

L'ÉNERGIE ET LA MOBILITÉ, UN THÈME POUR L'ENSEIGNEMENT

Cycle 2

# Vent favorable pour le tournant énergétique



Kit EDD – Pistes pour  
l'Éducation en vue d'un Développement Durable

## Impressum

**Auteur :** Roger Portmann

**Auteure de l'introduction :** Anna Humbel (Pusch)

**Rédaction :** Urs Fankhauser

**Traduction :** Martine Besse

**Crédits photographiques** | Page de titre : CC0/Public Domain

**Sources :** disponibles sur demande auprès d'éducation21 ou Pusch.

Les liens cités ont été vérifiés le 17 juillet 2017.

Cette publication a été réalisée grâce au soutien financier de SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie



CC-BY-NC-ND éducation21 | septembre 2017

éducation21 | Avenue de Cour 1 | 1007 Lausanne

Tel. +41 21 343 00 21 | info\_fr@education21.ch | www.education21.ch



# EN ROUTE VERS LE TOURNANT ÉNERGÉTIQUE

Le passage de l'ère de l'énergie fossile à l'ère de l'énergie durable est l'un des défis majeurs de notre société. Le mode de vie moderne occidental marqué par une mobilité unique dans l'histoire et une numérisation croissante « dévore » les ressources de trois planètes. Une utilisation durable de l'énergie qui répond aux besoins actuels sans empiéter sur ceux des générations futures se fonde, à l'échelle de la société, sur l'encouragement des énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la modération. La modération s'applique à des changements de comportement et de mode de vie ayant pour but de réduire la consommation d'énergie.

## La notion d'énergie en physique et dans le langage courant

Dans la vie de tous les jours, nous produisons et utilisons de l'énergie ; nous la chargeons, en faisons le plein, la consommons, la gaspillons ou l'économisons. Selon les connaissances en physique, l'énergie ne peut toutefois ni être « produite », ni être « consommée » (premier principe de la thermodynamique). L'énergie existante est uniquement transformée en une autre forme d'énergie ; elle n'est donc ni produite, ni détruite. « Production d'énergie » ne veut donc pas dire production d'une nouvelle énergie, mais transformation d'une énergie déjà existante en une forme d'énergie utilisable par les humains : les cellules photovoltaïques transforment directement l'énergie solaire en courant électrique. L'énergie chimique de l'essence est transformée en mouvement et en chaleur lorsque le véhicule roule. Et quand on enfourche une bicyclette, l'énergie musculaire est transformée en énergie cinétique. De nombreux processus de transformation de l'énergie produisent de la chaleur (par ex. les phénomènes de combustion, la transformation de l'énergie mécanique en énergie thermique par frottement). Comme ces processus ne sont pas réversibles, on parle aussi de « dégradation de l'énergie ». Par ailleurs, l'émission de grandes quantités de gaz à effet de serre causée par les phénomènes de combustion conduisent à un réchauffement global (changement climatique).

