

# Carnet d'exposition **INDESTRUCTIBLE** **ÉNERGIE**

Espace des Inventions



# Carnet d'exposition

# **INDESTRUCTIBLE**

# **ÉNERGIE**

## **9 octobre 2012 - 29 décembre 2013**

Situé à la Vallée de la Jeunesse à Lausanne, l'Espace des Inventions est un lieu d'éveil à la science et à la technique destiné en premier lieu aux enfants et aux jeunes.

Via des expositions interactives, des ateliers, des conférences et divers évènements, l'Espace des Inventions cherche à susciter l'intérêt pour les domaines scientifiques et techniques, à développer le sens de l'observation et à titiller la curiosité.

Depuis son ouverture en décembre 2000, l'Espace des Inventions a accueilli plus de 200'000 visiteurs avec des expositions et des activités s'adressant aussi bien au grand public qu'aux écoles (qui représentent environ 25% des visiteurs).

*Indestructible énergie* est la huitième exposition conçue, réalisée et présentée par l'Espace des Inventions. Elle est présentée du 9 octobre 2012 au 29 décembre 2013 et a pour ambition de faire toucher du doigt la délicate notion physique d'énergie.

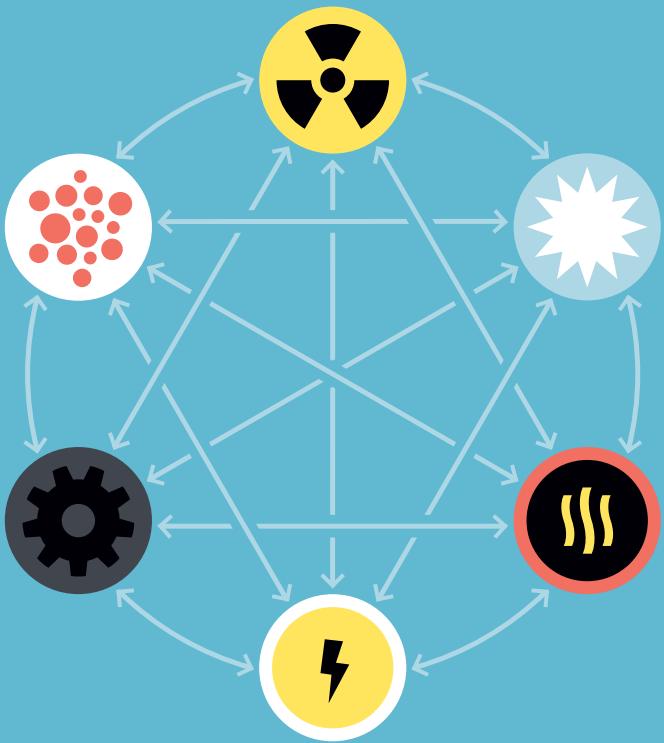


Tous les commentaires, remarques, critiques et autres propositions que vous souhaiteriez nous communiquer relativement à cette exposition ou à nos activités en général sont les bienvenus:

**[info@espace-des-inventions.ch](mailto:info@espace-des-inventions.ch)**

ou depuis la page contact de notre site web

**[www.espace-des-inventions.ch](http://www.espace-des-inventions.ch)**



# C'est quoi l'énergie ?

Richard Feynman, célèbre physicien américain qui a reçu le Prix Nobel de physique en 1965 disait en substance *l'énergie se conserve, mais on ne sait pas ce que c'est.*

Ce constat résume bien les choses: l'énergie est une notion complexe, à laquelle on fait référence à de nombreuses occasions mais qu'il est très difficile de définir.

L'énergie peut être présentée comme une sorte de monnaie d'échange utilisée dans tous les processus physiques. Elle peut prendre différentes formes et c'est cette forme qui change lors d'un processus physique. Exemple: lors du fonctionnement d'une perceuse, on transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique.

Les lois de la physique (plus précisément celles de la thermodynamique) nous indiquent que la quantité d'énergie en circulation ne change pas au cours du processus physique, c'est la fameuse loi de conservation d'énergie à laquelle la citation de M. Feynman fait référence. En revanche, dans la plupart des processus, une partie de l'énergie se transforme dans une forme non souhaitée et n'est ainsi pas utilisée. De manière abusive, on parle alors souvent de perte d'énergie.

Reprendons notre exemple: lors du fonctionnement de notre perceuse, une partie de l'énergie électrique est transformée en énergie thermique (de la chaleur se dégage) et en énergie mécanique (des bruits forts désagréables se font entendre). Il n'y a donc

malheureusement qu'une partie de l'énergie impliquée qui est véritablement mise au service de notre objectif de départ: faire un trou via la rotation de la mèche.

En définitive, l'énergie se transforme sans arrêt, ne se perd pas mais peut prendre des formes indésirables. Par ailleurs, elle ne se laisse bien voir que lorsqu'elle se transforme, c'est-à-dire lors de tous les processus physiques.

Pour illustrer ce propos, nous avons choisi, dans l'exposition *Indestructible énergie*, de mettre en circulation une sorte de monnaie énergétique qui se présente sous la forme de boules opalines. Chaque boule vaut un Blip qui est une unité d'énergie que nous avons créée spécialement pour cette exposition (voir prochain chapitre). Au cours de votre visite, vous achèterez des Blips au moyen de votre énergie musculaire et vous les dépenserez pour faire fonctionner les expériences de l'exposition. Cette mise en scène est destinée à faire mieux sentir l'idée que l'énergie est une monnaie d'échange lors des processus physiques.

**Avant d'aller plus loin, essayez de garder en tête cette idée essentielle: les lois de la physique disent que l'énergie ne peut ni se créer ni disparaître, elle ne fait que se transformer.**



énergie électrique

énergie mécanique  
(mouvement + bruit) et chaleur

# Blips et autres unités d'énergie

Il existe de nombreuses unités permettant de quantifier l'énergie. Les plus importantes sont représentées ici.



## Le Blip

Unité d'énergie de référence dans cette exposition et nulle part ailleurs !

