



PRESENTATION DU CLUB STOCKAGE D'ÉNERGIES DE L'ATEE

Créé en 2010 par l'ATEE (Association Technique Energie Environnement), le « Club Stockage d'énergies » a vocation à rassembler tous les acteurs impliqués dans le développement des filières de stockages stationnaires d'électricité, de chaleur/froid et de gaz renouvelables (*H2, biométhane*). Ce Club compte actuellement 32 membres et réunit l'ensemble des acteurs de la chaîne énergétique impliqués dans la filière stockage.

Le Club Stockage d'énergies a pour vocation d'informer ses membres et de dynamiser la filière industrielle française. Sa synergie d'acteurs et ses expertises (études PEPS) lui permettent d'être une force de propositions reconnue.

La finalité du Club est de favoriser, en étayant ses propositions par des études ciblées, l'émergence d'un environnement propice aux déploiements des technologies et systèmes de stockage les plus pertinents.

CAHIER D'ACTEUR

LE STOCKAGE D'ÉNERGIES DANS LA TRANSITION ÉNERGETIQUE

Le stockage d'énergies reste une filière à promouvoir dans le contexte de la transition énergétique, par sa contribution aux besoins de flexibilité, sa gestion intelligente des systèmes énergétiques, sa capacité à intégrer les EnR électriques et thermiques et à susciter une nouvelle filière d'excellence française.

LE STOCKAGE DANS LA PPE

La question du stockage d'énergie est une question pleine et entière qui doit être débattue lors de cet exercice de PPE. Les enjeux sont à la fois technologiques (*disposer des meilleures solutions de stockage, qu'ils soient stationnaires ou dans la mobilité électrique*) et économiques (*faire émerger des modèles d'affaire rentables dans les stockages centralisés comme décentralisés*).

DESCRIPTION DU STOCKAGE D'ÉNERGIES ET DE SES ATOUTS

Le stockage d'énergie consiste en la conservation d'une énergie, en général sous une forme différente de celle sous laquelle elle a été produite ou importée sur un territoire (*mécanique, thermique, chimique*). On cherchera lors de l'utilisation différée et pilotée de cette énergie, par rapport à l'instant où elle a été produite, à maximiser la valeur dégagée. Le stockage d'énergie fait ainsi partie des solutions permettant de répondre au besoin croissant de flexibilité des systèmes énergétiques et remplit plusieurs fonctions inhérentes à un nouveau modèle énergétique :

§ **Pour le stockage stationnaire d'électricité en support aux systèmes électriques** : lissage des pointes de consommation, intégration des EnR intermittentes, stabilisation du réseau en fréquence/puissance, fourniture de stockage délocalisé (autoconsommation, sites isolés ou milieux insulaires), sécurité d'approvisionnement (systèmes non interruptibles), ... ;

§ **Pour le stockage thermique (chaleur et froid)** nécessaire à l'effort de rationalisation et d'efficacité énergétiques et à la meilleure intégration des ressources renouvelables (*biomasse notamment*) ou récupérables (*chaleur fatale notamment*) ;

§ **Pour le transport décarboné** grâce à la mobilité électrique (*véhicules électriques, hybrides, à pile à combustible, etc.*).

CONTEXTE DU DEPLOIEMENT DU STOCKAGE D'ÉNERGIES



Projet TOUCAN, Guyane / Centrale hybride pour les réseaux insulaires (1,5MW - 4,5MWh)

Un mix de solutions adaptées permettra de relever les défis de la transition énergétique : le stockage de l'énergie en fait partie aux côtés des développements des réseaux électriques, des actifs de production flexibles, de l'effacement, des systèmes de pilotage de la demande, etc. La contribution des différents leviers de ce mix de solutions dépendra de facteurs globaux (*pénétration des EnR, vitesse de développement et nature des usages flexibles, coût global des solutions alternatives, etc.*), mais aussi des conditions plus locales des différents systèmes énergétiques (*densité de consommation, degrés d'interconnexions entre différents réseaux énergétiques, etc.*). **Le potentiel de développement de ces solutions est géo-dépendant. Il ne peut être considéré qu'au regard des ressources primaires, du mix énergétique, des contraintes réseaux (électrique, chaleur, gaz), de la géographie (sous-sol, reliefs, rivières, etc.), de la densité de population, etc. Par conséquent, les appels d'offres dédiés à cette filière doivent être adaptés aux besoins concrets des systèmes énergétiques**, comme l'approche privilégiée actuellement pour la mise en place d'expérimentations locales de flexibilité sur les réseaux de distribution d'électricité. L'utilité d'anticiper la mise en place de capacités de stockage peut être soulignée, par sa valeur assurancielle pour le système électrique.

