

## DOMAINE ÉNERGIE

# ÉTABLIR UN LEADERSHIP CONCURRENTIEL DANS LE STOCKAGE D'ÉLECTRICITÉ À USAGE STATIONNAIRE

Développer des alternatives techniquement et économiquement viables à la batterie Li-ion pour le stockage de longue durée à usage stationnaire, notamment pour les zones non interconnectées (ZNI)

## 01

La France annonce 100 GW de solaire et 40 GW d'éolien en mer en 2050, mais doit compter sur des nouvelles capacités de stockage pour rendre cette électricité utilisable

**Les STEP (Stations de Transfert d'Énergie par Pompage) et barrages ayant atteint leur plein potentiel**, la France doit se tourner vers d'autres technologies de stockage pour soutenir la croissance des énergies renouvelables intermittentes.

**Le panel varié de technologies** mécaniques, électrochimiques, thermiques et chimiques permet de répondre à ce besoin.

**Le marché du stockage stationnaire de longue durée, encore peu mature et diversifié, rassemble des acteurs multiples et se trouve fortement lié au développement des réseaux électriques.** Des acteurs français innovants se positionnent, à l'instar de ZeEnergy, Kemiwatt, Stolect et Sylfen.

## 02

Le stockage stationnaire de longue durée contribue à répondre aux enjeux de souveraineté énergétique, de réindustrialisation et de décarbonation

**Accroître les capacités de stockage de longue durée de l'électricité** permettra de réduire la dépendance française au gaz importé de Russie.

**Dans une optique de passage à l'échelle**, les solutions de stockage vont représenter un vecteur de réindustrialisation.

**Le stockage d'électricité constitue un levier clé pour décarboner le mix électrique** dans les ZNI, fortement dépendantes des énergies fossiles.

## 03

Freiné par un engagement public modéré, un modèle économique peu sécurisant et des financements dilués, le stockage stationnaire peine à prendre son envol en France

**Le stockage d'électricité** est encore peu traité comme une thématique à part et ne fait pas l'objet de mesures précises dans les textes législatifs et réglementaires.

**Le modèle économique du stockage ne repose pas sur des mécanismes de marché** incitateurs, contrairement aux énergies renouvelables.

**Les subventions sont inadaptées aux risques liés à la phase post-R&D** et les investisseurs sont frileux au regard des incertitudes conjoncturelles.

## 04

Le stockage nécessite la définition d'un cadre législatif et réglementaire clair et la mise en place des conditions économiques et financières favorables pour se développer

**Préciser le cadre législatif et réglementaire** au niveau français à partir des Directives européennes

**Adapter les mécanismes de marché** pour donner de la visibilité sur les modes de rémunération possibles sur le long terme

**Réviser les modes de subvention** pour accompagner la phase de pré-commercialisation et de pré-industrialisation

# LES STEP ET BARRAGES AYANT ATTEINT LEUR PLEIN POTENTIEL, LA FRANCE DOIT SE TOURNER VERS D'AUTRES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE POUR SOUTENIR LA CROISSANCE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

## Périmètre technologique

**Description :** Le **stockage d'électricité de longue durée** permet de remédier à l'intermittence de l'éolien et du solaire, en stockant puis en restituant l'électricité.

**Stationnaire :** non réservé à et ne reposant pas sur la Mobilité (V2G).

**Longue durée :** flexibilité journalière, hebdomadaire et saisonnière.

### Maturité technologique : Innovation

- **Mécanique** (ex : CAES, LAES, gravité, STEP) : TRL 7-9.
- **Electrochimique** (ex : batteries à flux redox) : TRL 4-9. Batteries Li-ion écartées car faible autonomie, dépendance forte au lithium et au cobalt, inflammabilité et déjà traitées dans une autre fiche.
- **Thermique** (ex : SHS) : TRL 9. PAC déjà traitées dans une autre fiche.
- **Chimique** (ex : P2G dont hydrogène) : TRL 7-8. Ecarté car rendement faible (25 à 40%) et non compétitif pour du stockage à l'horizon 2030, plutôt orienté sur le remplacement du gaz importé par du gaz renouvelable pour l'industrie à cet horizon de temps.
- **Electrique** : TRL 9. Ecarté car durée de stockage faible.