**1 Blip** = 1'000 Joules

**1 Blip** = l'énergie nécessaire à un enfant pour monter un étage par les escaliers

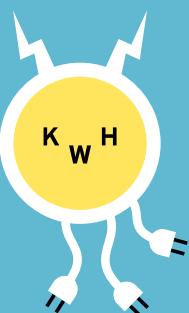


## Le Joule (J)

Unité d'énergie de référence

**1 J** = 0.001 Blip

**1 J** = l'énergie nécessaire pour soulever une petite pomme d'une hauteur de 1 mètre



**1 kWh** = 3'600 Blips

**1 kWh** = l'énergie électrique nécessaire pour faire fonctionner un aspirateur d'une puissance de 1000 Watt pendant 1 heure

## Kilowatt heure (kWh)

Unité utilisée sur vos factures d'électricité pour exprimer la consommation d'électricité



## Calorie alimentaire (Cal ou Kcal)

Unité utilisée pour exprimer l'énergie contenue dans les aliments

**1 Cal =** 4.18 Blips

**1 Cal =** l'énergie contenue dans une myrtille



## Tonne de TNT

Unité utilisée pour exprimer la quantité d'énergie libérée lors d'explosions

**1 Tonne de TNT =** 4 180 000 Blips

**1 Tonne de TNT =** l'énergie libérée par l'explosion d'une tonne de TNT (trinitrotoluène)

## Tonne équivalent pétrole (TEP)

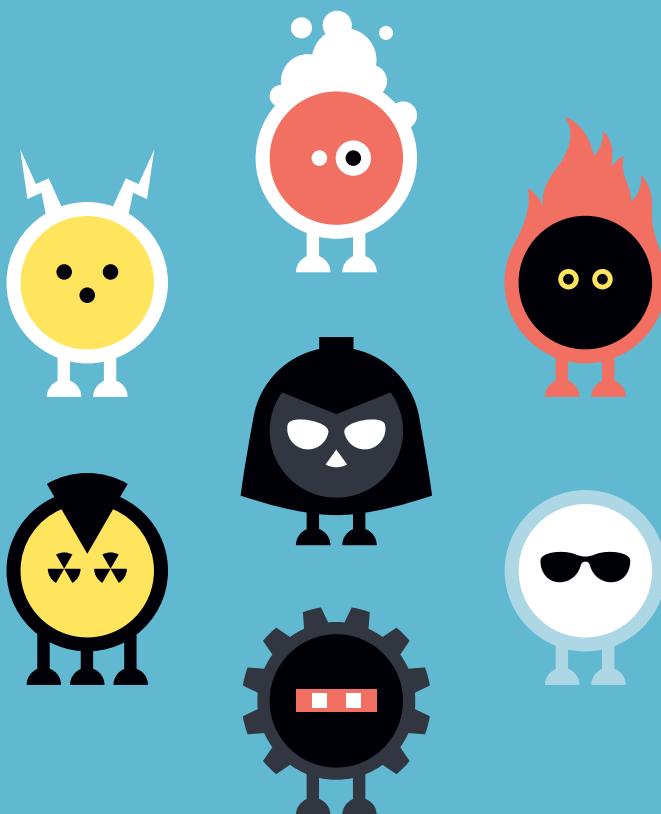
Unité utilisée par certains industriels et économistes



**1 TEP =** 41 800 000 Blips

**1 TEP =** l'énergie contenue dans 1 tonne de pétrole

Il existe encore bien d'autre unités d'énergie comme l'électronvolt qui est utilisé par les physiciens travaillant au CERN ou encore l'erg qui était utilisé dans les anciens systèmes d'unités que le Système International a remplacé.



## La famille des EnergoBlips

L'énergie se manifeste dans des contextes très différents et peut prendre différentes formes.

Dans l'exposition *Indestructible énergie*, nous avons choisi de représenter ces formes par les membres d'une grande famille : les EnergoBlips.

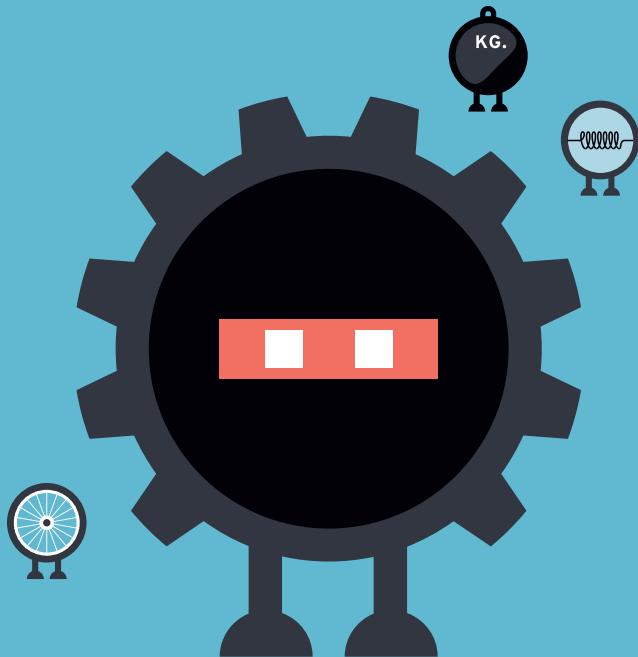


## ThermoBlip

Flamboyant et toujours la crinière au vent,  
il est déconseillé de s'en approcher de trop près.  
Il s'appelle ThermoBlip et représente  
l'énergie thermique.

L'énergie thermique, qu'on appelle aussi chaleur, est contenue dans toute matière portée à une température supérieure au zéro absolu (-273.15°C). On la trouve par exemple dans un gâteau sortant du four ou une flaque d'eau qui a chauffé au soleil. Elle est liée aux mouvements des atomes ou des molécules qui forment l'objet concerné.

ThermoBlip est apprécié car il permet de garder nos maisons à une agréable température en hiver et de cuire les aliments. En dehors de cela, ThermoBlip est un personnage assez gonflé qui s'invite souvent, même quand il n'est pas convié. En effet, dans de nombreux processus physiques, une partie de l'énergie se transforme en chaleur de manière indésirable.

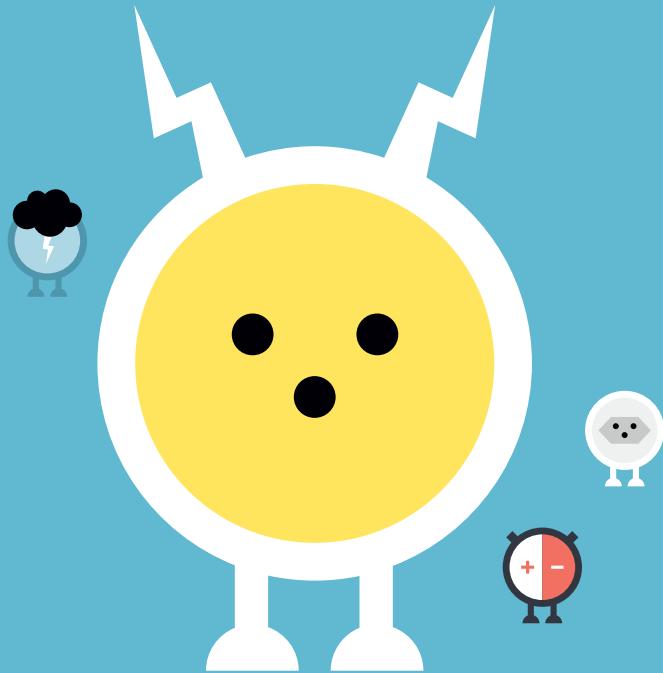


## MécanoBlip

Plutôt viril et un peu carré dans sa gestuelle, il ne vaut mieux pas laisser traîner ses doigts quand il est dans le coin, il s'agit de MécanoBlip qui représente l'énergie mécanique.

