

Pas de panique au Village!



**L'Expérimentarium
d e p h y s i q u e**

propose un atelier laboratoire pour les classes
de l'enseignement secondaire

Participez à la gestion environnementale d'un village !

Lieu:
Jardin expérimental
Jean Massart
chaussée de Wavre 1850
1160 Bruxelles



ULB



www.experimentarium.be

Pas de panique au village !

Dates et horaires : du 1^{er} au 31 octobre 2020, du lundi au vendredi, de 9h30 à 12h ou de 13h30 à 16h.

Adresse : Jardin botanique Jean Massart, Chaussée de Wavre, 1850, 1160 Bruxelles

Descriptif : Le projet est destiné à des classes entières de l'enseignement secondaire. Pendant 2h30, la classe invitée doit examiner expérimentalement, sous différents aspects, la problématique environnementale d'un village. Dès l'entrée de jeu, la classe est divisée en 6 à 8 groupes, chacun d'entre eux étant chargé de résoudre un défi différent concernant le village.



Ce village est présenté sous forme d'une maquette sur laquelle le sujet de chacun des défis est clairement localisé.

Ainsi, pendant qu'un groupe d'élèves entreprendra l'analyse de l'eau de la rivière, un autre aura à étudier la façon la plus économique d'éclairer le stade de football ou encore le dimensionnement d'un épurateur d'eau.

Les différents défis du village : chauffage économique d'une maison, éclairage du terrain de football, épuration des eaux usées, alimentation d'une maison en énergie électrique "durable", étude de la qualité de l'eau, de la qualité de l'air, tri des déchets, etc.

La fin de la séance consiste en une évaluation globale du niveau de performance « environnementale » de la classe, sur l'ensemble des défis posés.

Une classe par demi-journée, de 9h30 à 12h et de 13h30 à 16h.

Objectifs du projet et impact attendu :

- Sensibilisation des jeunes gens à la problématique de la gestion de l'environnement et du développement durable.
- Mobilisation des élèves autour d'un travail en équipe.
- Développement d'une démarche scientifique et expérimentale servant un objectif très ciblé.
- Applications des notions de chimie, physique et mathématique au développement d'un projet concret.

Moyens mis en œuvre et méthodologie

- L'usage raisonné d'une démarche scientifique et expérimentale est le fil rouge du projet. Développer le sens et l'organisation de la mesure rendue nécessaire par la recherche d'une solution à une question concrète en est le tissu.
- L'usage d'une instrumentation adaptée (capteurs, ordinateurs, multimètres) rend la mesure à la fois rapide et amusante ce qui permet de multiplier les essais dans un temps restreint.
- Enfin l'exposé succinct des techniques possibles est fourni à chaque groupe sous forme d'un contrat sous forme manuscrite.

L'ensemble du projet est présenté dans un cahier pédagogique.

Réservations et informations :

experimentarium.physique@ulb.be

Site internet : www.experimentarium.be

A titre d'exemple, voici l'un des défis proposés dans ***Pas de panique au village !*** :

Défi n°2

Utilisez la nature, cette immense auxiliaire dédaignée. Faites travailler pour vous tous les souffles de vent, toutes les chutes d'eau, tous les effluves magnétiques.

Victor Hugo

Vous devez alimenter une maison du village en électricité !

Informations

Depuis plus de 100 ans, la consommation d'énergie sur la planète a été multipliée par 20 du fait de la croissance économique et démographique. Désormais, énergies et environnement sont indissociables. La perspective de l'épuisement progressif des réserves pétrolières combinée à la nécessaire réduction des émissions de gaz à effet de serre nous mène tout naturellement à envisager une transition énergétique vers des sources dites renouvelables. Aujourd'hui le Brésil multiplie les barrages hydroélectriques et produit toujours plus d'agrocarburants. La Chine s'investit lourdement dans le développement des véhicules électriques et hybrides. L'Allemagne augmente son parc éolien et prévoit d'exploiter le solaire dans le Sahara... Il reste que la part actuelle de la production mondiale d'énergie qui correspond aux énergies renouvelables n'est qu'environ 3% du total (source : Agence Internationale de l'énergie).

Quelles que soient ces tendances, la diversification des formes d'énergie est sans doute largement souhaitable pour assurer la sécurité des approvisionnements.

Energie. Elle se mesure en joules (J). Un joule correspond à élever une petite pomme d'environ un mètre. Notre corps en consomme environ 8 millions chaque jour, dont une bonne partie pour maintenir notre température à 37°C. Pour la facilité on utilise aussi le kilowattheure (kWh) qui vaut 3 600 000 J. Le corps humain utilise ainsi près de 3 kWh par jour et un appartement de 100 m² à peu près le double. En Belgique, 1 kWh d'électricité coûte environ 15 cents.

