

**Avis du Comité économique et social européen sur «Le stockage de l'énergie: un facteur d'intégration et de sécurité énergétique»**

**(avis d'initiative)**

(2015/C 383/04)

**Rapporteur: M. Pierre-Jean COULON**

Le 22 janvier 2015, le Comité économique et social européen a décidé, conformément aux dispositions de l'article 29, paragraphe 2, de son règlement intérieur, d'élaborer un avis d'initiative sur:

*«Le stockage de l'énergie: un facteur d'intégration et de sécurité énergétique».*

La section spécialisée «Transports, énergie, infrastructures, société de l'information», chargée de préparer les travaux du Comité en la matière, a adopté son avis le 16 juin 2015.

Lors de sa 509<sup>e</sup> session plénière des 1<sup>er</sup> et 2 juillet 2015 (séance du 1<sup>er</sup> juillet 2015), le Comité économique et social européen a adopté le présent avis à l'unanimité (par 131 voix).

## **1. Conclusions et recommandations**

1.1. Le CESE demande que les objectifs climatiques et énergétiques de l'Union européenne débouchent sur une plus grande part d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique. Il a soutenu de façon constante ces dernières; un système énergétique durable composé en grande partie d'énergies renouvelables est la seule solution à long terme pour notre avenir énergétique. Le Comité note l'importance de mettre en place les composantes supplémentaires du système énergétique.

1.2. Du fait de leur intermittence, les énergies renouvelables et leur développement posent un véritable défi en termes de stockage. Le stockage constitue un enjeu stratégique pour l'Union européenne pour garantir en permanence la sécurité d'approvisionnement de l'Union et un marché de l'énergie viable aussi bien sur le plan technique que sur celui du coût. C'est pourquoi cette question figure en bonne place dans l'agenda européen et constitue un chantier prioritaire, notamment dans le cadre de l'union de l'énergie lancée en février 2015.

1.3. Le CESE a souligné, dans un avis précédent, l'enjeu du stockage, qui constitue «un défi à relever, une chance à saisir et une nécessité absolue». Il souligne l'importance de réussir la transition énergétique dans l'Union européenne et plaide pour que tous les moyens soient mis en œuvre pour aboutir à des résultats concrets et à grande échelle en matière de stockage.

1.4. Le CESE reconnaît que si les différentes solutions de stockage existent, les technologies en sont à des stades de maturité technologique et industrielle différents.

1.5. Le CESE rappelle que le stockage de l'énergie peut avoir, parallèlement à ses avantages, un important coût financier mais aussi environnemental et sanitaire. C'est pourquoi il plaide pour que des études d'impact soient menées systématiquement, afin d'évaluer non seulement la compétitivité des technologies mais aussi leur impact sur l'environnement et la santé. Le CESE estime également important d'évaluer les effets de ces technologies en matière de création d'activités et d'emplois.

1.6. Le CESE plaide pour intensifier les investissements et les travaux de recherche et de développement sur le stockage et pour une meilleure synergie européenne dans ce domaine, de manière à réduire les coûts de la transition énergétique, à garantir la sécurité d'approvisionnement et à permettre la compétitivité de l'économie européenne. Le CESE soutient la nécessité d'une meilleure harmonisation réglementaire entre les États membres en matière de stockage de l'énergie.

1.7. Le CESE plaide également pour instaurer un dialogue public dans toute l'Europe sur la question de l'énergie — le dialogue européen sur l'énergie — pour que le citoyen et la société civile dans son ensemble s'approprient la transition énergétique et puissent peser sur les choix futurs en matière de technologies de stockage de l'énergie.

1.8. Le CESE rappelle l'importance du gaz dans le mix énergétique et son importance en matière de sécurité énergétique pour les citoyens. Le CESE demande que le stockage soit encouragé dans ce secteur de façon que tous les États membres, solidairement, puissent avoir à leur disposition des réserves.

