

# F

## 1. Eco Power – L'énergie produite par des sources d'énergie renouvelables

Chaque jour, chacun d'entre nous consomme d'énormes quantités d'énergie : prends par exemple le début d'une journée tout ce qu'il y a de plus normale :

Le matin, ton radio-réveil te réveille. Bien entendu, il est alimenté par la prise de courant. Tu te lèves, tu appuies sur l'interrupteur pour allumer la lumière, puis tu prends une douche, chaude bien sûr, l'eau ayant été chauffée au fioul domestique ou au gaz par le chauffage central. Ensuite, tu te sèches les cheveux avec le sèche-cheveux électrique. Le chauffage central a également servi à chauffer l'appartement pour que tu n'ais pas froid au petit-déjeuner. L'eau pour le thé bout sur la cuisinière électrique ou à gaz. Le beurre a passé la nuit au réfrigérateur, heureusement, sinon il serait tout mou. Pendant le petit-déjeuner, tu allumes la radio ou le téléviseur pour éviter de te rendormir. Ensuite, tu vas à l'école, en bus ou en voiture, l'un comme l'autre consommant du carburant. Nous pourrions continuer indéfiniment à énumérer toutes les fois où nous avons besoin d'énergie, la liste serait interminable. Bref, nos besoins en énergie sont immenses.

Mais d'où provient toute cette énergie ? Une grande partie est produite à partir des combustibles fossiles : le pétrole, le gaz et le charbon. L'énergie nucléaire couvre, elle aussi, une grande partie de nos besoins. Cependant, ces méthodes de production d'énergie présentent de graves inconvénients :

- Les réserves de combustibles fossiles disponibles sur terre sont limitées
- La combustion du pétrole et du charbon libère des substances qui polluent l'environnement, ainsi que du CO<sub>2</sub> qui est responsable d'un réchauffement permanent de l'atmosphère (effet de serre).
- Malgré des normes de sécurité strictes, l'énergie nucléaire va de paire avec des risques d'accident, or un accident propagerait de la radioactivité dans l'environnement. De plus, elle produit des déchets qui resteront radioactifs pendant plusieurs milliers d'années !

Ces raisons sont suffisantes pour chercher d'autres solutions qui soient, autant que possible, disponibles en quantités illimitées et ne polluent pas. Et bien il y en a : on les appelle les énergies renouvelables, ce qui signifie qu'elles se régénèrent. Avec notre jeu de construction Eco Power, nous allons voir comment on produit de l'énergie à l'aide de l'eau, du vent et du soleil. Sur différentes maquettes, nous allons voir comment il est possible de produire et de stocker de l'électricité, et également de faire fonctionner des maquettes fischertechnik. Amusez-vous bien !

## 2. Qu'est-ce que l'énergie?

Depuis le début, nous parlons sans cesse d'énergie, mais qu'entend-on exactement par ce terme, et comment peut-on la mesurer ? L'énergie est la capacité d'un corps à fournir un travail. L'unité de mesure permettant de mesurer l'énergie et le travail est le joule (J).

### Il existe différentes formes d'énergie, par exemple :

- L'énergie cinétique qui est l'énergie libérée lorsqu'un corps se déplace.
- L'énergie potentielle qui est l'énergie que possède un corps lorsqu'il se trouve à une certaine hauteur.
- L'énergie électrique, sous la forme de tension et de courant électriques.

Le travail ou l'énergie électrique s'exprime également en kilowattheures (kWh). Kilo = 1000, Watt = puissance, heure = temps pendant lequel la puissance est fournie.

### Exemple :

Une ampoule électrique a une puissance de 100 watts. Elle est allumée pendant 10 heures. L'énergie nécessaire est donc de :

$$100 \text{ W} \cdot 10 \text{ h} = 1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$$

Pour illustrer combien d'énergie représente 1 kWh, nous allons procéder à une expérience :

Une dynamo de vélo a une puissance de 3 watts. Lorsqu'on la met en marche, l'énergie cinétique de la roue est transformée en énergie électrique.

### Question 1 :

Combien d'énergie la dynamo produit-elle si on roule pendant 1 heure ?

### Réponse :

$$\text{Énergie} = 3 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 3 \text{ Wh} = 0,003 \text{ kWh}$$

### Question 2 :

Combien de temps faut-il pédaler pour produire 1 kWh (1000 Wh) ?

### Réponse :

De la formule énergie = puissance x temps, on déduit :

$$\text{Temps en heures} = \text{énergie/puissance} = 1000 \text{ Wh}/3 \text{ W} = 333,33 \text{ h}$$

333,33 h correspondent à 13,88 jours. Autrement dit, il nous faudrait pédaler sur notre vélo sans interruption pendant presque 14 jours pour produire 1 kWh, l'énergie dont a besoin notre ampoule électrique de l'exemple précédent pour restée allumée pendant 10 heures.

Or, on sait qu'une famille de 4 personnes consomme environ 4 000 kWh par an en moyenne, alors, imagine combien d'heures il faudrait pédaler pour produire de l'énergie non polluante ! Nous allons donc devoir recourir à d'autres sources d'énergie.


**F**

## 3. L'eau : l'énergie hydraulique

### 3.1. L'énergie cinétique de l'eau

Depuis des siècles, l'homme utilise l'énergie cinétique de l'eau pour actionner directement des machines.