L'énergie mécanique est contenue dans un objet en mouvement comme un vélo ou une comète, dans un objet placé en altitude comme une pomme dans un arbre ou une masse d'eau retenue par un barrage dans un lac de montagne ou dans un objet déformé comme un ressort comprimé.

C'est une forme d'énergie très recherchée par les humains. Ils l'ont d'abord trouvée dans leurs propres muscles, puis dans ceux d'animaux domestiques, dans le vent ou les cours d'eau avant l'invention de la machine à vapeur qui démarra la révolution industrielle à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle.

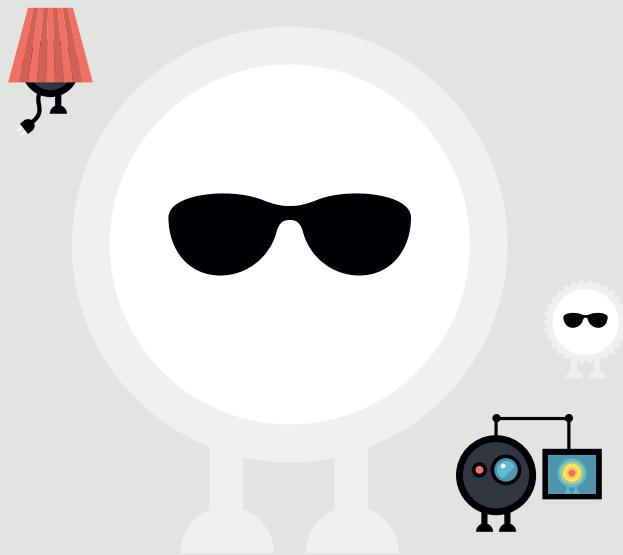


## ElectroBlip

Repérable grâce à ses antennes en forme d'éclairs et frappant par son nez qui ressemble à un troisième œil, il a un caractère bien trempé et il est difficile d'avoir prise sur lui. ElectroBlip représente l'énergie électrique.

L'énergie électrique est contenue dans le courant électrique que l'on va retrouver dans les prises électriques ou dans les éclairs. Elle est liée aux différences de charges électriques entre deux corps. ElectroBlip représente une forme d'énergie relativement récente dans l'histoire de l'homme puisque ça fait à peine un siècle et demi que l'électricité est devenue une forme répandue d'énergie utile.

Elle a pour intérêt d'être très agréable à transporter et de se transformer aisément en diverses autres formes d'énergie. La difficulté de stocker l'énergie électrique représente son défaut majeur. Et de fait, la plupart du temps, on ne la stocke pas directement. On stocke plutôt une autre forme d'énergie prête à se transformer (énergie chimique dans une batterie ou énergie mécanique dans un barrage).

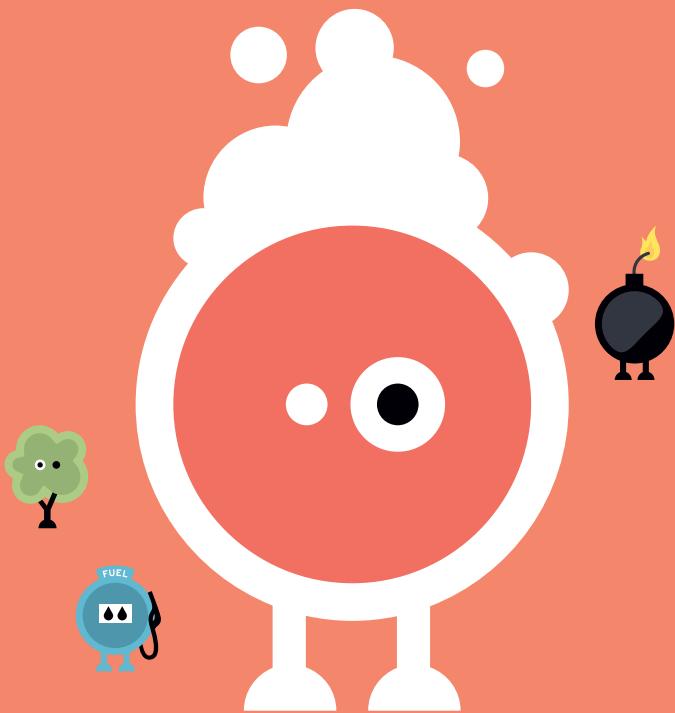


## RayoBlip

D'une blancheur presque éblouissante, RayoBlip n'enlève jamais ses lunettes de soleil qu'il choisit selon la dernière mode. RayoBlip représente l'énergie rayonnante.

L'énergie de rayonnement ou énergie rayonnante est contenue dans les radiations qui se dégagent de tous les corps portés à une température supérieure au zéro absolu (-273.15°C). Cette énergie est contenue dans les rayonnements tels que la lumière d'une lampe, les rayons du soleil ou les UV

d'un solarium. Elle est également dégagée lors de réactions nucléaires. On pourrait dire que c'est notre énergie primaire, en effet c'est presque exclusivement l'énergie rayonnante en provenance du soleil qui alimente notre planète en énergie.



## ChimicoBlip

Reconnaissable à son côté asymétrique et un peu évaporé, ChimicoBlip représente l'énergie chimique.

L'énergie chimique est souvent très bien cachée: elle est contenue dans les liaisons chimiques de la matière comme dans le sucre, le pétrole ou l'herbe. Elle est liée à la structure de la matière et plus précisément aux liaisons entre les atomes ou les molécules qui forment cette matière. Elle se stocke extrêmement bien et potentiellement très longtemps comme dans le cas du pétrole. Elle est transformée lors de

réactions chimiques, qui peuvent être tranquilles et contrôlées (la digestion par exemple) ou très violentes (l'explosion d'un bâton de dynamite par exemple). Le plus souvent, l'énergie chimique se libère dans des réactions d'oxydation au contact de l'oxygène, comme la combustion. Ces réactions s'accompagnent presque toujours d'une production de chaleur, on parle alors de réaction exothermique.



