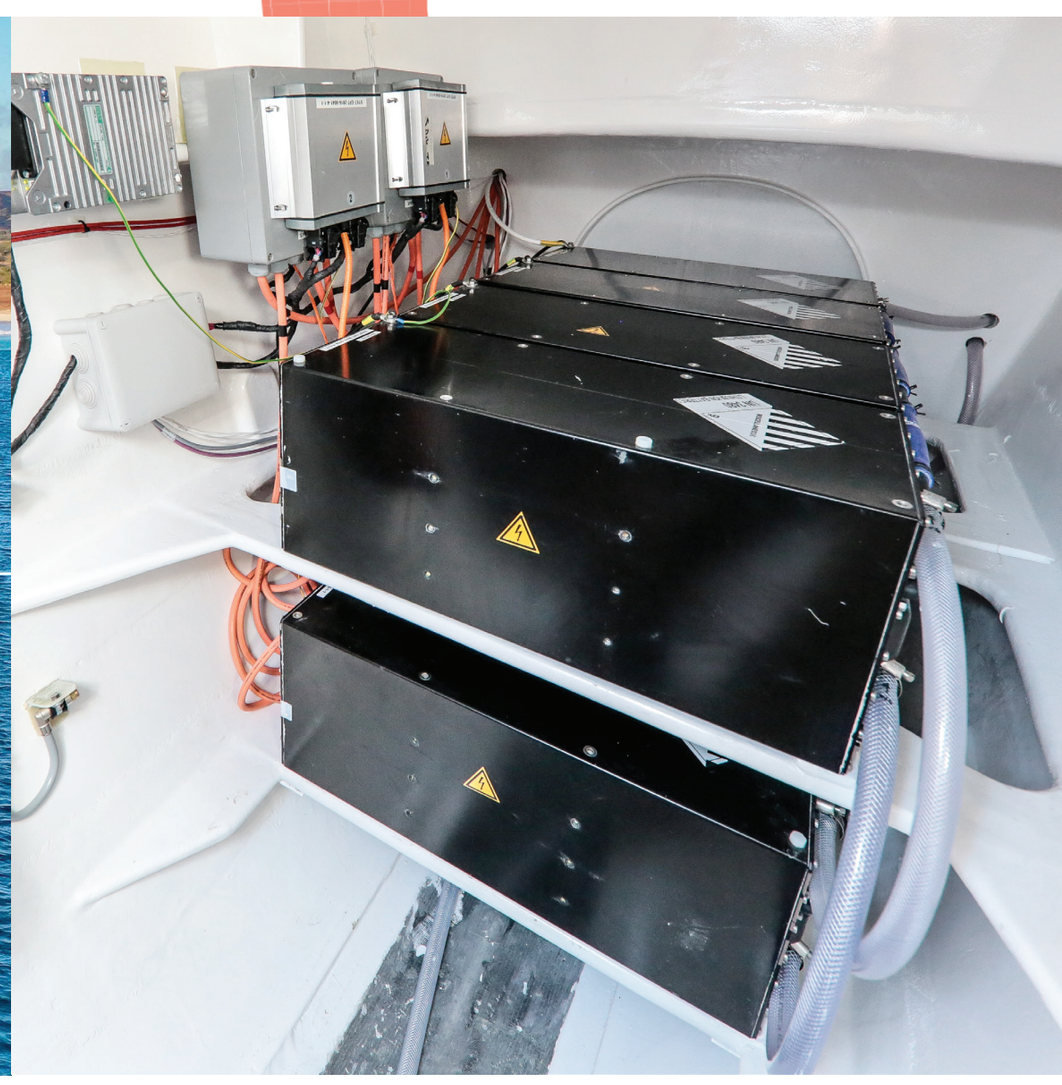
LES BATTERIES

d'Energy Observer



CHAÎNE ÉNERGÉTIQUE

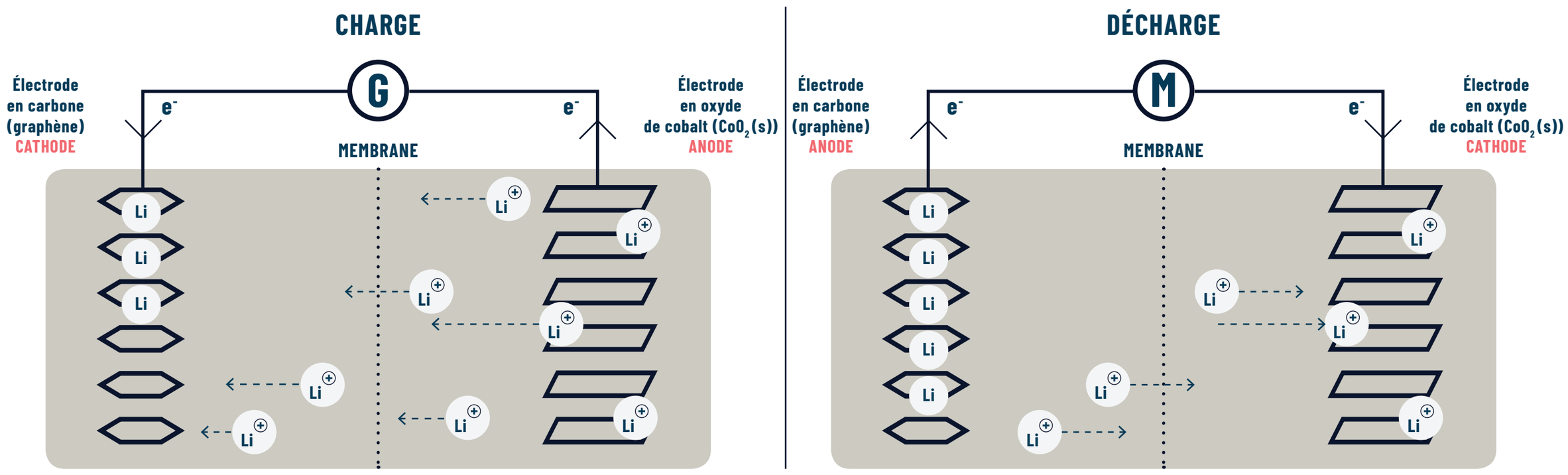
1 · PRINCIPE D'UNE BATTERIE

Une batterie est un dispositif qui permet de stocker de l'énergie sous forme d'énergie chimique. Lorsqu'une batterie se charge, elle convertit de l'énergie électrique en énergie chimique. Lorsqu'elle se décharge, elle convertit de l'énergie chimique en énergie électrique. Les cycles réversibles charge / décharge sont une des caractéristiques d'une batterie.
Sur le bateau Energy Observer, les batteries stockent l'énergie excédentaire produite par les panneaux solaires et les éoliennes. En l'absence de vent et de soleil, cette réserve d'énergie chimique est convertie en énergie électrique pour faire tourner les moteurs du bateau et pour alimenter les équipements de bord.

2 · CONSTITUTION D'UNE BATTERIE

Une batterie est constituée d'un bac étanche contenant une alternance de plaques positives et négatives.
Ce sont le plus souvent des éléments métalliques qui sont le siège de réactions d'oxydo-réduction (échanges d'électrons). Les mouvements d'électrons sont inversés lors de la charge et de la décharge. Entre les plaques, un électrolyte constitué d'ions assure la continuité des mouvements de charges via une membrane .

CHARGE ET DÉCHARGE D'UNE BATTERIE LITHIUM-ION



CATHODE
$Li^+ + e^- \longrightarrow Li$
Réduction de Li^+ en Li

