



L'énergie et le développement durable



Afin de réduire l'utilisation des matières premières fossiles, il est urgent de se tourner vers d'autres énergies - solaire, éolienne, ou basée sur la conversion catalytique de la biomasse notamment - dont il faudra améliorer la production et le stockage. Les progrès technologiques dans ces domaines, auxquels SOLEIL contribuera, doivent être compatibles avec un développement durable et ce qu'il implique en termes économiques, sociétaux et environnementaux.

DES SOURCES D'ÉNERGIE SANS CARBONE

Concevoir des carburants économiquement viables à partir de ressources durables comme la biomasse, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre ; Développer des procédés de combustion de carburant plus propres et efficaces pour tirer pleinement parti des stocks existants ; Optimiser la conversion de l'énergie solaire : telles sont les pistes à explorer devant l'urgence d'accélérer la transition vers des sources d'énergie sans carbone.

UPGRADE DE SOLEIL

Upgrade de SOLEIL : augmentation de la brillance + focalisation du faisceau de photons =

→ **Contribution au développement des énergies renouvelables (hydraulique, éolienne, solaire, géothermique, ou issues de la biomasse) pour lutter contre le réchauffement climatique.**



DES CATALYSEURS INDUSTRIELS PLUS PERFORMANTS

Plus des 3/4 des objets manufacturés qui nous entourent sont obtenus par des procédés catalytiques. Ces derniers permettent des réactions sélectives (la substance souhaitée est produite en plus grande quantité), efficaces (moins de perte en composants initiaux), dans des conditions (température, pression...) moins consommatrices d'énergie.

Un des enjeux de nombreux domaines industriels est de les comprendre finement et de les optimiser pour réduire significativement la consommation d'énergie.

UPGRADE DE SOLEIL

Upgrade de SOLEIL : Augmentation de la brillance et cohérence du rayonnement synchrotron =

→ **Étude de réactions catalytiques en conditions et en temps réels.**
→ **Meilleure compréhension des mécanismes d'activation des catalyseurs.**

→ **Préconisations pour obtenir des catalyseurs plus performants.**



LES BATTERIES DE DEMAIN

Pour développer l'usage d'énergies intermittentes ou renouvelables, un obstacle reste à franchir : en optimiser le stockage efficace, à plus long terme, avec des matériaux plus abondants et propres. Les batteries sont donc des éléments cruciaux. Celles de demain seront à haute densité de stockage d'énergie, moins chères, sans lithium ou cobalt, pouvant détecter et réparer leurs propres pannes.

UPGRADE DE SOLEIL

Upgrade de SOLEIL : augmentation du flux de photons + couplage avec méthodes d'automatisation & d'intelligence artificielle (Projet BIG-MAP*) =

→ **Identification ou design de nouveaux matériaux pour l'énergie.**

Plus d'informations au verso ↻

* <https://www.big-map.eu/>



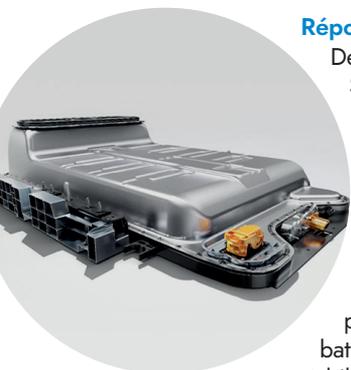


QUELS MATÉRIAUX POUR LES BATTERIES DE DEMAIN ?

F. Eveillard et al., *New Journal of Chemistry*, 44, 15297-15298 (2020)
B. Li et al., *Nature Chemistry*, 13, 1070–1080 (2021)

Éléments essentiels de notre vie quotidienne, nous attendons des batteries des performances toujours accrues. Stocker l'énergie plus longtemps est une problématique qui mobilise les chercheurs depuis déjà plusieurs décennies, mais s'y ajoute à présent une exigence environnementale croissante : utiliser des matériaux plus propres.

Or, obtenir d'excellentes performances électrochimiques dans des batteries sûres et durables nécessite de surmonter des défis technologiques à la fois en génie des matériaux et génie chimique.



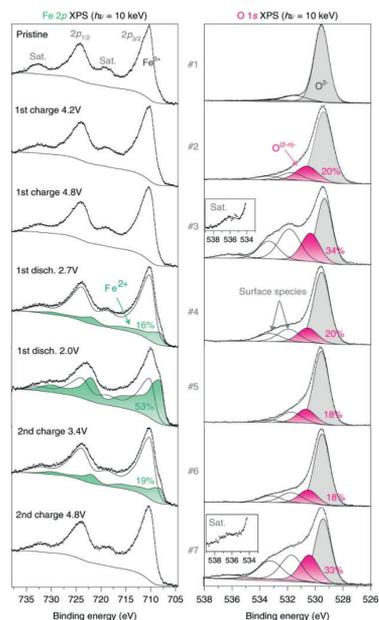
Réponses actuelles de SOLEIL :

Depuis près de 15 ans ces questions sont étudiées à SOLEIL. L'un des « plus » des recherches menées sont les mesures réalisées sur des batteries en fonctionnement (*operando*), qui permettent de relier les performances électrochimiques de la batterie et l'état structural et électronique de sa matière en activité.

Actuellement, parmi les voies explorées : maîtriser la technologie du « redox anionique » qui pourrait presque doubler la capacité d'énergie stockée dans la batterie et donc son autonomie, ou encore améliorer la stabilité des interfaces électrode-électrolyte (réseau RS2E*).

Batterie de la voiture électrique Zoe (©Renault).

* <https://www.energie-rs2e.com/fr>



Exemple de données enregistrées par la technique de spectroscopie aux rayons X « HAXPES ».

UPGRADE DE SOLEIL

Augmentation du flux de photons



Meilleure focalisation des faisceaux de photons



Utilisation des propriétés de cohérence du faisceau



Étude de matériaux *operando* et conception de nouveaux matériaux par design inverse

L'Upgrade de SOLEIL rendra possible l'étude des matériaux composant les batteries dans des conditions *operando*, grâce à un ensemble de techniques d'analyse avancées, complémentaires, et réalisées à haut débit (grand nombre d'échantillons analysés), suivant des protocoles optimisés par des méthodes d'automatisation et d'intelligence artificielle.

Des informations uniques sur les changements chimiques, morphologiques et structuraux à l'intérieur des électrodes et des électrolytes seront accessibles, sur des échelles de taille allant du nm au mm, avec des résolutions spatiale et temporelle (10^{-11} s) élevées.



Synchrotron SOLEIL

L'Orme des Merisiers - Départementale 128 - 91190 Saint-Aubin - FRANCE
www.synchrotron-soleil.fr

