

Puzzle

sur le mix énergétique

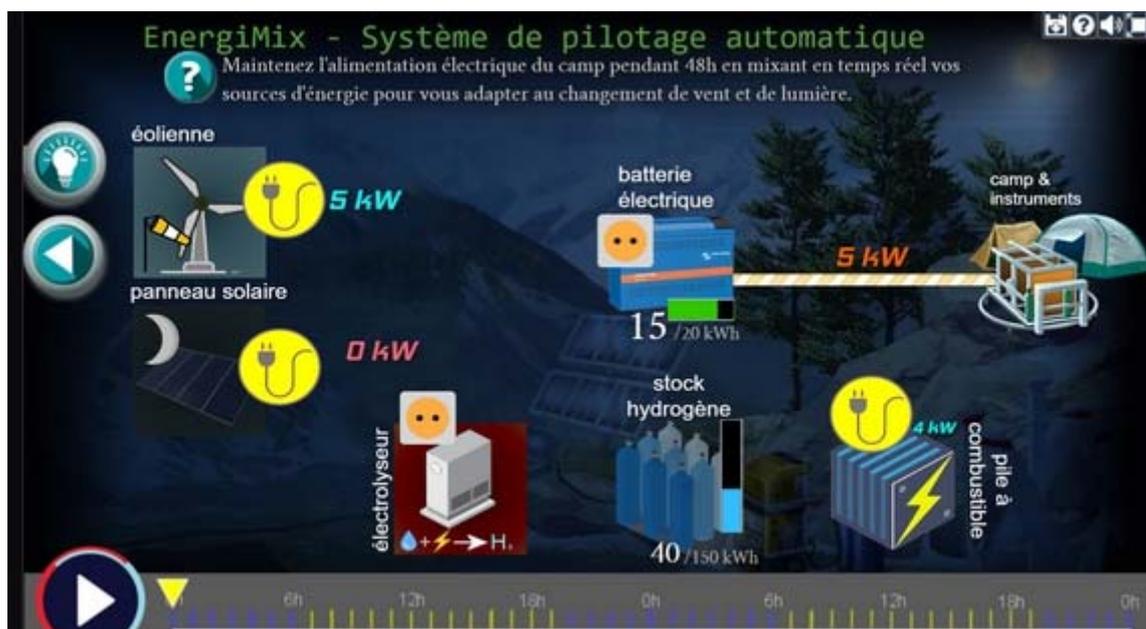
BUT DU JEU

Simuler et maintenir l'alimentation électrique du camp de base sans coupure pendant 48h en dépit de l'intermittence des sources d'énergie renouvelables (éolien et photovoltaïque).

Le joueur doit mixer en temps réel les sources d'énergie à disposition : éolien, solaire, et pile à combustible pour maintenir l'alimentation électrique du camp de base sans coupure pendant 48h. Chaque heure, les appareils du camp ont besoin de 5 kW pour fonctionner. Le camp est uniquement alimenté par une batterie électrique qui fait office de « tampon ». Sa charge ne doit jamais être nulle. Pour connecter une source d'énergie à la batterie, le joueur doit glisser la prise sur la batterie. Il peut changer à tout moment le branchement d'une source ou la débrancher en cliquant/touchant l'icône prise.

PÉDAGOGIE

Prérequis pour exploiter pédagogiquement le puzzle :



- ➔ Savoir que les **sources d'énergies renouvelables : solaire et éolien sont intermittentes**, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas disponibles en permanence. Elles fluctuent en fonction de la météo et de paramètres extérieurs (exemple : jour / nuit). L'éolienne du camp va pouvoir fonctionner jour et nuit mais sa production dépend du vent et peut même être nulle si le vent tombe. Le panneau solaire, quant à lui, ne fonctionne que le jour. Son rendement est lié à l'ensoleillement mais il produit toujours un peu même en cas de nuages.
- ➔ Savoir qu'un électrolyseur permet d'extraire l'hydrogène de l'eau en y faisant circuler un courant électrique.
- ➔ Savoir qu'une pile à combustible fournit de l'électricité à parti de dihydrogène et de dioxygène de l'air.

Notions scientifiques mises en œuvre dans le puzzle :

Ce puzzle peut être utilisé à différents niveaux : en **collège** pour parler des différentes sources d'énergie et donner un exemple concret de mix énergétique, ou au **lycée**, en terminale, pour approfondir les notions sur l'énergie mises en jeu.