## NucléoBlip

Ses yeux à la forme singulière ainsi que sa coupe de cheveux en tranche de camembert sont uniques dans la famille. NucléoBlip représente l'énergie nucléaire.

L'énergie nucléaire est l'énergie contenue dans les liaisons entre les différents éléments (protons et neutrons) constitutants le noyau atomique.

Elle se manifeste dans les réactions de fusion nucléaire (lorsque des noyaux atomiques légers s'assemblent, au cœur du soleil par exemple) et dans les réactions de fission nucléaire (lorsque des noyaux atomiques lourds et instables se cassent, dans le cœur des centrales nucléaires par exemple). Cette forme d'énergie a été comprise grâce aux travaux du célèbre physicien Albert Einstein qui a établi un lien entre la masse et l'énergie dans sa non

moins célèbre formule  $E(\text{énergie}) = m(\text{masse}) \cdot c^2(\text{vitesse de la lumière})^2$ . La compréhension de cette forme d'énergie a permis le développement de la bombe atomique, des centrales nucléaires et également de nombreuses techniques médicales.

NucléoBlip est diversement apprécié du public à cause des liens étroits qu'il entretient avec la radioactivité. On appelle radioactivité le phénomène de fissions nucléaires d'éléments instables comme le radium ou l'uranium. Ce processus dégage des rayonnements très énergétiques et très dangereux pour la matière vivante (les rayons  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ).



## DarkVaBlip

Légèrement inquiétant avec son allure de justicier intergalactique, DarkVaBlip diffère des autres membres de la famille par sa nature et la difficulté qu'il y a de le rencontrer. DarkVaBlip représente l'énergie sombre.

L'énergie sombre n'est en réalité pas de la même nature que les autres énergies mais personne ne sait véritablement ce qu'elle est et à quoi elle ressemble. Les astrophysiciens concluent à sa présence car sans elle, il est impossible de comprendre pourquoi l'expansion de l'Univers va en s'accélérant. Cette énergie n'a pas d'action à l'échelle de la Terre ou du système solaire, ni même à l'échelle d'une galaxie. Elle n'a un impact que lorsque l'on considère des

distances intergalactiques. C'est la raison pour laquelle il n'y a guère que les astrophysiciens qui peuvent constater sa présence. Cette énergie qu'on appelle aussi énergie du vide quantique a un effet répulsif, inverse à celui de la gravité. On ne sait pas encore si cette énergie est constante ou si elle fluctue au cours du temps. On sait toutefois qu'aujourd'hui elle représente à elle seule plus de 70% de toute l'énergie de l'Univers !

# No Blip Zone

On mesure l'énergie physique en Joules, en Calories, en Kilowatt heures ou en Blips. Toutefois, on parle souvent d'énergie en faisant référence à quelque chose qui ne se mesure pas dans ces unités.



On associe en effet souvent l'énergie à l'état intérieur dans lequel on se trouve, à la motivation qui nous habite, à l'envie de faire des choses. On dit par exemple de quelqu'un qu'il déborde d'énergie ou au contraire qu'il a peu d'énergie. Ce sentiment, impossible à mesurer, n'a rien à voir avec l'énergie physique qui est parfaitement quantifiable et mesurable. On ne peut pas mesurer l'énergie intérieure. Chacun peut la ressentir pour lui-même, la comparer à celle qu'il a pu ressentir à d'autres occasions et

la placer sur une échelle subjective, de la même façon qu'on le fait pour l'évaluation de l'intensité d'une douleur. Il ne s'agit pas d'une mesure mais bien d'une évaluation personnelle.

Du point de vue scientifique, l'énergie fournie par une pile ou l'énergie que l'on ressent chez une personne sont deux choses qui n'ont rien en commun si ce n'est leur appellation. Il faut ainsi prendre garde à ne pas mélanger ces deux notions qui sont très différentes même si on leur donne le même nom !



Gonflé à bloc



En grande forme



En forme



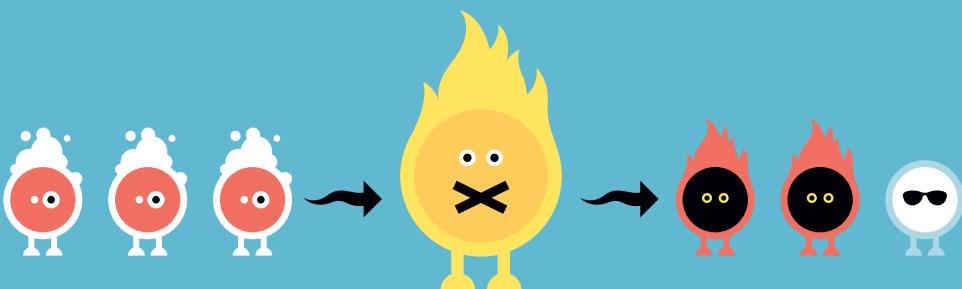
Plutôt à plat



Au bout du rouleau

# Les transformations d'énergie

Comme indiqué au début de ce carnet, l'énergie se laisse voir lorsqu'elle se transforme. Afin de mieux comprendre ce qu'il en est de ces transformations, observons-en quelques-unes ici.



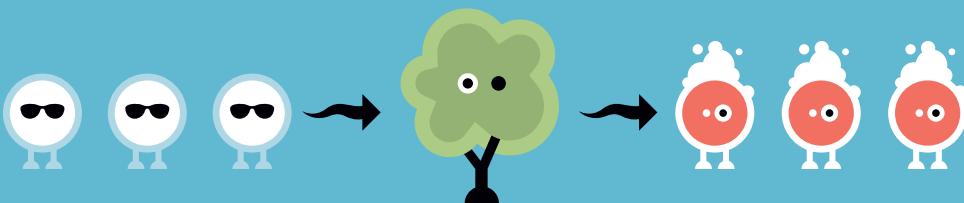
La combustion d'une bûche de bois transforme de l'énergie chimique en énergie thermique et rayonnante.



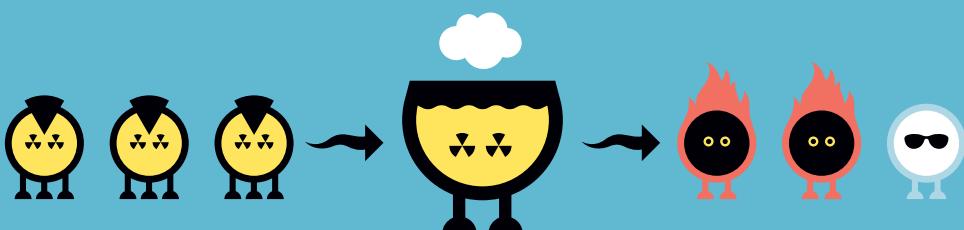
Un four à raclette transforme de l'énergie électrique en énergie thermique et rayonnante.