## Mise à disposition et consommation en Suisse : les agents énergétiques

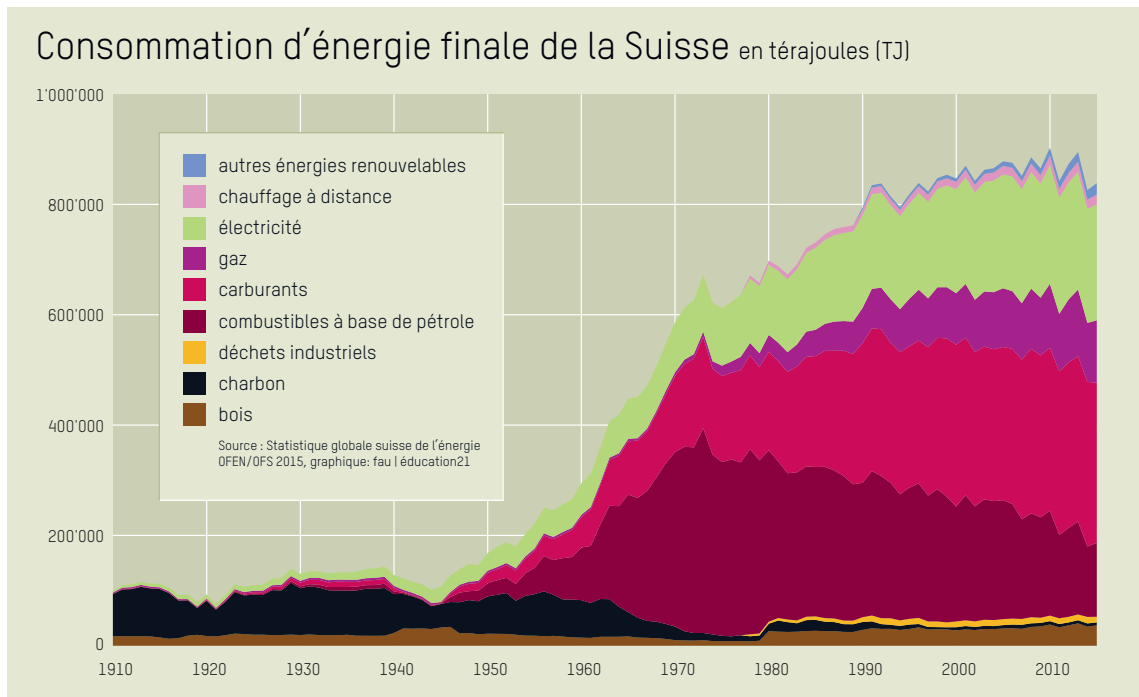
L'énergie primaire est rendue utilisable pour les humains par le fait qu'elle est transformée en agents énergétiques secondaires comme l'électricité, les combustibles, les agents thermiques et les carburants.

<b>Agents énergétiques primaires</b>	<b>Renouvelables:</b> bois, rayonnement solaire, énergie hydraulique, vent, marées, chaleur environnementale, biomasse	<b>Non renouvelables:</b> pétrole, gaz naturel, charbon, uranium
<b>Agents énergétiques secondaires</b>	Electricité, combustibles, agents thermiques, carburants	
<b>Energie utile</b>	Lumière, électronique, chaleur, mouvement, froid	

Presque tous les agents énergétiques primaires peuvent être utilisés pour la production d'électricité. L'électricité permet à son tour de produire n'importe quelle énergie utile. On appelle combustibles les matières que l'on brûle pour produire de la chaleur (par ex. mazout, pellets). La chaleur générée permet de chauffer un agent thermique (généralement de l'eau) qui restitue la chaleur là où on en a besoin (radiateur). Dans les collecteurs solaires, l'agent thermique est réchauffé de manière directe ; c'est ce qui se passe aussi dans les pompes à chaleur où par ex. la chaleur de l'air est directement transmise à un agent thermique. Les carburants sont des substances qui sont brûlées dans un moteur et servent à la locomotion (par ex. l'essence). Ces derniers ne peuvent être générés qu'à partir de trois agents énergétiques primaires : la biomasse, le pétrole ou le gaz naturel. Les agents énergétiques primaires fossiles et l'uranium n'existent pas en Suisse. Seul tout juste un quart de notre énergie primaire provient de notre pays, tandis que les trois quarts sont importés. Alors qu'il y a cent ans, la consommation d'énergie se limitait au bois et au charbon, les carburants et les combustibles pétroliers (50%), l'électricité (25%) et le gaz (14%) représentent aujourd'hui la plus grande partie de la consommation d'énergie en Suisse. En 2016, les sources d'énergie renouvelable ne couvrent que 22% de l'énergie consommée en Suisse. Concernant la production de courant, la répartition est différente : en 2016, près de 59% de l'électricité mise à disposition proviennent en Suisse de l'énergie hydraulique, 32.8% des centrales nucléaires.

## Consommation d'énergie finale

De 1910 à 2016, la consommation d'énergie en Suisse a été multipliée par un facteur 8.5. En 2015, le secteur des transports représentait, à raison de 36.4%, la part la plus importante dans la consommation d'énergie finale en Suisse ; il



était suivi par les ménages (27.7%), l'industrie (18.5%) et le secteur des services (16.5%). En Suisse, la mobilité continue de croître. Une personne parcourait en moyenne 36.8 km par jour en 2015 ; 65% étaient effectués en voiture et 24% en utilisant les transports publics (ces données englobent uniquement la mobilité en Suisse, sans les voyages en avion). C'est la mobilité dans le cadre des loisirs qui représente la part la plus importante : 16.2 km (44%). Si les coûts énergétiques liés à la mobilité sont si importants, c'est parce que les carburants à base de pétrole représentent la majeure partie des agents énergétiques utilisés dans les transports. Au total, 72% de la consommation d'énergie finale dans les transports se répartissent entre l'essence et le diesel, tandis que 24% concernent le carburant des avions (kérosène).