Il existe plusieurs formes d'énergie que l'on peut généralement transformer les unes dans les autres.

Energies renouvelables. L'énergie du Soleil, du vent, de la mer, des barrages peut être transformée en électricité sans émettre directement de gaz carbonique, responsable d'une bonne partie de l'effet de serre. L'hydraulique, l'éolien et le solaire sont les trois filières les plus développées actuellement. Le nouvel ordre mondial est « plus d'énergie et moins de pollution ».

Energie éolienne. Depuis le Moyen-âge, nous utilisons des moulins à vent. Les moulins d'aujourd'hui produisent de l'électricité. De nos jours, l'Europe produit près de 5% de sa consommation électrique grâce à l'énergie du vent. C'est 30% que vise l'Europe en 2030 ! Une éolienne standard a une puissance de 2 MW (2 millions de watt), pèse 200 tonnes et a une hauteur de 150 mètres. Son hélice fait entre 80 et 100 mètres de diamètre et tourne entre 8 et 20 tours par minutes. Celle-ci entraîne une génératrice qui convertit l'énergie mécanique associée à cette rotation en électricité. Le kW installé coûte au plus 1500 € sur terre et entre 2000 et 4000 € en mer. Le principal problème de l'éolien est son intermittence : selon les conditions de vent, la puissance disponible varie de 0 à 100% de la capacité maximale et cela en quelques heures seulement.

Energie photovoltaïque. L'énergie électrique est aussi la fille du Soleil. Pour l'exploiter, on doit concevoir des cellules solaires qui convertissent l'énergie lumineuse en électricité. L'énergie lumineuse du Soleil captée par la Terre est très élevée ; malheureusement, les rendements des cellules solaires plafonnent à 20% ce qui implique des surfaces de panneaux assez considérables pour atteindre des

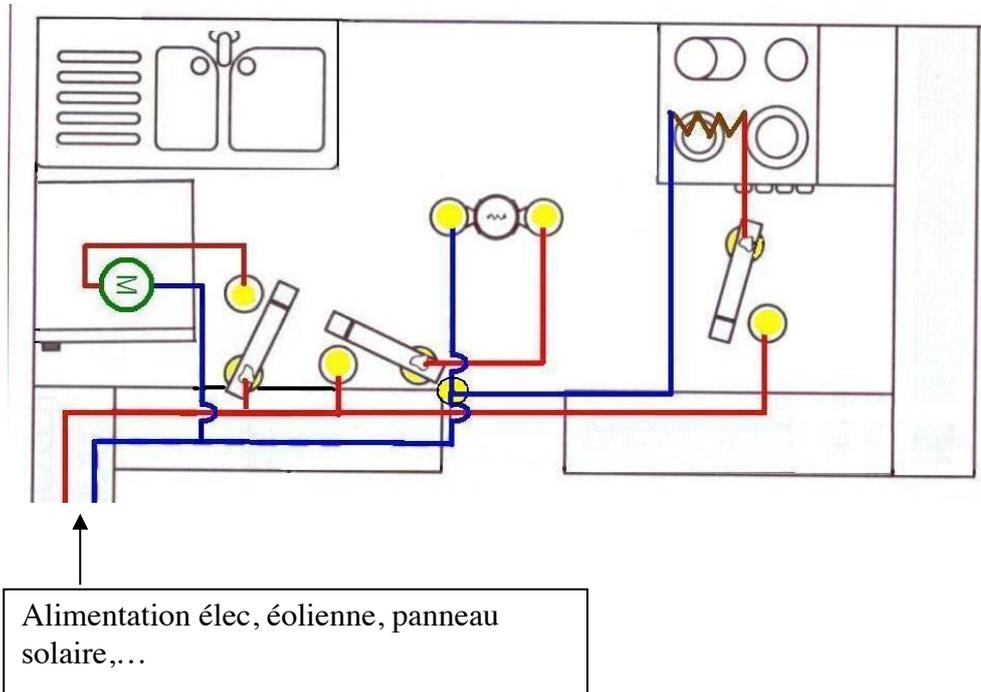
puissances parfois dérisoires. Ce mode d'énergie est plutôt adapté aux zones de fort ensoleillement direct comme pour le pourtour de la Méditerranée. Son prix varie aujourd'hui entre 30 et 60 cents par kWh.

Energie hydraulique. Les moulins à eau existent en Europe depuis l'Antiquité. Depuis la fin du 19^e siècle, ils produisent de l'électricité grâce aux alternateurs qu'ils entraînent. En 1895 déjà, les chutes du Niagara fournissaient 11 MW (11 millions de watts). Le XX^e siècle verra l'aménagement de certains fleuves et de nombreuses retenues d'eau sur des rivières de montagne (barrages). Les centrales hydroélectriques fournissent environ 16% de l'électricité mondiale et constituent la plus importante source d'électricité renouvelable. Le déplacement des populations liés aux zones inondées et les atteintes à la biodiversité en sont les nuisances les plus gênantes.