*Voir glossaire pour plus de détails.*

## ETAT DES LIEUX

- **Engagement politique et soutien public :** un sujet à faible niveau de visibilité, avec une volonté politique timide et un cadre légal et économique flou  
**Les objectifs spécifiques au stockage de longue durée ne portent que sur les STEP**, le cadre réglementaire est imprécis et la structuration du marché pour rémunérer le stockage manque de clarté. La thématique du stockage reste pour le moment cantonnée au second plan derrière le déploiement des renouvelables.
- **Acceptabilité :** le permitting est calqué à tort sur le processus des renouvelables  
**Malgré une grande hétérogénéité des solutions**, le stockage pose moins de contraintes relatives à l'acceptabilité qu'un parc renouvelable, mais les règles d'autorisation appliquées sont les mêmes.
- **Compétences & savoir-faire :** une expertise française focalisée sur les STEP et barrages  
**Peu de solutions innovantes sont déployées en France, bien que quelques sociétés émergent.** La France s'appuie sur les STEP et les barrages hydrauliques, dont le potentiel restant est limité.
- **Réseau existant de partenaires :** pas encore d'organisme fédérateur au niveau français  
**Des consortiums de filière se sont structurés au niveau mondial** (essentiellement américain) avec le LDES Council et européen avec l'EASE, mais la France n'a pas encore formé de syndicat dédié.
- **Structuration macro de la chaîne de valeur et du territoire :** un marché fortement lié aux activités régulées  
**Les fournisseurs de solutions de stockage se trouvent positionnés entre les producteurs renouvelables et les opérateurs de réseaux électriques.** Ils sont également dépendants du régulateur (la CRE) pour asseoir leur place sur le marché.
- **Voies de commercialisation :** un marché en création dominé par les batteries Li-ion  
**Le marché du stockage a encore une maturité faible**, hormis pour les STEP et barrages hydrauliques, et se trouve polarisé sur les batteries Li-ion, malgré leur usage orienté plutôt vers la mobilité électrique et le stockage de courte durée. Les mécanismes de marché restent à définir pour assurer la rémunération des actifs de stockage de longue durée.
- **Leviers de déploiement et voies d'industrialisation :** le passage à l'échelle va dépendre de l'engagement sur le développement des énergies renouvelables  
**Les besoins en stockage sont liés au taux d'EnR intermittentes.**
- RTE a élaboré 4 scénarios de développement des énergies renouvelables en France en 2035 : « Volt » 40% EnR, « Hertz » 45% EnR, « Ampère » 50% EnR et « Watt » 71% EnR.

### Taux de déploiement en France

**STEP et barrages hydrauliques :** selon la PPE, 4,3 GW de STEP et 13 GW d'hydraulique avec réservoir, avec un potentiel restant de 2 GW en France continentale. Ce potentiel reste soumis à une étude d'impacts sur les habitats naturels.

**Ballons eau chaude :** 13 à 20 TWh de stockage thermique.

Selon RTE, la production d'électricité renouvelable intermittente (éolien et solaire) a représenté 51 TWh en 2021.

### Zones d'implantation privilégiées

**ZNI** (Zones Non Interconnectées), dont l'objectif est l'autonomie énergétique en 2030 (en 2050 pour la Corse)

# LE MARCHÉ DU STOCKAGE STATIONNAIRE DE LONGUE DURÉE, ENCORE PEU MATURE, RASSEMBLE DES ACTEURS MULTIPLES ET SE TROUVE FORTEMENT LIÉ AU DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

## ÉVALUATION DE L'ÉCOSYSTÈME

- Pour matérialiser le rapprochement naturel entre la production d'électricité renouvelable et le stockage, **des sociétés hybrides voient le jour**, par exemple en combinant production solaire photovoltaïque avec stockage thermique via des sels fondus.
- **Une nouvelle famille d'acteurs pourrait émerger dans la chaîne** : les Fournisseurs d'Energy Management System (EMS), utilisés pour la supervision et l'optimisation du fonctionnement des actifs.
- **Il manque en France un organisme fédérateur de la filière industrielle** du stockage stationnaire de longue durée, au niveau français.