### Politique énergétique – de nombreux chemins pour arriver au but

Deux défis complexes ont déterminé, ces dernières années, l'orientation de la politique énergétique de la Suisse : la progression des changements climatiques et les risques élevés liés à l'énergie nucléaire. L'accident nucléaire survenu à Fukushima en mars 2011 a poussé le Conseil fédéral et le Parlement à abandonner progressivement l'énergie nucléaire. En 2015, lors de la Conférence de Paris sur le climat, la Suisse a pris l'engagement de participer activement à un système énergétique mondial respectueux du climat. Le Conseil fédéral vise la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à 1.5 tonnes d'ici à 2050 (actuellement, elles s'élèvent à 6 tonnes). Pour atteindre cet objectif, les émissions de CO<sub>2</sub> devraient être réduites de moitié d'ici à 2030. L'objectif général consiste à limiter à moins de deux degrés le réchauffement mondial.

### Stratégie énergétique 2050

D'ici à 2050, la Suisse entend, sur la base des valeurs de l'an 2000, réduire de 54% la consommation d'énergie par personne et de 18% la consommation de courant (par personne). Par ailleurs, la production nationale de courant à partir d'énergies renouvelables devrait augmenter à 24.2 TWh. Au printemps 2017, la population suisse a accepté par une majorité de 58.2% la loi sur l'énergie révisée par le Parlement. La loi acceptée permet de mettre en œuvre un train de mesures pour abaisser la consommation d'énergie, accroître l'efficacité énergétique, et encourager les énergies renouvelables. Cette loi interdit en outre la construction de nouvelles centrales nucléaires.

### La société à 2000 watts

La vision de la société à 2000 watts a été conçue dans les années 1990 par le Conseil des Ecoles polytechniques fédérales (EPF) ; elle a pour but, d'ici à l'an 2100, de réduire à 2000 watts de puissance continue par personne les besoins moyens en énergie de la Suisse. Ceci correspond à une consommation annuelle d'énergie de 17520 kilowattheures. Aujourd'hui, notre consommation est à peu près trois fois plus élevée. A l'avenir, les agents énergétiques non renouvelables devraient couvrir tout au plus un quart de la puissance continue de 2000 watts, sinon l'objectif CO<sub>2</sub> visé ne pourra pas être atteint. Les émissions de gaz à effet de serre devraient être abaissées à 1 tonne par personne d'ici à 2100. Cet objectif paraît ambitieux, mais il faut savoir que jusqu'en 1950, la Suisse fonctionnait déjà en tant que société à 2000 watts !

### La recherche en énergie

En 2015, on a investi dans la recherche en énergie 345 millions de francs provenant de fonds publics. Le tournant énergétique est aussi un tournant sur le plan de la mobilité et ce dernier

nécessite des idées visionnaires. L'avion solaire suisse Solar Impulse 2 a réalisé le tour du monde. Les projets de recherche permettent d'élargir les champs de réflexion et d'ouvrir de nouvelles voies vers un avenir durable du point de vue énergétique.

### Informations permettant d'approfondir le sujet

SuisseEnergie (Fiches d'informations): [www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/fiches-dinformati-ns-et-cie](http://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/fiches-dinformati-ns-et-cie)

Société à 2000 watts: [www.2000watt.ch/fr/](http://www.2000watt.ch/fr/)

Stratégie énergétique 2050: [www.ofen.admin.ch/energiestrategie2050/index.html?lang=fr](http://www.ofen.admin.ch/energiestrategie2050/index.html?lang=fr)

L'énergie en images: [www.12energy.ch/page-d-accueil/](http://www.12energy.ch/page-d-accueil/)

Statistiques de l'énergie: [www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/index.html?lang=fr](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/index.html?lang=fr)

# PISTE 1 : ALINE ET ISSAKA UTILISENT DE L'ÉLECTRICITÉ

## Liens avec le PER

**MSN 26** Explorer des phénomènes naturels et des technologies à l'aide de démarches caractéristiques des sciences expérimentales...(6) ... en proposant des interprétations et en les confrontant à celles de ses pairs et aux informations de médias variés

