'objectif ici est seulement de présenter le réchauffement climatique aux enfants.

Activité : Recherche documentaire

Les médias parlent souvent des conséquences environnementales du réchauffement climatique. Diviser la classe en groupes et distribuer à chaque groupe une série d'articles de journaux. Ces articles doivent traiter entre autres de sujets comme :

- la fonte de la banquise et des glaciers,
- l'élévation du niveau de la mer,
- les problèmes agricoles dus aux sécheresses et aux inondations,
- les mouvements de populations dus au manque d'eau ou à la famine.

Chaque groupe doit lire les différents articles puis faire une courte présentation de ce qu'ils ont appris au reste de la classe. Chaque groupe présente des informations et des données. En comparant les présentations, les enfants prennent conscience des effets négatifs du changement climatique.

Tirer des conclusions

- Après avoir lu ces articles, qu'avez-vous appris sur les conséquences de la hausse des températures, pour les populations de différents pays ? *Certaines zones deviennent plus sèches, d'autres plus humides. De nouveaux moustiques envahissent certains pays, comme le moustique tigre dans le bassin méditerranéen.*
- Après avoir lu les articles, de quelle manière les climats locaux changent-ils, d'après vous ? *Les réponses vont dépendre des expériences locales : plus chaud en été, plus froid en hiver, plus humide, plus sec... À une autre échelle, mentionner que les orages et les cyclones sont considérés comme de plus en plus violents dans les régions tropicales.*
- Qu'avez-vous appris sur le développement durable ? *À cause du réchauffement climatique, beaucoup de choses négatives se passent dans différents pays du monde, qui ont des conséquences graves sur les gens, les animaux et les plantes.*

Faire le point – Conclusion de l'unité 2

Les enfants ont découvert dans l'unité 2 qu'au cours des derniers siècles, l'humanité a utilisé beaucoup des ressources naturelles de la Terre, comme les combustibles fossiles. Aujourd'hui encore, la majeure partie de notre énergie provient de ressources fossiles non renouvelables, ressources qui peuvent s'épuiser et ne plus jamais se régénérer.

Pour éviter cela, et également pour réduire la pollution induite par la combustion de ressources fossiles, qui engendre le réchauffement climatique et des conséquences graves pour les populations, tout le monde doit s'engager pour réduire l'utilisation des énergies non

renouvelables. Pour ce faire, il faut les remplacer par des énergies renouvelables, ou économiser l'énergie.
Les unités 3, 4 et 5 traitent de trois types d'énergies renouvelables. L'unité 6 aborde également les économies d'énergie.

Unité 3 - L'énergie éolienne

Objectifs

Le but de ce chapitre est d'apporter aux enfants la possibilité d'en apprendre plus sur l'énergie éolienne, en utilisant des données scientifiques neutres et des scénarios de la vie réelle. Grâce à des approches fondées sur l'investigation, les leçons encouragent les enfants à avoir une pensée critique et à analyser les problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés à l'énergie éolienne.

Résumé du chapitre

Leçon 1 : Qu'est-ce que l'énergie éolienne ?

En faisant des recherches sur internet pour guider leur apprentissage, les enfants : découvrent le vent comme source d'énergie ; réfléchissent à la manière dont fonctionne une éolienne ; cherchent où se trouvent les parcs éoliens ; et évaluent les avantages et les inconvénients du vent comme source énergétique.

Leçon 2 : Concevoir et fabriquer une éolienne

Les enfants conçoivent et fabriquent leur propre modèle d'éolienne, en utilisant divers matériaux.

Leçon 3 : Meilleur emplacement pour un parc éolien

Les enfants apprennent comment les ingénieurs s'appuient sur des données sur la vitesse et la direction du vent pour décider où placer les éoliennes. Ils fabriquent leurs propres anémomètres et manches à air, et les utilisent pour mesurer la vitesse et la direction du vent dans différents endroits aux alentours de l'école.

Leçon 4 : Un parc éolien dans notre région

Un grand promoteur d'éoliennes souhaite construire un parc éolien dans la région de l'école. Les enfants doivent faire des recherches, analyser des informations et examiner les arguments en faveur ou en défaveur du projet. Ils présentent ensuite leurs résultats à la classe.

Leçon 1 : Qu'est-ce que l'énergie éolienne ?

Apprentissage visé

Les enfants enrichissent leurs connaissances sur l'énergie éolienne en utilisant des ordinateurs pour faire leurs propres recherches.

Ils analysent les avantages et les inconvénients de l'utilisation du vent comme source d'énergie.

Ils montrent leur bonne connaissance et leur solide compréhension de l'énergie éolienne en effectuant des présentations en groupes.

Matériel

Accès à internet, grandes feuilles de papier, feutres.

Compétences développées

Scientifiques : enquêter et expérimenter ; analyser ; noter et communiquer.

Recherche internet

Cette activité est une recherche sur internet. En travaillant en groupes, les enfants utilisent internet pour chercher des réponses à un certain nombre de questions sur l'énergie éolienne.

Ils utilisent ensuite ces recherches pour préparer une présentation sur l'énergie éolienne. Il faut encourager l'utilisation de photos, de vidéos et d'images. Chaque groupe réalise ensuite une courte présentation de 5 minutes sur l'énergie éolienne devant le reste de la classe.

Exemples de questions pour guider la recherche internet :

- Comment le vent produit-il de l'énergie ?
- Comment cette énergie est-elle transformée en électricité ?
- Comment marche une éolienne ?
- Pouvez-vous dessiner et légender une éolienne ?
- Où sont généralement situés les parcs éoliens ?
- Pourquoi le vent est-il considéré comme une énergie renouvelable et propre ?
- Combien cela coûte-t-il approximativement de construire et d'installer une éolienne ?
- Pouvez-vous citer et décrire quelques avantages du fait d'utiliser l'énergie éolienne pour produire de l'électricité ?
- Pouvez-vous citer et décrire quelques inconvénients du fait d'utiliser l'énergie éolienne pour produire de l'électricité ?
- Quel pourcentage de l'électricité provient de l'énergie éolienne dans votre pays/en Europe ?
- Quel pays d'Europe produisait le plus/le moins d'énergie à partir du vent en 2015 ?
- Aimerez-vous vivre à proximité d'un parc éolien ? Pourquoi ?

Sites internet utiles

Voici des sites internet que les enfants peuvent utiliser pour rassembler des informations :

Vidéo :

https://www.youtube.com/watch?v=niZ_cvu9Fts

Pages Web :

- <http://www.darvill.clara.net/altenerg/wind.htm>
- <http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter16.html>
- http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=wind_home-basics-k.cfm
- <http://www.childrensuniversity.manchester.ac.uk/interactives/science/energy/renewable/>
- http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/purepower.pdf
- http://windpower.org/en/knowledge/wind_with_miller.html

Leçon 2 – Concevoir et fabriquer une éolienne

Apprentissage visé

Les enfants montrent qu'ils ont compris comment marchait une éolienne, en dessinant, concevant et fabriquant une maquette d'éolienne grâce à différents matériaux de la vie quotidienne.

Ils évaluent l'efficacité de leurs éoliennes en déterminant quelle masse elles peuvent soulever.

Matériel

Exemples de matériaux pouvant être utilisés :

Piques à brochette, tuteurs, ficelle, gobelets en plastique, cylindres en mousse/boules en polystyrène, bobines/canettes en plastique, bouchons en liège, carton, pailles, rondelles, assiettes en carton,

bouchons en caoutchouc, poids, ciseaux, agrafeuse

NB : *il faudra aussi un gros ventilateur ou un sèche-cheveux pour tester les éoliennes.*

Compétences développées

Scientifiques : observer ; planifier ; explorer ; fabriquer ; évaluer ; enquêter ; résoudre des problèmes ; collaborer ; noter et communiquer.

Mathématiques : appliquer ses connaissances et résoudre des problèmes ; raisonner ; mettre en œuvre ; comprendre et se rappeler.

Mise en contexte

Elex a décidé que (un emplacement de votre choix à proximité de l'école) était un site adapté pour installer un parc éolien. Ce projet de parc éolien comprend 19 éoliennes de 121 mètres de haut.

Elex veut revoir la structure de ses éoliennes et vous demande de concevoir une éolienne efficace.

Avant de présenter votre projet à Elex, vous devez fabriquer un prototype.

Proposer aux enfants le défi suivant : en groupes, ils doivent concevoir et fabriquer une maquette d'éolienne qui tourne librement quand on la place devant un ventilateur et qui peut soulever un poids d'au moins 10 g.

Recherches

Note pour l'enseignant

Les enfants examinent des photos de différents modèles d'éoliennes ou de moulins à vent. Cela leur permet d'observer et d'analyser de manière critique différentes formes d'éoliennes. Ils utilisent ensuite les connaissances acquises pour définir leur propre modèle d'éolienne.

Distribuer à chaque groupe des photos de différents types d'éoliennes ou de moulins à vent et demander aux enfants d'observer attentivement les images. Voir les exemples de photos ci-dessous. Les commenter avec les enfants.





Questions pour guider l'observation

- Comparer les formes des différentes éoliennes et expliquer comment vous pensez qu'elles fonctionnent. *La principale différence de forme, c'est que les éoliennes produisant de l'électricité ont besoin de tourner plus vite et donc qu'elles ont des pales plus fines et moins nombreuses. Celles qui utilisent la force du vent pour entraîner une machinerie, comme les éoliennes de pompage ou les moulins à vent, ont besoin de pales plus larges et plus nombreuses.*
- Combien d'éoliennes ont trois pales ?
- Avez-vous déjà vu ces formes d'éoliennes auparavant ? Où ?
- À quel angle sont positionnées les pales ?
- Quelles formes ont les pales ?
- Laquelle de ces éoliennes est d'après vous la plus efficace pour produire de l'électricité ? Donner une raison pour justifier votre réponse.

Préparation

En groupes, les enfants examinent la gamme de matériaux qu'ils ont à leur disposition pour construire leurs propres éoliennes (voir liste de matériaux ci-dessus).

En utilisant les informations trouvées pendant la phase de recherches ci-dessus, chaque groupe dessine un schéma détaillé de sa maquette d'éolienne. Encourager les enfants à réfléchir aux variables suivantes avant de définir la forme pour laquelle ils veulent opter :

Variables d'une éolienne

- Taille des pales
- Nombre de pales
- Finesse des pales
- Forme des pales

Note pour l'enseignant : Il est important de **ne pas montrer** aux enfants de schéma d'éolienne. Il vaut mieux les laisser créer leur propre modèle. La *Figure 3.1* est surtout là pour aider l'enseignant à guider les enfants pendant qu'ils créent leur modèle d'éolienne.

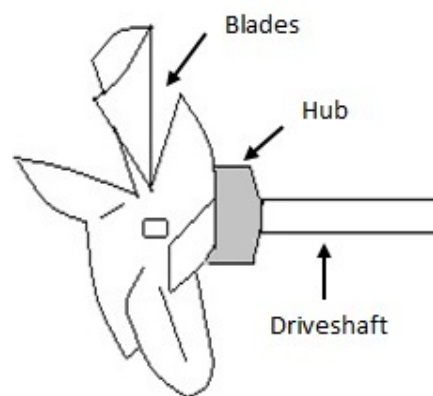


Figure 3.1 : Un modèle possible

On peut trouver d'autres schémas et des démonstrations sur internet. Par exemple : <http://www.stemmom.org/2012/10/building-wind-turbines-engineering-lab.html>

Fabrication

Chaque groupe construit ensuite sa maquette en suivant attentivement son schéma. Pendant qu'ils fabriquent leurs maquettes, il faut encourager les différents groupes à les tester pour s'assurer que les pales de leurs éoliennes tournent bien lorsqu'elles sont placées devant le ventilateur/sèche-cheveux.

NB : les enfants trouveront peut-être des défauts de conception ou de fabrication en testant leurs éoliennes avec le ventilateur, il est donc important de leur laisser du temps pour revoir et retester leurs modèles à partir de leurs observations.

Évaluation

Chaque groupe présente sa maquette au reste de la classe, explique comment elle marche et fait le lien entre son propre modèle et la manière dont fonctionne une vraie éolienne.

Questions pour encourager la discussion

- Votre maquette est-elle similaire à la manière dont fonctionne une éolienne ?
- Quelle maquette d'éolienne est d'après vous la plus efficace ? Pourquoi ?
- Pourquoi pensez-vous que ce modèle fonctionne mieux que d'autres ?
- Avez-vous été fidèles à votre projet initial ?
- Qu'aimez-vous le plus sur votre maquette d'éolienne ?
- Si vous deviez fabriquer une nouvelle maquette, y a-t-il quelque chose que vous feriez différemment ?
- Si vous deviez placer votre éolienne quelque part dans l'enceinte de l'école, où la mettriez-vous ? Comment pouvons-nous évaluer si cet endroit est adapté ?