### Exploitants de parcs renouvelables / Producteurs EnR

**Nécessité de prise en compte du stockage** dans le contexte de crise énergétique et de croissance de la part des renouvelables dans le mix.

#### Principaux développeurs français

- EDF Renouvelables (FR)
- Total Energies Renewables (FR)
- Engie Solar et Ocean Winds (FR)
- Neoen (FR)
- Photosol (FR)
- Urbasolar (FR)

#### Cas particulier, combinant la production et le stockage

- ZE Energy (FR) : développeur, constructeur et opérateur de centrales hydrogène PV et batteries Li-ion

### Fournisseurs de solutions de stockage d'électricité

**Foisonnement d'innovations**, nécessitant une analyse de complémentarité des technologies ainsi qu'une analyse de choix sur les plus pertinentes dans le contexte français, aussi bien d'un point de vue technique qu'économique. Les acteurs de ce maillon proviennent de pays divers, le marché du stockage stationnaire de longue durée étant encore peu diversifié en France.

*Les acteurs mentionnés ci-après, majoritairement des start-ups, n'opèrent pas tous en France, mais fournissent un panel représentatif des technologies émergentes.*

#### Mécanique

- Quidnet (US) : hydro-pompe injectant l'eau dans des réservoirs souterrains et récupérant l'énergie dans des générateurs quand la Terre la renvoie sous pression (sous-sol)
- Gravitricity (UK) : gravité et pompe hydraulique (sous-sol)
- Heindl Energy (DE) : gravité et pompe hydraulique (sous-sol)
- Energy Vault (CH) : gravité et énergie cinétique (hors sol)
- Hydrostor (CA) : air comprimé (CAES)
- Highview Power (UK) : liquéfaction et gazéification de l'air (LAES)
- Energy Dome (IT) : liquéfaction et gazéification du CO2 (LAES)

#### Électrochimique

- Kemiwatt (start-up FR) : batteries à flux redox, s'appuyant sur la chimie organique donc ne nécessitant pas de minage
- Elestor (NL) : batteries hydrogène-bromine (à flux redox)
- ESS (US) : batteries fer-air (à flux redox)

#### Thermique

- Stolect (start-up FR) : stockage sous forme de chaleur sur le principe des batteries de Carnot
- Malta (US) : accumulation de chaleur sensible par PAC (Pompes à Chaleur) et sels fondus (SHS)
- Brennmiller Energy (IL) : stockage de chaleur dans de la pierre concassée

#### Chimique

- Sylfen (start-up FR) : électrolyseur réversible
- Electrochaea (US) : électrolyse puis méthanation de l'H2 pour injection sur le réseau de gaz

### Gestionnaires de réseaux d'électricité / Régulateur / Collectivités

**Rôle clé dans la planification** du développement des réseaux et dans la mise place de conditions favorables d'accès au marché.

#### Gestionnaires de réseaux

- hors ZNI
  - RTE
  - ENEDIS et les ELD
- dans les ZNI
  - EDF SEI
  - Enercal

#### Régulateur

- CRE

#### Collectivités

- Établissements Publics de Coopération Intercommunale

### 3 micro-centrales hydroélectriques

Parties prenantes	Partenariat public-privé entre VNF (Voies Navigables de France) et BAMEO
Localisation	Givet, Hame-sur-Meuse, Fumay Saint-Joseph (Ardennes)
Jalons	Mise en service en 2016-2017
Chiffres clés	Capacité unitaire installée de 1 MW
Sources de financement	Non communiqué

*Bien que non creusées dans cette analyse, les batteries Li-ion restent les plus utilisées dans le cadre des projets français. Raison pour laquelle le projet évoqué ci-après s'appuie sur cette technologie.*

### Projet Phares

Parties prenantes	AkuoEnergy pour unité photovoltaïque, Sabella pour hydroliennes et EDF SI pour stockage via batteries
Localisation	Ouessant (ZNI)
Jalons	Débuté en juin 2018 pour une durée de 4 ans
Chiffres clés	Objectif d'atteindre environ 70% de pénétration en énergies renouvelables pour Ouessant en 2023
Sources de financement	25,1 millions d'euros dont 5,8 millions d'euros issus du PIA