**FG 26-27** Analyser des formes d'interdépendance entre le milieu et l'activité humaine...(2)... en constatant quelques incidences du développement et de la technologie sur le milieu (3) ... en identifiant certains outils de l'économie (marketing, crédit, ...) sur le comportement des consommateurs

## Objectifs d'apprentissage

- En comparant la consommation de courant en Suisse et au Mali, les élèves prennent conscience de la répartition inégale de l'électricité dans le monde et sont amenés à apprécier leur situation privilégiée.
- Les élèves sont capables de citer, pour la production de l'électricité, quatre sources d'énergie renouvelable et trois sources d'énergie non renouvelable.
- Les élèves sont conscients de la consommation élevée de courant dans leur vie de tous les jours et sont capables de mettre en pratique chez eux trois conseils pour économiser l'électricité.

## Durée

2-3 leçons, prévoir une semaine pour le journal de bord de l'électricité

## Matériel

Poster et cartes du kit « 365 Perspectives EDD », post-it de deux couleurs différentes, feuilles A4/ordinateur (PC)

## Partie I: La consommation d'électricité en Suisse et au Mali

1. L'enseignant-e raconte une histoire en guise d'introduction: Aline a douze ans et vit à Genève avec sa famille. Son père est d'origine malienne et, il y a un an, Aline s'est rendue pour la première fois en Afrique pour faire la connaissance de sa parenté. Depuis ce voyage, elle envoie régulièrement des e-mails à son cousin Issaka. En Afrique, plus de 500 millions de personnes n'ont pas accès à l'électricité. C'est de cela qu'il est question dans les deux derniers e-mails.

2. La classe est divisée en deux: une moitié lit l'e-mail adressé par Issaka à Aline, l'autre moitié l'e-mail envoyé par Aline à Issaka. Durant la lecture, les élèves soulignent les activités et les objets pour lesquels les deux enfants utilisent de l'électricité. Aline utilise du courant pour 13 activités différentes (ascenseur, tablette, sèche-cheveux, recharger le smartphone, faire la cuisine, laver, chauffer, regarder la télévision, lumière pour lire, écrire un e-mail, tram, cinéma, faire des photos). Issaka n'utilise du courant que pour deux choses (surfer sur le net au café Internet, écrire un e-mail). Ensuite, on constitue des groupes de deux et les e-mails sont lus mutuellement à haute voix. Les élèves comptent en écoutant combien de fois Aline et Issaka utilisent du courant.

3. Travail en groupes (5 groupes): pour quelles activités Aline et Issaka utilisent-ils de l'électricité? Comment Issaka exécute-t-il les activités pour lesquelles Aline a besoin de courant? Comment Aline pourrait-elle économiser du courant? Que se passerait-il si, soudain, nous n'avions plus de courant en Suisse? Que se passerait-il si on utilisait tout à coup dans le monde autant d'électricité qu'en Suisse? Discussion des résultats en plénum. Conclusion: Aline utilise beaucoup de courant, Issaka a vraiment besoin de davantage de courant.

## La consommation d'électricité en Suisse et au Mali

	Habitants (millions)	Habitants sans accès à l'électricité (millions)	Consommation de courant par tête et par an (kWh)
Suisse	8.2	0	7033
Mali	17.6	11	29

## Partie II: A partir de quoi fait-on de l'électricité?

4. L'enseignant-e note au tableau sept sources d'énergie. La classe cherche sur le poster des photos en rapport avec ces sources d'énergie. Sur le poster, les sources d'énergie renouvelable sont signalées par un post-it bleu, les sources d'énergie non renouvelable par un post-it jaune. Comment et où ces sources d'énergie sont-elles transformées en courant? Explication simple fournie par l'enseignant-e à l'aide des photos du poster: l'énergie cinétique, l'énergie rayonnante, l'énergie thermique ou l'énergie nucléaire sont transformées

en énergie électrique (centrales nucléaires, centrales hydrauliques, centrales éoliennes, installations photovoltaïques, centrales thermiques, etc.). Photos relatives aux sept sources d'énergie sur le poster « 365 Perspectives EDD » :

Energie hydraulique (9M, 7R, 5R, 4N)	Vent (1S, 2G)	Biomasse (18K, 18D, 4M)	Rayonnement solaire (14S, 17R, 7D, 6H, 20)
Uranium (3A)	Pétrole/ Gaz naturel (16C, 4M, 3J)	Charbon (16C, 9E, 4M)	

5. Chaque élève trace un trait vertical au tableau à côté de la source d'énergie dont il/elle pense que c'est celle qui produit le plus de courant en Suisse. Solution : énergie hydraulique (59%), nucléaire (32.8%), centrales thermiques (3.1% non renouvelable, 1.9% renouvelable), diverses énergies renouvelables (3.2%).