Expérience. Votre éolienne peut-elle soulever un poids de 10 grammes ?

Les enfants testent la puissance de leurs éoliennes. Ils peuvent le faire en attachant à l'axe un panier (gobelet en plastique) chargé d'un petit poids. Ils placent ensuite la maquette face au ventilateur et voient si l'éolienne peut soulever le poids. La *Figure 3.2* présente une manière possible de procéder (uniquement à l'intention de l'enseignant).

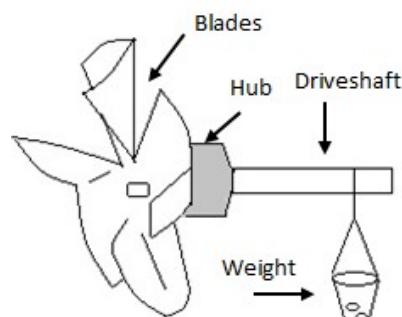


Figure 3.2: Possible design solution

Questions pour encourager la discussion

- Quelle éolienne a soulevé le poids le plus lourd ?
- Pourquoi pensez-vous que ce modèle ait donné de meilleurs résultats que d'autres ?
- Si vous deviez améliorer votre éolienne, que feriez-vous différemment ? Pourquoi ?

Activités complémentaires

Les enfants pourraient réfléchir à d'autres investigations qu'ils pourraient mener en utilisant leurs éoliennes. Par exemple :

- La longueur des pales a-t-elle une incidence sur la vitesse de rotation de l'éolienne ?
- La forme des pales a-t-elle une incidence sur la vitesse de rotation de l'éolienne ?
- L'angle d'inclinaison des pales a-t-il une incidence sur la vitesse de rotation de l'éolienne ?
- La distance entre le ventilateur et l'éolienne a-t-elle une incidence sur la vitesse de rotation ?

Le plan suivant peut guider les enfants pour organiser leurs recherches :

Question initiale : Que voulons-nous déterminer ?

Notre enquête : Qu'allons-nous faire ?

Matériel : De quels équipements avons-nous besoin ?

Conserver/changer : Comment s'assurer que l'expérience n'est pas biaisée ?

Résultats : Comment allons-nous noter et communiquer nos résultats ?

Notre prévision : Que va-t-il d'après nous se passer ?

Leçon 3 – Meilleur emplacement pour un parc éolien

Apprentissage visé

Les enfants analysent les avantages et les inconvénients de différents emplacements de parcs éoliens.

Ils fabriquent un anémomètre pour mesurer la vitesse du vent et une manche à air pour déterminer sa direction.

Ils rassemblent des données sur la vitesse et la direction du vent, et déterminent ainsi l'emplacement le plus adapté pour placer des éoliennes aux environs de l'école.

Matériel

Manche à air : papier (A4), papier de soie, ciseaux, ficelle, perforatrice.

Anémomètre : bandes de carton, agrafeuse, gobelets en plastique, crayon à papier avec une gomme au bout, punaises.

Carte du quartier ou de la zone.

Compétences développées

Scientifiques : observer ; prévoir ; enquêter et expérimenter ; estimer et mesurer ; noter et communiquer ; analyser.

Mise en contexte

Présenter des photos montrant les emplacements de différents parcs éoliens. Les enfants examinent et commentent les images.

Questions pour encourager la discussion

- Dans quels types d'endroits trouve-t-on des parcs éoliens ?
- Regardez-la direction vers laquelle les éoliennes sont orientées. Pourquoi d'après-vous sont-elles orientées ainsi ?
- Pensez-vous qu'une montagne/des terres cultivables/la mer soient un bon emplacement pour un parc éolien ? Pourquoi ?
- Quelles conséquences pourrait avoir l'installation d'éoliennes pour les gens et les bâtiments ?
- Quel impact peuvent d'après-vous avoir les éoliennes sur l'environnement ?
- Comment pensez-vous que les ingénieurs décident de l'emplacement où ils installent les parcs éoliens ? *Vitesse et direction du vent, accès au réseau électrique, état du terrain, bâtiments à proximité.*

Expérience : Quel est le meilleur emplacement pour une éolienne ?

Mise en contexte

Elex projette de construire un parc éolien à proximité de votre école. Les enfants doivent chercher quel serait l'emplacement le plus adapté. Ils jouent le rôle des ingénieurs et fabriquent leurs propres anémomètres et manches à air pour déterminer le meilleur emplacement. Les anémomètres et les manches à air sont pour cela des instruments clés.

Montrer aux enfants la photo d'un *anémomètre*.

Informations préliminaires pour l'enseignant : L'anémomètre est l'instrument utilisé pour mesurer la vitesse du vent. Il est composé de 3 ou 4 coupelles, qui tournent quand le vent souffle. On détermine la vitesse en fonction du nombre de tours que réalisent les coupelles autour de l'axe en un temps donné.

Montrer aux enfants la photo d'une *manche à air*.

Informations préliminaires pour l'enseignant : Une manche à air montre la direction du vent. Le vent s'engouffre dans l'ouverture la plus large de la manche, qui du coup pointe dans la direction dans laquelle souffle le vent. Si la manche pointe vers l'ouest, cela veut donc dire que le vent vient de l'est.

Mesurer la direction et la vitesse du vent.

Les enfants travaillent en groupe pour fabriquer une manche à air, un anémomètre, ou les deux.

Ils examinent des photos de manches à air/anémomètres et regardent le matériel donc ils disposent pour fabriquer les leurs. Ils dessinent alors un schéma de leur projet, puis fabriquent leur manche à air/anémomètre.

Les indications suivantes peuvent être utiles à l'enseignant pour guider les enfants dans la réalisation de leurs schémas.

Manche à air

1. Rouler une feuille A4 et la fixer.
2. Découper de longues bandes de papier de soie et les coller (sur la face intérieure) à l'une des extrémités de la manche à air.
3. Percer deux trous à l'autre extrémité de la manche.
4. Passer une ficelle à travers ces trous et faire un nœud.
5. Attacher la manche à air au bout d'un bâton.

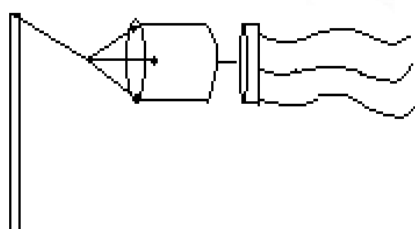


Figure 3.3 : Exemple de manche à air

Anémomètre

1. Faire une croix en agrafant ensemble deux bandes de carton.
2. Prendre 4 gobelets en plastique et faire une marque sur l'un d'entre eux.
3. Agrafer les gobelets aux extrémités de la croix, l'ouverture de l'un faisant face au fond de l'autre.
4. Placer un crayon sous le centre de la croix et fixer la croix au crayon en enfonçant une punaise à travers le carton et dans la gomme.
5. S'assurer que l'ensemble tourne aisément.

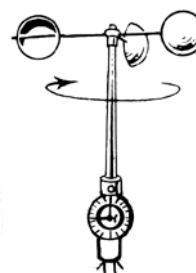


Figure 3.4 : Exemple d'anémomètre

Un emplacement à proximité de l'école

Les enfants regardent une carte de l'école et de ses environs et sélectionnent trois emplacements où pourraient être placées les éoliennes. Ils doivent expliquer leurs choix. En utilisant leurs manches à air et leurs anémomètres, les enfants vont ensuite mesurer la direction et la vitesse du vent dans les trois endroits sélectionnés.

Ils doivent compter le nombre de tours que décrit l'anémomètre autour de son axe en une minute (fréquence de rotation). Ils doivent trouver une manière de suivre le nombre de tours. Pour cela, ils peuvent par exemple décider de faire une marque sur l'un des gobelets, ou d'utiliser des gobelets de couleurs différentes.

Il faut les encourager à réaliser trois mesures à chaque endroit, et à calculer une fréquence de rotation moyenne.

Ils notent ensuite les données obtenues dans un tableau, voir *Tableau 3.1* ci-dessous, puis tracent un graphe pour représenter ces résultats et enfin déterminent quel emplacement serait le plus adapté pour l'éolienne. Pour conclure, organiser une discussion avec toute la classe pour comparer les résultats obtenus par chaque groupe.

Questions pour encourager la discussion

- Quel est l'emplacement où il y a le plus/le moins de vent ? Comment le savez-vous ?
- Quel emplacement serait d'après vous le plus adapté pour placer une éolienne ? Pourquoi ?
- Dans quelle direction devrait être orientée l'éolienne à cet endroit ? Pourquoi ?
- Quel impact pourrait avoir sur les élèves/les parents/les enseignants une éolienne placée à cet endroit ?

Emplacement	Mesure n°1	Mesure n°2	Mesure n°3	Fréquence de rotation moyenne	Direction du vent
Emplacement 1					
Emplacement 2					
Emplacement 3					

Tableau 3.1 : Exemple de tableau présentant les résultats obtenus

Leçon 4 : Un parc éolien dans notre région

Apprentissage visé

Les enfants analysent de manière critique des informations sur l'installation de parcs éoliens.

Ils utilisent les informations réunies pour jouer leurs rôles dans un débat sur l'installation d'un parc éolien, en représentant différents points de vue de la communauté.

Matériel

Cartes représentant différents rôles : (i) Autorités, (ii) Riverain favorable au projet, (iii) Riverain opposé au projet, (iv) Compagnie éolienne, (v) Écologiste, (vi) Agriculteur.

Accès à internet

Compétences développées

Scientifiques : appliquer ses connaissances et résoudre des problèmes ; poser des questions ; analyser ; noter et communiquer.

Mise en contexte

Elex souhaiterait installer un parc éolien dans votre quartier. Une partie de la communauté est favorable à ce projet, tandis que d'autres s'y opposent. L'enseignant lit aux enfants une lettre qui explique que les autorités locales veulent organiser un débat pour décider si ce projet doit être autorisé ou non.

Voici un résumé de la lettre qui peut être lue à la classe :

Je vous écris pour vous informer d'un nouveau projet dans votre zone. Elex a récemment demandé un permis pour construire un parc éolien à (ajouter le nom de votre ville). Ce parc serait constitué de 60 éoliennes de 120 m de haut. L'investissement nécessaire s'élève à 6,4 millions et le site produirait environ 180 millions de kWh par an.

Bien que les éoliennes soient d'importantes sources d'énergie renouvelable, certains membres de la communauté déplorent que l'emplacement du site soit si proche de leur maison ou de l'école. Ce projet pourrait avoir un impact considérable sur la zone concernée. Il est donc essentiel que tous les points de vue soient entendus. Le Service d'urbanisation de (ajouter le nom de votre ville) a donc décidé d'organiser un débat sur ce sujet. Au cours de ce débat, toutes les parties intéressées pourront exprimer leur opinion, avant qu'une décision ne soit prise quant à l'autorisation ou non de ce projet. La réunion aura lieu à (ajouter la salle de classe), le (ajouter la date) à (ajouter l'heure).

Questions pour encourager la discussion

- Pensez-vous qu'un parc éolien dans notre quartier soit une bonne idée ? Pourquoi ?
- Pourquoi d'après vous certaines personnes pourraient-elles s'y opposer ?

Débat

En groupes, les enfants réfléchissent aux personnes sur lesquelles la décision de construire in parc éolien pourrait avoir un impact. Par exemple les familles, les agriculteurs, les autorités locales, la compagnie éolienne, etc.

Les enfants sont ensuite informés qu'ils vont participer à un débat « public », dans lequel ils devront représenter les différents membres de la communauté. On attribue à chaque groupe un « rôle ».

En vue de préparer le débat, chaque groupe doit réfléchir à son rôle : trouver des informations pour étayer ses arguments et travailler en collaboration pour créer une affiche présentant ses opinions/ses découvertes. Ils feront ensuite une petite présentation lors du la « réunion publique ».

Travail en groupe

Distribuer les cartes avec les différents rôles.