# LE STOCKAGE D'ÉLECTRICITÉ CONSTITUE UN LEVIER CLÉ POUR DÉCARBONER LE MIX ÉLECTRIQUE DES ZNI ET POUR RÉDUIRE LA DÉPENDANCE FRANÇAISE AU GAZ IMPORTÉ DE RUSSIE

## EVALUATION DU POTENTIEL FRANÇAIS

**Positionnement de la France : Le stockage d'électricité n'est pas critique pour le moment, mais la France doit d'ores et déjà accélérer pour assurer la viabilité de ses objectifs renouvelables.**

La Chine et les Etats-Unis sont les pays les plus avancés en matière de stockage.

**Une opportunité d'exportation existe** pour les solutions de stockage dans certains pays voisins de la France (Allemagne par exemple), étant donné la pénétration des énergies renouvelables intermittentes plus importante qu'en France.

**Potentiel de décarbonation : le stockage stationnaire, tout comme le réseau électrique, est un support au développement des énergies renouvelables.** Il encourage l'électrification en rendant l'électricité stockable et en diminuant la dépendance au gaz pour assurer le stockage de l'énergie de longue durée.

### Émissions de CO2 évitées :

- Selon la CRE, le mix électrique des ZNI reposait en moyenne à 66% sur de la production thermique en 2016.
- La PPE définit un objectif d'autonomie énergétique des ZNI en 2030, visant donc un mix approchant les 100% d'énergies renouvelables. Cette cible n'est atteignable qu'avec le déploiement de technologies de stockage d'électricité.

**Potentiel de création de valeur :** les études sur le sujet à l'horizon 2030 ne sont pas concordantes et pas contextualisées à la France

### PIB - valeur du marché généré :

- Selon France Hydroélectricité, la filière hydroélectrique représentait 1,5 milliard d'euros de recettes publiques en 2020.
- Les prévisions de capacité de stockage requises et de valeur du stockage sur le marché étant très **disparates** dans la littérature dédiée, l'estimation du chiffre d'affaires en 2030 aurait un niveau de fiabilité très bas.

### Emplois générés :

- Selon France Hydroélectricité, la filière hydroélectrique comptait 30 330 emplois directs, indirects et induits en 2020.
- Le nombre d'emplois étant directement lié aux prévisions de capacité de stockage requises et aux technologies mobilisées, une estimation crédible à 2030 nécessiterait un consensus sur le sujet, ce qui n'est pas le cas.

**Potentiel d'accroissement de la souveraineté énergétique et industrielle de la France :** L'IEA (International Energy Agency) mentionne le stockage de l'énergie de grande ampleur et à long terme dans le levier 10 du plan pour réduire la dépendance de l'UE vis-à-vis du gaz russe

### Criticité des ressources :

● Forte | ● Modérée | ● Faible

Technologie	Criticité	Problématique (si criticité forte ou modérée)
CAES		<b>Nécessite stockage :</b> dans des formations ou cavités salines souterraines □ concurrence avec le stockage de gaz naturel et d'hydrogène, ou dans des cavernes rocheuses souterraines □ peu de gisement en France.
LAES		<b>Pas de contrainte de ressource</b> , mais procédé énergivore.
Gravité		<b>Dépend de si la technologie est sous-sol</b> (potentiel limité) ou hors-sol (potentiel large).
STEP		<b>Nécessite stockage dans des lacs ou dans des cavernes rocheuses souterraines ;</b> peu de gisements encore disponibles en France.
Batteries à flux redox		<b>Composants des batteries</b> (vanadium, zinc, brome, fer, chrome, etc.) non critiques, bien que le vanadium soit également utilisé dans l'industrie automobile pour les aciers.
SHS		<b>Pas de contrainte de ressources</b> sur les sels fondus et les huiles organiques.

### Potentiel de circularité :

- La société française NW Groupe commercialise la JBox®, un conteneur rempli de batteries Li-ion recyclées, assurant le stockage et s'orientant vers la mobilité électrique.
- L'entreprise britannique Connected Energy utilise des batteries de seconde main de l'automobile pour créer du stockage stationnaire.