6. Les élèves rédigent un message pour répondre à Issaka et lui expliquer comment l'électricité est produite en Suisse.

**Partie III : Mon livre de bord de l'électricité**

7. Les élèves plient une feuille A4 pour en faire un mini-livre (minibook). Les instructions concernant le pliage pour réaliser des mini-livres sont disponibles sur Internet : [www.youtube.com/watch?v=vyVQ48Z3akw](http://www.youtube.com/watch?v=vyVQ48Z3akw)

8. Sur la page de titre (couverture), les élèves inscrivent « Mon livre de bord de l'électricité » et dans la bordure supérieure de chacune des sept pages suivantes, un jour de la semaine. Pendant une semaine, ils notent chaque soir les activités ou les appareils pour lesquels ils ont utilisé du courant (utiliser des mots-clés, écrire petit !)

9. La semaine suivante, les élèves peuvent comparer par groupes de quatre ce qu'ils ont noté dans leur livre de bord : quel est le jour de la semaine où j'ai utilisé le plus de courant ? Pour quels appareils/activités est-ce que j'emploie tous les jours du courant ? Comment est-ce que je pourrais économiser du courant ? Comment notre société pourrait-elle économiser du courant ?

10. Les idées d'économies du courant discutées au sein des groupes sont mises en commun en plénum. On trouve des conseils pratiques également sur le site Internet suivant : [www.citedelenergie.ch/fr/instruments-exemples/conseils-pour-economiser-lenergie](http://www.citedelenergie.ch/fr/instruments-exemples/conseils-pour-economiser-lenergie)

**Possibilités de développer le sujet**

– Où se trouvent Genève et Sévère ? Comparer les images par satellite (Google Maps). En quoi le paysage et les localités sont-elles différentes ? Y a-t-il aussi des points communs ?

– Conteneur solaire : exemple de projet visant à encourager et à promouvoir un approvisionnement en énergie durable au Mali : [www.solarcontainer.org/index.php/fr](http://www.solarcontainer.org/index.php/fr)

## Aline utilise de l'électricité

Lis le texte et souligne toutes les activités et tous les appareils pour lesquels Aline utilise du courant :

## Amicales salutations de Genève

De: Aline Favre  
A: Issaka Koité  
Envoyé: 10 avril 2017

Cher Issaka,

Voici enfin de tes nouvelles ! Pour moi, ta vie ressemble à une grande aventure captivante. J'aimerais tellement revenir te dire bonjour et voir ta nouvelle maison dans les falaises. Je trouve très amusant que vous deviez tous grimper le long d'une corde pour arriver à vos chambres à coucher. Nous, nous habitons au douzième étage d'une tour. En général, je suis trop paresseuse pour faire à pied tous les escaliers et je prends l'ascenseur.

A l'école, j'ai beaucoup pensé à toi aujourd'hui. Nous étudions l'électricité et ma maîtresse nous a dit que beaucoup de gens dans le monde vivent entièrement sans courant. Nous avons dû utiliser nos tablettes pour voir quels pays sont les plus gros utilisateurs de courant. Chez nous, il y a une prise dans chaque pièce et j'utilise tout le temps du courant. Le matin pour me sécher les cheveux avec un foehn et le soir pour charger mon smartphone. Je n'arrive pas à m'imaginer comment je vivrais sans courant ! Nous ne pourrions pas faire la cuisine, laver nos habits et sans le petit radiateur électrique de la salle de bain, nous aurions très froid en hiver sous la douche. La télévision ne marcherait pas et pour lire, nous n'aurions pas de lumière le soir. Et je ne pourrais pas t'envoyer d'e-mail ! Heureusement qu'il existe ce café Internet dans le village voisin. Dis-moi, y a-t-il du courant dans ta nouvelle maison ?

Malheureusement, je dois te laisser. C'est l'heure de prendre le tram. Mon frère et moi, nous allons au cinéma. Je t'envverrai bientôt d'autres photos de ma ville.