Un grand nombre de technologies de stockage, comme les STEPs (*Stations de Transfert d'Énergie par Pompage, dont 150 GW sont installés à ce jour dans le monde*), les batteries

électrochimiques (*Li-ion, NaS*), et dans une moindre mesure les CAES (*Stockages par compression d'air*), les stockages sensibles de chaleur et de froid, **sont matures et désormais au stade de l'industrialisation et du déploiement dans de nombreux pays**. Pour le seul domaine des batteries, 1 GW de capacités étaient déployées à fin 2016 avec une technologie Li-ion dominante, dont 160 MW en Europe et 1,5 GW étaient déjà contractualisés. Une étude BNEF (*Bloomberg New Energy Finance*) de 2016 estimait déjà une puissance installée de 45 GW en 2024 pour un marché annuel de 10 GW, induit par les baisses attendues des batteries tant en coûts d'investissements qu'en coûts d'exploitation (*Capex et Opex*).

Le déploiement de solutions de stockage d'énergies - à un coût compétitif et à différentes échelles - sera un facteur déterminant des cheminements possibles de la transition énergétique en termes d'indépendance vis-à-vis des énergies fossiles et de réduction des émissions de GES.

Soutenir la recherche sur les technologies de stockage non matures et prometteuses est essentiel, que ce soit au niveau national ou européen. **Les démonstrateurs impliquant le stockage et ayant pour but de tester de nouveaux produits et services de flexibilité sont aussi des étapes incontournables** pour permettre le déploiement du stockage.

Aujourd'hui, aucun cadre législatif ne valorise de façon spécifique le stockage de l'énergie en tant que tel. Toutefois, des évolutions de la réglementation ont été constatées sur les services système, l'autoconsommation, les tarifications réseaux, ... La mise en place de l'obligation de capacité offre déjà de nouveaux débouchés à des installations de stockage mais pourrait s'avérer insuffisante. Il faut donc en accélérer les effets pour garantir un déploiement plus rapide des solutions de stockage d'énergies couplées ou non à des EnR comme dans d'autres pays.

Un certain nombre de questions sur les modèles économiques des filières de stockage d'électricité et de leurs cas d'usages les plus pertinents, posées lors du débat sur la transition énergétique, trouveront des éléments de réponse d'ici mi-2018. En effet, le Club va finaliser son étude PEPS4, actualisant celle de 2013, sur les potentiels du stockage d'électricité. Cette étude complétera le volet PEPS3 publié en novembre 2016 sur le potentiel des stockages de

chaleur et du power to heat. Cette nouvelle étude, qui réunit l'ADEME et une vingtaine de membres des Clubs Stockage d'énergies et Power to gas, va notamment **valider les modèles d'affaire et les potentiels des principales technologies de stockages pour dix cas d'usages pertinents**. Cette étude abordera notamment la nature et les conditions de valorisation des services rendus par le stockage, leurs coûts et leurs impacts environnementaux associés, pour différents mix de production, caractérisés par des parts variables d'énergies renouvelables intermittentes tirées des 4 scénarios du bilan prévisionnel 2017 de RTE.

Il s'agit également d'analyser les freins au développement de la filière et de ses besoins de financement, du développement des solutions industrielles de stockage, des mécanismes réglementaires et incitatifs pour accompagner ce développement.

L'étude, dont les principaux résultats seront disponibles fin juin 2018 sera complétée par les préconisations utiles des acteurs de la filière quant au déploiement de nouvelles capacités de stockage d'énergies.