**Provenance de la technologie :** les acteurs français innovants se positionnent sur plusieurs familles de technologies, en particulier électrochimiques et thermiques.

# INSCRIT DANS UN CADRE PUBLIC ENCORE IMPRÉCIS, LE STOCKAGE NE BÉNÉFICIE PAS D'UN MODÈLE ÉCONOMIQUE STABLE ET SOUFFRE D'UN MODE DE SUBVENTIONS INADAPTÉ AUX RISQUES

## Cadre public de déploiement

**Engagement politique :** le stockage est inscrit dans la feuille de route européenne, notamment dans le cadre de REPowerEU, mais sa déclinaison au niveau français n'est pas encore transposée avec clarté

- **Prévisions de la Commission européenne pour 2030** (METIS baseline) : 348 GW de turbines à gaz et 108 GW de stockage stationnaire par batteries et STEP.
- **Selon l'European Association for Storage of Energy (EASE)**, L'Europe aura besoin d'environ 187 GW de stockage d'ici à 2030, contre environ 30 GW actuellement, dont 41 à 65 GW de STEP et 55 GW de stockage thermique + batteries à flux redox + gravité + CAES + LAES.
- **Plan REPowerEU** pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles russes : la Commission propose de considérer les moyens de stockage comme relevant de l'intérêt public supérieur et de faciliter leur déploiement. La Commission doublera cet automne les fonds disponibles dans le cadre de l'appel pour des projets à grande échelle 2022 au titre du Fonds pour l'innovation, pour atteindre environ 3 milliards d'euros. Un volet spécifique concernera la fabrication de technologies propres innovantes, dont le stockage de l'énergie.
- **PPE : Lancer des démarches pour 1,5 GW de STEP** mises en service entre 2030 et 2035. Continuer la R&D amont et de démonstration sur des solutions de stockage d'électricité compétitives. Considérer l'hydrogène comme moyen de stockage massif inter-saisonnier à partir de 2030-2035.
- **Comité Stratégique de Filière Nouveaux Systèmes Energétiques** (CSF NSE) créé en 2018 possède un volet sur le stockage, mais plutôt orienté sur les batteries.

**Dispositifs de financement :** les subventions publiques sont principalement orientées sur l'innovation et contribuent également au soutien des start-ups

- **PIIEC sur les Batteries au niveau européen**, auquel l'Etat français a apporté un soutien de 690 millions d'euros.
- **France 2030** : AAP « Solutions et technologies innovantes pour les batteries » opéré par Bpifrance.
- **France 2030** : vague 10 du concours i-Nov du Ministère de l'Enseignement et de la Recherche, avec le volet « **Énergies Renouvelables, Stockage et Systèmes Energétiques dont Hydrogène** ».

**Levées de fonds récentes :**

- **Sylfen** (membre de French Tech Green20) : 10 millions d'euros de fonds privés en 2022.
- **ZE Energy** : 40 millions d'euros de fonds publics et privés en 2021.
- **Stolect** : 4 millions d'euros en 2022, dont 2 millions d'euros par le FEDER Bretagne.
- Filiale NW Storm de NW Groupe : 300 millions d'euros de fonds privés en 2022.

**Cadre législatif et réglementaire :** le cadre européen est en cours d'évolution et doit être transcrit dans le cadre français

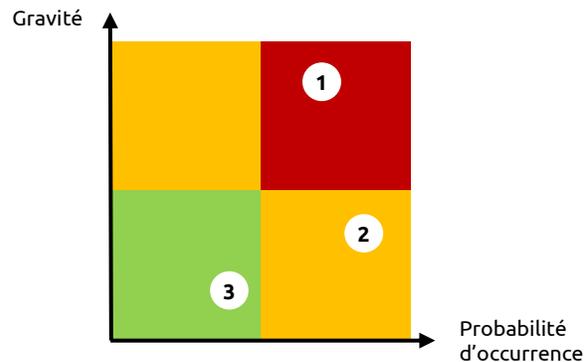
- Directive (UE) 2019/944 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 concernant des **règles communes pour le marché intérieur de l'électricité** : définit le stockage d'énergie et les règles à appliquer dans les Etats membres.
- Révision de l'**Energy Taxation Directive (ETD)** en juillet 2021.
- Régulation européenne : **les opérateurs de réseaux de transport et de distribution n'ont pas l'autorisation de posséder et d'opérer les solutions de stockage**, sauf à de rares exceptions, notamment dans les ZNI.