Ta chère Aline

Pour combien d'appareils ou activités Aline utilise-t-elle du courant ? \_\_\_\_\_ Lis l'e-mail d'Aline à haute voix et écoute la réponse d'Issaka qu'on te lira à haute voix. Compte, tout en écoutant, le nombre de fois qu'Issaka utilise du courant pour quelque chose. Avez-vous tous le même résultat ?



## Issaka utilise de l'électricité

Lis ce texte et souligne toutes les activités et tous les appareils pour lesquels Issaka utilise du courant :

## Salut de Sévaré

De: Issaka Koité  
A: Aline Favre  
Envoyé: 28 avril 2017

Chère Aline,

Excuse-moi de ne t'avoir donné aucune nouvelle pendant si longtemps. Le café Internet était fermé et je craignais qu'il ne rouvre plus ; mais maintenant, les choses sont rentrées dans l'ordre. Non, dans notre nouvelle maison, nous n'avons pas l'électricité. Mais heureusement, nous ne souffrons pas du froid. La nuit, il peut faire parfois très froid, mais à l'intérieur des maisons, la température reste agréable. Les murs d'argile sont comme une sorte de chauffage. Le jour, ils deviennent très chauds sous la lumière du soleil et ils restent chauds toute la nuit.

Pour faire la cuisine, nous n'utilisons pas non plus d'électricité. En général, il y a de la bouillie de millet et des légumes pour toutes les familles du voisinage. La cuisson se fait dans de grandes marmites sur le feu. Et le foehn ? Mes cheveux sont toujours secs immédiatement après avoir été lavés. J'aimerais bien qu'ils restent plus longtemps mouillés ! Tu te sèches les cheveux vraiment tous les matins ?

Ce serait bien, c'est sûr, si je pouvais t'écrire depuis chez moi. Je n'aurais pas besoin de prendre chaque fois le bus bondé pour aller en ville. Et à l'école, j'aimerais bien aussi pouvoir aller voir sur Internet ; je pourrais alors répondre tout de suite à toutes les questions ! J'ai entendu parler d'un village où on fabriquait du courant à partir de la lumière du soleil. Peut-être pourrions-nous bientôt faire quelque chose comme ça chez nous aussi ! Mais chez vous, à partir de quoi fait-on autant de courant ?

Je me réjouis déjà de ta réponse !

A bientôt, Issaka

Pour combien d'objets ou d'activités Issaka utilise-t-il du courant ? \_\_\_\_ Ecoute d'abord l'e-mail d'Aline qu'on te lira à haute voix. Compte, tout en écoutant, le nombre de fois qu'Aline utilise du courant pour quelque chose. Avez-vous tous le même résultat ? Ecoute la réponse d'Issaka qu'on te lira à haute voix.

# PISTE 2: CE QUI ME FAIT AVANCER A UN IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

## Liens avec le PER

**MSN 26** Explorer des phénomènes naturels et des technologies à l'aide de démarches caractéristiques des sciences expérimentales... (6) ... en proposant des interprétations et en les confrontant à celles de ses pairs et aux informations de médias variés

**FG 26-27** Analyser des formes d'interdépendance entre le milieu et l'activité humaine... (2) ...en constatant quelques incidences du développement et de la technologie sur le milieu (6) ...en identifiant des comportements favorisant la conservation et l'amélioration de l'environnement et de la biodiversité

## Objectifs d'apprentissage

- Les élèves sont capables d'expliquer, à l'aide d'exemples, la relation entre la consommation d'énergie, le poids et la vitesse d'un moyen de locomotion.
- Les élèves sont capables de classer divers moyens de locomotion en fonction de leurs sources d'énergie.
- Les élèves sont capables de comparer l'impact sur l'environnement de deux moyens de locomotion et de justifier leurs observations.