OPPORTUNITÉS ET ENJEUX DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE POUR LE STOCKAGE D'ÉNERGIES

Potentiel de développement de la filière :

En poursuivant les progrès déjà acquis sur le plan des performances techniques et des coûts des filières, **le stockage d'énergies peut représenter un complément aux solutions « historiques » permettant de répondre aux besoins de flexibilité des systèmes énergétiques**.

Le stockage de l'énergie fait également l'objet d'importants efforts de R&D en France. De nombreux acteurs académiques (CNRS, Universités, CEA, IFPEN, INERIS, IFSTTAR, Promes, Armines, BRGM, CNAM, etc.) et industriels (Total, EDF, Engie, Air Liquide, etc.) mènent des projets de R&D visant à développer des solutions de stockage d'énergies compétitives par rapport à d'autres solutions rendant des services équivalents et à identifier leurs modèles économiques les plus pertinents.

Les programmes de recherche lancés par l'ANR (Stock-E) et l'ADEME (AMI stockage), la plateforme STEEVE, les actions menées par les industriels (comme les projets ADELE et SEARCH sur les CAES, Grhyd ou Jupiter 1000 pour le Power-to-gas, ...) et les pôles de compétitivité, les projets menés dans les territoires insulaires (Zones non interconnectées ou ZNI) sont autant de preuves de l'intérêt scientifique des parties prenantes pour la filière stockage d'énergies en France. Les acteurs français commencent en effet souvent à expérimenter leurs technologies sur le territoire national

pour accéder au marché mondial du stockage d'énergies. Les recherches nationales actuellement menées dans de nouvelles technologies de stockage (*Steps marines, batteries Sodium-Ion, Batteries Métal-Air, volants d'inertie innovants, ...*) seront des atouts industriels et économiques qu'il faudra accompagner dans leur déploiement.

Équilibre du système électrique :

Garantir un équilibre entre l'offre et la demande pour assurer la stabilité des systèmes va devenir un défi majeur auquel les producteurs, les fournisseurs d'énergie et les gestionnaires de réseaux vont être confrontés à travers le monde, notamment aux USA et en Europe mais également en France. **Dans ces conditions, le stockage d'énergies peut trouver sa place au sein des réseaux intelligents parmi d'autres solutions de flexibilité.**

Accroissement de la sécurité d'approvisionnement :

Le stockage d'énergies, selon les contextes énergétiques, peut être utilisé pour sécuriser l'alimentation du système en facilitant l'ajustement permanent entre l'offre et la demande, et en palliant si besoin les défaillances du système électrique. Il peut également être utilisé pour améliorer la qualité du fonctionnement des réseaux électriques en matière de tension, fréquence, qualité d'onde... Les stockages de chaleur et de froid peuvent permettre aux systèmes thermiques d'abaisser leur recours aux énergies de pointe en faveur d'énergies locales décarbonées (*biomasse, solaire, géothermie...*), et d'optimiser la récupération de chaleur fatale, ce que l'étude PEPS3 a mis évidence pour certaines situations réseaux.

Optimisation des performances environnementales :

Le stockage d'énergies peut permettre des réductions d'émissions de GES grâce à un déploiement ciblé permettant la récupération d'énergies décarbonées (*énergies mobilisées pour certains services*), particulièrement dans le cas où les systèmes de stockage sont fabriqués en Europe.

PISTES D' ACTIONS/RÉFLEXIONS PROPOSÉES PAR LE CLUB STOCKAGE D'ÉNERGIES

L'étude PEPS4 précitée (*associée à l'étude PEPS3*) devrait permettre d'identifier les orientations possibles pour créer un environnement plus favorable au stockage d'électricité (*et de chaleur/froid*), ainsi qu'au P2G (*et au P2H*), en France métropolitaine comme dans les ZNI.

Quelques pistes émanant des différentes parties prenantes

du secteur, peuvent être citée à cet égard.

On notera qu'à date, tout ou partie de ces propositions n'engagent pas l'ensemble des membres du Club Stockage d'énergies de l'ATEE.

