

Guide pour les enseignants – lycée

Structure du scénario

Le parcours didactique se compose de plusieurs leçons couvrant les thèmes énergie/environnement/hydrogène (en. *Energy-Environment-Hydrogen – EEH*). L'enseignant, à l'aide du personnel de l'université FCHgo, doit mettre en œuvre trois des cinq sujets suggérés. Le choix dépend des besoins spécifiques des élèves et de la discussion sur l'EEH. Ce « contenu culte » sera différent en Allemagne, par exemple, où la technologie de l'hydrogène est bien comprise et développée, et différent en Pologne, où il n'y a toujours pas de volonté politique d'arrêter l'exploitation des mines de charbon.

La séquence des trois sujets sélectionnés est la suivante : au cours de la première leçon, le personnel du FCHgo présente le sujet, entame une discussion avec les élèves et explique les expériences à réaliser. Au cours de la deuxième leçon, l'enseignant recueille le matériel préparé par les élèves pour la discussion, dirige les discussions, aide les élèves à formuler les conclusions finales et les aide à réaliser des expériences liées au sujet. La répartition exacte du temps est laissée à l'appréciation de l'enseignant.

Objectifs principaux

Quelle que soit la voie choisie, tous les élèves doivent atteindre le même objectif de compréhension :

- 1) Analyser des phénomènes naturels et techniques en termes de vecteurs d'énergie et de connecteurs/échangeurs d'énergie ;
- 2) Reconnaître des vecteurs d'énergie économiques et non économiques ;
- 3) Reconnaître des composants de stockage d'énergie ;
- 4) Apprendre à créer des diagrammes pour les processus naturels et techniques ;
- 5) Comprendre la simplicité de l'utilisation des combustibles ;
- 6) Comprendre pourquoi les combustibles ne doivent pas être brûlés ;
- 7) Apprendre les applications possibles des piles à combustible ;
- 8) Comprendre le principe des piles à combustible ;
- 9) Connaître des enjeux de la technologie de la pile à hydrogène.

Un enseignement complémentaire sur l'énergie, ses formes et ses transformations (leçon *Énergie et ses formes*) et l'électrochimie (leçon *Pile de Volta et électrolyse*) devrait aider l'enseignant à définir ces objectifs.

Compétences sociales

Dans chaque section, nous proposons quelques questions de discussion. Il s'agit d'apprendre aux élèves à participer à des discussions fondées sur des arguments scientifiques plutôt que sur des partis pris politiques. Les enseignants, après toutes les introductions nécessaires aux différents aspects, devraient permettre aux élèves d'exprimer leurs opinions et de formuler des conclusions écrites.

Les activités basées sur le partage de rôles, les présentations individuelles, les parcours narratifs et l'utilisation de l'imagination libre seraient particulièrement bienvenues.



Inventaire des matériaux fournis :

- Introduction à la technologie FCHgo : Comment, dans quel but et pourquoi ?
- Film « Perpetuum Mobile »
- Cinq courtes présentations Power Point – une introduction aux sujets :
 - 1) *Changements climatiques ;*
 - 2) *Énergies alternatives ;*
 - 3) *Pile de Volta et électrochimie ;*
 - 4) *Piles à combustible à hydrogène ;*
 - 5) *Énergie.*
- Description de deux expériences (*Piles de Volta et Électrolyse*).
- Outil PowerPoint dans *Modèles de voitures FCH et Vecteur d'énergie*.
- *Thesaurus* sur 30 expériences simples avec l'énergie, l'électricité, l'hydrogène (fichier .pdf avec photos et références).
- *Formulaire d'évaluation du projet* que les enseignants doivent remplir à la fin du parcours d'apprentissage.
- Les informations complémentaires sur les technologies de l'hydrogène sont également disponibles à l'adresse suivante : <https://www.hydrogeneurope.eu/technologies>

Équipement expérimental

Les expériences sont basées sur des matériaux que les enseignants et les élèves peuvent se procurer gratuitement : pièces de 1 centime d'euro, clous, bandes d'aluminium, morceaux de feuille de polymère, produits chimiques ménagers, voltmètres bon marché, etc.

Les partenaires de FCHgo peuvent contribuer à fournir un kit de base pour mesurer les caractéristiques des piles à combustible (Horizon Fuel Cell Car).

Les partenaires du FCHgo peuvent également aider à fournir des matériaux simples : morceaux d'Al/ Cu, film Kapton, connexions Cu/ Fe pour l'expérience de la « batterie humaine », fil pour le moteur électrique à « deux boucles » et l'expérience de Pohl (pas d'aimants en néodyme, car ils risquent de ne pas être acceptés en cas de colis aériens).



EXEMPLES DE SÉQUENCES POSSIBLES DE LEÇONS

EXEMPLE 1

Leçon 1

- Projection du film « *Perpetuum Mobile* » ;
- Discussion sur les vecteurs d'énergie et les connecteurs/convertisseurs d'énergie ;
- Développement d'un diagramme de processus pour « *Perpetuum Mobile* ».