Voici des exemples des différents rôles possibles :

Partisans du projet de parc éolien	Opposants au projet de parc éolien
<i>Riverains</i> Vous êtes les riverains du site de ce projet. Vous comprenez que l'on ne peut pas continuer à utiliser des combustibles fossiles pour produire de l'énergie. La construction du parc éolien va créer de l'emploi et aider des organisations locales. Elle nous rendra aussi moins dépendants des importations d'énergie. Vous pensez qu'il faut soutenir le projet.	<i>Riverains</i> Vous êtes les riverains du site de ce projet. Même si vous comprenez l'importance d'utiliser des énergies renouvelables, vous ne voyez pas pourquoi cela doit se faire au bord de votre jardin. Vous êtes inquiets à cause de la pollution sonore et de l'impact qu'aura le parc éolien sur la valeur de votre propriété.

EDF Énergie Vous êtes un représentant d'Elex Énergie, la compagnie qui veut construire ces éoliennes. Vous n'êtes pas très populaire parmi les opposants au projet, donc vous devez faire de votre mieux pour les convaincre que ce projet sera bénéfique à leur ville, en créant de l'emploi et en fournissant une source d'énergie « propre ».	Gouvernement irlandais Vous êtes agriculteurs et vous possédez des terres sur lesquelles vous cultivez des céréales et élevez du bétail. Vous avez appris qu'un parc éolien pourrait être construit sur une partie de vos terres. Vous pensez que les énergies renouvelables ne servent à rien et vous êtes inquiets de l'impact que pourrait avoir un parc éolien sur vos cultures et vos bêtes.
Agriculteurs Vous êtes le gouvernement. En tant que dirigeants du pays, vous devez penser au bien de vos citoyens, de votre économie et de l'environnement – pas seulement à l'échelle locale, mais aussi à celle du pays tout entier. Votre objectif est de faire de l'Irlande un pays pionnier sur les questions environnementales.	Office de tourisme d'Irlande Vous êtes l'Office de tourisme d'Irlande. Vous pensez que la construction d'un parc éolien nuirait à la beauté du paysage et aurait donc un effet négatif sur le tourisme.
Les enfants discutent des informations présentes sur les cartes et font quelques recherches sur internet pour trouver davantage d'informations pour étayer leur point de vue. Ils doivent préparer une présentation ou une affiche qui résume leurs arguments. Ils doivent également écrire une déclaration convaincante qui donnera envie à la communauté d'écouter leur point de vue. Voici quelques sites internet qui pourront être utiles aux enfants pour trouver des informations sur le rôle qu'ils doivent jouer dans le débat : • http://www.iwea.com/environmentalimpacts • http://www.iwea.com/windenergymyths1 • http://www.seai.ie/Renewables/Wind_Energy/Wind_Farms/Wind_Farms_and_the_Environment/Birds_and_wind_farms/ • http://www.windawareireland.com/social-issues/ • http://www.seai.ie/Renewables/Wind_Energy/Wind_Farms/Wind_Farms_and_the_Environment/Wind_farm_noise/ Présentation Chaque groupe présente son affiche aux autres. Leur laisser deux minutes pour faire une session de questions/réponses à la fin de chaque présentation.	
Tirer des conclusions Questions pour encourager la discussion • Soutenez-vous le projet de parc éolien ? Pourquoi ? • Les décisions ont-elles été prises en s'appuyant sur différentes informations ? • Est-ce que tout le monde dans votre groupe était d'accord ? • Une raison a-t-elle pesé plus que les autres ? • D'où avez-vous tiré vos informations ?	

Unité 4 - L'énergie solaire

Objectifs

Dans cette unité, les leçons s'appuient sur l'investigation pour aborder les problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés à l'énergie solaire. Ces activités et ces investigations vont aider les enfants à améliorer leur compréhension de :

- la nature, la transformation et l'utilisation de l'énergie solaire comme source d'énergie renouvelable
- la conversion de l'énergie solaire en autres formes d'énergies (chaleur et électricité)
- la manière dont différentes formes d'énergies sont utilisées pour diverses applications

Résumé du chapitre

Leçon 1 : Le Soleil, notre source d'énergie

Dans cette partie introductive, l'enseignant encourage la discussion entre les élèves sur le thème de l'énergie solaire, en abordant quelques-uns des avantages et des inconvénients de l'utilisation de l'énergie solaire.

Leçon 2 : Convertir l'énergie solaire en chaleur et en électricité

Les enfants découvrent comment l'énergie solaire peut être transformée en chaleur et en électricité, et de quelle manière ce processus peut être influencé par de nombreux facteurs.

Leçon 3 : Les besoins en électricité à la maison

Dans cette activité, les enfants calculent le coût de l'électricité qu'ils consomment en moyenne par jour à la maison et réfléchissent aux économies d'énergies qui pourraient être réalisées en investissant dans des panneaux solaires.

Leçon 1 : Le Soleil, notre source d'énergie

Apprentissage visé

Les enfants apprennent comment l'énergie qui nous vient du Soleil peut être transformée en lumière visible, en chaleur et en énergie électrique. Ils découvrent aussi les avantages et les inconvénients de l'énergie solaire.

Matériel

Feuille d'activité pour la recherche internet, accès à internet.

Compétences développées

Scientifiques : poser des questions ; enquêter ; analyser ; collaborer.
Mathématiques : raisonner ; résoudre des problèmes.

Informations préliminaires pour l'enseignant

La majeure partie de notre énergie vient du Soleil. On parle d'énergie solaire. La surface de la Terre est exposée en permanence aux rayons du Soleil, qui, quand on les concentre d'une certaine manière, peuvent produire une quantité importante de chaleur ou être transformés en électricité. La Terre absorbe une petite partie de cette énergie solaire, le reste se perd dans l'espace. L'énergie solaire est utilisée par les plantes pour pousser, à travers le processus de photosynthèse. Les plantes sont la base de la chaîne alimentaire, tant pour les animaux que pour les humains, et sont transformées lors de réactions chimiques complexes en l'énergie dont les organismes vivants ont besoin pour vivre. L'énergie solaire est à l'origine du vent et des courants marins, dont l'énergie peut être convertie en énergie électrique ou mécanique. L'énergie solaire est renouvelable, dans la mesure où le Soleil est une source quasiment inépuisable d'énergie. L'humanité est à la recherche permanente de nouveaux moyens de la capter, de la stocker et de l'utiliser.

Recherche internet

En travaillant en groupes, les enfants utilisent internet pour chercher des réponses à un certain

nombre de questions sur l'énergie solaire. Ils utilisent ensuite ces recherches pour préparer une présentation sur l'énergie solaire. Il faut les encourager à ajouter des photos, des vidéos et des images à leurs présentations. Chaque groupe réalise ensuite une courte présentation de 5 minutes sur l'énergie solaire devant le reste de la classe.

Exemples de questions pour guider la recherche internet :

- Qu'est-ce que le Soleil ? *Une étoile qui nous donne de l'énergie.*
- Qu'est-ce que l'énergie solaire ? *Les rayons du Soleil qui atteignent la Terre.*
- Pourquoi le Soleil est-il utile ? *Il fait pousser les plantes, réchauffe les mers, l'atmosphère et la terre. C'est de lui que dépend le temps qu'il fait sur Terre.*
- Comment pouvons-nous utiliser l'énergie solaire ? *En la convertissant en d'autres formes d'énergie : chaleur et électricité.*
- Pouvez-vous trouver des exemples de conversion de l'énergie solaire en chaleur ? *Chauffer l'eau : pour les piscines ou dans les maisons ; chauffer des espaces : serres, bâtiments.*
- Pouvez-vous trouver des exemples de conversion de l'énergie solaire en électricité ? *Panneaux solaires ou panneaux photovoltaïques : ils transforment la lumière du Soleil en électricité ; centrales électriques qui transforment indirectement la lumière du Soleil en électricité : de l'eau est chauffée pour obtenir de la vapeur, qui est utilisée dans un générateur de courant.*
- L'énergie du Soleil peut-elle être nocive ? *Elle peut brûler notre peau et détériorer notre vision. C'est pour cela que nous utilisons de la crème solaire et des lunettes de soleil.*
- Pouvez-vous citer quelques avantages et inconvénients de l'énergie solaire ? *(Voir tableau 4.1 ci-dessous).*

Avantages	Inconvénients
• Son abondance (le Soleil envoie plus d'énergie à la Terre en une heure que nous n'en utilisons en un an en comptant les combustibles fossiles, le nucléaire et toutes les sources renouvelables). • C'est une source d'énergie quasiment inépuisable. • Elle est gratuite (sous forme d'énergie rayonnante). • Différentes formes de vies se sont adaptées pour utiliser cette source d'énergie. • Utiliser l'énergie solaire ne pollue ni l'air, ni l'eau. • On peut la stocker.	• Elle n'est disponible que pendant la journée. • La convertir sous d'autres formes d'énergie a un coût. • La quantité d'énergie solaire reçue au niveau du sol n'est pas constante : elle varie selon les saisons, l'emplacement géographique et les conditions météorologiques. • Il existe un risque associé aux rayons UV, augmenté par la diminution de la couche d'ozone. • Il faut ensuite se débarrasser des panneaux photovoltaïques.

Tableau 4.1 : Avantages et inconvénients de l'énergie solaire.

Sites internet utiles

Voici des sites internet que les enfants peuvent utiliser pour rassembler des informations :

- <http://www.childrensuniversity.manchester.ac.uk/interactives/science/energy/renewable/>
- http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=solar_home-basics-k.cfm
- <http://energyinformative.org/solar-energy-pros-and-cons/>
- <http://www.solarenergy-facts.org/>
- <http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter15.html>
- <http://www.energysavingtrust.org.uk/domestic/solar-water-heating>
- <http://environment.nationalgeographic.com/environment/global-warming/solar-power->

[profile/](#)

- <http://www.nrel.gov/workingwithus/re-photovoltaics.html>
- <http://energy.gov/eere/energybasics/articles/solar-photovoltaic-technology-basics>

Leçon 2 : Convertir l'énergie solaire en chaleur et en électricité

Apprentissage visé Les enfants réalisent des expériences simples pour mieux comprendre comment :

- l'énergie solaire peut être utilisée pour chauffer de l'eau.
- la couleur des conteneurs dans lesquels l'eau se trouve peut influencer la vitesse de chauffage.
- utiliser des miroirs ou des lentilles peut accélérer le chauffage de l'eau.

Matériel Thermomètres, récipients en verre, miroirs, lentilles, cellules photovoltaïques, fils électriques, multimètres, lampes de bureau.

Compétences développées

Scientifiques : formuler des questions ; observer ; déduire ; formuler des hypothèses ; prévoir ; enquêter ; formuler des conclusions à partir de preuves ; noter et communiquer.

Mathématiques : appliquer ses connaissances et résoudre des problèmes ; raisonner ; mettre en œuvre ; comprendre et se rappeler ; utiliser des instruments.

Convertir l'énergie solaire en chaleur

Planifier et mener une expérience

Diviser les enfants en groupes de 3 ou 4. Distribuer à chaque groupe 2 récipients en verre de même taille, et 2 thermomètres. Les enfants remplissent chaque récipient d'une même quantité d'eau du robinet. Ils mesurent la température de l'eau dans chaque récipient, puis en placent un dans un endroit ensoleillé et un autre à l'ombre. Demander aux enfants de prévoir comment va évoluer, d'après eux, la température dans chaque récipient, et pourquoi. Ils mesurent ensuite la température toutes les 10 minutes pendant une heure, et notent les résultats obtenus dans un tableau similaire au *Tableau 4.2* ci-dessous.

<i>Temps (minutes)</i>	<i>Température de l'eau placée au soleil (en °C)</i>	<i>Température de l'eau placée à l'ombre (en °C)</i>
10		
20		
30		
40		
50		
60		

Tableau 4.2 : Mesurer la température de l'eau

Les données du tableau peuvent ensuite être représentées sous forme de graphe (avec le temps sur l'axe des X et la température sur l'axe des Y), pour les interpréter et conclure.

Activité complémentaire

Les enfants peuvent aussi déterminer si la couleur du récipient a un effet sur la température de l'eau (comparer une couleur vive à une couleur sombre). Pour cela, demander aux enfants de répéter l'expérience en utilisant cette fois des récipients de couleurs différentes, tous placés au soleil. La quantité d'eau doit être exactement la même dans tous les cas. Comparer les résultats et observer l'influence de la couleur des récipients sur la température de l'eau.

Tirer des conclusions

Les enfants présentent ensuite leurs résultats aux autres groupes et les comparent. Ils discutent de ce qu'ils ont appris grâce à cette expérience.

La manière dont l'énergie solaire peut être utilisée pour chauffer de l'eau, et le fait que la couleur du récipient peut accélérer le processus de chauffage.

Activité A: Comment chauffer l'eau à des températures plus élevées ?