#### Question 1 :

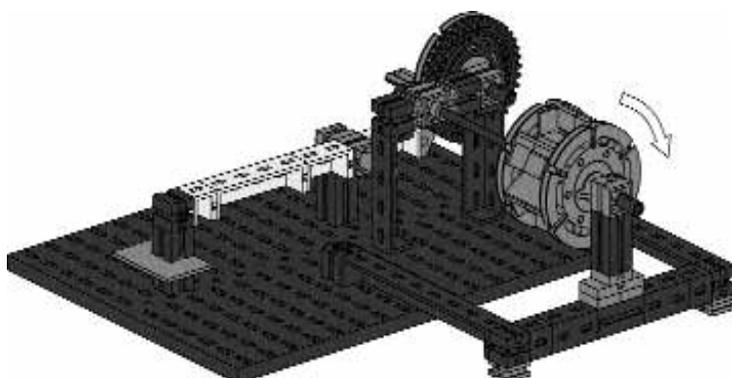
Dans quels cas utilise-t-on la force hydraulique pour actionner directement un mécanisme ?

#### Réponse :

- Le moulin à eau
- La scierie
- La forge à marteau-pilon

Dans ces trois cas, le principe d'entraînement est le même. On dirige l'eau sur une roue hydraulique, la roue tourne, et son mouvement est transmis directement à la machine en question.

Pour illustrer ce principe d'entraînement, construis à présent la maquette de la forge à marteau-pilon (notice de montage p. 4).



Place la roue hydraulique sous un robinet d'eau en respectant bien le sens de rotation de la roue indiqué dans la notice de montage.

C'est avec de telles forges qu'autrefois, on forgeait le fer qu'on avait auparavant porté au rouge.

#### Question 2 :

Quels sont les inconvénients de cette façon d'utiliser l'énergie hydraulique ?

#### Réponse :

- On ne peut utiliser cette énergie que dans les endroits où il y a un courant d'eau, et donc uniquement au bord des fleuves et des rivières car il est impossible de la transporter à d'autres endroits.
- On ne peut pas stocker cette énergie. Il faut donc l'utiliser au moment même où elle est produite.
- Cette énergie ne peut être employée que pour un usage limité, à savoir pour faire fonctionner certaines machines.

#### Question 3 :

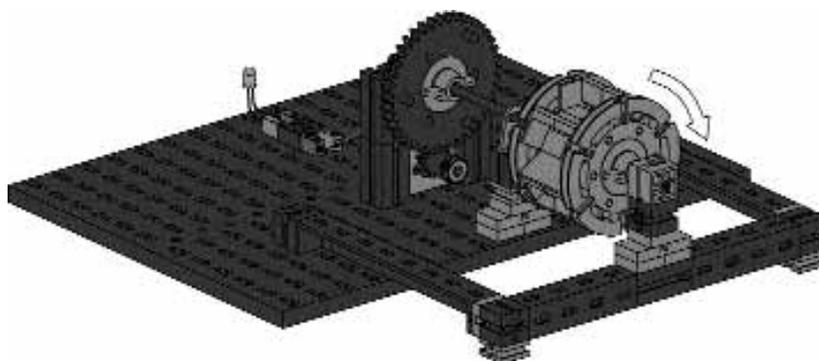
Comment utilise-t-on aujourd'hui la force hydraulique ?

#### Réponse :

La force hydraulique sert à produire de l'électricité qui est elle-même employée pour les usages les plus divers.

### 3.2 L'électricité produite par la force hydraulique

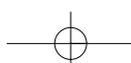
Pour comprendre le principe de fonctionnement de la force hydraulique, construis la maquette de la turbine hydraulique (notice de montage p. 7).



À cet effet, nous allons utiliser le micromoteur solaire comme générateur. Lorsqu'on fait tourner l'arbre du moteur, le champ magnétique existant dans le moteur produit une tension que l'on peut recueillir au niveau des prises du moteur. Si on y raccorde la DEL verte, elle s'allume lorsque le courant circule. Étant donné que l'arbre du moteur doit tourner très vite, on démultiplie la rotation de la roue hydraulique ou de la roue de la turbine selon un rapport de 1:4. Place de nouveau la roue hydraulique sous un robinet d'eau et fais-la tourner suffisamment vite pour que la DEL s'allume. Ici aussi, tiens bien compte du sens de rotation.

#### Attention !

- Cette expérience est parfaite pour inonder la cuisine ou la salle de bain. C'est certes très amusant, mais cela pourrait avoir des conséquences désagréables, en effet, les parents réagissent souvent de façon bizarre devant une inondation. Lorsque l'eau tombe latéralement sur les aubes de la turbine hydraulique, la quantité d'eau projetée reste limitée et la roue tourne alors de façon optimale.
- Le moteur est monté de manière à ne pas être mouillé si vous maniez la maquette avec précaution. Quelques éclaboussures d'eau n'auront aucun effet, mais ne le mettez pas directement sous le robinet ni dans l'eau !
- La DEL sert uniquement à voir de quelle manière le micromoteur solaire produit du courant, elle ne peut pas être utilisée pour l'éclairage des autres maquettes fischertechnik habituelles. Elle ne doit fonctionner que sur 2 V au maximum, si la tension est plus élevée, elle grille immédiatement. Ne la branchez en aucun cas sur un bloc d'alimentation 9 V fischertechnik.