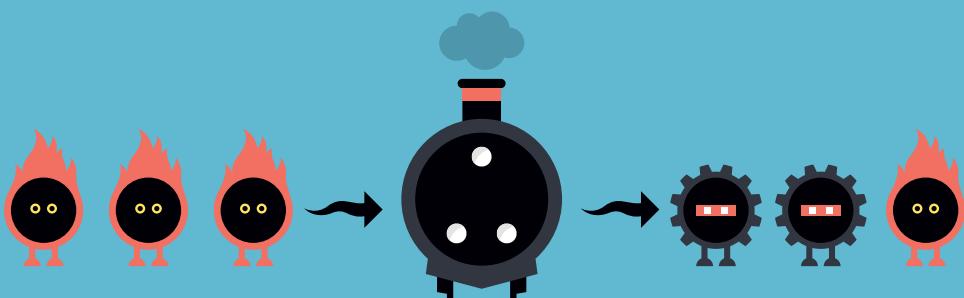
Une dynamo de vélo transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique et malheureusement aussi un peu en chaleur.



Un arbre transforme de l'énergie rayonnante en énergie chimique.



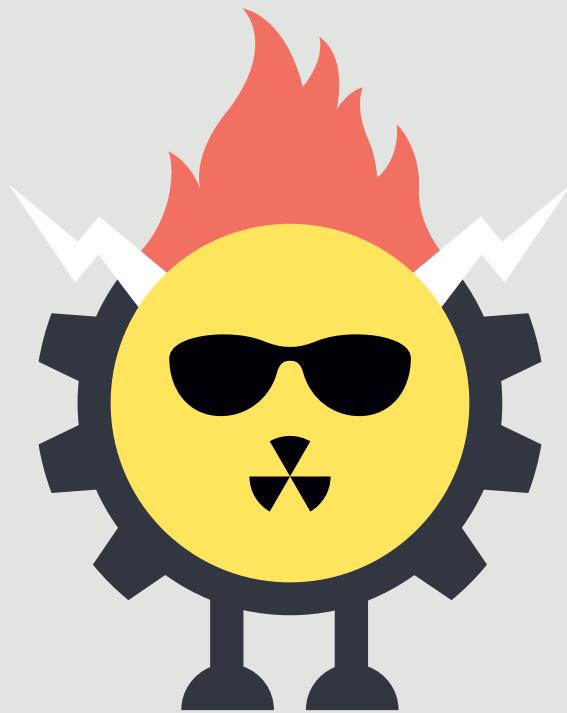
Une centrale nucléaire transforme de l'énergie nucléaire en énergie thermique et en énergie rayonnante.



Une locomotive à vapeur transforme de l'énergie thermique en énergie mécanique et malheureusement aussi en chaleur.



On constate que dans la majorité des processus, une partie de l'énergie se transforme en chaleur bien que cela ne soit pas toujours souhaité. On parle d'énergie dégradée car c'est une forme d'énergie difficile à récupérer ou à retransformer. Quand on arrive à limiter ces transformations, on améliore le rendement du processus et on est content!



## **Activités à haute valeur énergétique !**

Nous vous proposons ici quelques expériences et bricolages que vous pourrez faire à la maison ou à l'école pour aller plus loin dans votre découverte de l'énergie.

# RayoBlip en action!

Comment faire pour couper un fil à l'intérieur d'un bocal sans ouvrir celui-ci ?  
Testez cette expérience et posez ensuite cette colle à votre entourage !

## Marche à suivre:

- Attacher l'écrou, la clé ou la perle au bout du fil.
- Scotcher l'autre bout sous le couvercle du pot.
- Fermer le pot, le fil doit être bien tendu et l'objet ne doit pas toucher le fond du pot.

## Problème:

Pour couper le fil, il faut utiliser l'énergie contenue dans les rayons du soleil ! Placer la loupe perpendiculairement aux rayons du Soleil et trouver la bonne distance avec le fil en observant quand un point lumineux brillant se forme sur le fil. En un clin d'œil, le fil brûle à cet endroit et l'objet tombe au fond du pot.

## Que se passe-t-il ?

Le rayonnement solaire contient différents types de rayonnements, notamment le rayonnement infrarouge qui nous chauffe. Les infrarouges traversent le verre contrairement aux ultra-violets (UV).

Grâce à la forme de la loupe, les rayons du Soleil qui la traversent convergent en un point (le point lumineux que l'on cherche à amener sur le fil). La concentration de ces rayons et en particulier celle des rayons infrarouges permet de chauffer fortement à cet endroit. En l'occurrence, la chaleur est suffisante pour brûler le fil.

On pourrait aussi utiliser la loupe pour brûler une feuille de papier et ainsi faire partir un feu mais, bien sûr, on ne fait cela qu'en présence d'un adulte !



## Matériel:

- un pot en verre avec son couvercle
- du fil de couture
- du scotch
- un écrou, une clé ou une grosse perle
- une loupe



# Obtenir des ElectroBlips!

Cette expérience propose de construire une pile pour allumer une petite ampoule LED, transformant ainsi de l'énergie chimique en énergie électrique. Il s'agit d'une expérience très classique et vous trouverez sur internet mille manières de faire et mille astuces pour améliorer votre montage.

## Marche à suivre:

- Couper les citrons en deux.
- Planter une languette de zinc (Zn) d'un côté et une languette de cuivre (Cu) de l'autre. Les languettes ne doivent pas se toucher.
- Couper des longueurs de fil électrique d'une trentaine de centimètre et relier les languettes entre elles comme sur le dessin ci-dessous.
- Brancher ensuite les deux derniers fils sur la LED. Le montage ne fonctionnera que si la LED est branchée dans le bon sens. Le - doit être branché sur le pied situé du côté de la partie plate de la LED. Dans le doute, testez donc les deux sens!

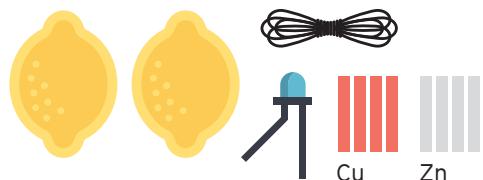
La LED devrait s'allumer faiblement.

Plus on ajoute de citrons, meilleur sera le résultat. On peut commencer avec deux citrons, puis trois, puis quatre et observer la différence.