Pile à combustible. A partir de l'énergie chimique stockée dans l'hydrogène, on peut en le combinant avec de l'oxygène, produire beaucoup d'électricité avec un bon rendement. L'hydrogène est particulièrement bien adapté à l'alimentation électrique des maisons et, dans une moindre mesure, au transport. L'avantage de la pile à combustible est la quasi absence de nuisance sonore et de polluants, l'eau étant le produit final de la réaction. Le fonctionnement général consiste à produire l'hydrogène à partir d'une source d'électricité renouvelable et d'eau. Stocké ensuite, il peut être recombéné à loisir avec l'oxygène, dans la pile, pour fournir à son tour de l'électricité et de l'eau.

Que faire ?

La maison. Vous disposez du plan de câblage électrique d'une maison qui comprend un moteur, une lampe, une cuisinière électrique et des interrupteurs. A l'aide des punaises, fixez les différents éléments sur la planchette en suivant le plan. Faites vérifier votre montage.



Respectez les polarités (couleurs). Connectez l'alimentation électrique (3 V) aux bornes de l'installation et vérifiez le fonctionnement de tous les éléments en ouvrant ou en fermant les interrupteurs.

Energie éolienne.

- Vous disposez d'un ventilateur pour générer le vent et d'une éolienne capable de produire de l'électricité. Placez l'éolienne à 60 cm environ de la soufflerie et choisissez la vitesse de rotation maximale (3). Connectez l'éolienne au circuit électrique de la maison en lieu et place de l'alimentation utilisée précédemment. Notez le niveau de fonctionnement des différents éléments de la maison, ensemble et séparément, et indiquez le résultat dans le tableau suivant. Modifiez la vitesse du vent (1 puis 2) et vérifiez à chaque fois le fonctionnement des éléments de la maison (ensemble et séparément). Dans la colonne « ensemble », indiquez quels éléments vous arrivez à faire fonctionner ensemble.

	Lampe (séparée)	Cuisinière (séparée)	Moteur (séparé)	ensemble
Vitesse 3				
Vitesse 2				
Vitesse 1				

- Observez la maquette du village.

Où allez-vous disposer les éoliennes ?

- Remarques :
 1. Pour ralentir l'éolienne sans la freiner à la main, il suffit de relier les deux fils de sortie de l'éolienne ensemble (court-circuit). Ce procédé est également utilisé dans la réalité.
 2. Vous pouvez aussi mesurer la vitesse de rotation au stroboscope. Montrer que la vitesse diminue si la demande de puissance augmente. A quelles valeurs de vitesses correspondent vit 1, 2 ou 3 lorsque seule la lampe est alimentée ?
 3. **Attention : ne jamais toucher les pales de l'éolienne en mouvement. Portez des lunettes de protection pour éviter les blessures aux yeux.**

Energie lumineuse et panneau photovoltaïque.

- Mesurez l'énergie donnée par le Soleil aujourd'hui. Demandez un pyranomètre (solarimètre) pour mesurer la puissance d'éclairement solaire du jour, à l'extérieur, en essayant différentes orientations. Notez la valeur maximale du nombre de watt par m² disponibles. Notez également l'heure de la mesure.

Date :

Heure :

Météo (ciel bleu, couvert, nuageux) :

Le Soleil donne :

W/m²

- Posez le panneau photovoltaïque en face du spot lumineux, à 60cm environ. Utilisez le pyranomètre pour déterminer la puissance d'éclairement du spot lumineux à hauteur du panneau photovoltaïque.

Le spot lumineux donne :

W/m²

Connectez le panneau à l'installation électrique de la maison.

Essayer de faire fonctionner les différents éléments de la maison, séparément et puis ensemble. Dans quelle orientation du panneau par rapport au spot obtenez-vous les meilleurs résultats ?

	Lampe (séparée)	Cuisinière (séparée)	Moteur (séparé)	Ensemble
A 60 cm				
Meilleure orientation :				

- Compte tenu des résultats précédents, combien de panneaux solaires devez-vous utiliser pour obtenir le même résultat avec le Soleil qu'avec le spot ?

Nombre de panneaux solaires à utiliser ?
--

Energie hydraulique

Vous disposez d'une petite génératrice munie d'une turbine et d'un réservoir d'eau pour l'alimenter. Placez ce réservoir en hauteur. Quelle hauteur du réservoir vous permet d'alimenter les éléments de la maison ?