Informations préliminaires pour l'enseignant

Les lentilles convexes et les miroirs concaves peuvent être utilisés pour « concentrer » les rayons du Soleil ?

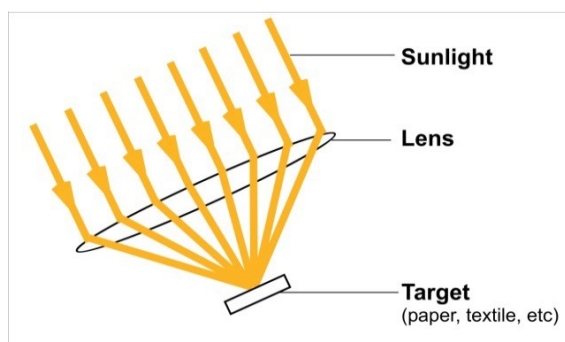


Figure 4.1 : Rayons du Soleil concentrés grâce à une lentille

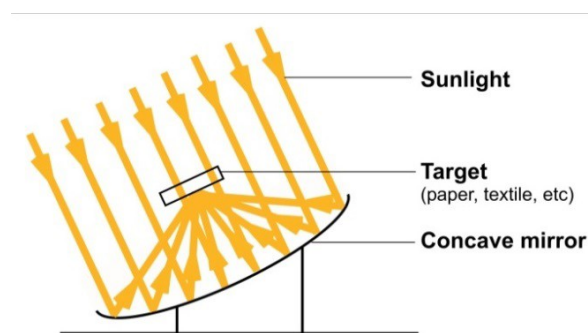


Figure 4.2 : Rayons du Soleil concentrés grâce à un miroir

Note pour l'enseignant

Dans cette expérience, on répète plus ou moins la précédente mais cette fois en améliorant le processus de chauffage grâce à des lentilles ou des miroirs. On donne à chaque groupe un récipient en verre, ainsi qu'une lentille ou un miroir, et on leur demande de voir comment diriger les rayons du Soleil sur le récipient.

Note concernant la sécurité

Il ne faut pas utiliser de bouteilles en plastique pour cette expérience, car elles pourraient être endommagées par la lumière très concentrée.

Planifier et mener une expérience

Distribuer aux enfants différents miroirs et lentilles. Poser les mêmes questions que pour l'expérience précédente, en ajoutant celle-ci :

Si j'utilise un miroir ou une lentille, puis-je augmenter la température de l'eau contenue dans le récipient?

Les enfants discutent de cette question en groupe, formulent des prévisions, et élaborent et mènent une expérience qui permet de ressembler des données corroborant leurs prévisions.

Une manière possible de mener cette expérience

Les enfants remplissent 2 récipients en verre (330-500 mL) avec la même quantité d'eau. Ils mesurent la température initiale dans les deux récipients et les placent au soleil. Ils ne touchent pas au premier récipient, et utilisent un miroir ou une lentille pour concentrer la lumière directement sur le second. Ils mesurent la température de l'eau dans les deux contenants toutes les 10 minutes pendant une heure, et notent leurs résultats dans un tableau.

Ils comparent ensuite les températures dans les deux récipients. Les données de ce tableau peuvent être représentées graphiquement de la même manière que pour l'expérience précédente, pour les comparaisons finales et la discussion.

Tirer des conclusions

Les enfants discutent de ce qu'ils ont appris grâce à cette expérience.

L'énergie solaire peut être utilisée pour chauffer de l'eau. Utiliser des miroirs ou des lentilles peut accélérer le chauffage de l'eau. Plus on utilise de miroirs ou de lentilles, plus le processus de chauffage est rapide.

Activité B : L'énergie solaire peut être convertie en électricité

Mise en contexte

Montrer les photos suivantes aux enfants



Questions pour encourager la discussion

- Que savez-vous sur les cellules photovoltaïques ?
- Quelle source d'énergie est utilisée d'après vous sur chacune de ces photos ?
- Comment pensez-vous que l'énergie du Soleil soit convertie en électricité ? *Grâce aux cellules photovoltaïques. Photo signifie « lumière » et le volt est une unité de mesure de l'électricité.*
- Pensez-vous que le fait que la journée soit ensoleillée ou nuageuse ait une influence sur la quantité d'électricité produite par la cellule ? Pourquoi ? Comment pouvons-nous en avoir la preuve ?
- Quels autres facteurs pourraient avoir une influence sur la quantité d'électricité produite ? *La taille de la cellule, l'intensité de la chaleur.*
- À quel moment de la journée la cellule va-t-elle produire le plus d'électricité ? *Entre 11h et 15h, quand le Soleil est le plus chaud.*
- Quels sont les avantages d'utiliser l'énergie solaire pour produire de l'électricité ? *C'est une source d'énergie gratuite, qui ne nuit pas à l'environnement, etc.*
- Quels sont les inconvénients d'utiliser l'énergie solaire pour produire de l'électricité ? *Les conditions météorologiques ne sont pas toujours adaptées pour produire suffisamment d'électricité à partir de l'énergie solaire.*

Après cette première discussion, les enfants peuvent regarder une vidéo qui explique comment les cellules photovoltaïques convertissent l'énergie solaire en électricité. Voici quelques recommandations :

- <https://www.nrel.gov/workingwithus/re-photovoltaics.html>
- <http://energy.gov/eere/energybasics/articles/photovoltaic-technology-basics>

Informations préliminaires pour l'enseignant

Les cellules photovoltaïques (de « photo », lumière, et « volt », l'unité de mesure) peuvent aussi être appelées cellules solaires.

Elles peuvent convertir jusqu'à 25 % de l'énergie solaire en électricité. La quantité d'électricité

produite dépend de plusieurs facteurs : taille de la cellule, efficacité de la conversion et intensité de la source lumineuse.

Le matériau le plus répandu dans les cellules photovoltaïques est le *silicium*. Les rayons du Soleil arrivent à la surface de la plaque et produisent, selon un mécanisme spécifique, un flux d'électrons à l'intérieur de cette plaque, c'est-à-dire un courant électrique. On peut ensuite le conduire vers une ampoule ou d'autres appareils électriques, en utilisant des fils, comme sur la *Figure 4.3*. Les cellules sont souvent regroupées en modules ou panneaux photovoltaïques, de manière à augmenter la quantité de courant qu'elles produisent.

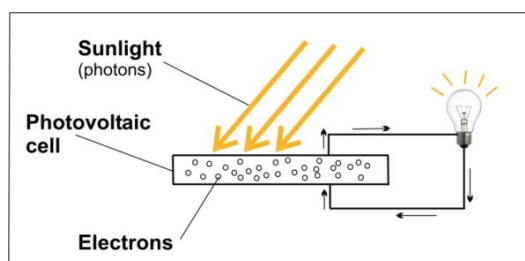


Figure 4.3 : Le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque (solaire)

Note pour l'enseignant

Il faudra montrer aux enfants comment réaliser un circuit électrique avant de mener les expériences suivantes.

Expérience : Comment l'intensité de la lumière du Soleil influence-t-elle la quantité d'électricité produite par une cellule photovoltaïque ?

En groupes, les enfants réalisent le circuit de la *Figure 4.4* ci-dessous. Ils orientent la cellule photovoltaïque vers le Soleil et, en utilisant le multimètre, mesurent le courant et la tension de la cellule photovoltaïque à différents moments de la journée. Il faut effectuer et noter environ 10 mesures au cours de la journée. Pour chaque mesure, les enfants doivent aussi noter si le ciel est plutôt clair ou nuageux. Ils doivent ensuite continuer à réaliser leurs mesures pendant au moins 5 jours. Pour chaque jour, ils peuvent tracer un graphique représentant les données lues sur le multimètre (axe des Y) et les temps (axe des X). Ils doivent ensuite discuter de leurs observations.

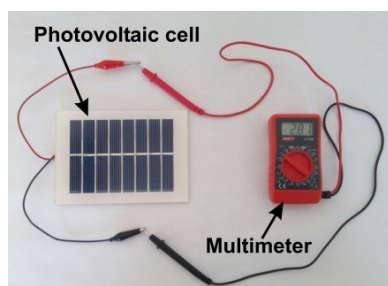


Figure 4.4 : Circuit pour mesurer le courant et la tension

Expérience : La taille de la cellule photovoltaïque a-t-elle un effet sur la quantité d'électricité produite ?

Donner à chaque groupe trois cellules photovoltaïques de tailles différentes. Leur demander de prendre des mesures pour chaque cellule et de prévoir laquelle va d'après eux produire le plus d'électricité. Il faut les encourager à justifier leurs prévisions. On leur donne ensuite le matériel, et on leur demande d'élaborer et de réaliser une expérience fiable pour voir quelle cellule produit le plus d'électricité. Ils notent leurs résultats et en discutent.

Une manière possible de mener cette expérience

Les enfants réalisent le circuit de la *Figure 4.4*. L'un après l'autre, ils placent les différentes cellules à environ 20 cm de la lampe de bureau. Avec le multimètre, ils mesurent le courant et la tension engendrés par chaque cellule. Ils notent leurs résultats et les analysent (*Plus la cellule est grande,*

plus elle produit d'énergie électrique). On peut également faire la même expérience avec une seule cellule, en couvrant successivement un tiers, la moitié ou les deux tiers de sa surface.

Activités complémentaires

On peut réaliser d'autres expériences, en :

1. faisant varier l'angle de la cellule photovoltaïque par rapport à la source de lumière.
2. utilisant un nombre élevé de cellules, associées en série puis en parallèle.

Leçon 3 : Les besoins en électricité à la maison

Apprentissage visé

Dans cette activité, les enfants calculent le coût de l'électricité qu'ils consomment en moyenne par jour à la maison et réfléchissent aux économies d'énergie qui pourraient être réalisées en investissant dans des panneaux solaires.

Matériel

Factures d'électricité ; notices d'appareils ménagers électriques

Compétences développées

Scientifiques : appliquer ses connaissances et résoudre des problèmes ; noter et communiquer.

Mathématiques : appliquer ses connaissances et résoudre des problèmes ; raisonner ; mettre en œuvre ; comprendre et se rappeler.

Le courant utilisé par différents appareils ménagers

On donne à chaque groupe une facture d'électricité à étudier.

Questions pour encourager la discussion

- Combien d'énergie électrique cette famille a-t-elle consommée en moyenne par jour ce mois-là ?
- Savez-vous d'où venait l'énergie fournie ?
- L'un d'entre vous a-t-il des panneaux solaires à la maison ? À quoi servent-ils ?

En groupes, les enfants cherchent la puissance nominale de différents appareils ménagers, par exemple un réfrigérateur, un lave-linge, un four à microonde, un ordinateur, etc. On peut trouver cette information sur les étiquettes des différents appareils. Ils peuvent organiser leurs résultats sous forme d'un tableau, comme le *Tableau 4.3* ci-dessous.

Appareil	Puissance (en Watts)	Nombre d'heures d'utilisation par jour	kWh par jour (voir formule ci-dessous)	kWh par an (voir formule ci-dessous)
Télévision				
Microonde				
Bouilloire				
Lave-linge				
Réfrigérateur				
Total				

Tableau 4.3 : Puissance nominale de différents appareils

Les enfants doivent calculer quelle quantité d'énergie est consommée par jour/par an pour faire fonctionner chacun de ces appareils.

1. Trouver la **consommation énergétique quotidienne** grâce à la formule suivante :

$$(Puissance (W) \times temps d'utilisation par jour (h)) \div 1000 = consommation quotidienne en kWh$$
2. Trouver la **consommation énergétique annuelle** grâce à la formule suivante :

Consommation quotidienne en kWh x nombre de jours d'utilisation par an = consommation annuelle en kWh

3. Trouver le coût d'utilisation annuel de l'appareil grâce à la formule suivante :

Consommation annuelle (kWh) x prix au kWh (figure sur la facture l'électricité) = coût d'utilisation annuel de l'appareil.

Exemple :

En suivant les étapes ci-dessus, trouver le coût d'utilisation annuel d'un microonde.