**F****Question 1 :**

Quels sont les avantages de cette méthode de production d'électricité par rapport aux combustibles fossiles tels que le pétrole ou le charbon ?

**Réponse :**

Cette méthode ne provoque pas de rejets gazeux qui polluent l'environnement.

**Question 2 :**

Il est quand même nécessaire de transformer l'environnement pour pouvoir utiliser la force hydraulique, sais-tu en quoi ?

**Réponse :**

Il faut construire des barrages sur des lacs ou des rivières, d'une part pour avoir toujours suffisamment d'eau pour produire l'électricité, et d'autre part pour avoir une hauteur de chute suffisante pour donner à l'eau l'énergie cinétique nécessaire et faire tourner la turbine.

**Question 3 :**

Dans quelles régions utilise-t-on de préférence cette méthode de production d'électricité, et pourquoi ?

**Réponse :**

- Dans les régions montagneuses parce qu'il est possible de retenir l'eau dans des vallées entières à l'aide de barrages gigantesques et qu'elle peut alors tomber d'une hauteur de plusieurs centaines de mètres, on obtient ainsi une énergie cinétique énorme qui permet d'actionner les turbines.
- Sur des rivières présentant une dénivellation naturelle où il est également possible de retenir l'eau.
- Au bord de la Mer du Nord où des usines marémotrices utilisent la force de la marée montante et descendante pour produire de l'électricité à partir de l'eau.

Une fois de plus, nous allons utiliser le moteur comme générateur pour produire de l'électricité, et la DEL comme moyen de visualiser que cela fonctionne effectivement.

**Remarque :**

Il est essentiel de monter le rotor bleu du bon côté sur la fixation rouge de manière qu'il fournisse le meilleur rendement possible. Il y a un petit poisson sur l'une des faces d'une pale, ce symbole doit être dirigé vers le moteur.

Si tu tiens à présent un sèche-cheveux ou un ventilateur devant le rotor, celui-ci se met à tourner de plus en plus vite, et la DEL s'allume.

Nous aurons de nouveau besoin de cette maquette plus tard pour traiter le thème du « stockage de l'énergie ». Mais tu peux très bien la démonter, elle se remonte en très peu de temps.

**Question :**

Il est clair que cette méthode de production d'énergie, tout comme l'énergie hydraulique, est non-polluante car elle ne produit pas de rejets gazeux. Mais quels sont les inconvénients de la force éolienne par rapport à la force hydraulique ou à la production d'énergie conventionnelle à partir de pétrole ou de charbon ?

**Réponse :**

- On ne peut produire du courant que lorsque le vent souffle. On ne peut pas accumuler le vent comme on accumule de l'eau dans un lac de retenue d'un barrage et l'utiliser quand on en a besoin.
- Les personnes qui critiquent les centrales éoliennes trouvent qu'elles enlaidissent le paysage car elles se trouvent bien entendu toujours en terrain découvert et ont les voit de loin.

## 4. Le vent : l'énergie éolienne

La force éolienne est une autre manière de produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable. Il existe de nombreuses régions où le vent souffle constamment, on peut alors utiliser l'énergie cinétique de l'air et la transformer en courant électrique. Nous allons illustrer cette méthode de production d'énergie à l'aide de la maquette de la centrale éolienne (notice de montage p. 10) :

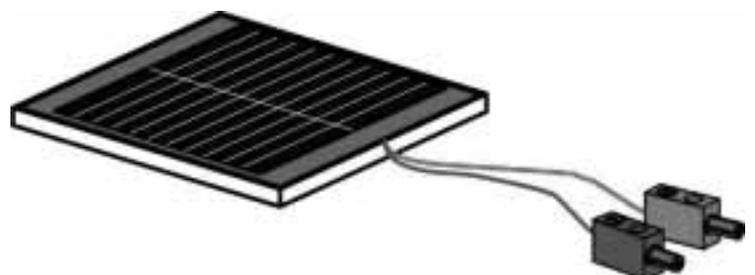


## 5. Le soleil : l'énergie solaire

Si on brûlait toutes les réserves de combustibles fossiles disponibles (bois, charbon, pétrole, gaz) de la terre pour produire de l'énergie, on obtiendrait la même quantité d'énergie que le soleil en donne en trois jours seulement ! Il est donc très intéressant de mettre à profit cette réserve d'énergie à la fois énorme et inépuisable pour produire de l'électricité, pour cela, on utilise des cellules photovoltaïques ou photopiles.