Lors de la charge de la batterie, les ions Li^+ sont réduits en métal Li par les électrons arrivant à la cathode. Ces électrons proviennent de la conversion des énergies solaires et du vent en énergie électrique.

ANODE
$Li \longrightarrow Li^+ + e^-$
Oxydation de Li en Li^+

Lors de la charge de la batterie, le métal Li est oxydé en ions Li^+ et les électrons libérés à l'anode alimentent, entre autres, les moteurs.

Département Éducation & Formation

Freddy Minc, Professeur relais d'Universcience, agrégé de physique-chimie.

La constitution chimique d'une batterie influe sur l'énergie qu'elle délivre. Pour comparer des batteries, il faut regarder plusieurs paramètres : la tension délivrée, l'énergie fournie rapportée à la masse de la batterie en Wh/kg, le nombre de cycles de charge et décharge qu'elle peut réaliser, le domaine de température de fonctionnement, le temps de charge...

	Plomb	**Nickel-Cadmium**	**Nickel-Métal Hydrure**	**Lithium-ion**
Tension cellule	2,0 V	1,2 V	1,2 V	3,6 à 3,7 V 3,2 V (LFP)
Énergie spécifique	25-50 Wh/kg	30-60 Wh/kg	50-90 Wh/kg	100-230 Wh/kg
Cycles	200-500	1000-1500	1000	500-3000
Domaine de température	0°C à 50°C	-30°C à 50°C	-20°C à 50°C	-20°C à 50°C
Autodécharge	-5 % / mois	-15 % / mois	-25 % / mois	-2% / mois
Durée de vie calendaire	5 ans	10 ans	5-10 ans	5-15 ans
Prix kWh (Pb base 100)	100	300	350	300 à 500
Temps de charge standard	10 heures	5 heures	3-5 heures	3 heures

Le bateau Energy Observer utilise des batteries Lithium-ion qui sont actuellement les plus performantes.

ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET PERFORMANCES

Energy Observer a fait le choix de la complémentarité des moyens de stockage, avec un stockage court terme grâce à un parc de batteries Li-Ion et un stockage long terme grâce aux 8 réservoirs d'hydrogène.

1 · LE STOCKAGE BATTERIES

Le parc de batteries principal alimente les moteurs électriques via le réseau 400 volts. Sa capacité de 112 kWh est optimisée : c'est seulement 2,5 fois plus que les batteries d'une voiture électrique type Renault Zoé !

Un autre parc de batteries de 18 kWh alimente lui le réseau basse tension de 24 volts, dessert les équipements de vie à bord : électronique de navigation, automates de contrôle-commande, éclairage, confort, sécurité, etc. Un travail important a été mené pour garantir la non-interférence entre ces deux réseaux. Les ingénieurs ont notamment dû intégrer plusieurs convertisseurs de puissance pour adapter les tensions arrivant aux batteries depuis les différents systèmes (panneaux photovoltaïques, éoliennes...). Tout le câblage a enfin été simplifié afin de diminuer au maximum les pertes d'électricité en ligne, et donc diminuer la taille finale des systèmes de stockage et de production d'énergie.

2 · LE POIDS, UN ARGUMENT DE TAILLE

Le double stockage batteries / hydrogène à bord d'Energy Observer illustre la complémentarité des stockages ainsi que la répartition des usages.

Alors que les batteries fournissent une énergie immédiate court terme, l'hydrogène agit en prolongateur d'autonomie sur le long terme. Mais surtout, Energy Observer illustre grandeur nature l'immense avantage massique de l'hydrogène en comparaison des batteries. Alors que le parc batteries pèse 1400 kg pour 112 kWh, le stockage hydrogène et la pile à combustible pèsent au total 1700 kg pour 1000 kWh. Rapporté au kilogramme, 1 kWh pèse donc 12,5 kg lorsqu'il est stocké dans des batteries, et seulement 1,7 kg lorsqu'il est stocké sous forme d'hydrogène.

En d'autres termes, cela signifie qu'à poids égal, le stockage hydrogène contient 7,35 fois plus d'énergie que le stockage batterie, soit un atout considérable pour la mobilité, qu'elle soit maritime, terrestre, ou même aérienne.

Département Éducation & Formation

Freddy Minc, Professeur relais d'Universcience, agrégé de physique-chimie.

ENERGY OBSERVER : UN MODÈLE PÉDAGOGIQUE

1. PROJETS PÉDAGOGIQUES

Nous vous proposons de mener un projet en équipe avec l'aide de votre professeur(e). La restitution prendra la forme de votre choix (cahier de laboratoire, diaporama, photos, vidéos ...) et sera valorisée lors de la semaine du développement durable par Energy Observer et Universcience.

Utilisez-vous des batteries ? Quelle est leur durée de fonctionnement ?
Sont-elles rechargeables et si oui comment les rechargez vous ?

Quels sont les éléments chimiques qui constituent les batteries que vous utilisez ?
Sont-ils abondants sur Terre ? Comment sont-ils extraits ?

Pouvez-vous réaliser une expérience pour stocker de l'énergie dans une batterie ? Comparer les performances de votre batterie avec celles du navire Energy Observer.

2. PROGRAMMES DES BULLETINS OFFICIELS BO DE L'EDUCATION NATIONALE

→ Programme physique chimie seconde *http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634_annexe_1062989.pdf*

→ Programme physique chimie première STL SPCL *http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/86/4/spe645_annexe3_22-1_1063864.pdf*
http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/86/6/spe645_annexe4_22-1_1063866.pdf

→ Programme physique chimie première ST2S *http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/55/3/spe642_annexe2_1063553.pdf*

→ Programme physique chimie première STI2D *http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/85/6/spe591_annexe2_22-1_1063856.pdf*

→ Programme physique chimie première STI2A *http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/62/0/spe643_annexe3_1063620.pdf*

→ Programme physique chimie première générale *http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/43/2/spe635_annexe_1063432.pdf*

→ Programme physique chimie terminale générale *https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/92/9/spe249_annexe_1158929.pdf*

Niveau	Contenus	Capacités	Compétences
Seconde			
1ère technologique			
1ère générale			
Terminale			

3. RESSOURCES SUR LES BATTERIES

→ Les batteries

http://www.ac-clermont.fr/disciplines/fileadmin/user_upload/Technologie/3-Pedagogie-P/STI2D-P/Sequences_pedagogiques/ETT/CI9_1/AP4/Fiche_ressources___Les_batteries.pdf