1. *Estimer le temps d'utilisation : on l'utilise plusieurs fois par jour, pour un total d'environ 2h.*

2. *Puissance : elle figure sur l'étiquette et vaut 1 450 W.*

3. *Consommation quotidienne :*

$$(1\,450\text{ W} \times 2) \div 1\,000 = 2,9\text{ kWh}$$

4. *Consommation annuelle : on utilise le micro-ondes à peu près tous les jours de l'année.*

$$2,9\text{ kWh} \times 365 = 1\,058,5\text{ kWh}$$

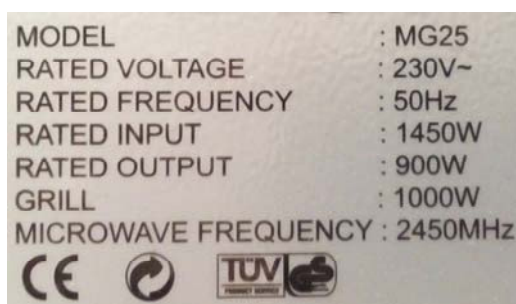


Figure 4.5 : Étiquette d'un microonde

Comparer la consommation d'énergie à la quantité d'énergie fournie par les panneaux solaires

Les enfants comparent les résultats du *Tableau 4.3* ci-dessus avec l'énergie solaire moyenne disponible dans plusieurs pays européens.

L'électricité produite à partir d'énergie photovoltaïque était en 2014

de 23 299 GWh pour l'Italie, 5 500 GWh pour la France, 0,7 GWh pour l'Irlande, 3 931 GWh pour le Royaume-Uni et 1 355 GWh pour la Roumanie.

Informations préliminaires pour l'enseignant

1GWh = 1 000 000 kWh.

Tirer des conclusions

- Regarder de nouveau la facture d'électricité. Combien cette famille dépense-t-elle en moyenne pour l'électricité chaque année ?
- Si le coût d'installation de panneaux solaires était de 6 000 € pour un foyer de 4 personnes, combien de temps pensez-vous qu'il faudrait pour compenser les frais d'installation, à partir des économies réalisées chaque année sur l'électricité ?
Par exemple, si une famille dépense 1 000 € par an pour l'électricité, il lui faudra 6 ans (6000 ÷ 1000) pour rentabiliser l'installation des panneaux.
- Que faut-il encore prendre en compte si l'on envisage d'installer des panneaux solaires sur notre maison ?
Le taux d'ensoleillement dans notre pays, l'emplacement des panneaux solaires, les coûts de maintenance.

Unité 5 - L'énergie issue de la biomasse

Objectifs

Cette unité présente la biomasse (plus précisément le bois) comme source d'énergie et offre aux enfants la possibilité d'étudier une source d'énergie qui peut être aussi bien renouvelable que non renouvelable. Les enfants peuvent ainsi mieux comprendre l'importance d'une utilisation durable de la biomasse dans la vie quotidienne.

Résumé du chapitre

Leçon 1 : La biomasse, une réserve d'énergie

On présente aux enfants le concept de biomasse en tant que source d'énergie, et la manière dont on peut l'utiliser. On leur explique également les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie.

Leçon 2 : Montrer que de l'énergie est stockée dans les plantes

Les enfants observent et mesurent la croissance d'une plante. Ils calculent sa biomasse et la brûlent pour estimer la quantité d'énergie libérée.

Leçon 3 : Aspects positifs et négatifs de l'utilisation de l'énergie issue de la biomasse

Les enfants examinent l'énergie issue de la biomasse sous le point de vue de différents acteurs de la société. Ils utilisent des méthodes d'argumentation pour présenter clairement leurs idées. Ils évaluent les différents points de vue et étudient les avantages et les inconvénients de l'énergie issue de la biomasse.

Leçon 1 : La biomasse, une réserve d'énergie

Apprentissage visé

Les enfants apprennent: que la biomasse est une réserve d'énergie ; la manière dont on peut l'utiliser ; les avantages et les inconvénients de cette utilisation. Ils étudient les procédés utilisés pour convertir la biomasse en énergie.

Matériel

Ordinateur, accès à internet, grandes feuilles de papier, feutres.

Compétences développées

Scientifiques : faire des recherches ; enquêter ; analyser ; noter et communiquer.

Informations préliminaires pour l'enseignant

La biomasse est la matière organique qui vient des organismes vivants (ou récemment vivants) : plantes, animaux, champignons et microorganismes. Elle contient des réserves de l'énergie venant du Soleil. Les plantes absorbent l'énergie du Soleil, lors du processus dit de *photosynthèse*. Cette énergie est ensuite transmise aux animaux et aux humains qui mangent les plantes. Les combustibles fossiles, en revanche, proviennent d'organismes morts depuis très longtemps. La biomasse est une très bonne source d'énergie. Quand on brûle la biomasse, son énergie chimique est libérée sous forme de chaleur. On peut aussi l'utiliser pour produire de l'électricité ou du carburant. Utiliser en Europe davantage d'énergie issue de la biomasse peut permettre de diversifier notre approvisionnement énergétique, de créer de la croissance et des emplois, et également de diminuer les émissions de gaz à effet de serre. En 2012, la biomasse et les déchets représentaient environ les deux tiers de la consommation d'énergies renouvelables en Europe.

Recherche internet

En travaillant en groupes, les enfants utilisent internet pour chercher des réponses à un certain nombre de questions sur l'énergie issue de la biomasse. Ils utilisent les informations obtenues pour préparer une présentation sur l'énergie issue de la biomasse, sous forme d'une affiche ou sous forme numérique. Il faut les encourager à ajouter des photos, des vidéos et des images à leurs présentations. Chaque groupe réalise ensuite devant le reste de la classe une courte présentation de 5 minutes sur l'énergie issue de la biomasse.

Exemples de questions pour guider la recherche internet :

- Qu'est-ce que la biomasse ? *De la matière issue d'organismes vivants ou qui étaient vivants jusqu'à récemment.*
- Citer quelques combustibles issus de la biomasse. *Le bois, les céréales, le biogaz (de décharges par exemple).*
- Quelles sont les différences entre les plantes et les arbres ? *Leur structure, leur durée de vie.*
- Comment utilisait-on le bois comme source d'énergie autrefois ? *Pour cuisiner et chauffer.*
- Combien de familles utilisent le bois comme source d'énergie pour se chauffer ? *Cela dépend des pays, voire des régions au sein d'un même pays.*
- Citer deux types d'arbres/plantes avec lesquels on peut produire de l'énergie issue de la biomasse. Pourquoi sont-ils adaptés ? Tous les bois sont-ils identiques ? Quelles sont les propriétés de ces arbres/plantes ? *Le bois d'arbres à croissance rapide (conifères) utilisé comme combustible / des plantes (tournesol, colza) produisant de l'huile que l'on peut utiliser comme biocarburant.*
- Pourquoi la biomasse est-elle considérée comme une source d'énergie renouvelable ? *On peut toujours faire pousser de nouvelles plantes rapidement, grâce à la lumière du Soleil et à l'eau.*
- Dans quel cas la biomasse pourrait-elle être considérée comme une source d'énergie non renouvelable ? *Si l'on coupe les arbres/plantes sans les remplacer.*
- Comment convertit-on la biomasse en énergie ? *On la brûle pour produire de la chaleur ou on la transforme pour faire des biocarburants.*
- D'où cette énergie vient-elle ? *Du Soleil.*
- Quels sont les avantages et les inconvénients de l'énergie issue de la biomasse ? *Elle est abondante et renouvelable / elle est chère et peu rentable comparée aux combustibles fossiles.*
- En quoi les biocarburants sont-ils bons pour l'environnement ? *Ils réduisent notre dépendance aux combustibles fossiles.*

Exemples de pages Web

Voici des sites internet que les enfants peuvent utiliser pour rassembler des informations :

- <http://www.energykids.eu/res-biomass>
- <http://www.energykids.eu/res-biomass>
- <http://photosynthesiseducation.com/photosynthesis-for-kids/> <http://www.kids.esdb.bg/biomass.html>
- <http://www.eschooltoday.com/energy/renewable-energy/biomass-energy.html> http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=biomass_home-basics-k.cfm

Tirer des conclusions

Une fois que les enfants ont fait leurs présentations, les questions suivantes peuvent permettre d'animer une discussion avec toute la classe sur l'énergie issue de la biomasse.

Questions pour encourager la discussion

- Pourquoi pensez-vous que la biomasse soit une source d'énergie importante ? *Elle est*

renouvelable et réduit notre dépendance aux combustibles fossiles.

- Pensez-vous que les informations que vous avez trouvées sur internet étaient objectives ? Pourquoi ? *Les sites Web devraient fournir des informations sur les avantages et sur les inconvénients de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie.*
- Pensez-vous que la biomasse puisse être considérée comme une source d'énergie non renouvelable ? Dans quelles circonstances ? *Si l'on ne régénère pas les forêts : si l'on ne plante pas de nouveaux arbres au fur et à mesure que l'on en coupe.*
- Quels sont d'après vous les avantages et les inconvénients de l'utilisation de l'énergie issue de la biomasse ? *Elle est abondante et renouvelable / elle est chère et peu rentable comparée aux combustibles fossiles.*
- Qu'avons-nous appris sur l'énergie issue de la biomasse ? *La biomasse peut être à la fois une source renouvelable et non renouvelable d'énergie. Les biocombustibles sont par exemple le bois, les déchets de bois, la paille, le fumier, etc. Utiliser la biomasse comme source d'énergie présente de nombreux avantages et inconvénients.*
- Qu'aimeriez-vous découvrir d'autre à propos de l'énergie issue de la biomasse ?

Leçon 2 : Montrer que de l'énergie est stockée dans les plantes

Apprentissage visé	Les enfants comprennent que de l'énergie est stockée dans les plantes. Ils mesurent la croissance de la plante, calculent sa biomasse et mesurent la chaleur libérée quand on la brûle.
Matériel	Règle, laine, cahier, thermomètre, calorimètre, livres, boîtes de conserve (sans revêtement plastique à l'intérieur), balance précise
Compétences développées	observer ; mesurer ; enquêter et expérimenter ; analyser ; noter et communiquer.

Activité : Observer et mesurer la croissance et le développement d'une plante

Note pour l'enseignant

Cette activité doit s'étaler sur plusieurs semaines.

Informations préliminaires pour l'enseignant

On appelle biomasse la matière sèche d'un organisme. L'eau peut représenter jusqu'à 70 % de la masse d'une plante : pour mesurer sa biomasse, il faut donc enlever l'eau, c'est-à-dire mesurer sa masse après l'avoir fait sécher. Les espèces à croissance rapide se prêtent bien à l'observation ; la Renouée du Japon notamment, espèce invasive, est tout-à-fait adaptée pour cette expérience. Mais d'autres plantes peuvent convenir, comme par exemple le blé, le maïs ou l'avoine.

Activité : observer la Renouée du Japon

Question: De combien pousse un plant de Renouée du Japon (*Fallopia japonica*) en une, deux, trois et quatre semaines ?

En groupes, les enfants choisissent plusieurs plants de Renouée du Japon ou d'autres plantes (voir ci-dessus), et marquent l'espace qui entoure les plantes qu'ils ont choisies (par exemple en utilisant des morceaux de laine de différentes couleurs/longueurs). Ils mesurent ensuite la hauteur des tiges. Chaque semaine, ils observent et mesurent les changements, et notent leurs résultats dans un tableau comme le *Tableau 5.1* ci-dessous. Ils peuvent mesurer la hauteur des plants, compter le nombre de feuilles et/ou noter la couleur des feuilles et des tiges. Représenter ensuite l'évolution de la taille des plants au cours des quatre semaines sous forme d'un graphique, comme sur la *Figure 5.1* ci-dessous.

Note pour l'enseignant

On peut s'attendre à des disparités dans la croissance des différents plants. L'enseignant peut

expliquer que de nombreux facteurs environnementaux ont une influence sur la croissance de la plante, comme l'intensité lumineuse, les nutriments, la température, les précipitations, les animaux herbivores, etc.

Tirer des conclusions

Après 3 / 4 semaines, discuter avec les enfants de ce qu'ils ont appris sur la Renouée du Japon (ou l'autre plante) comme source d'énergie issue de la biomasse.

Questions pour encourager la discussion

- Quelle plante a eu la croissance la plus rapide ? Comment le savez-vous ? *Elle a poussé plus vite que les autres.*
- Qu'est-ce qui fait d'après vous qu'une plante pousse vite ? *La lumière du Soleil, l'eau.*
- Pensez-vous qu'une plante pousse plus vite au soleil ou à l'ombre ?
- Qu'avez-vous appris en observant la croissance des plantes ? *La Renouée du Japon, comme c'est une espèce à croissance rapide, est une bonne source d'énergie issue de la biomasse. Les plantes poussent à des vitesses différentes, en fonction de la luminosité, des nutriments, des précipitations, etc. Les enfants pourraient utiliser leurs résultats pour analyser les conditions nécessaires pour une croissance optimale de la plante.*

Taille du plant de Renouée du Japon	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4
Plant 1				
Plant 2				

Tableau 5.1 : Taille des plants de Renouée du Japon choisis.