La stratégie gagnante dans ce puzzle est de fabriquer le plus possible d'hydrogène le jour à partir des excès de production du panneau solaire et de l'éolienne. Cet hydrogène servira la nuit pour charger la batterie à partir de la pile à combustible utilisée en renfort de l'éolienne.

Ce puzzle permet :

- d'introduire les avantages et inconvénients des énergies renouvelables et du stockage hydrogène, formant un mix énergétique.
- d'introduire la différence entre une **batterie électrique** et une **pile à combustible**. La batterie électrique est un système de stockage à court terme et de faible capacité par rapport à sa taille (20 KWh max dans le puzzle).

La pile à combustible permet, quant à elle, de stocker beaucoup d'énergie sur le long terme sous forme d'hydrogène et de fournir une puissance d'appoint.

- De faire comprendre que **l'hydrogène** doit être produit puis stocké avant d'être utilisé. Dans le puzzle, l'hydrogène est produit par électrolyse de l'eau. Il existe d'autres procédés de production d'hydrogène comme l'extraction d'hydrocarbures ou de la biomasse. (<http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/renouvelables/essentiel-sur-hydrogene.aspx>)

Notions pouvant être approfondies/complétées avec ce puzzle :

- L'enseignant pourra aborder la notion de dimensionnement d'une installation énergétique : quelles sources d'énergie prendre en compte en fonction de la région ? Quel système de stockage de l'énergie utiliser pour pallier à l'intermittence des énergies renouvelables ?
- L'enseignant pourra également expliquer les avantages et inconvénients des batteries et piles à combustible. Les batteries permettent de stocker l'énergie avec un bon rendement sur des durées de quelques jours. Pour stocker l'énergie à l'échelle d'une année, il faudrait beaucoup de batteries, ce qui serait pénalisant à la fois d'un point de vue encombrement et d'un point de vue économique. Le critère compacité devient plus important que le rendement. Un moyen de stocker l'énergie de manière compacte est d'utiliser un système à base d'hydrogène. En effet, 1kg d'hydrogène peut

libérer 33 kWh d'énergie. On peut stocker en grande quantité dans des volumes restreints l'énergie électrique en couplant un électrolyseur, qui va transformer l'énergie électrique en hydrogène, une pile à combustible qui va faire la transformation inverse et un moyen de stocker l'hydrogène. C'est ce qu'on appelle une chaîne hydrogène. On obtient alors un système de stockage qui est environ 2 fois moins volumineux que ce qu'on aurait avec des batteries.

- ☑ Enfin, l'enseignant pourra ouvrir à partir de ce puzzle à la notion de mix énergétique utilisé en France. Et il pourra également aborder la notion de **smartgrids**.

Exemples de situations d'apprentissage :

- ➔ Le puzzle peut permettre à un enseignant de faire découvrir en travaux dirigés / travaux pratiques aux élèves les avantages et inconvénients des énergies renouvelables et du stockage hydrogène (niveau terminale).
- ➔ L'enseignant peut utiliser ce puzzle pour faire comprendre la nécessité de piloter intelligemment et en temps réel son réseau suivant la production, consommation et les réserves d'électricité à disposition (notion de smartgrids).

RESSOURCES EN LIEN

FICHE L'ESSENTIEL SUR... L'ENERGIE

- ➔ <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/essentiel-sur-energies.aspx>

EXPOSITION ENERGIE EXPRESS

- ➔ <http://www.cea.fr/comprendre/enseignants/Pages/ressources-pedagogiques/expositions/energie-express.aspx>

L'ESSENTIEL SUR... LE STOCKAGE DE L'ENERGIE

- ➔ <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/renouvelables/essentiel-sur-stockage-stationnaire-energie.aspx>

ANIMATION-VIDEO SUR LE FONCTIONNEMENT D'UN ELECTROLYSEUR ET D'UNE PILE A COMBUSTIBLE

- ➔ <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/energies/fonctionnement-electrolyseur-pile-a-combustible.aspx>

FICHE L'ESSENTIEL SUR... L'HYDROGÈNE

- ➔ <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/renouvelables/essentiel-sur-hydrogene.aspx>