### 5.1 La cellule photovoltaïque (photopile)

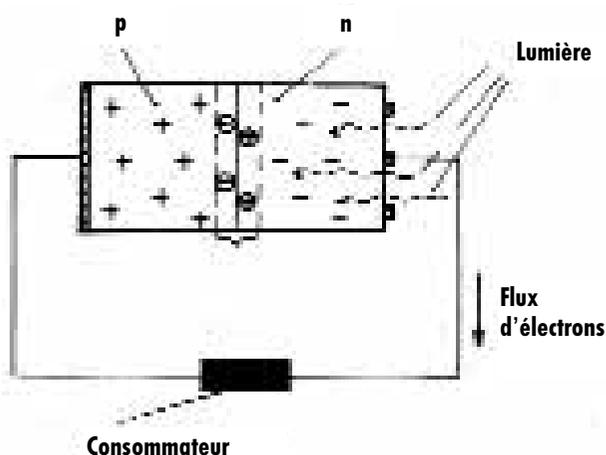
Mais qu'est-ce qu'une cellule photovoltaïque au juste, et comment permet-elle de transformer la lumière du soleil en énergie électrique ? Les cellules




**F**

photovoltaïques ou photopiles sont faites de silicium. On découpe des blocs de silicium en tranches de 0,5 millimètres d'épaisseur, puis on les dope à l'aide de différents atomes étrangers, c'est-à-dire qu'on leur ajoute volontairement des impuretés qui créent un déséquilibre dans la structure du silicium. On obtient ainsi deux couches différentes, la couche p qui est positive et la couche n qui est négative.

En d'autres termes, un flux électrique naît du fait que des électrons de la couche n, stimulés par la lumière incidente, se déplacent vers la couche p à travers l'appareil consommateur raccordé (par exemple un moteur).



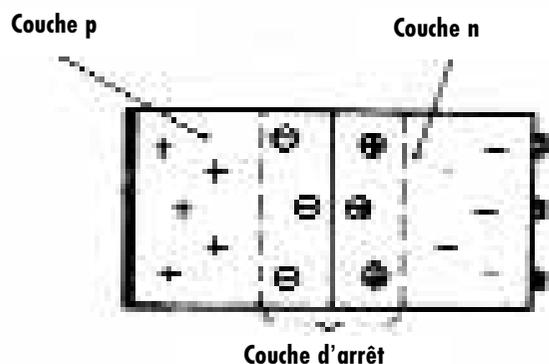
Pour tous ceux qui s'intéressent à la physique, voici une explication plus détaillée de la façon dont la photopile produit de l'électricité :

Sur la couche n de silicium, il y a maintenant un excédent d'électrons puisque le type d'atome étranger qu'on y a ajouté possède plus d'électrons que le silicium, résultat : des électrons libres circulent sur cette face dans tous les sens. Ces électrons peuvent parcourir certaines distances s'ils possèdent suffisamment d'énergie.

Sur la face positive (couche p) en revanche, il manque des électrons puisque le type d'atome étranger qu'on y a ajouté possède moins d'électrons libres que le silicium, résultat : des trous se forment, on les appelle des lacunes. Ces lacunes peuvent accueillir des électrons s'il y en a à proximité.

Les électrons libres « émigrent » donc de la couche n vers la couche p et comblent ces lacunes.

Étant donné, cependant, que les électrons ne peuvent pas parcourir des distances infinies parce qu'ils possèdent trop peu d'énergie, ils n'occupent que les lacunes se trouvant dans une certaine zone du milieu. Cette zone s'appelle la couche de jonction ou couche d'arrêt.



Plus il y a de lumière (et donc d'énergie) qui tombe sur la cellule photovoltaïque, plus les électrons deviennent mobiles, c'est-à-dire qu'ils peuvent parcourir un plus long chemin. Si on raccorde à présent la photopile à un appareil consommateur (moteur, lampe ou similaire), les électrons se déplaceront de préférence dans cette direction (comme s'ils étaient aspirés). On peut se représenter le flux de courant comme un circuit dans lequel il y a en permanence des électrons qui arrivent sur la couche n pour émigrer de nouveau vers la couche p : c'est ce flux d'électrons qui fait que du courant circule, et donc que le moteur tourne.

Fais maintenant un essai en raccordant une seule photopile au moteur solaire de notre jeu de construction afin de voir combien de lumière est nécessaire pour faire tourner le moteur.



La photopile fournit une tension de 0,6 V et une intensité de courant maximale d'environ 930 mA. Le moteur possède une tension nominale de 2 V, mais commence déjà à tourner à partir de 0,3 V (à vide, c'est-à-dire lorsque l'arbre du moteur n'a pas à entraîner de maquette). Une seule photopile suffit donc à l'actionner.

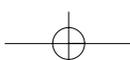
#### Expérience 1 :

Détermine l'intensité lumineuse nécessaire pour faire tourner le moteur. Pour cela, tu peux utiliser une lampe munie d'une ampoule électrique (les tubes fluorescents ne conviennent pas). Peut-être y a-t-il même suffisamment de lumière du jour dans ta pièce pour faire tourner le moteur sans source de lumière supplémentaire.