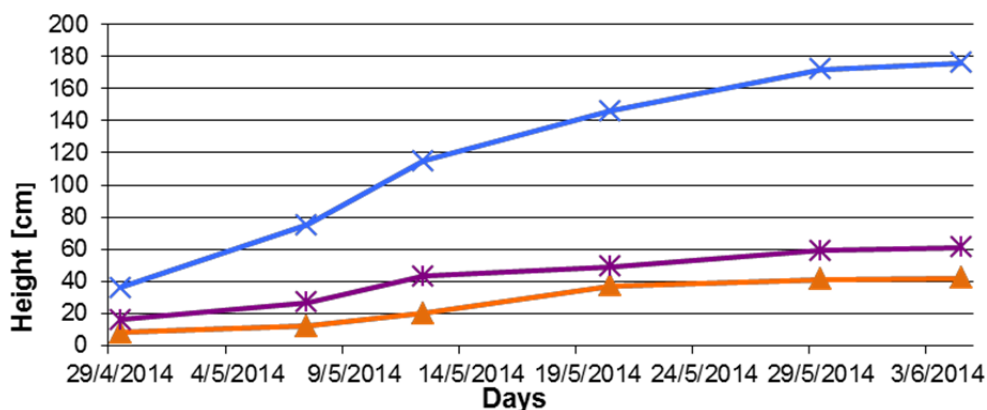


Figure 5.1 : Exemple de croissance de Renouée du Japon en Slovénie.

Activité : Mesurer la biomasse des plantes

Informations préliminaires pour l'enseignant

L'eau peut représenter jusqu'à 70 % de la masse d'une plante : pour mesurer sa biomasse, il faut donc enlever l'eau, c'est-à-dire mesurer sa masse après l'avoir fait sécher. Il est donc possible qu'il ne reste que 30 % de la masse initiale.

Note pour l'enseignant

À la fin de la période d'observation de la première activité, les enfants déterrent avec précaution un des plants, racines comprises, en enlevant bien la terre. Ils découpent ensuite la plante en petits morceaux, et la pèsent. Voici deux manières de procéder :

Option A

Couper et peser une petite partie de la plante (3 à 5 cm d'une tige). Il faut une balance précise. L'enseignant place alors le morceau de plante au four pendant 12 heures (à 100°C). Une fois que le morceau est sorti du four et refroidi, les enfants peuvent le peser de nouveau et comparer la masse avant et après séchage. À partir de cette donnée, ils peuvent calculer la biomasse de toute la plante.

Option B (sans utiliser le four)

Placer la plante au soleil pendant 2-3 jours pour la faire sécher. La peser avant et après séchage. À partir de cette donnée, on peut calculer le pourcentage que représente la biomasse :

$\% \text{ de biomasse} = \text{masse finale} \times 100 / \text{masse initiale}$

Tirer des conclusions

Discuter des deux activités avec les enfants.

Questions pour guider la discussion

- Qu'avons-nous appris sur la biomasse ? *On appelle biomasse la masse d'une plante. Cette biomasse doit être mesurée sous forme de masse sèche. Elle représente en général environ 30 % de la masse initiale de la plante.*
- Pourquoi est-il nécessaire de faire sécher la plante avant de mesurer sa biomasse ? *La biomasse des plantes doit être mesurée à partir de la matière sèche, donc seulement 30 % (environ) de la masse réelle compte, le reste étant composé d'eau.*
- Où pensez-vous que la plante trouve son eau ? *Elle la puise dans le sol, avec ses racines.*
- Pensez-vous que toutes les espèces de plantes contiennent le même pourcentage d'eau ? Pourquoi ? *Facteurs environnementaux : climat, luminosité, eau, etc.*

Activité : Mesurer la chaleur libérée par la combustion d'une plante

Dans l'activité précédente, on a mesuré la croissance de plants de Renouée du Japon. Quand les plantes poussent, elles gagnent en masse (biomasse), masse qui contient de l'énergie du Soleil. Dans cette activité, les enfants vont fabriquer un calorimètre pour mesurer l'énergie stockée dans la biomasse d'un plant de Renouée du Japon. « Calorimètre » vient du latin *calor*, qui signifie « chaleur », et du grec *metron*, « mesure ». C'est un appareil permettant de mesurer une quantité de chaleur.

Note concernant la sécurité

Cette activité peut être menée soit par les enfants, soit par l'enseignant. Avant de commencer, il est important que l'enseignant/les enfants connaissent précisément la procédure à suivre pour fabriquer le calorimètre. Il ne faut brûler qu'une petite quantité de biomasse (environ 3 grammes). Pendant la combustion, il faut porter un équipement de protection adapté (gants, lunettes de protection, blouses de laboratoire). Cette activité doit impérativement être réalisée en extérieure, dans un endroit qui n'est pas exposé au vent.

Matériel

- Grosse boîte de conserve sans revêtement plastique à l'intérieur (*Figure 5.2, A*)
- Petite boîte de conserve sans revêtement plastique à l'intérieur (*Figure 5.2, B*)
- Clou (*Figure 5.2, C*)
- Toute petite boîte de conserve sans revêtement plastique à l'intérieur, pour brûler la biomasse (*Figure 5.2, D*)
- Bougie (*Figure 5.2, E*)
- Thermomètre
- Eau froide
- Biomasse (3 grammes)

Instructions

1. Pour fabriquer le calorimètre, prendre les boîtes de conserve A et B (*Figure 5.2, A, B*). Les deux boîtes doivent pouvoir rentrer l'un dans l'autre. La plus petite doit se trouver plus haut, suffisamment pour que l'on puisse placer en dessous le morceau de plante à brûler.
2. Faire deux trous dans la boîte B (ils doivent être percés par un adulte (l'enseignant) : utiliser un petit marteau ou une pierre pour percer des trous dans la boîte avec le clou), et faire passer le clou dans les deux trous de manière à pouvoir placer la boîte B dans la boîte A (*Figure 5.3 (a)*). La boîte B doit contenir l'eau qui sera chauffée par la combustion de la plante séchée.
3. Verser 100 mL d'eau dans la boîte B.
4. Pour brûler la plante séchée, utiliser la boîte de conserve D (*Figure 5.2, D*), où la combustion peut se faire en toute sécurité. Nous vous recommandons d'utiliser une bougie (*Figure 5.2, E*) pour brûler la plante séchée.
5. Placer la boîte A (contenant la boîte B remplie d'eau) (*Figure 5.2, A, B*) au-dessus de la boîte D (*Figure 5.2, D*) contenant la plante en train de brûler (*Figure 5.3 (b)*). Laisser brûler la biomasse jusqu'à ce que le feu s'éteigne/toute la matière soit brûlée.



Figure 5.2 : Matériel pour fabriquer le calorimètre.

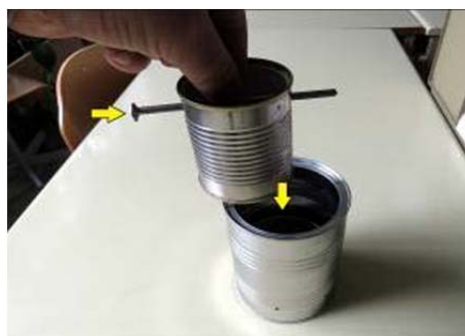


Figure 5.3 (a) : Assembler le calorimètre.



Figure 5.3 (b) : Assembler le calorimètre.

6. Mesurer la température de l'eau avant et après la combustion, et calculer la différence de température. (Figure 5.4)
7. Noter les résultats et calculer la chaleur emmagasinée. Voir l'exemple ci-dessous.

La figure 5.4 montre un calorimètre, grâce auquel on peut mesurer la quantité d'énergie, stockée dans la biomasse de la plante, qui a été libérée sous forme de chaleur.



Figure 5.4 : Mesurer la température de l'eau dans le calorimètre.

Activité : Comment calculer la quantité d'énergie stockée dans la biomasse de la Renouée du Japon.

Note pour l'enseignant

Cette activité sert à déterminer la chaleur libérée par la combustion d'un combustible (ici, la biomasse). La chaleur de la combustion de la biomasse chauffe l'eau. Le thermomètre permet de mesurer l'augmentation de la température de l'eau. À partir de cette augmentation de température, on peut calculer la quantité de chaleur qui a été libérée lors de la combustion de la biomasse.

Mesurer la température de l'eau avant et après la combustion. En soustrayant la première valeur à la deuxième, on obtient la variation de température.

Exemple de calcul

Température initiale de l'eau : 23°C. Température finale : 36°C. Variation de température : 13°C.

Volume d'eau chauffé dans la boîte : $V_{\text{eau}} = 100 \text{ mL} \Rightarrow m_{\text{eau}} = 100 \text{ g}$.

Étant donné qu'il faut 4 200 J de chaleur pour faire monter de 1°C la température de 1 kg d'eau (la capacité thermique massique de l'eau est de 4 200 J/kgK), il faut 420 J pour faire monter de 1°C la température de 100 g d'eau. Nous calculons la chaleur emmagasinée par l'eau durant la combustion de la biomasse, en faisant 420 J multiplié par le nombre de degrés de variation de température des 100 g d'eau présents dans le calorimètre :

Q (quantité de chaleur emmagasinée) = 420 J x variation de température en °C = 420 J x 13 = 5 460 J $\approx$ 5 500 J.

Environ 5 500 Joules de chaleur ont donc été emmagasinés par l'eau au cours de la combustion.

Note pour l'enseignant

La quantité de chaleur emmagasinée par l'eau est nettement inférieure à la chaleur libérée par la combustion. En effet, le rendement d'un feu dans un espace ouvert est d'environ 20 %. Comme la précision de la méthode est très faible, il faut arrondir tous les résultats. Les élèves peuvent remarquer que l'air autour des boîtes de conserve est lui aussi chaud (ils peuvent sentir cette chaleur en prenant les mesures), ce qui veut dire qu'une grande partie de la chaleur est perdue (n'est pas emmagasinée par l'eau).

Si calculer la quantité exacte de chaleur emmagasinée par l'eau est trop compliqué pour les enfants, leur faire simplement remarquer que l'eau est plus chaude à la fin de la combustion

de la biomasse, ce qui est dû à l'énergie de la flamme, c'est-à-dire l'énergie stockée dans la plante.

Questions pour encourager la discussion

- La température de l'eau située dans la boîte de conserve a-t-elle changé ? De combien de degrés ? D'où venait la chaleur nécessaire à ce réchauffement ?
- Quelle quantité d'énergie est stockée dans la biomasse d'un plant entier de Renouée du Japon (et peut être libérée sous forme de chaleur) ? Dans un mètre carré de plante ?
- D'où venait l'énergie stockée dans la biomasse ?
- Quelles autres plantes les gens utilisent-ils comme combustible dans leur cheminée ?

Conclure la discussion

- D'où vient l'énergie stockée dans la biomasse ? *Elle vient du Soleil et est stockée dans les végétaux.*
- Comment utilisons-nous l'énergie issue de la biomasse dans nos foyers ? Note pour les enseignants : s'assurer que les enfants n'oublient pas la nourriture qu'ils mangent) *En cuisinant, en chauffant, plus l'énergie chimique présente dans la nourriture.*
- Pouvez-vous imaginer quels problèmes pose le fait de brûler la biomasse comme nous venons de le faire ? *Pollution et perte d'énergie (seulement environ 20 % de l'énergie ont été récupérés).*
- Qu'avez-vous appris grâce à ces activités ? *On peut utiliser un calorimètre pour mesurer quelle quantité de l'énergie stockée dans la biomasse d'une plante est libérée sous forme de chaleur. Les résultats montrent que brûler la biomasse n'est pas une manière efficace d'utiliser l'énergie. La quantité de chaleur emmagasinée par l'eau est nettement inférieure à la chaleur libérée par la combustion. Brûler la biomasse produit également du dioxyde de carbone, ce qui contribue au réchauffement climatique.*

Leçon 3 : Aspects positifs et négatifs de l'utilisation de l'énergie issue de la biomasse

Apprentissage visé	Les enfants examinent les problèmes liés à l'utilisation de la biomasse et cherche les avantages et les inconvénients de cette source d'énergie. Ils débattent de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie en prenant en compte les différents points de vue possible au sein de la population.
Matériel	Cartes avec différents points de vue, accès à internet / bibliothèque
Compétences développées	<i>Scientifiques</i> : poser des questions ; faire des recherches ; analyser ; noter et communiquer ; collaborer.