## 2. Réussir la transition énergétique et assurer la sécurité énergétique

2.1. L'approvisionnement en énergie et la gestion de celle-ci constituent une priorité politique et socio-économique majeure et un enjeu crucial si l'on veut réussir la transition énergétique et relever les défis climatiques. Bien que la demande d'énergie soit en baisse au sein de l'Union européenne (la consommation d'énergie est en baisse depuis 2006 et nous consommons aujourd'hui à peu près la même quantité d'énergie qu'au début des années 90), l'installation croissante des énergies renouvelables intermittentes a intensifié le besoin de stockage de l'énergie, qui jouera un rôle essentiel dans de nombreux secteurs (compensation de l'intermittence, voitures électriques, défense, etc.) et constituera un enjeu stratégique pour l'Europe et son industrie. Il est à noter que la question du stockage des énergies renouvelables est d'ailleurs un des arguments majeurs des opposants à ces énergies.

2.2. Si la majorité des énergies primaires (gaz, pétrole ou charbon) se stocke facilement, des questions demeurent concernant la taille, le coût et la localisation des installations de stockage stratégique. L'autre grande source d'énergie primaire, les énergies renouvelables, présente des résultats contrastés en matière de stockage. L'énergie hydraulique peut bien souvent être accumulée en stockant l'eau dans les lacs et les réservoirs. Si la biomasse peut également être stockée relativement facilement, les énergies solaire et éolienne, utilisées normalement pour produire de l'électricité, ne peuvent pour l'heure être stockées qu'au moyen de processus intermédiaires complexes et onéreux.

## 3. Une priorité au niveau européen

3.1. La Commission européenne a analysé les scénarios de décarbonisation du système énergétique et a publié, en 2011, la feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050, qui présente divers scénarios à cette échéance. Pour concrétiser les scénarios de décarbonisation proposés, le secteur de l'électricité aurait recours à une part importante d'énergies renouvelables, allant de 59 à 85 %, dont l'essentiel proviendrait de la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables variables. Une communication ultérieure, publiée en 2014 et intitulée «Un cadre d'action en matière de climat et d'énergie pour la période comprise entre 2020 et 2030», confirme l'engagement sur la voie de la décarbonisation et prévoit une production énergétique comprenant une part de sources d'énergie renouvelables de près de 45 % en 2030. Cela est conforme aux objectifs que les dirigeants de l'Union européenne ont convenus le 23 octobre 2014 dans le contexte du cadre d'action à l'horizon 2030. La part importante de sources d'énergie renouvelables variables dans le système électrique nécessiterait des dizaines, voire des centaines de gigawatts de capacité de stockage dans le réseau électrique, même lorsque d'autres mesures de flexibilité sont employées.

3.2. Par ailleurs, la Commission européenne a fait du stockage de l'électricité un de ses chantiers prioritaires et a souligné à plusieurs reprises le rôle primordial du stockage. Ainsi, dans son document de travail de 2013 sur le stockage de l'énergie ([http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy\\_storage.pdf](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/energy_storage.pdf)), elle plaide pour une meilleure coordination entre ce sujet et les autres domaines politiques clés de l'Union européenne, tels que le climat. Le stockage de l'énergie devrait être intégré dans, et soutenu par, l'ensemble des mesures et des actes législatifs pertinents de l'Union européenne en matière d'énergie et de climat, tant existants que futurs, y compris les stratégies relatives aux infrastructures énergétiques. Par ailleurs, dans sa communication sur l'union de l'énergie (du 25 février 2015), la Commission rappelle que «l'Union européenne est déterminée à devenir leader mondial dans le secteur des énergies renouvelables et la plateforme mondiale de développement de la prochaine génération de sources d'énergie renouvelables techniquement avancées et compétitives. L'Union européenne s'est également fixé un objectif en ce qui concerne la part des sources d'énergie renouvelables dans la consommation, qui doit atteindre au moins 27 % en 2030». La Commission entend impulser une nouvelle stratégie de recherche et d'innovation (R & D): «Si l'Europe [...] veut être le numéro un mondial dans le domaine des énergies renouvelables, elle doit jouer un rôle de pionnier en ce qui concerne la prochaine génération de technologies liées aux énergies renouvelables et les solutions de stockage.»