#### Expérience 2 :

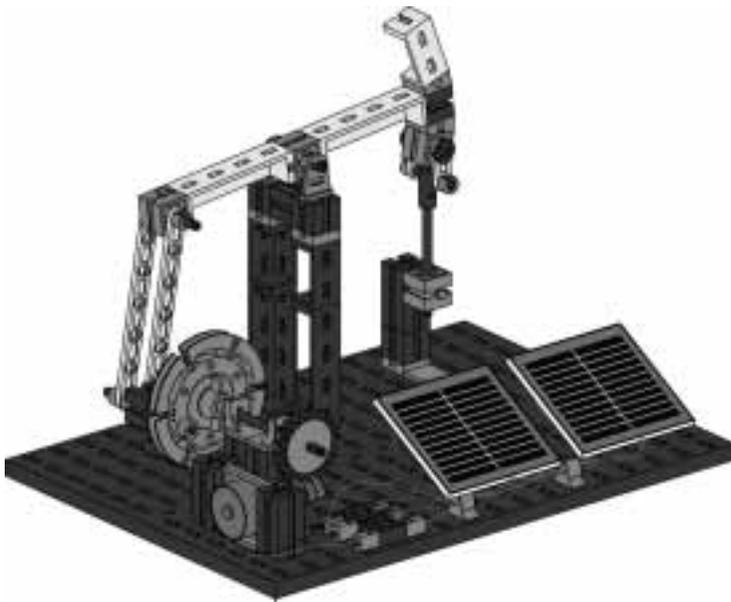
Si tu possèdes un voltmètre-ampèremètre, tu peux mesurer à partir de quelle tension le moteur se met à tourner, quelle est alors l'intensité du courant ?

Tu constateras que le moteur ne peut pas développer beaucoup de puissance quand il ne fonctionne qu'avec une photopile. Si nous voulons à présent actionner une maquette fischertechnik, il existe plusieurs moyens d'accroître la puissance du moteur.



**F****5.2 Montage de photopiles en série**

Construis pour cela la maquette de la pompe à pétrole (notice de montage p. 12).



Une pompe de ce type permet d'extraire du pétrole des profondeurs de la terre, par exemple dans les régions désertiques où le soleil brille constamment.

Dans le cas de cette maquette, le moteur a besoin d'une tension de démarrage suffisamment élevée pour pouvoir tourner. C'est pourquoi nous allons brancher deux photopiles en série (cela est décrit dans la notice de montage). De cette manière, les tensions des deux photopiles s'additionnent.

**Question 1 :**

Quelle est la tension maximale à présent disponible au moteur ?

**Réponse :  $2 \cdot 0,6 \text{ V} = 1,2 \text{ V}$**

**Question 2 :**

Quel est l'intensité maximale de courant disponible ?

**Réponse :**

En cas de montage en série, le courant qui circule à travers les deux photopiles reste constant. Il a une intensité de 930 mA au maximum.

**Question 3 :**

Dans le cas de notre maquette, quelle est la tension nécessaire pour que le moteur puisse se mettre en mouvement ? Quelle est l'intensité du courant qu'il consomme alors ?

(Tu ne peux bien entendu répondre à cette question que si tu possèdes un instrument de mesure. Les résultats varient en fonction par exemple du montage de la pompe, il peut y avoir des frottements, ainsi que de la position dans laquelle elle doit démarrer.)

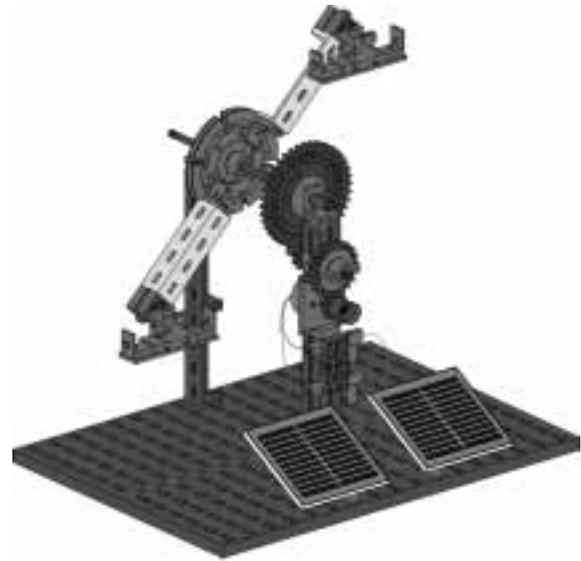
**Réponse :**

Tension: env. 0,5 V

Intensité du courant: env. 20 mA

**5.3 Montage de photopiles en parallèle**

Construis maintenant la maquette de la balançoire tournante (notice de montage p. 16). Lorsque tu l'assembleras, veille à ce que tous les moyeux et engrenages tournent facilement.



Sur cette maquette, le moteur ne devra pas tourner trop vite, sinon les sièges de la balançoire risquent de se retourner. Elle doit cependant pouvoir fonctionner sous une lumière aussi faible que possible. C'est pourquoi nous allons monter les deux photopiles en parallèle.

Dans un montage en parallèle, la tension est la même qu'avec une photopile. En revanche, cette double photopile peut fournir plus de courant qu'une seule sous une luminosité identique du fait que l'on dispose d'une plus grande surface.

**Expérience 1 :**

Détermine quelle luminosité est nécessaire pour mettre la balançoire en mouvement.

**Expérience 2 :**

Essaie de faire fonctionner la maquette avec une seule photopile et détermine quelle luminosité est nécessaire pour cela.