Mise en contexte

Votre communauté veut évaluer les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie. Diviser les enfants en 6 groupes. Chaque groupe va représenter un acteur spécifique de la communauté. Distribuer les cartes ci-dessous à chaque groupe. Les enfants lisent leurs cartes et en discutent. Laisser aux enfants du temps pour faire des recherches sur le point de vue présenté sur leur carte. Cela peut se faire sur internet, ou en allant à la bibliothèque. Ils doivent préparer une petite présentation de 5 minutes pour présenter leur point de vue. Inviter les enfants à poser des questions après chaque présentation.

Voici des exemples de points de vue qui peuvent être utilisés pour guider les enfants dans leurs recherches :

Fabricant de meubles en bois Vous avez une entreprise de fabrication de meubles d'extérieur en bois, située dans la ville. Depuis 50 ans, votre entreprise utilise du bois de la région pour fabriquer ses meubles. En ce moment, l'entreprise connaît des difficultés financières. Si l'on utilise du bois comme source d'énergie, vous avez peur d'avoir plus de difficultés à vous fournir en bois pour votre production. En effet, s'il y a davantage de demande, le prix du bois pourrait augmenter. Tout coût supplémentaire sur les matières premières aurait un impact sur vos bénéfices. En plus, votre entreprise profite à la communauté locale, en créant des emplois et des revenus.	Fournisseur d'énergie renouvelable Vous croyez fermement que votre communauté doit faire des choix responsables concernant l'énergie. Il faut des sources d'énergie propre et renouvelables pour protéger notre environnement pour les générations futures. Utiliser le bois comme source d'énergie renouvelable serait un bon choix. Il y a un bon approvisionnement en bois dans la région. Utiliser le bois comme combustible produit certes du dioxyde de carbone, mais il s'agit principalement du carbone qui a été absorbé par les arbres pendant leur croissance. Si l'on utilisait dans une centrale électrique du bois issu de forêts gérées correctement, le carbone qui sortirait des cheminées serait compensé par le carbone emmagasiné et stocké par les arbres qui viennent d'être plantés. Le bois peut donc avoir une empreinte carbone neutre. De plus, le bois est une source d'énergie beaucoup plus fiable que le Soleil et le vent.
Propriétaire de forêts Vous possédez 250 hectares de forêts en dehors de la ville. Mais le marché des produits en bois a beaucoup ralenti au cours des dernières années. L'idée d'utiliser du bois comme source d'énergie est très attractive, car cela créerait un nouveau marché pour votre bois.	Agent local en charge de l'emploi Vous devez vous assurer que tout changement au sein de la communauté aura un effet positif et durable sur l'emploi. Vous devez prendre en compte les emplois qui vont être créés si l'on construit de nouvelles installations pour produire de l'énergie. Si votre communauté envisage d'adopter le bois comme source d'énergie, elle doit analyser les emplois qui pourraient être créés.
Partisan des combustibles fossiles Vous faites la promotion de l'industrie des combustibles fossiles. Le fioul, le gaz et le charbon sont propres, abondants et peu coûteux. Les combustibles fossiles sont déjà disponibles, et les centrales électriques qui les utilisent sont déjà en fonctionnement. Les énergies renouvelables ne représenteront qu'une part négligeable de nos besoins énergétiques. Vous pensez qu'il faut continuer à améliorer les technologies utilisées pour produire de l'électricité à partir du charbon et du gaz naturel, pour réduire leurs émissions. Cela va continuer à fournir des emplois dans la ville. En plus, les forêts de la région risquent d'être détruites	Partisan du bois comme source d'énergie Le bois est considéré comme la toute première source d'énergie de l'humanité. Aujourd'hui, c'est toujours la source la plus importante d'énergie renouvelable, qui fournit plus de 9 % de l'approvisionnement énergétique mondial. Le bois est plus important que toutes les autres sources d'énergie renouvelables réunies. Financièrement, le bois est très compétitif par rapport aux combustibles fossiles. Les avantages environnementaux de l'utilisation du bois comme combustible sont aujourd'hui reconnus et appréciés. La production et l'utilisation du bois comme combustible permettent en outre la création d'emplois, en particulier dans les zones rurales.

si l'on utilise le bois comme source d'énergie.

Voici quelques sites internet qui pourront être utiles aux enfants pour trouver des informations sur le rôle qu'ils doivent jouer dans le débat :

- <http://www.kids.esdb.bg/biomass.html>
- <http://www.alliantenergykids.com/EnergyandTheEnvironment/RenewableEnergy/022398>
- <http://www.eschooltoday.com/energy/renewable-energy/biomass-energy.html>
- <http://www.funkidslive.com/learn/energy-sources/biomass-energy-source-fact-file-2/>
- <http://climatekids.nasa.gov/fossil-fuels-coal/>
- <http://kids.britannica.com/elementary/article-399465/fossil-fuel>

Informations préliminaires pour l'enseignant

Avantages de l'utilisation du gaz naturel et du gaz de synthèse	Inconvénients de l'utilisation du gaz naturel et du gaz de synthèse
• Un générateur produisant du gaz à partir du bois et fonctionnant correctement engendre moins de pollution atmosphérique qu'un moteur alimenté à l'essence ou au diesel. • La production de gaz à partir du bois est aussi nettement plus propre que la combustion du bois : les émissions sont comparables à celles de la combustion du gaz naturel. • Les véhicules peuvent utiliser du gaz de synthèse. Ces véhicules ont des émissions plus basses que celles utilisant de l'essence ou du diesel (20 ppm HC, 0,2% CO). • On peut utiliser des gazogènes pour produire de l'électricité ou pour chauffer de l'eau pour le chauffage central.	• Si nous voulions transformer tous les véhicules, ou même seulement une part importante, pour qu'ils fonctionnent au gaz de synthèse, tous les arbres du monde y passeraient et nous mourrions de faim parce que toutes les terres cultivables seraient consacrées aux cultures énergétiques. D'ailleurs, les voitures à gazogène ont entraîné plusieurs déforestations graves en France pendant la Seconde Guerre mondiale. • Produire du biocarburant à partir des plantes peut causer des problèmes. Certains arbres à croissance rapide, comme les saules et les eucalyptus, émettent de l'isoprène au cours de leur croissance. Combiné à d'autres polluants et à la lumière du soleil, l'isoprène produit de l'ozone, très dangereux. • Les véhicules à gazogène sont peu pratiques pour leurs utilisateurs, comparés aux véhicules classiques.

Tirer des conclusions

Après le débat, organiser une discussion avec toute la classe sur l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie.

Questions pour encourager la discussion

- Avez-vous décidé d'utiliser le bois comme source d'énergie ? Pourquoi ?
- Les décisions ont-elles été prises en s'appuyant sur différentes informations ?
- Est-ce que tout le monde dans votre groupe était d'accord ?
- Une raison a-t-elle pesé plus que les autres ?

- D'où avez-vous tiré vos informations ?
- Citez les avantages et les inconvénients de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie.
 - *Avantages : production de bois à l'échelle locale ; création d'emploi ; le bois a un bilan carbone neutre ; c'est la source d'énergie renouvelable la plus fiable.*
 - *Inconvénients : risque de déforestation ; besoin d'investissements pour transformer les centrales à charbon en centrales utilisant le bois comme combustible ; toute l'énergie dont on a besoin ne peut pas venir du bois.*
- Est-ce qu'un des autres groupes vous a convaincus de son point de vue sur le bois comme source d'énergie ? Pourquoi ?

Unité 6 - Et maintenant, que faire ?

Objectifs

Les enfants passent en revue les avantages et inconvénients des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables. Ils mesurent l'énergie consommée à l'école et à la maison et entreprennent d'agir pour réduire la consommation quotidienne d'énergie.

Aperçu des unités

Leçon 1 : Le grand débat de l'énergie

Les enfants travaillent en groupes pour analyser un graphique représentant la consommation d'énergie en Europe. Ils analysent des informations sur les différentes sources d'énergie et présentent les avantages et les inconvénients de l'utilisation d'énergies renouvelables ou non renouvelables.

Leçon 2 : Utiliser l'énergie

Les enfants prennent conscience que lorsqu'ils utilisent des appareils de la vie quotidienne, comme le téléphone, la télévision, l'ordinateur, etc., ils utilisent de l'énergie. La majeure partie de cette énergie provient de sources non renouvelables. Les enfants voient également ce que représente cette énergie en termes financiers.

Leçon 3 : Économiser l'énergie

Les enfants apprennent qu'il existe de nombreuses façons d'économiser l'énergie et donc de faire des économies d'argent au quotidien, que ce soit à la maison ou à l'école.

Leçon 1 : Le grand débat de l'énergie

Apprentissage visé Les enfants font des recherches et évaluent les avantages et inconvénients des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables.

Matériel Internet, différentes sources d'information (voir tableau ci-dessous), affiches, feutres.

Compétences développées *Scientifiques* : poser des questions ; enquêter ; analyser ; interpréter ; noter et communiquer

Mise en contexte

La *Figure 6.1* ci-dessous montre la consommation d'énergie en Europe de 1990 à 2014. Laisser du temps aux enfants pour analyser les données du graphique et en discuter.

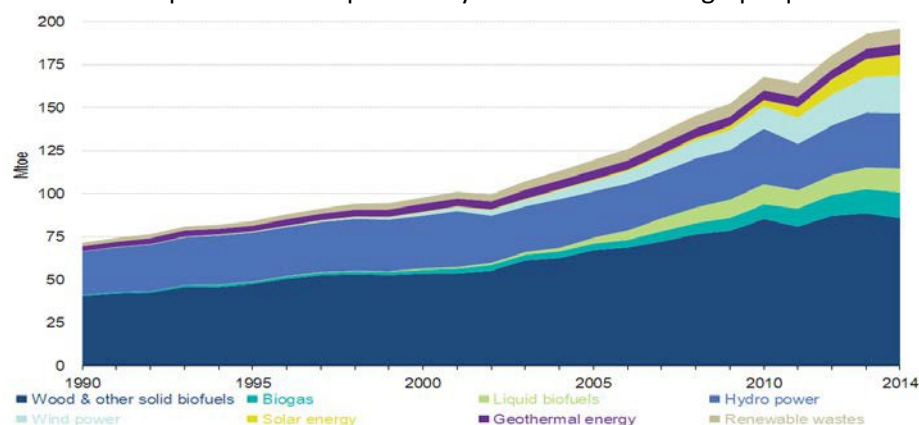


Figure 6.1 : La consommation d'énergie en Europe de 1990 à 2014.

http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Energy_from_renewable_sources

Questions pour encourager la discussion

- Quelle source d'énergie était la plus utilisée en 1990 ? En 2014 ?
- Lesquelles de ces sources d'énergie sont renouvelables ? Non renouvelables ? Comment le savez-vous ? Quels autres combustibles sont d'après vous inclus dans « bois et autres biocombustibles solides » ?
- Pouvez-vous observer une tendance dans ce graphique ? Que nous dit cette tendance, d'après vous ?
- Pouvez-vous prédire à quoi ressemblera ce graphique dans un an / deux ans / trois ans ?
- À quoi aimeriez-vous que ce graphique ressemble dans 10 ans ?
- Pouvez-vous vous renseigner sur la part des énergies renouvelables et non renouvelables utilisées dans notre pays en 2015 ?

Mise en contexte

Informez les enfants que le directeur de l'école réfléchit à changer les sources d'énergie utilisées à l'école et aimerait en savoir plus sur les différentes sources d'énergie utilisées actuellement à l'école et sur celles qui pourraient être utilisées à l'avenir.

Recherche internet : quelles sources d'énergie notre école devrait-elle utiliser ? Diviser les enfants en groupes et attribuer à chaque groupe une source d'énergie, renouvelable ou non, sur laquelle il doit faire des recherches. (Voir le *Tableau 6.1* ci-dessous pour quelques adresses utiles). À partir de ses recherches, chaque groupe doit préparer une présentation de 5 minutes pour le directeur, lui expliquant pourquoi il devrait envisager ou exclure la source d'énergie en question. Réserver du temps pour des questions/réponses après chaque présentation.

Tirer des conclusions

Organiser une discussion avec toute la classe pour résumer ce que les enfants ont appris pendant leurs recherches sur internet et les présentations. (*Il y a beaucoup de sources d'énergie disponibles, certaines renouvelables et d'autres non. Chaque source présente des avantages et des inconvénients. Il faut évaluer ces avantages et ces inconvénients, pour décider de la source d'énergie la meilleure à la fois pour nous et pour l'environnement*).