Prenez garde à brancher les languettes du cuivre et de zinc toujours dans le même sens faute de quoi votre pile ne fonctionnerait pas.

## Que se passe-t-il?

Une pile transforme de l'énergie chimique en énergie électrique. Ici, la réaction chimique se produit entre le cuivre et le zinc grâce à l'acidité du citron et s'appelle une oxydoréduction. Le zinc cède des électrons au cuivre et ce transfert d'électrons provoque un courant électrique et une différence de potentiel

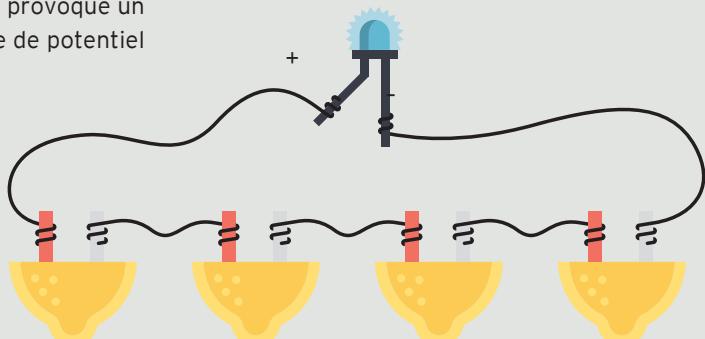


## Matériel:

- une bobine de fil électrique
- quelques languettes en cuivre (env. 6x1 cm)
- quelques languettes en zinc de la même dimension
- une ampoule LED  
(tout ce matériel peut être commandé sur [www.opitec.ch](http://www.opitec.ch) par exemple)
- 2 citrons bien juteux

entre la languette de zinc et la languette de cuivre. En ajoutant des citrons, on additionne les effets et on augmente la différence de potentiel, ou tension électrique, disponible.

L'inventeur de la pile s'appelle Alessandro Volta (1745-1827). Il avait imaginé un dispositif dans lequel étaient empilées alternativement des rondelles de deux différents métaux séparées par des tissus imbibés d'eau salée et qui générât une tension électrique à ses bornes.



# MécanoBlip a le tournis 1...

L'énergie mécanique existe sous différentes formes: l'énergie cinétique contenue dans un objet en mouvement et l'énergie potentielle, contenue dans un objet placé en hauteur ou dans un objet déformé (un ressort par exemple). Nous vous proposons ici de fabriquer votre propre transformateur d'énergie mécanique, plus communément appelé yo-yo...

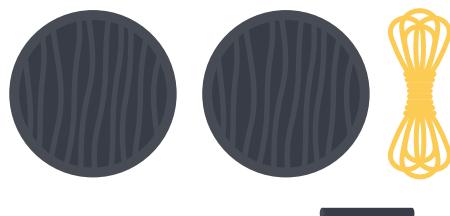
## Marche à suivre

- Poncer soigneusement au papier de verre les angles des rondelles en bois pour éviter que la ficelle ne croche dessus lorsque le yo-yo sera fonctionnel.
- Percer les deux rondelles de bois parfaitement au centre (trouver le centre d'un disque peut être un objectif pédagogique de ce bricolage).
- Scier la tige en bois à une longueur de deux fois l'épaisseur d'une rondelle plus 5 mm.
- Chasser la tige en bois dans l'un des trous en s'aidant du marteau.
- Glisser une extrémité de la ficelle dans l'autre trou et chasser la tige en bois dedans. Les rondelles sont au final espacées d'environ 5 mm ce qui permet d'enrouler la ficelle.
- Faire une boucle à l'extrémité libre de la ficelle permettant d'y glisser l'index.

Ensuite il n'y a plus qu'à s'entraîner à faire fonctionner le plus longtemps possible votre transformateur d'énergie mécanique!

## Que se passe-t-il ?

Lorsque le yo-yo est proche de la main avec la ficelle enroulée, il contient de l'énergie potentielle grâce à son altitude. Il va ensuite se mettre à tomber.



### Matériel:

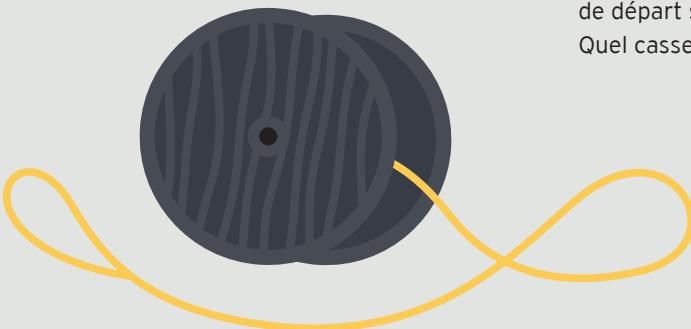
- 2 rondelles en bois d'un diamètre d'env. 6 cm
- une tige en bois d'un diamètre de 4 mm
- 1 mètre de grosse ficelle

### Outilage:

- perceuse avec mèche de 4 mm
- petit marteau
- papier de verre

En tombant, l'énergie potentielle est transformée en énergie cinétique. Arrivé au bout de sa ficelle, le yo-yo est plein d'énergie cinétique qu'il va transformer en énergie potentielle en s'enroulant autour de la ficelle et en remontant.

A chaque voyage, une partie de l'énergie mécanique est malheureusement transformée en énergie thermique via les frottements. C'est pour cela que votre main doit lui redonner régulièrement un peu d'énergie sinon il finirait par s'arrêter, toute l'énergie de départ s'étant petit à petit dissipée en chaleur. Quel casse-pied ce ThermoBlip !

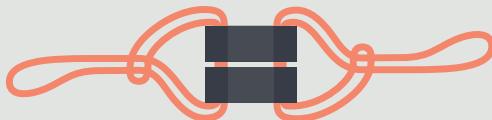


# MécanoBlip a le tournis 2...

Nous vous proposons de fabriquer un autre modèle de transformateur d'énergie mécanique, plus mystérieux que le premier.

## Marche à suivre

- Découper une rondelle dans le carton fort au diamètre de la boîte pour en faire un couvercle qui ne dépasse pas de la boîte.
- Percer un trou au centre de la rondelle de carton à l'aide d'un clou.
- Percer un trou au centre du fond de la boîte à l'aide d'un clou et du marteau. En tournant le clou, agrandir légèrement le trou.
- Passer les deux élastiques dans les trous des écrous selon le dessin.