**Expérience 3 :**

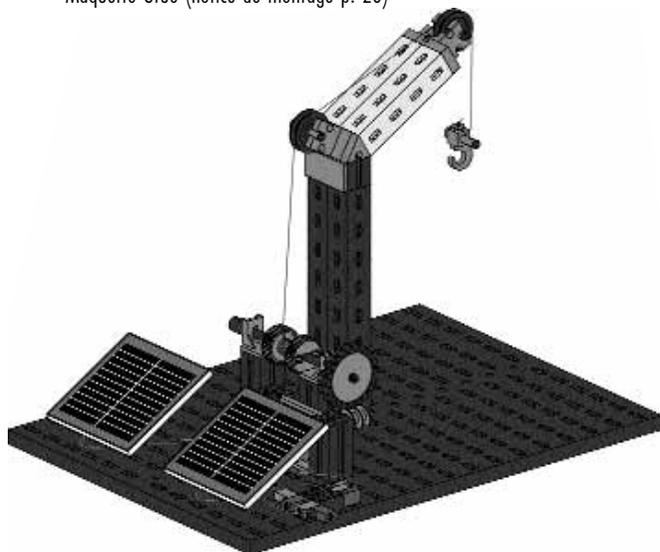
Branche les deux photopiles en série (comme pour la pompe à pétrole ; pour le schéma électrique, reporte-toi à la notice de montage p. 13). Qu'en penses-tu ? Crois-tu que des passagers auraient mal au cœur...

**5.4 Montage antiparallèle de photopiles**

Qu'est-ce que c'est encore que ça ? C'est tout simple, on monte deux photopiles en parallèle de telle façon que le pôle plus de l'une est relié au pôle moins de l'autre. À quoi cela peut-il bien servir ? Tu vas comprendre tout de suite:


**F**

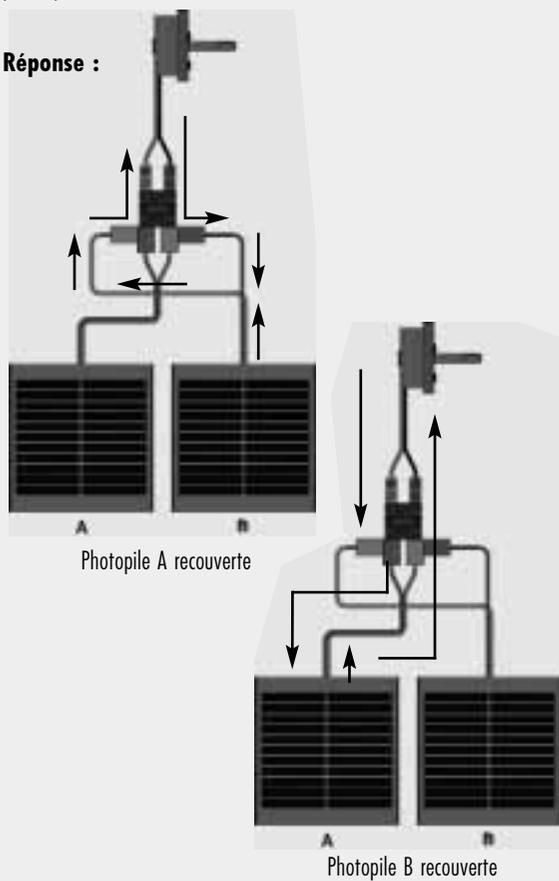
Maquette Grue (notice de montage p. 20)



Cette maquette doit permettre de soulever une charge en utilisant l'énergie solaire. Le principe du montage antiparallèle est que le moteur ne tourne pas tant que les deux photopiles reçoivent la même intensité lumineuse. Si tu recouvres l'une des deux photopiles, le moteur tournera dans une direction, alors que si tu obscurcis l'autre, le moteur tournera dans l'autre direction. De cette manière, deux photopiles remplacent un commutateur de polarité.

**Question 1 :**

Fais un croquis pour bien comprendre comment on peut inverser le sens de rotation du moteur (c'est-à-dire le sens du courant dans le moteur) sur cette maquette, simplement en obscurcissant les photo-piles à tour de rôle.

**Réponse :**

**Question 2 :**

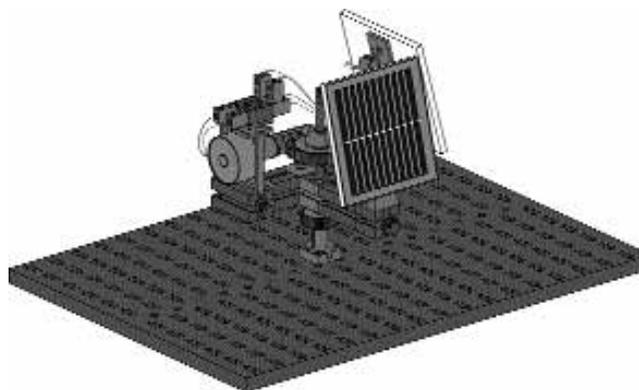
Comment obtenir que la grue soulève une charge plus importante ?

**Réponse :**

- Par le montage en série des deux photopiles (mais dans ce cas le moteur ne tourne plus que dans un sens)
- En augmentant la démultiplication des engrenages, par exemple en utilisant la roue dentée à 40 dents au lieu de la roue à 20 dents. Pour cela, il faut transformer la grue.

Maquette Système de poursuite de photopiles

Une autre application du montage antiparallèle est le système de poursuite de photopiles (notice de montage p. 24).



Grâce à ce dispositif simple, les photopiles suivent le soleil, elles s'orientent vers lui comme une boussole s'oriente vers le pôle Nord. La pointe où les deux photopiles se rejoignent est toujours dirigée vers le soleil. Au montage, fais bien attention de raccorder les câbles correctement, sinon il se pourrait que ta maquette tourne le dos au soleil, au lieu de s'orienter vers lui.