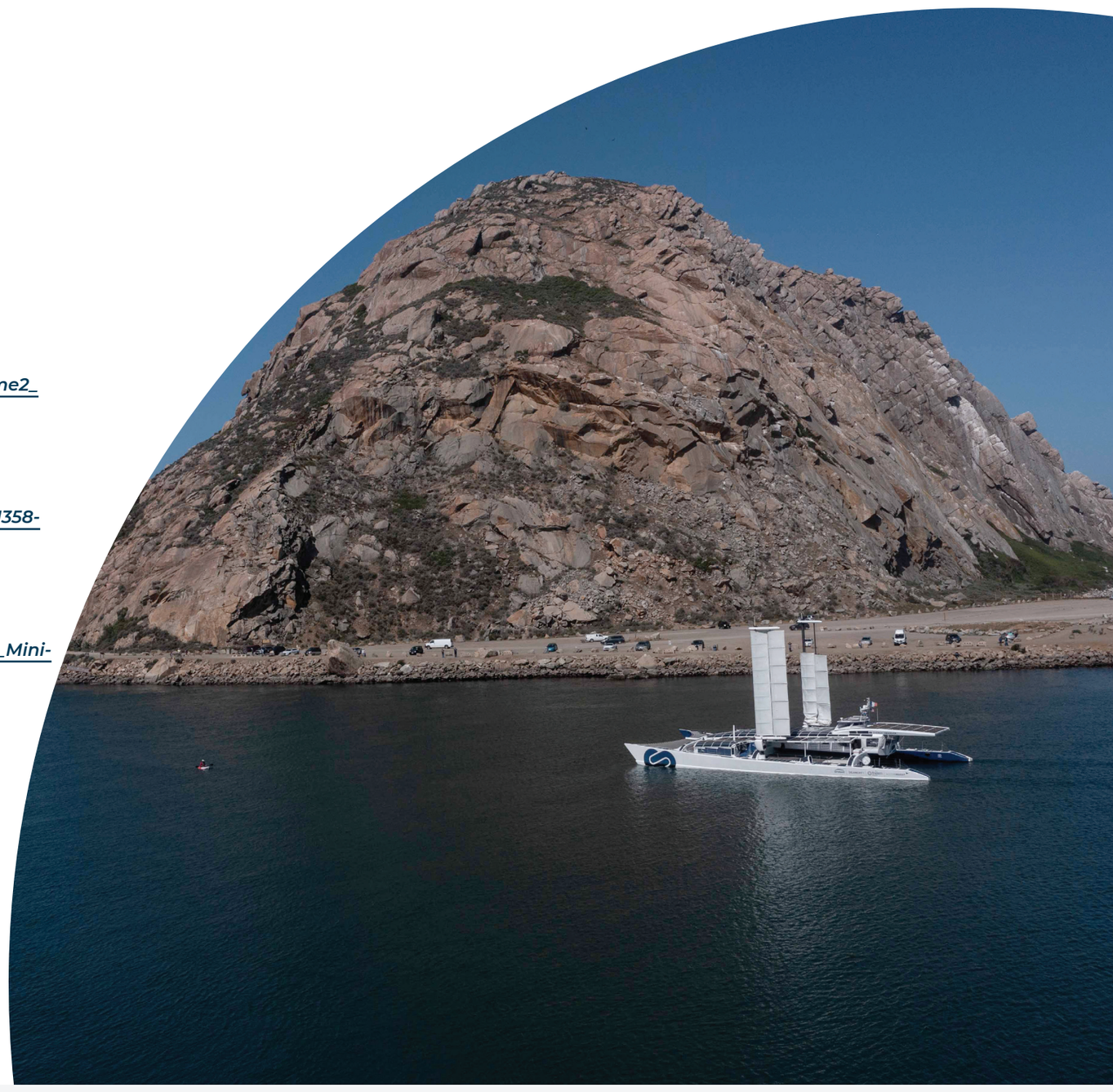
→ Chargeurs de batteries électriques

https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/chargeurs-de-batteries-de-voitures-electriques#fichiers-liens

→ Véhicule électrifié

https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/le-vehicule-electrique-une-solution-davenir-pour-lautomobile#

→ Stockage et distribution de l'énergie électriques
https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Pluridisciplinaire/76/7/RA20_Lycee_G_T_ES_Theme2_soustheme2.2-2.3_pruduction-distribution-energie_1321767.pdf

→ Photovoltaïque et batteries
https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/techniques/1358/1358-175-p32.pdf

→ Recharge d'un smartphone
https://cache.media.eduscol.education.fr/file/STI2D/37/9/RA19_lycee_T_STI2D_PHYCHI-MATH_1_Mini-projet_recharge-smartphone_1187379.pdf