


Written on 12 December 2025 3 minutes of reading

Actualités

IFPEN

Énergies renouvelables | Stockage d'énergie

***Vendredi 12 décembre 2025***

***Voir le Replay :***

Pour accompagner l'essor des énergies renouvelables par nature variables, il est nécessaire d'augmenter les capacités de flexibilité du réseau, c'est-à-dire de trouver les moyens d'assurer l'équilibre entre production et consommation d'électricité.
Des solutions de stockage stationnaire complémentaires aux batteries électrochimiques, permettant d'augmenter les capacités de stockage de l'électricité produite par les EnR, existent et sont en cours de développement. Mais des obstacles techniques, réglementaires et économiques freinent leur déploiement.
Les filières industrielles du stockage massif d'électricité tardent en effet à se mettre en place. Les puissances installées de stockage stationnaire dans le monde sont estimées à environ 270 GW, c'est-à-dire 3 % des puissances électriques mondiales installées. Pour accroître ces capacités, il est important de soutenir la R&D et le tissu industriel, notamment pour tester à grande échelle les nouvelles technologies de stockage.

Ce RDV IFPEN a été l'occasion d'aborder les questions suivantes :
- Le stockage massif d'électricité, un levier clé pour le déploiement des EnR ?

- STEP, AACAES, Batteries Carnot : quelles technologies pour quels besoins et à quelles échelles ?
- Quels défis techniques, économiques et environnementaux ?
- Quelle réglementation pour favoriser les nouvelles filières de stockage ?
- Quelle baisse des coûts attendre d'une industrialisation ?



Ouverture par **Pierre-Franck Chevet**, président, IFPEN



Animé par **Mickaele Le Ravalec**, directrice Économie et Veille, IFPEN

**Avec la participation de** :



**Didier Laffaille,** Directeur délégué à la Prospective et à l'Innovation, Commission de régulation de l'énergie (CRE)



**Jean-François Le Romancer,** Président, Stolect



**Pierre Le Romancer,** Responsable des programmes de R&D Stockage, EDF



**Yannick Peysson**, Responsable de programme Stockage & gestion de l'énergie, IFPEN

## LES BRÈVES

**À retenir**

Les énergies renouvelables ne peuvent se déployer massivement **sans flexibilité et stockage**. La table ronde des Rendez-vous IFPEN de l'innovation a mis en lumière un constat partagé : **le stockage massif d'électricité** est devenu un pilier incontournable de la transition énergétique, au même titre que la production décarbonée et l'adaptation des usages.
STEP, batteries, hydrogène, stockage thermique longue durée… aucune technologie ne suffira seule. Le futur repose sur un mix de solutions complémentaires, adaptées aux usages (court, moyen, long terme), aux territoires et aux contraintes de souveraineté industrielle.
Au-delà des technologies, les leviers clés identifiés sont clairs : régulation adaptée, modèles économiques robustes, démonstrateurs à grande échelle et implication active des consommateurs, appelés à devenir de **véritables consom-acteurs.**

# LE STOCKAGE MASSIF D'ÉLECTRICITÉ : UNE DÉFINITION

*Mickaele Le Ravalec, direction économie et veille, IFPEN*

Le stockage massif d'électricité se définit comme un système capable de gérer soit une capacité de plusieurs centaines de mégawattheures à quelques gigawattheures, soit une puissance d'au moins plusieurs centaines de mégawatts, soit encore une durée d'utilisation prolongée (au moins quelques heures).

# UNE NÉCESSITÉ SYSTÉMIQUE

*Pierre-Franck Chevet, président-directeur général d'IFPEN*

Si la France bénéficie d'un mix électrique spécifique grâce au nucléaire pilotable, celui-ci ne peut absorber seul l'intermittence croissante des énergies renouvelables. Le stockage massif devient donc un outil d'équilibrage indispensable, aux côtés de la flexibilité de la demande. Le débat ne peut se limiter à la production, mais doit aussi se pencher sur la consommation, elle-même étant intermittente.

### Des ordres de grandeur structurants

La Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE 3) prévoit :
- 1,5 GW de STEP à horizon 10 ans
- 8 GW liés à l'hydrogène, avec un enjeu clé sur les rendements

IFPEN s'inscrit pleinement dans cette dynamique, avec un positionnement fort : 1er déposant mondial de brevets sur le stockage stationnaire.

# LE RÔLE CLÉ DU RÉGULATEUR DANS L'ÉMERGENCE DU STOCKAGE

*Didier Laffaille, Commission de régulation de l'énergie (CRE)*

### Créer un cadre, pas choisir les technologies

La CRE défend un principe de **neutralité technologique** : son rôle est de créer les conditions favorables à l'émergence des solutions pertinentes.

### Des avancées réglementaires structurantes

- Nouvelles règles de **raccordement intelligent**
- Évolution du **TURPE 7**, avec une composante dédiée au stockage (active dès août 2026)
- Reconnaissance du fonctionnement **contracyclique** du stockage.
- Publication de schémas d'intérêt réseau pour guider l'implantation des projets.