**Question 1 :**

Quel est le principe de fonctionnement d'une poursuite ?

**Réponse :**

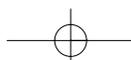
Lorsque la pointe est dirigée vers le soleil, les deux cellules reçoivent la même intensité lumineuse et le moteur ne tourne pas. Lorsque le soleil se déplace, l'une des deux photopiles reçoit plus de rayons. Le moteur se met alors à tourner, et ceci jusqu'à ce que les deux photopiles reçoivent de nouveau la même quantité de lumière.

**Question 2 :**

Quels sont les usages ce type de système ?

**Réponse :**

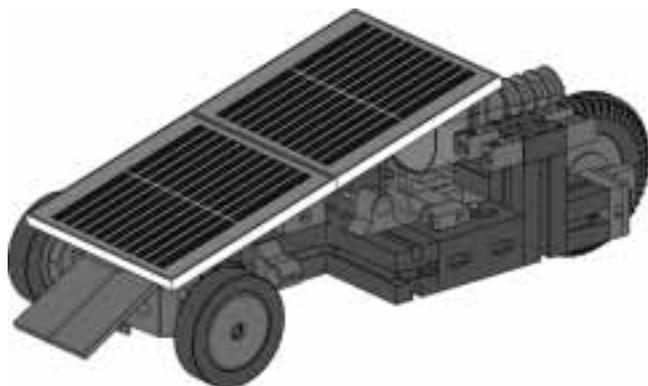
On l'utilise principalement pour les photopiles. On les fait ainsi se déplacer avec le soleil pour qu'elles reçoivent toujours son rayonnement de façon optimale. En réalité, ce mouvement est généralement commandé par un ordinateur utilisant un programme complexe. Mais, comme tu vois, cela peut aussi fonctionner de façon toute simple.



**F**

## 6. Stockage de l'énergie électrique

Pour commencer, nous allons voir pourquoi il est nécessaire de stocker l'énergie produite grâce à une source d'énergie renouvelable. Pour cela, construis la maquette du véhicule solaire (notice de montage p. 27). Celui-ci est propulsé par deux photopiles.



### Question 1 :

Comment les photopiles sont-elles connectées l'une avec l'autre et pourquoi ?

### Réponse :

Les photopiles sont branchées en série parce que le moteur est très fortement sollicité et a donc besoin d'une tension élevée au démarrage.

### Expérience :

Détermine quelle source de lumière est nécessaire pour propulser le véhicule solaire et quelle est la vitesse maximale qu'il peut atteindre (le mieux étant de le faire dehors).

Au cours de tes expériences, tu as certainement déjà remarqué que ce mode de propulsion présentait un grave inconvénient: le véhicule s'arrête aussitôt qu'il se trouve à l'ombre ou quitte la zone éclairée, ce qui est fort ennuyeux lorsqu'on a décidé de se rendre quelque part...

On serait beaucoup plus autonome s'il était possible d'alimenter le véhicule grâce à un accumulateur d'énergie qu'on chargerait à l'aide d'une énergie renouvelable, qui permettrait de faire fonctionner l'auto pendant une certaine durée et par tous les temps.

### 6.1 L'accumulateur d'énergie Goldcap



Ce jeu de construction contient un accumulateur de ce type : le Goldcap. Bien que gold signifie or en anglais, le Goldcap n'a rien à voir avec l'or ni avec un alliage d'or. Il s'agit simplement du nom commercial de ce condensateur.

Il se compose de deux morceaux de charbon activé séparés seulement par une mince couche isolante et se caractérise par une capacité extrêmement élevée. Le condensateur que nous utilisons a une capacité de 10 F (farad). Les condensateurs conventionnels ont une capacité de l'ordre de quelques  $\mu$ -farads (= 0,000001 F).

On peut utiliser le Goldcap comme un petit accumulateur. L'avantage qu'il présente par rapport à un accumulateur conventionnel réside dans le fait qu'il se recharge très rapidement, qu'il ne peut pas subir de surcharge, et qu'il n'y a pas de décharge profonde.

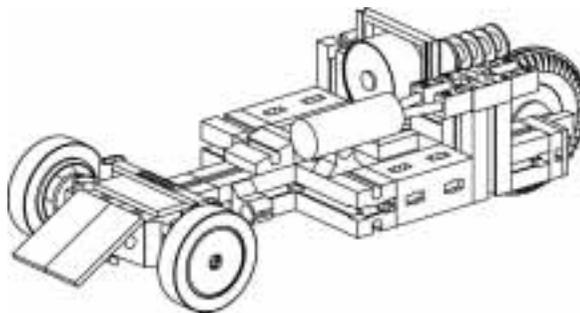
### Mais attention !

Ne branche jamais le Goldcap sur une tension supérieure à 2,3 V, il risquerait d'exploser! Ne le branche donc en aucun cas sur un bloc d'alimentation 9 V fischertechnik !

Lorsque tu monteras les prises sur le Goldcap, fais attention de bien respecter la polarité des fiches (fiche verte sur le pôle moins). Il est également recommandé de raccourcir les deux fils de raccordement de manière qu'ils aient la même longueur.