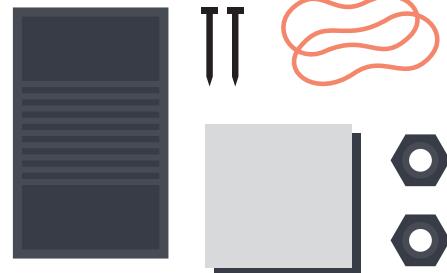


- Faire passer le premier élastique dans le trou du fond de la boîte (d'où l'intérêt d'avoir choisi une boîte dans laquelle on peut enfiler la main...) et bloquez le à l'extérieur de la boîte avec le premier clou.
- Faire passer le deuxième élastique dans le trou de la rondelle en carton et bloquez le avec le deuxième clou en positionnant la rondelle comme un couvercle.

Et tester votre boîte yoyo: faites la rouler sur le sol. Elle va s'éloigner de vous, s'arrêter puis revenir en arrière.

## Que se passe-t-il ?

Lorsque la boîte avance, l'inertie des écrous provoque l'enroulement des élastiques sur eux-mêmes. Ce faisant, de l'énergie potentielle est stockée dans les élastiques. En se libérant, cette énergie se transforme en énergie cinétique et la boîte roule en arrière.



## Matériel:

- une boîte de conserve d'env. 10 cm de diamètre dans laquelle on peut enfiler la main
- un morceau de carton fort ou un couvercle plastique s'ajustant sur la boîte
- deux élastiques assez gros et qu'on arrive à passer facilement autour de la boîte
- deux ou trois gros écrous (env. 15-20 mm de diamètre)
- 2 clous

## Outilage:

- un petit marteau
- une paire de ciseaux

Vous trouverez un film montrant la réalisation d'une variante de ce bricolage sous l'appellation *boîte yoyo* sur: [www.wikidebrouillard.org](http://www.wikidebrouillard.org)



# **Volet pédagogique**

*Indestructible énergie* est destinée à tous les publics dès la première primaire (Harmos 3). Elle aborde dans un contexte à la fois ludique et didactique la délicate notion d'énergie.

Elle a l'intérêt de présenter de nombreux liens avec le PER et ceci pour les trois cycles, en particulier avec les objectifs d'apprentissage MSN 16, 26, 36 et dans une moindre mesure avec les objectifs d'apprentissage MSN 27 et 37. Elle est ainsi particulièrement bien adaptée aux visites scolaires. Il vous est fortement conseillé de préparer votre visite en classe avant votre venue. Pour ce faire, nous vous proposons plusieurs pistes:

**La visualisation en classe du film d'introduction de l'exposition et de quelques interviews de physiciens au sujet de l'énergie (en lien sur notre site internet)**

**Une sélection d'autres ressources pédagogiques ci-contre.**

**Les activités à haute valeur énergétique du chapitre précédent**

- *RayoBlip en action!* Permet d'aborder l'énergie solaire. Liens avec le PER > MSN 26 - force et énergie (électricité et formes d'énergie) et MSN 36 - Energie
- *Obtenir des ElectroBlip!* Permet d'aborder les transformations d'énergie et/ou l'électricité. Liens avec le PER > MSN 26 - force et énergie (électricité et formes d'énergie) et MSN 36 - Energie
- *MécanoBlip a le tournis...* permettent d'aborder l'énergie des objets en mouvement et les énergies cinétique et potentielle. Liens avec le PER > MSN 16 - force et énergie, MSN 26- force et énergie (électricité et formes d'énergie) et MSN 36 - Energie

**Ouverture pour les écoles:**

ma-ve 9h00-18h00

Il est indispensable de réserver!

**Tarif** (visite guidée comprise)

Fr. 3.-/élève; gratuit pour les accompagnants

Les enseignants qui ont réservé peuvent visiter gratuitement l'exposition avant leur venue avec leur classe.

**Déroulement de la visite**

Les visites sont conçues pour être accessibles aux enfants dès la première primaire (Harmos 3). Une visite guidée vous est proposée par des animateurs formés (un animateur pour 10 à 15 élèves). Ils s'efforcent d'adapter la visite au niveau et à l'intérêt des élèves. Il faut compter une bonne heure et demi sur place.

# Autres ressources pédagogiques

Les ressources pédagogiques proposées ci-dessous abordent la question de l'énergie sous un angle différent de celui de l'exposition. Elles traitent plutôt de la problématique très actuelle de la consommation d'énergie de notre société. Ce regard complète bien celui proposé par l'exposition.

## **[www.explorateurs-energie.ch](http://www.explorateurs-energie.ch)**

Un site proposé par Romande Energie qui comporte notamment un important volet pédagogique et qui aborde nombre de questions autour de l'énergie, des sources d'énergie et de consommation d'énergie et des problèmes qui y sont liés. Ce site présente également le Challenge de l'énergie proposé aux classes de 6<sup>e</sup> primaire (Harmos 8).

## **[www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch)**

Ce site regroupe de nombreuses propositions de ressources pédagogiques en lien avec la consommation d'énergie, l'efficacité énergétique et les économies d'énergie. Vous les trouverez dans l'onglet *Formation* sous la rubrique l'énergie en tant que matière enseignée.

## **[www.info-energie.ch](http://www.info-energie.ch)**

Ce site proposé par le Service de l'environnement et de l'énergie de l'Etat de Vaud propose de nombreuses pistes: matériel pédagogique en prêt (pour le canton de Vaud uniquement), catalogue de ressources et l'accès au site do-it-yoursciences.org sur lequel de très nombreux bricolages «énergétiques» sont décrits en détails.

## **[www.lamap.fr](http://www.lamap.fr)**

Le bien connu site de la main à la pâte propose de nombreuses séquences pédagogiques de tous les niveaux en lien avec l'énergie. Ces séquences abordent l'énergie de différents points de vue.

## **[www.webenergie.ch](http://www.webenergie.ch)**

Vous trouverez sur ce site deux projets pédagogiques en lien avec l'énergie. Le premier propose de faire en classe un bilan énergétique des élèves et de leurs familles puis d'étudier les mesures simples qui permettraient d'améliorer ce bilan. Le deuxième propose de faire participer les élèves à la réduction de consommation d'eau et d'énergie de leur bâtiment scolaire.

## **[www.wikidebrouillard.org](http://www.wikidebrouillard.org)**

Ce site propose de très nombreuses expériences et bricolages. En allant sur *Balades thématiques* et en choisissant *Energie*, vous trouverez quelques propositions intéressantes.