## Barrières au déploiement

	Faible	Forte	
Approvisionnement (matériaux et technologie)			<b>Pas de barrière particulière</b> à mentionner.
Capacité de développement et infrastructures			<b>Les STEP ont un potentiel de développement limité</b> et le CAES n'est pas adapté pour la France à grande échelle. <b>Les schémas directeurs de développement des réseaux électriques</b> doivent intégrer la dimension du stockage.
Compétences et savoir-faire			<b>La France n'est pas pionnière dans la maîtrise de ces technologies</b> , bien que des acteurs français se positionnent progressivement.
Économiques			<b>Actuellement, les solutions de stockage se rémunèrent majoritairement sur des marchés de court terme (réserve primaire)</b> . Besoin de définir un business model viable, compensant les coûts et les risques par des revenus assurés à long terme. CAPEX élevés au démarrage des projets, mais financements trop faibles et dispersés en FR à cette étape. <b>Nécessité d'améliorer la compétitivité</b> . Selon le LDES Council, les solutions de stockage alternatives seront compétitives (avec une approche LCoS) en 2030 par rapport aux batteries Li-ion pour du stockage de plus de 6h, et auront un avantage considérable au-delà de 9h.
Financières			<b>Phase de pré-commercialisation et de pré-industrialisation critique</b> , mais moins de fonds octroyés à ce stade qu'en phase de recherche. <b>Inadéquation entre la durée de vie du fonds (6 à 8 ans) et sa taille</b> avec la durée de développement de la technologie (8 à 12 ans). <b>Perception de risque élevé pour les investisseurs</b> , liée à la dépendance vis-à-vis des politiques européenne et nationale (niveau de maintien du nucléaire, ambition de développement des EnR, prix du CO2) et à l'absence de visibilité à long terme sur le prix de vente de l'électricité stockée.
Acceptabilité			<b>Permitting</b> (débat public et autorisations administratives) des actifs de stockage s'appuie sur les mêmes règles standards que celles qui s'appliquent aux actifs de production renouvelables. Cela engendre une complexité et une longueur disproportionnées par rapport à la nature des actifs de stockage.
Législatives et réglementaires			<b>Pas de cadre législatif et réglementaire instauré</b> . <b>Hétérogénéité de fonctionnement</b> des marchés au niveau européen. <b>Manque de clarté</b> quant à l'accès aux mécanismes de marché en FR. <b>Besoin d'adaptation et de simplification des procédures de raccordement aux réseaux électriques</b> , les solutions de stockage étant considérées comme des sites de consommation et de production, en prenant modèle sur le retour d'expérience des bornes de recharge électrique.

# RISQUES ET RECOMMANDATIONS

## Cartographie des risques majeurs



## Recommandations et leviers (publics / privés) à mettre en œuvre

### Infrastructures et approvisionnement

- **Accélérer** les phases de *permitting*.
- **Réviser la méthode de calcul des S3REnR** (Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables).

### Commande publique

- **Fixer des objectifs clairs de besoins de stockage par région** en 2030, en fonction des zones connues de congestion de réseau et des prévisions de capacités de production des EnR intermittentes, et agnostiques de la technologie.
- **Lancer des projets pilotes dans les ZNI** pour y tester les solutions innovantes avant leur mise en œuvre à grande échelle hors des ZNI.

### Programmes de recherche et d'innovation

- **Axer la recherche et l'innovation** sur la réduction des coûts, la maximisation de l'usage, la durabilité, etc.

### Industrialisation et structuration de la filière

- **Mixer les solutions de stockage de court terme** *via* des batteries, de **moyen terme** *via* des technologies mécaniques et thermiques, et de **long terme** *via* du « Power to Gas » (P2G).
- Coordonner les sujets de flexibilité liés à la production (stockage, interconnexions) et à la demande (effacement, « Vehicule to Grid » V2G).
- **Instaurer une nomenclature** commune des données et garantir l'interopérabilité des systèmes digitaux de gestion des solutions de stockage, dans une approche Smart Grid.
- **Encourager les projets hydrides**, à savoir production (éolien ou solaire) + stockage.