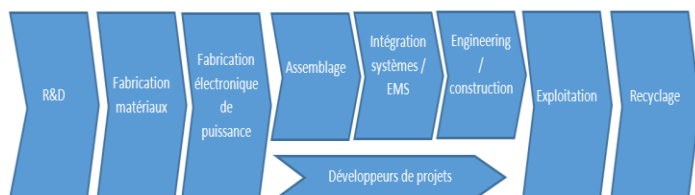
Évaluer, programmer et financer les investissements nécessaires (quantification des ces investissements selon les potentiels dégagés) / **Adopter un rythme de transition soutenable** / **Développer et adapter les compétences**

Ces éléments seront fournis par l'étude PEPS 4 mentionnée précédemment. Les potentiels de stockage de chaleur et de power to heat ont de leur côté fait l'objet de l'étude PEPS3.

Intégrer les critères environnementaux dans la promotion de la R&D et de l'industrie du stockage. C'est une manière de développer un avantage industriel national, tout en préparant l'avenir.

Soutenir une présence sur l'ensemble de la chaîne du stockage

La France dispose d'atouts scientifiques, techniques et industriels sur l'ensemble des maillons de cette chaîne : du développement de technologies aux algorithmes de pilotage intelligent en passant par l'interfaçage réseau avec de l'électronique de puissance et le développement de projets, la PPE doit prendre en compte et valoriser cette richesse qui constitue un atout pour la transition énergétique nationale et pour le rayonnement industriel international.



Chaîne de valeur du stockage, où des acteurs français sont présents dans chaque maillon

Mettre en place de cadres réglementaire et régulateur adaptés.

Cette action est déterminante pour accélérer le déploiement de solutions de stockage, avec un certain nombre de pistes possibles à évaluer, listées ci-après.

Stockage d'électricité

Mesures réglementaires

Prendre en compte "l'objet stockage" d'énergie, pour le considérer comme un actif à part entière, assurant à la fois la consommation d'électricité et la production d'électricité ou d'une autre forme d'énergie (voire de chaleur/froid).

Suivre les préconisations émises par le plan Stockage de l'énergie de la Nouvelle France industrielle, notamment les suivantes :

- *Établir une feuille de route, créer un marché national en tirant profit des opportunités disponibles sur le territoire,*

- *Créer un label « filière française du stockage » et soutenir l'innovation,*
- *Développer la filière française en créant des partenariats avec l'industrie du véhicule électrique,*
- *Favoriser le déploiement de la technologie V2G afin de définir les standards de cette industrie,*
- *Mettre en place un bonus pour les projets utilisant des batteries de seconde vie dans les appels d'offres mettant en œuvre du stockage.*

Poursuivre les réalisations dans le couplage EnR/stockage via les mécanismes actuels de soutien aux énergies renouvelables ou des appels d'offres dédiés (ZNI et France métropolitaine) ;

Veiller à une bonne intégration du stockage dans le mécanisme de capacité (production/effacement) ;

Analyser l'opportunité de renforcer le déploiement des capacités de stockage d'électricité dans les volets PPE afférents aux ZNI ;

Veiller à une bonne prise en compte des différents types de stockage dans le processus d'élaboration des tarifs d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) dans le cadre de la mise en place de leur évolution d'ici 2021, variables suivant les filières concernées et les services système rendus par le stockage.

Incitations directes ou indirectes

Analyser l'opportunité d'un crédit d'impôt à l'investissement et un amortissement accéléré du coût en capital pour les nouvelles installations de stockage de l'énergie ;

Stockage de chaleur

Déployer dans le cadre d'appels d'offres dédiés les solutions de stockage de chaleur les plus pertinentes ayant été évaluées dans le cadre de l'étude PEPS3 de novembre 2016, notamment pour :

- Des extensions de réseaux de chaleur,
- La valorisation de chaleur fatale dans l'industrie,
- La mise en place de ballons d'eau chaude thermodynamiques, de couplage de stockage de chaleur avec différentes sources de production thermique.



Technologie STL (STockage Latent de chaleur)