L'énergie solaire	L'énergie éolienne	Le fioul
• http://www.childrens.university.manchester.ac.uk/interactives/science/energy/renewable/ • http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=solar_home-basics-k.cfm	• http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter16.html • http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=wind_home-basics-k.cfm	• http://www.ecokids.ca/pub/eco_info/topics/energy/ecostats/ • http://tiki.oneworld.net/energy/energy3.html#!prettyPhoto[iframes]/0/
Le gaz naturel	Le charbon	L'énergie hydraulique
• http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/natural-gas/?area=1 • http://www.ecokids.ca/pub/eco_info/topics/energy/ecostats/	• http://www.ecokids.ca/pub/eco_info/topics/energy/ecostats/ • http://www.kids.esdb.bg/coal.html	• http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=hydropower_home-basics • http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter12.html

Le nucléaire	La biomasse	L'énergie géothermique
• http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter13.html • http://www.kids.esdb.bg/uranium.htm	• http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter10.html • http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=bio-mass_home-basics	• http://www.eia.gov/kids/energy.cfm?page=geothermal_home-basics • http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter11.html

Tableau 6.1 : Les sources d'énergie renouvelables et non renouvelables

Leçon 2 : Utiliser l'énergie

Apprentissage visé

Les enfants prennent conscience du fait que quand ils utilisent des appareils électriques, comme le téléphone, la télévision, l'ordinateur, etc., ils utilisent de l'énergie, et que la majeure partie de cette énergie provient de sources non renouvelables.

Ils se rendent compte du coût financier de cette énergie.

Matériel

Factures énergétiques (électricité, gaz naturel, fioul, etc.) de l'année précédente (de l'école et de la maison) ; calculatrice ; papier millimétré.

Compétences développées

Scientifiques : observer ; poser des questions ; analyser ; estimer et mesurer ; collaborer.

Mise en contexte *Combien d'énergie utilisons-nous vraiment ?*

Nous utilisons de l'énergie quand nous allumons la lumière, prenons une douche, regardons la télévision, mettons la bouilloire en marche, chauffons une pièce, etc.

Commenter le *Tableau 6.2* (ci-dessous) avec les enfants. Il présente approximativement à combien revient l'utilisation de certains appareils ménagers.

Appareil	€/jour*	€/mois	€/an
1 radiateur (à huile)	4,64	11,80	141,60
ampoule de 60 W	0,20	6,00	72,00
Tube fluorescent	0,05	1,43	17,16
Télévision	0,26	7,70	92,40
Ordinateur de bureau	0,28	8,50	102,00

*Coût approximatif

Tableau 6.2 : Le coût de l'énergie

Questions pour encourager la discussion

- Combien cela coûterait-il d'éclairer une cuisine pendant un mois avec une ampoule de 60 W ? 18,00 €
- Combien peut-on économiser en un an si l'on remplace une ampoule de 60 W par un tube fluorescent ? 54,84 €
- Combien l'ordinateur coûte-t-il chaque année de plus que la télévision ? 9,60 €
- Ma maison compte 10 radiateurs. Combien cela me coûterait-il de chauffer ma maison en utilisant tous ces radiateurs pendant un an ? 1 416,00 €
- Calculer combien cela coûterait
 - (i) d'éclairer une maison avec 10 tubes fluorescents pendant un an ? 171,60 €

(ii) de chauffer une maison avec 10 radiateurs pendant un an ? 1 416,00 €

(iii) de faire marcher 2 télévisions pendant un an ? 184,80 €

(iv) d'utiliser un ordinateur pendant un an ? 102,00 €

Calculer maintenant le coût total de tous ces appareils pendant un an. 1 874,00 €

- En utilisant ces informations, pouvez-vous calculer combien coûte l'énergie utilisée dans votre chambre en un an ?

Activité : Combien d'énergie utilise l'école ?

En groupes, demander aux enfants de faire une liste des manières dont ils utilisent de l'énergie au quotidien à l'école et de noter quel type d'énergie l'école utilise pour la lumière, le chauffage et les équipements. *Électricité, charbon, fioul biomasse, autres ?*

Se procurer et distribuer aux enfants les factures d'énergie mensuelles de l'école pour l'année précédente (penser à l'électricité, au gaz naturel, au fioul, etc.). Toujours en groupes, demander aux enfants d'examiner une série de ces factures pour trouver les réponses aux questions suivantes :

- Durant quel mois les factures ont-elles été les plus hautes/basses ? Pouvez-vous expliquer pourquoi ?
- Pouvez-vous calculer la somme totale que l'école a dû payer pour l'électricité/le gaz naturel/le fioul cette année ?
- Calculer la somme totale que l'école a dépensé pour l'énergie ?
- Calculer la consommation énergétique par mois ?
- Calculer la consommation énergétique par jour ?

Activité : Combien d'énergie utilisons-nous à la maison ?

Cette activité doit être menée à la maison.

Dites aux enfants de demander à leurs parents/tuteurs de leur montrer les factures énergétiques (électricité/gaz naturel/fioul/carburant pour la voiture) (si possible pour toute l'année précédente). Inciter les enfants à travailler avec leurs parents/tuteur pour répondre aux questions suivantes, concernant l'énergie qu'ils utilisent à la maison.

Questions auxquelles les enfants et les parents doivent répondre ensemble

- Durant quel mois les factures ont-elles été les plus hautes/basses ? Pouvez-vous expliquer pourquoi ?
- Quelle facture était la plus élevée ? *Électricité/gaz naturel/fioul*
- Calculer le coût hebdomadaire de l'essence/du diesel que consomme votre voiture.
- Quelle somme dépensez-vous au total chaque année pour l'énergie ?
- Calculer votre consommation énergétique par mois.
- Calculer votre consommation énergétique par jour.

Tirer des conclusions

Discuter de l'utilisation de l'énergie à la maison et à l'école, et demander aux enfants ce qu'ils ont appris.

La majeure partie de l'énergie que nous utilisons provient de sources non renouvelables, ce qui est mauvais pour l'environnement. Consommer moins d'énergie est non seulement bon pour l'environnement, mais permet également de faire des économies.

Leçon 3 : Économiser l'énergie

Apprentissage visé

Les enfants découvrent plusieurs manières de faire des économies d'énergie. Ils ont la possibilité de concevoir et de mettre en œuvre des stratégies pour économiser de l'énergie au quotidien, à la fois à la maison et à l'école.

Matériel	Cartes spécifiques pour le jeu ; papier ; stylos ; papier millimétré.
Compétences développées	<i>Scientifiques</i> : observer ; déduire ; émettre des hypothèses ; noter et communiquer ; résoudre des problèmes ; collaborer.
Mise en contexte L'enseignant discute avec les élèves du fait qu'en plus de réduire notre dépendance aux sources d'énergies non renouvelables, il est aussi essentiel de réduire la quantité d'énergie que nous consommons. Si l'on économise de l'énergie, cela réduit la demande en énergies non renouvelables. Cela permet également d'économiser de l'argent sur les factures énergétiques. Si l'on réduit la quantité de combustibles fossiles que l'on brûle, cela entraîne aussi une baisse des émissions de dioxyde de carbone, ce qui aide à réduire les effets du réchauffement climatique. Tout le monde doit agir pour réduire la quantité d'énergie que nous utilisons au quotidien. Discussion en groupes Demander aux enfants d'élaborer une définition de ce que sont les économies d'énergie. Ils présentent ensuite leurs définitions à la classe, et en discutent. (<i>Faire des économies d'énergie, c'est utiliser intelligemment les ressources énergétiques, et réduire au passage les dépenses liées à l'énergie</i>). Activité : Dessiner Diviser les enfants en groupes de deux. Distribuer à chaque groupe une carte illustrant un gaspillage d'énergie. Une carte peut par exemple représenter une poubelle remplie de toute une gamme de déchets différents. Chaque groupe doit discuter de l'image puis dessiner une image « contraire », qui montre comment économiser de l'énergie. Dans le cas ci-dessus, ils pourront par exemple dessiner une poubelle de recyclage. Parmi les autres exemples de gaspillage d'énergie, on pourra trouver une baignoire remplie d'eau, un téléviseur en veille, un réfrigérateur dont la porte est ouverte, etc. Chaque groupe explique ensuite au reste de la classe de quelle manière de l'énergie était gaspillée, et comment elle peut être économisée.	
Activité : Économiser de l'énergie à l'école Note pour l'enseignant : En Europe, les bâtiments perdent environ 40 % de l'énergie qu'ils consomment. La majeure partie de cette énergie est produite en brûlant des combustibles fossiles dans des centrales qui engendrent une importante pollution. Les enfants doivent réfléchir à des moyens de s'assurer que toute l'énergie utilisée dans la salle de classe l'est de manière intelligente et efficace. En groupes, les enfants réfléchissent à la manière dont l'école pourrait économiser de l'énergie. Se mettre d'accord sur une liste de dix stratégies pouvant être mises en œuvre. Les enfants doivent imaginer un moyen de calculer si les changements ont eu un impact ou non sur la consommation d'énergie de l'école. Exemple d'approche pouvant les aider dans cette tâche : Calculer les baisses de consommation d'électricité/gaz naturel/fioul : Les enfants consultent le compteur (d'électricité/de gaz/de fioul) tous les jours pendant une semaine. La semaine suivante, ils mettent en œuvre les changements et continuent à regarder les	

compteurs chaque jour.

Ils peuvent noter les mesures qu'ils relèvent dans un tableau. Ils comparent ensuite les valeurs obtenues et discutent des résultats.

b. Voir l'impact à long terme des stratégies pour économiser l'énergie :

- Comparer les nouvelles factures avec les anciennes.
- Quels autres facteurs faut-il prendre en compte ? *La température du mois, les jours où les enfants ne vont pas à l'école, la quantité de lumière du jour, etc.*

c. Noter et présenter les résultats :

Présenter les résultats des économies d'énergie sur un graphique. Discuter des résultats avec la classe et le directeur de l'école.

Questions pour encourager la discussion

- Combien d'énergie avons-nous économisée ?
- Quel jour avons-nous économisé le plus d'énergie ?
- Pouvez-vous imaginer d'autres moyens qui nous permettraient de faire des économies d'énergie à l'école ?
Panneaux solaires ; grandes fenêtres face au Soleil ; compost et tri sélectif à l'intérieur des salles de classe ; garage à vélos dehors ; tubes fluorescents.

Activité : Économiser l'énergie à la maison

Encourager les enfants à travailler avec leurs parents/tuteurs pour trouver des moyens d'économiser l'énergie à la maison. Ils peuvent commencer par faire une liste des manières dont ils gaspillent de l'énergie chez eux : par exemple

Laisser la télévision allumée quand on n'est pas dans la pièce.

Prendre un bain au lieu d'une douche.

Laisser couler l'eau pendant qu'on se lave les dents.

Ouvrir la fenêtre alors que le radiateur est allumé.

Plan d'action pour faire des économies d'énergie à la maison

Demander aux enfants de travailler avec leurs parents/tuteurs pour relever leurs compteurs tous les jours pendant une semaine et noter les résultats obtenus. Ils doivent ensuite travailler ensemble à définir et à mettre en œuvre des stratégies pour économiser l'énergie à la maison. Ils continuent à relever les compteurs chaque jour pendant la semaine suivante, et discutent des changements (s'il y en a) de leur consommation d'énergie.

Tirer des conclusions

Organiser une discussion avec toute la classe sur ce qu'ils ont appris sur les économies d'énergie à l'école et à la maison.

Faire des économies d'énergie, c'est essayer de réduire la quantité d'énergie que l'on consomme, en éteignant les lumières, en allant à l'école à vélo, etc. Économiser l'énergie permet de faire baisser les factures, et également de réduire la pollution engendrée par l'utilisation de combustibles fossiles.



This document is protected under a creative commons license.

The European Commission support for the production of this publication does not constitute endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.





The SUSTAIN project has produced three handbooks on sustainable development issues

Energy

Topic group leader: St Patrick's College
Cliona MURPHY
cliona.murphy@spd.dcu.ie

Food in ESD

Topic group leader: University of Trnava
Katarina KOTULAKOVA
katarina.kotulakova@truni.sk

Everyday Objects

Topic group leader: University of Leicester
Janet AINLEY janet.ainley@le.ac.uk

**The project has been coordinated by
Fondation *La main à la pâte* David
JASMIN
coordination@sustain-europe.eu**



With the support of the Lifelong
Learning Programme of the European Union