# INDESTRUCTIBLE ENERGIE

**Une réalisation produite  
par l'Espace des Inventions, 2012**

## *Conception*

Séverine Altairac, Emmanuelle Giacometti,  
Sandrine Hajdukiewicz, Romain Roduit

## *Scénographie & graphisme*

Studio KO, Yverdon-les-Bains: Ralph Kaiser,  
Christophe Rochat, Noémie Savary, Aurélie Minder

## *Textes*

Emmanuelle Giacometti, Sandrine Hajdukiewicz,  
Romain Roduit

## *Menuiserie*

RS Agencement Steiner SA, Bussigny

## *Serrurerie*

Metal System SA, Echandens

## *Lettrages et autocollants*

Eric Meylan, Concise

## *Aide au montage*

Jérémie Bettex, Cédric Peter

## *Carnet d'exposition*

Emmanuelle Giacometti

## *Accueil et boutique*

Fanny Dao, Prune Denisart

## *Administration*

Florence Greppin

## *Conciergerie*

Carmine Calcagno

## **Film d'introduction**

### *Scénario*

Séverine Altairac, Sandrine Hajdukiewicz,  
Christophe Rochat, Noémie Savary

## *Préparation et réalisation des interviews*

Séverine Altairac, Sandrine Hajdukiewicz,  
Romain Roduit

## *Réalisation et montage*

Studio KO, Yverdon-les-Bains

## **Système de distribution des Blips**

*Conception et réalisation partie mécanique*  
Jean-Jacques Crausaz

*Conception et réalisation partie électronique*  
Daniel Marjanovic, ETML-ES

## *Réalisation des jetons frittés*

Efrain Carreno-Morelli, Jorge Mendez-Alvarez,  
Mikel Rodriguez-Arbaizar, HES-SO Valais, Sion

## **Energie en chaîne**

*Conception et réalisation*  
Marc Wettstein, Les ateliers modernes, Pailly

## **S'y frotte, s'y stoppe**

*Réalisation partie électronique*

Olivier Walpen, HES-SO Valais, Sion

## **Energivore**

*Conception et réalisation partie électronique*

Daniel Marjanovic, ETML-ES

## **Film mouvement perpétuel**

### *Scénario*

Séverine Altairac, Sandrine Hajdukiewicz

### *Comédiens*

Mirko Bacchini et Malik

## *Réalisation et montage*

Studio KO, Yverdon-les-Bains

*Merci à celles et ceux qui ont très sympathiquement accepté de parler d'énergie quelques instants devant notre caméra:* Marilune Aeberhard, Muriel Amato, Vincent Berseth, Roland Besse, Daniel Brelaz, Richard Carleton, Aurore Carleton, Ghislain Castaldi, Kathryn Castaldi, Bastien Conus, Prune Denisart, Manoel De Oliveira Lopes, Michelle Faure, Olivier Goblet, Alexis Godet, Czeslaw Hajdukiewicz, Halina Hajdukiewicz, Henri Hajdukiewicz, Julie Imholz, Guillaume Koenig, Emma Koenig, Théo Koenig, Damian Koenig, Irène Koenig, Laure Millière, Christine Monnier-Theumann, Chloé Morales, Zélia Roduit, Hassan Mohamed Saleh, Myriam Schaefer, Guillaume Thomas, Minh Quang Tran, Christian Van Singer, Danièle Westermann, Jean-Paul Westermann, Joël Westermann, Stéphane Westermann, Véronique Westermann & Anissa, Chantal, Tatiana, Céleste, Aimée, Lorie, Marlon, Romain, Thibaut, Angelina, Lea, Elodie, Lucia & les 20 élèves de la classe de Virginie Moll (école primaire de Michelbach-le-Haut en Alsace): Anaïs, Margot, Charline, Edward, William, Marianne, Mathias, Chloé, Lea, Yanis, Lise, Victoria, Céline, Anaïs, Flore, Gaetan, Maxence, Amandine, Thomas, Cynthia...

*Ainsi que celles et ceux dont nous ne connaissons pas l'identité ou que nous aurions malheureusement oublié.*

*Et finalement un grand merci à celles et ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de cette exposition:* Thermolab sàrl à Bussigny, Marilune Aeberhardt, Roland Besse, Jérémie Bettex, Michel Bonzon, Jean-Jacques Crausaz, Fernand Dominé, Pierre-Alain Hermann, Thorsten Künnemann, Jean-Daniel Marcuard, Daniel Marjanovic, Georges Meylan, Ivann Ostertag, Cédric Peter, Fabien Roduit

## INDESTRUCTIBLE ENERGIE

9 octobre 2012 - 29 décembre 2013

Espace des Inventions

Vallée de la Jeunesse 1

1007 Lausanne

021 315 68 80

info@espace-des-inventions.ch

www.espace-des-inventions.ch



### Ouverture

Public: ma-sa 14h-18h · di et jours fériés 10h-18h

Ecoles: ma-ve 9h-18h (réservation obligatoire)

### Tarifs

Enfant jusqu'à 7 ans: gratuit

Enfant (7 à 16 ans), étudiant, apprenti,  
chômeur, AVS: Fr. 4.-

Adulte: Fr. 6.-

Ecole: Fr. 3.-/élève (visite guidée comprise)

Formule anniversaire sur demande

### Accès

Bus 1, 2, 6 ou 25, arrêt Maladière

M1, arrêt Malley

*Merci pour leur indispensable et généreux soutien à:*



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

*Unil*  
UNIL | Université de Lausanne

**Hes-SO**  
Hauterive Spécialisé  
de Suisse Occidentale  
Fachhochschule Westschweiz  
University of Applied Sciences  
Western Switzerland

 **Lausanne Région**  
Communauté de la région lausannoise

Avec le soutien de la  
**LOTERIE ROMANDE**

  
**FONDATION  
LEENAARDS**

  
**Fondation  
H. Dudley Wright**

**Fondation Fern Moffat**  
**Société Académique**  
Vaudoise

  
**CREDIT SUISSE**

  
**ROMANDE  
ENERGIE**



# LES EXPLORATEURS DE L'ÉNERGIE

avec ROMANDE ENERGIE

**PARCE QU'EXPLORER AUJOURD'HUI L'UNIVERS DES ÉNERGIES  
EST ESSENTIEL POUR CONSTRUIRE DEMAIN, ROMANDE ENERGIE  
A CRÉÉ LES EXPLORATEURS DE L'ENERGIE.**

Depuis 2004, ce programme pédagogique et ludique permet aux élèves de 6<sup>e</sup> année primaire de Suisse romande et à leurs enseignants de mieux comprendre les problématiques liées à l'énergie et aux nouveaux enjeux environnementaux.

Découvrez cette plateforme web et les détails du 8<sup>e</sup> Challenge inter écoles sous le patronage de la Commission suisse pour l'UNESCO sur :  
**[www.explorateurs-energie.ch](http://www.explorateurs-energie.ch)**.