Entre les leçons 1 et 2

- Construction d'un modèle réduit de voiture à hydrogène et observation de son fonctionnement ;
- Expérience avec *Électrolyse* et *Piles de Volta* ;

Leçon 2

- Première analyse d'un modèle de voiture à hydrogène avec des vecteur d'énergie et des connecteurs/échangeurs, à l'aide de *FCH Model Car* et *Vecteurs* ;
- Discussion sur les vecteurs d'énergie économiques et non économiques ;
- Discussion sur les composants de stockage d'énergie ;
- Développement d'un diagramme de processus pour un modèle de voiture à hydrogène.

Entre les leçons 2 et 3

- Étude des processus et systèmes techniques et naturels et élaboration des diagrammes de processus pour ces systèmes (suggérés par les élèves ou les enseignants).
- Consultations des présentations PowerPoint (voir la table des matières ci-dessus).

Leçon 3

- Consultations des présentations PowerPoint (voir la table des matières ci-dessus).

EXEMPLE 2

Leçon 1 (expert) : Climat et environnement

- Présentation du projet et des objectifs
- Présentation Power Point sur le climat et l'environnement
- Introduction à l'expérience (constante solaire)

Entre les leçon 1 et 2

- Les élèves recherchent des arguments en faveur du changement climatique (dans les journaux, sur Internet, dans leur famille) et préparent une discussion.
- Les élèves peuvent également effectuer individuellement (et c'est fortement recommandé) des mesures de la constante solaire à la maison, dans différentes conditions météorologiques : ils comparent les résultats en classe et expliquent les différences.
- L'enseignant collecte tous les « jouets » possibles qui utilisent des sources d'énergie photovoltaïques ou éoliennes.

Leçon 2 (enseignant) : Climat et sources d'énergie alternatives

- Jeu de rôle. L'enseignant divise la classe en trois groupes : 2/5 (*pour*), 2/5 (*contre*) et 1/5 (*juges*) et donne 20 minutes pour la discussion, avec un temps égal pour les « pour » et les « contre ». Les juges doivent résumer la discussion en 5 minutes.



Si possible, il est recommandé de faire des expériences avec une source d'énergie alternative. Il est possible de montrer les « jouets ». Les écoles équipées de systèmes de capteurs peuvent les utiliser.

Leçon 3 (expert) : Électrochimie et piles à combustible

- Un expert en matière d'expériences simples (par exemple « Chaîne de batterie humaine » ou « compteur QI », voir Thesaurus) présente les principes des sources d'électricité voltaïque.
- Il montre l'électrolyse de l'eau (verre transparent, deux piles « bâton » – 1,2 V et 1,5 eV, une demi-cuillère de sel) : le seuil d'électrolyse dépend de la tension, de l'intensité de la conductivité ionique.
- La génération chimique d'hydrogène est démontrée dans une expérience avec une base forte (KOH, granules de nettoyage de tuyaux d'évacuation) et des bandes d'aluminium.
- À l'aide d'un fichier Power Point (n° 4), l'expert explique les principales caractéristiques des piles à combustible par rapport aux sources voltaïques. La deuxième partie de la présentation 4 est consacré à l'enseignant pour la leçon suivante.

Entre les leçon 3 et 4

- Les étudiants recherchent, peut-être localement, des applications de piles à combustible, la présence de stations de recharge pour voitures électriques, des transports publics sans essence, etc.
- Pour la section suivante, les élèves doivent apporter des films polymères.

Leçon 4 (enseignant) : Piles à combustible – technologie et applications

- L'enseignant approfondit le thème des applications techniques et des aspects scientifiques à l'aide de la leçon 4 en PowerPoint et de deux textes (« Physique à l'école » et « Introduction aux piles à combustible » – dans le dépôt de Goodle).
- Les élèves discutent de divers aspects des piles à combustible et dressent une liste de questions à poser à l'expert.

Entre les leçon 4 et 5

- Les élèves relisent les leçons 1 à 4 et préparent des questions possibles pour l'expert.
- L'enseignant contacte l'expert par e-mail, en lui demandant des expériences/explications supplémentaires, etc.

Leçon 5 (expert)

- En fonction de la demande des élèves/enseignants et du type d'établissement secondaire (lycée technique/lycée général), l'expert présente les leçons *Énergies alternatives* ou *Piles de Volta* ou *Énergie et ses formes*.
- L'expert introduit des expériences plus complexes si elles sont disponibles pour le partenaire (par exemple, la pile à combustible double).
- L'expert répond aux questions de l'enseignant et des élèves.

Leçon 6 (enseignant) :

- L'enseignant évalue le projet : un court test (10 min) sur la construction et l'utilisation des piles à combustible.
Dans des tests séparés, les élèves doivent répondre à des questions sur la qualité :

- Ces leçons étaient-elles utiles pour la connaissance de la physique, de la technologie et de la chimie ? (0-5)
- Ces leçons ont-elles ouvert les élèves aux thèmes interdépendants de l'énergie, de l'environnement et de l'hydrogène ?



ORDRE ALTERNATIF

Les enseignants peuvent également choisir de séquencer cinq sujets, par exemple dans des présentations PowerPoint, en limitant les discussions et en menant une expérience *ex cathedra* au lieu d'expériences en groupe d'élèves.

La dernière section doit obligatoirement être consacrée à l'évaluation, conformément aux principaux objectifs de compétences énumérés au début de ce document. Cette évaluation consiste en un court test pour les élèves et une évaluation personnelle de l'utilité des sujets FCHgo dans le développement des compétences scientifiques et sociales par les élèves.