## Durée

2-3 leçons

## Matériel

Poster et cartes du kit « 365 Perspectives EDD », balle de ping-pong, balle de tennis, ballon de foot, foehn, feuilles A3, ordinateur avec accès à Internet

## Partie I : Sans énergie, pas de mouvement

1. Une petite expérience devrait illustrer pour les élèves la relation entre énergie et mouvement : une balle de ping-pong, une balle de tennis et un ballon de foot sont posés l'un à côté de l'autre sur le sol. Pour faire bouger les balles, il faut de l'énergie. C'est un foehn qui sert de source d'énergie. Un-e élève souffle brièvement avec le foehn sur la balle de ping-pong puis, pendant la même durée, sur la balle de tennis et le ballon de foot. La balle de ping-pong roule plus loin que la balle de tennis et celle-ci roule à son tour plus loin que le ballon de foot. Pourquoi? Qu'arrive-t-il quand on augmente l'énergie (souffle du foehn plus fort)? Les observations de cette expérience sont notées au tableau pour s'en souvenir :

- Chaque mouvement a besoin d'énergie.
- Plus un objet est lourd, plus il faut d'énergie pour le déplacer sur un tronçon donné.
- Avec la même dépense d'énergie, les objets légers se déplacent plus rapidement que les lourds.
- Plus l'énergie utilisée est importante, plus la vitesse est élevée.

2. Transfert des observations au thème de la mobilité : les élèves imaginent que les balles sont des moyens de locomotion. A quel véhicule correspondrait chaque type de balle? Exemple : vélo/auto/camion. Trois moyens de locomotion choisis dans le set de cartes sont attribués aux différents types de balle. Qu'est-ce qui fournit l'énergie nécessaire au mouvement? Quel agent énergétique (énergie électrique, thermique, chimique) est transformé en énergie cinétique?



### Porte-conteneurs – ballon de foot

Source d'énergie : pétrole (non renouvelable)

Transformation d'énergie dans le moteur à combustion : énergie chimique → énergie thermique → énergie cinétique



### Charrette tirée par des chevaux – balle de tennis

Source d'énergie : cheval de trait  
Transformation de l'énergie dans la cellule musculaire : énergie chimique (nourriture) → énergie cinétique



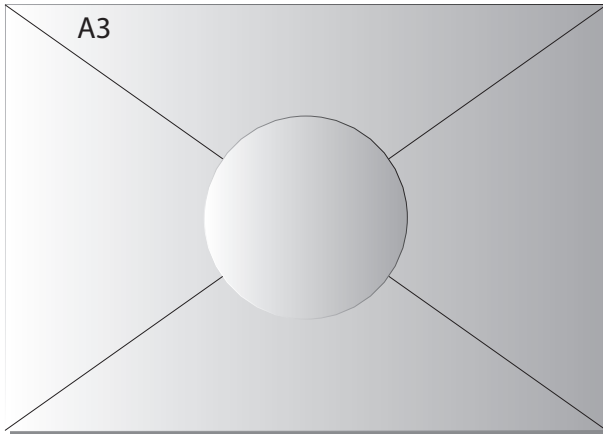
### Vélo électrique – balle de ping-pong

Source d'énergie : courant/ force physique (selon la production de courant renouvelable/non renouvelable)  
Transformation de l'énergie dans le moteur électrique : énergie électrique → énergie cinétique  
Transformation de l'énergie dans la cellule musculaire : énergie chimique (nourriture) → énergie cinétique

3. Moyens de locomotion anciens et actuels : sur le poster, les élèves cherchent d'autres photos où l'on voit des moyens de locomotion. Quels sont les moyens de locomotion que nous utilisons aujourd'hui et lesquels étaient utilisés autrefois? Comment et pourquoi les comportements en matière de mobilité et les sources d'énergie ont-ils changé?

**Partie II : La mobilité et son impact sur l'environnement**

4. Echange d'idées concernant l'impact sur l'environnement de différents moyens de locomotion : les élèves travaillent par groupes de quatre. Une feuille A3 est placée au centre de chaque table occupée par un groupe (les différents champs qui figurent sur l'illustration sont tracés au préalable par l'enseignant-e).



**Déroulement :**

- Chaque élève passe en revue dans sa tête durant cinq minutes le plus grand nombre de moyens de locomotion possible et les note dans le champ qui lui est réservé. Cette activité se fait sans parler.
- On tourne la feuille. Chaque élève lit en silence les moyens de locomotion trouvés par son voisin/sa voisine. Il/elle souligne au crayon rouge le moyen de locomotion qui est, à son avis, le plus polluant.
- La feuille est tournée une nouvelle fois dans le même sens. Cette fois, chaque élève souligne au crayon vert le moyen de locomotion qu'il juge le moins polluant.
- Quand la feuille a été tournée une dernière fois, les élèves relisent les mots qui figurent dans le champ qu'ils ont devant eux.
- Discussion et justification en groupe : a-t-on souligné dans les quatre champs les mêmes moyens de locomotion ? Pourquoi les a-t-on soulignés ? Qu'est-ce qui rend un moyen de locomotion polluant /écologique ? Finalement, le groupe se met d'accord sur le moyen de locomotion le plus polluant et sur le moyen de locomotion le plus écologique et les inscrivent dans le cercle central. La feuille A3 peut être fixée au mur.