### Financements & investissements

- **Réformer la structure du marché** pour l'adapter au stockage, en

particulier avec des mécanismes de rémunération fondés sur la capacité de stockage disponible et pas sur la quantité d'énergie réellement stockée.

- **Mettre en place des mécanismes de marché** avec des revenus garantis sur des longues durées (ex : CFD, corporate PPA).
- **Massifier et concentrer les subventions** pour accompagner la phase de pré-commercialisation et de pré-industrialisation.
- **Donner accès aux développeurs et aux fabricants à des prêts à taux avantageux** auprès des banques publiques d'investissement et leur fournir des garanties pour favoriser l'accès à la finance privée.
- **Revoir la méthode de calcul** pour être en mesure d'arbitrer entre les investissements dans le renforcement local du réseau et le recours à des solutions de flexibilité locales.

### Capital-risque

- **Encourager ce mode de financement** pour soutenir les jeunes entreprises innovantes lors de leur phase d'amorçage.

### Réglementation

- **Transposer la Directive (UE) 2019/944 en droit français**, en instaurant un statut légal et réglementaire spécifique.
- **Réviser les tarifs d'acheminement** des réseaux pour tenir compte du raccordement et du recours aux solutions de stockage.
- **Adapter les procédures de raccordement** aux réseaux électriques aux solutions de stockage.
- **Exonérer partiellement ou totalement le stockage des taxes** (CSPE) et des tarifs d'acheminement (TURPE), comme cela se produit en Italie par exemple, en contrepartie du gain de ne pas avoir à investir dans le réseau électrique.
- **Créer un système de certification de la valeur** engendrée par le stockage, dans une optique de rémunération du service.

1. **Business model non viable économiquement** dans les conditions de marché et de réglementation actuelles
2. **Domination des batteries Li-ion sur le stockage de courte durée**, laissant peu de place aux technologies émergentes sur le stockage de longue durée
3. **Compétition du stockage avec les usages liés à la mobilité**, malgré l'enjeu de résilience de notre système énergétique

## Rapports

- Etude PEPS4 sur le potentiel national du stockage d'électricité et du power-to-gas par l'ATEE
- Energy Storage Targets 2030 and 2050 par l'EASE
- The journey to net-zero par le LDES Council
- Le stockage d'électricité en France par la CRE
- Futures énergétiques 2050 par RTE
- Energy Storage Mapping and Planning (ESTMAP)

## Interviews

- Mathieu Lassagne - CEO - Ze Energy
- Guillaume Chazalet - CEO - Kemiwatt
- Peter Schniering - Founder - Future Cleantech Architects
- Antoine Koen - Cleantech analyst - Future Cleantech Architects
- Pau Farres - Cleantech analyst - Future Cleantech Architects

## Organismes / Entreprises

- Long Duration Energy Storage (LDES) Council
- European Association for Storage of Energy (EASE)
- Association Technique Energie Environnement (ATEE)
- Commission de Régulation de l'Energie (CRE)
- Réseau de Transport d'Electricité (RTE)

# GLOSSAIRE

## Mécanique

- Exemples : CAES = Compressed Air Energy Storage; LAES = Liquid Air Energy Storage; STEP = Station de Transfert d'Énergie par Pompage
- Durée de stockage : jour à semaine

## Électrochimique

- Exemples : batteries Li-ion; batteries à flux redox
- Durée de stockage : jour

## Thermique

- Exemples : PAC = Pompes A Chaleur; SHS = Sensible Heat Storage
- Durée de stockage : semaine

## Chimique

- Exemples : P2G = Power-to-Gas, dont hydrogène
- Durée de stockage : saison

- SMR : Small Modular Reactors
- V2G : Vehicle-to-Grid
- S3REnR : Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables
- CFD : Contract For Difference
- PPA : Power Purchase Agreement
- ZNI : Zones Non Interconnectées