### 6.2 Charger le Goldcap grâce à l'énergie solaire

Charge le Goldcap en le branchant sur deux photopiles branchées en série. La fiche rouge du Goldcap (+) se branche sur la prise rouge de la première photopile, la fiche verte (-) sur la prise verte de la deuxième photopile. Charge le Goldcap pendant env. 10 minutes, par exemple sous une ampoule électrique de 100 W placée à une distance de 40 cm (si tu l'approches davantage, la photopile chauffe de manière excessive) ou bien à la lumière du soleil. Quand le chargement est terminé, rebranche le Goldcap sur le moteur du véhicule à la place des photopiles.



### Question 1 :

Pourquoi notre auto roule-t-elle aussi lentement et s'arrête-t-elle de nouveau relativement rapidement ?

### Réponse :

Avec les deux photopiles, le chargement du Goldcap n'atteint qu'une tension de 1,2 V. Il ne se recharge donc qu'à peine de moitié et ne peut propulser l'auto que pendant une courte durée. Ce n'est pas idéal. Mais tu vas voir qu'on peut faire mieux.

**Question 2 :**

Combien de photopiles faudrait-il pour recharger complètement le Goldcap ?

**Réponse :**

4 photopiles •  $0,6\text{ V} = 2,4\text{ V}$ . Ceci permettrait de recharger complètement notre accumulateur d'énergie.

**Remarque :**

Si tu recharges le Goldcap à l'aide de photopiles, il se décharge à nouveau à travers celles-ci dès qu'il n'y a plus de lumière. Il ne faut donc le laisser branché sur les photopiles que tant que celles-ci reçoivent de la lumière.

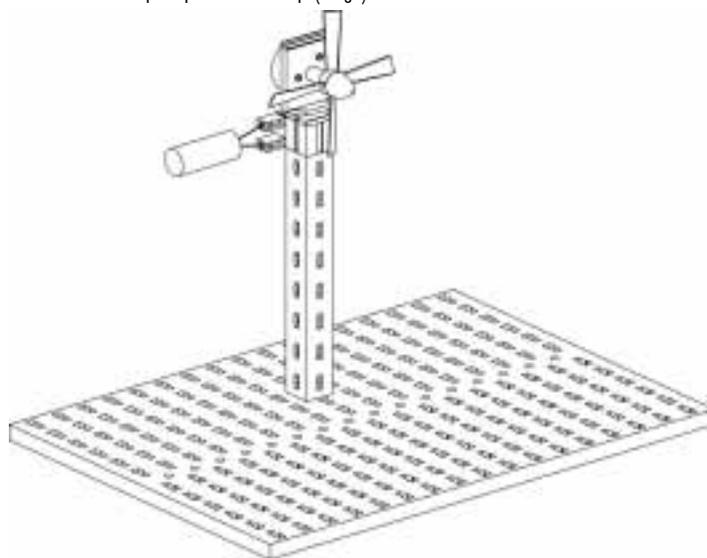
**Expérience 2 :**

Détermine combien de temps l'auto roule avec un plein. Quelle vitesse atteint-elle ?

Le résultat dépend avant tout du sol sur lequel l'auto roule (sol lisse ou moquette) et du taux de chargement du Goldcap.

**6.3 Charger le Goldcap grâce à l'énergie éolienne**

Nous allons maintenant charger notre accumulateur d'énergie à l'aide d'énergie éolienne. Pour cela, construis à nouveau la centrale éolienne (noticede montage p. 10). Cependant, n'y raccorde pas la DEL, mais le Goldcap à la place. Du véhicule solaire, tu ne dois démonter que le moteur. Les autres pièces nécessaires à la construction de la centrale éolienne se trouvent encore dans le coffret. Branche le pôle plus du moteur (rouge) sur le pôle plus du Goldcap (rouge).



Ensuite, fais tourner l'hélice à l'aide d'un ventilateur ou d'un sèche-cheveux. Le moteur fonctionne de nouveau comme générateur et charge le Goldcap. Au début, il est difficile de faire tourner l'hélice, mais plus le réservoir se remplit, plus elle tourne facilement. Quand on éloigne le sèche-cheveux, l'énergie en provenance du Goldcap fait de nouveau tourner le moteur. Mais attention, cela vide à nouveau l'accumulateur. Le chargement du Goldcap prend env. 20 minutes.

**Expérience 1 :**

Parallèlement au chargement, tu peux mesurer la tension existant au Goldcap (si tu possèdes un instrument de mesure), cela te permettra de constater la progression du chargement. Plus l'hélice tourne vite, plus la tension produite est élevée et plus le Goldcap se recharge (jusqu'à 2,3 V au maximum).

**7. Et maintenant ?**

Le jeu de construction Eco Power t'a permis de découvrir différentes manières de produire et d'utiliser du courant à l'aide d'énergies renouvelables. La technique solaire convient particulièrement bien pour faire fonctionner les maquettes fischertechnik. Pour les maquettes plus grandes et plus lourdes que celles proposées dans ce coffret, tu auras certainement besoin de quelques photopiles supplémentaires qu'il faudra alors brancher en série. Le service des pièces détachées fischertechnik les tiens à ta disposition à tout moment. Ainsi, tu peux compléter et étendre ton système à énergie solaire au-delà des maquettes simples que contient ce jeu de construction.