5. Discussion des résultats en plénum. L'enseignant-e complète les connaissances préalables des élèves et explique les effets des différents moyens de locomotion en prenant l'exemple du trajet de Zurich à Genève : quelle est la quantité de CO<sub>2</sub> émise sur cette distance ? De quelle source d'énergie ces émissions proviennent-elles ? Les sources d'énergie sont-elles renouvelables ou non renouvelables ?

Moyen de locomotion	Source d'énergie	Emissions de CO2 (kg par personne et trajet de Zurich à Genève)
Bicyclette	Force musculaire (renouvelable, 6,5 pizzas)	0 kg
Vélo électrique	Electricité (non renouvelable, renouvelable)	0,01 kg
Voiture électrique avec 1 personne avec 4 personnes	Electricité (non renouvelable, renouvelable)	0,67 kg 0,17 kg
Train (rempli à 75%)	Electricité (90-95 % renouvelable; reste non renouvelable)	0,17 kg
Bus (rempli à 50%)	Diesel (non renouvelable)	15,07 kg
Voiture moyenne avec 1 personne avec 4 personnes	Essence (non renouvelable)	55,71 kg 13,93 kg
Avion (rempli à 75%)	Kérosène (non renouvelable)	52,26 kg

**Partie III : Calculateur de mobilité et de CO<sub>2</sub>**

6. Les élèves développent leurs connaissances concernant l'impact sur l'environnement de différents moyens de locomotion : le travail se poursuit dans les groupes de quatre formés précédemment. Chaque groupe est une agence de voyage et doit proposer un voyage sous une variante écologique et sous une seconde variante moins écologique. La moitié des groupes propose une excursion d'une journée en Suisse, l'autre moitié un voyage à destination d'une ville européenne. Chaque moitié imagine un slogan pour faire vendre les deux variantes.

7. Chaque groupe dispose d'un ordinateur avec accès à Internet. L'enseignant-e ouvre au préalable le calculateur de mobilité sur le site suivant :

[www.energie-environnement.ch/maison/transports-et-mobilite/mobile-impact](http://www.energie-environnement.ch/maison/transports-et-mobilite/mobile-impact)

Les groupes choisissent un but de voyage. La destination doit pouvoir être atteinte avec deux moyens de transport différents. La destination et le moyen de transport sont entrés dans le calculateur de mobilité. Les données concernant l'itinéraire, la consommation d'énergie et les gaz polluants occasionnés par le voyage sont inscrits sous forme de tableau :

Destination :		
	Moyen de transport 1 (variante plus écologique)	Moyen de transport 2 (variante moins écologique)
Distance à parcourir (km)		
Durée du voyage		
Quantité d'énergie par personne (kWh)		
Emissions de CO <sub>2</sub> par personne (kg)		

8. Discussion en plénum des résultats calculés: présentation des voyages. Quels moyens de transport les différentes agences de voyage recommanderaient-elles pour la destination choisie ? Pourquoi ? Quelle est l'agence qui propose le voyage le plus écologique ? En quoi les prix des deux variantes se distinguent-ils ?

**Possibilités pour développer le sujet**

- Relever le poids (m) et les vitesses moyennes (v) de différents moyens de locomotion et calculer l'énergie cinétique:  $E=1/2mv^2$  (Exemple: vélo (15kg, 15km/h), e-bike (20kg, 30km/h), petite voiture (1000kg, 60km/h) et véhicule tout-terrain (2000kg, 60km/h).

- Comparer la place occupée par différents moyens de transport: comment nous déplaçons-nous avec notre classe (30 personnes)? 10 autos occupent une surface de 170 m<sup>2</sup>, 30 vélos une surface de 40 m<sup>2</sup> et 1 bus une surface de 30 m<sup>2</sup>. Ces surfaces peuvent être marquées à la craie dans la cour de l'école.