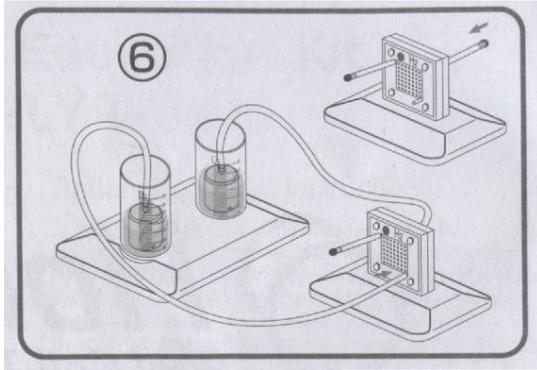
	Lampe (séparée)	Cuisinière (séparée)	Moteur (séparé)	Ensemble
Hauteur du réservoir (cm)				

Pile à hydrogène. Il faut d'abord fabriquer de l'hydrogène avec l'éolienne avant de pouvoir en tirer de l'électricité.

3. A l'aide d'une seringue remplie d'eau distillée, remplissez la cellule, côté ROUGE (oxygène : O₂), à travers le tube, jusqu'à ce que ça déborde. Attendez 3 minutes.

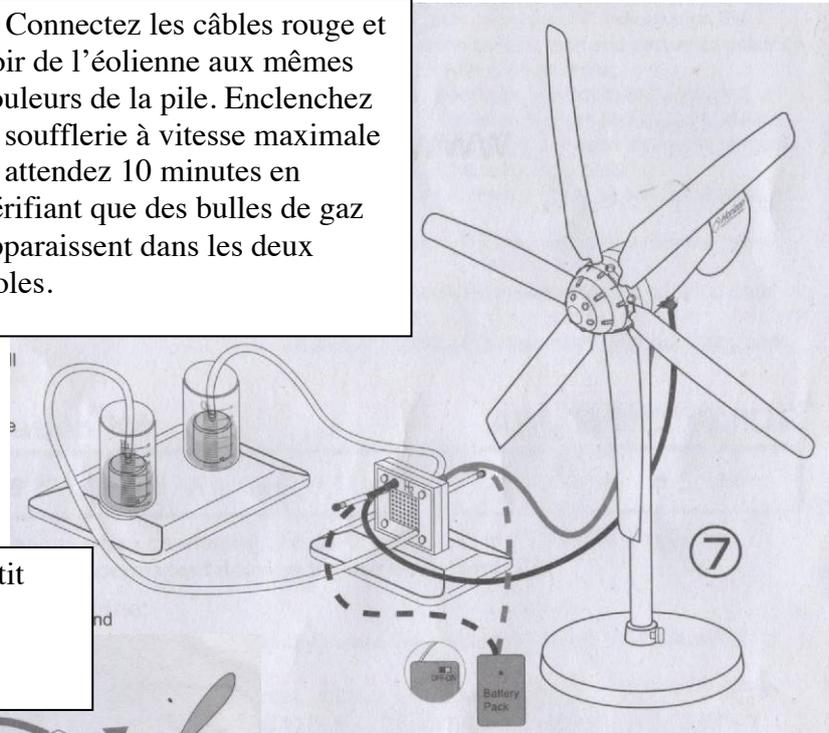
4. Ajoutez de l'eau dans les petits récipients jusqu'à la ligne 0.

5. Posez les petites fioles et leurs tuyaux dans les deux récipients.

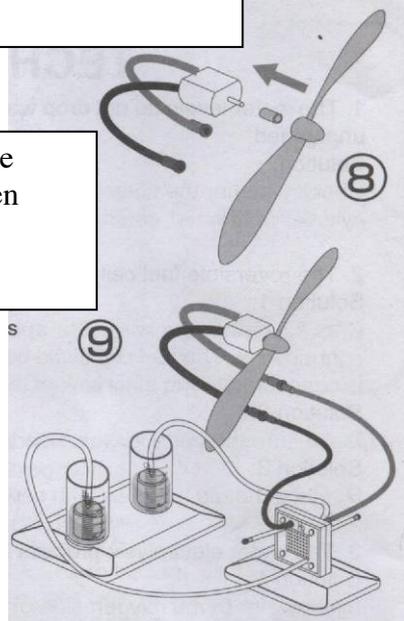


6. Connectez les deux tubes aux deux côtés de la pile (H2 et O2)

7. Connectez les câbles rouge et noir de l'éolienne aux mêmes couleurs de la pile. Enclenchez la soufflerie à vitesse maximale et attendez 10 minutes en vérifiant que des bulles de gaz apparaissent dans les deux fioles.



8. Connectez maintenant le petit moteur à la pile à hydrogène, comme indiqué.



9. Le moteur va se mettre à tourner en consommant l'hydrogène.