### Stockage et stabilité du système

Le stockage joue désormais un rôle central dans les **services système** :

- 100 % de la réserve primaire de fréquence est aujourd'hui assurée par le stockage
- Forte baisse des coûts associés

Les **zones non interconnectées (ZNI)** font figure de laboratoires grandeur nature, combinant ENR, stockage batterie et hydrogène.

### Flexibilité, sobriété et rôle des citoyens : devenir consom-acteur

Didier Laffaille insiste sur un point clé souvent sous-estimé : **la flexibilité côté demande** est aussi stratégique que le stockage massif.

- Adapter la consommation à la production (et non l'inverse) devient un levier majeur
- Les **compteurs communicants** permettent aux consommateurs de mieux comprendre et piloter leurs usages

- Le pilotage automatisé (chauffe-eau, recharge des véhicules électriques) est appelé à se généraliser
- Recharger un véhicule électrique aux heures de forte production renouvelable est à la fois **moins coûteux et plus décarboné**

### Créer de la valeur pour l'utilisateur final

Le développement du **vehicle-to-grid** et des **batteries de seconde vie** dépendra d'un facteur déterminant : la **valeur perçue par le consommateur**.

Sans bénéfice concret (financier, service rendu, confort), l'adhésion restera limitée. À l'inverse, des modèles offrant un avantage clair — comme la mise à disposition du véhicule en échange d'un service tangible — peuvent enclencher un changement d'échelle.

### Message clé du régulateur

Le succès du stockage et de la flexibilité repose autant sur les technologies et la régulation que sur l'implication active des citoyens, devenus acteurs à part entière du système électrique.

---

# STEP ET BATTERIES : L'EXPÉRIENCE INDUSTRIELLE D'EDF

*Pierre Le Romancer, EDF*

### Les STEP, colonne vertébrale historique

EDF gère depuis près de 50 ans un parc de **STEP totalisant environ 5 GW**.
Les nouveaux projets portent majoritairement sur l'**adaptation d'ouvrages existants**, avec un fort enjeu de souveraineté industrielle (technologies européennes).

### L'essor des batteries lithium-ion

- **2,7 GW** de capacités déjà construites ou en construction dans le monde
- Coûts divisés par **10 en dix ans**
- Réactivité idéale pour les services système et le réglage de fréquence

EDF développe aussi **des projets hybrides** (gaz + batteries, ENR + stockage) permettant de fournir une puissance stable malgré l'intermittence.

### Les limites du lithium-ion

Les batteries actuelles restent économiquement adaptées à des durées de **1 à 6 heures**.
Pour le stockage de plusieurs dizaines ou centaines d'heures, d'autres technologies devront émerger, utilisant **des matériaux abondants** (fer, eau, carbone…).

# LE STOCKAGE LONGUE DURÉE COMME LEVIER DE SOUVERAINETÉ

*Jean-François Le Romancer, président de Stolect*

### Un enjeu mondial

Écrêtements en Europe, réseaux contraints en Inde, dépendance au charbon, zones isolées… le besoin de **flexibilité longue durée** est global.

### Une approche fondée sur la physique

Stolect développe une solution de **stockage thermique** :
- Matériaux réfractaires naturels (basalte)
- Chauffés par électricité excédentaire
- Restitution via turbines à air chaud
- **Rendement ~70 %**

### Des atouts différenciants

- Matériaux abondants et peu coûteux
- Implantation possible partout
- Durée de vie ~40 ans, sans perte de capacité
- Coût sur cycle de vie (LCOS) très compétitif

Objectif : répondre aux besoins des industriels, territoires et zones isolées, avec des pilotes en cours, notamment à Rennes.

---

# RECHERCHE ET COMPLÉMENTARITÉ DES SOLUTIONS

*Yannick Peysson, IFPEN*

### Le stockage longue durée monte en puissance

IFPEN observe une montée en maturité des technologies de **Long Duration Energy Storage (LDES)** , avec un besoin clairement identifié à l’échelle mondiale.
Un enjeu clé : les modèles économiques
Les technologies progressent, mais **les business models** restent à consolider :
- Appels d’offres innovants (Italie)

- Contrats long terme couplant production et stockage
- PPA intégrant le lissage de la production

### Une certitude : pas de solution unique

Le futur du système électrique reposera sur **un panier de technologies complémentaires.** La R&D joue un rôle central pour faire émerger, qualifier et industrialiser ces solutions.

---

# DÉMONSTRATEURS ET PASSAGE À L’ÉCHELLE : LE PROCHAIN DÉFI

Tous les intervenants convergent : **les pilotes et démonstrateurs** sont indispensables pour sécuriser le passage à l’échelle industrielle, réduire les risques et structurer les filières

Voir le replay

Stockage massif d'électricité - La synthèse des RDV

# YOU MAY ALSO BE INTERESTED IN

Technologie innovante de stockage massif d’électricité : collaboration entre IFPEN et STOLECT
Voir le Replay : RDV IFPEN | EnR, flexibilité et stockage massif d’électricité : le trio gagnant ?
12 December 2025

Link to the web page :