3.3. Les conclusions du dernier Forum de Madrid vont dans ce sens: «Le Forum affirme le rôle stratégique du stockage du gaz pour la sécurité d'approvisionnement de l'Union européenne.» Le CESE souligne également l'importance d'encourager le développement du stockage du gaz.

## 4. Développements technologiques dans le domaine du stockage

4.1. Les solutions de stockage d'électricité se divisent en quatre catégories principales, sachant que, en fonction des besoins d'énergie, mais aussi des contraintes, l'énergie peut être stockée sous différentes formes (électricité, gaz, hydrogène, chaleur, froid) près des sites de production, sur les réseaux énergétiques ou à proximité des sites d'utilisation:

- l'énergie mécanique potentielle [barrage hydroélectrique, station de transfert d'énergie par pompage (STEP)/STEP en bord de mer/stockage d'énergie par air comprimé (CAES)],
- l'énergie mécanique cinétique (volants d'inertie),

- l'énergie électrochimique (piles, batteries, condensateurs, vecteur hydrogène),
- l'énergie thermique (chaleur latente ou sensible).

4.2. Le stockage électrique le plus répandu dans le monde est le stockage hydraulique d'énergie par pompage-turbinage, tel que les systèmes de continuité d'alimentation (en anglais, UPS: «*uninterruptible power system*»). Ces systèmes retrouvent un regain d'intérêt auprès des opérateurs de réseaux électriques, des industriels et des gestionnaires de bâtiments tertiaires. Les STEP permettent: l'intégration des énergies renouvelables intermittentes, particulièrement l'éolien et le photovoltaïque; des capacités à la pointe et un décalage des appels de puissance; un arbitrage économique (*recharge en périodes de faibles prix et de demande, revente en périodes de prix élevés et de demande forte, avec lissage «social»*); un décalage des investissements sur les réseaux électriques. Il est cependant peu probable que les capacités de stockage envisageables suffiront à compenser les longues périodes d'absence de vent ou de soleil en cas de déploiement à grande échelle de ces types d'énergies renouvelables.

4.3. Le marché du stockage voit également émerger cinq nouveaux segments qui pourraient se généraliser dans la prochaine décennie:

- le stockage d'énergie dans les procédés industriels sous forme thermique ou chimique permettant d'offrir une capacité d'effacement ou de décalage d'appels de puissance dans le cadre de l'optimisation des consommations d'électricité, mais aussi de chaleur, voire de gaz,
- le stockage couplant les réseaux électriques et gaziers, via l'injection d'hydrogène issu d'électrolyse ou via la production de méthane de synthèse par méthanation [par exemple «*Power To Gas*» de l'agence allemande DENA (<http://www.powertogas.info/>)],
- le stockage d'électricité pour les quartiers et les bâtiments résidentiels dans le cadre de l'adaptation des bâtiments et îlots d'activités intelligents ou à énergie positive (projet Nicegrid en France),
- le stockage mobile d'électricité via les véhicules électriques dans les systèmes V2G («*vehicle to grid*»): Toyota, Nissan, Renault, etc.,
- les centrales avec accumulation par pompage flexible, à vitesse variable et pleinement ajustable, pour le marché d'équilibrage (STEP).

4.4. Il y a lieu de noter le rôle prometteur de l'hydrogène (bien que son coût ainsi que les questions de sécurité et de transport tempèrent considérablement son potentiel): il constitue un vecteur énergétique sans émission de gaz à effet de serre s'il est produit à partir d'une source elle-même décarbonée et il peut être utilisé dans de nombreuses applications, principalement dans l'industrie, telles que la production locale d'électricité (*alimentation de sites isolés, générateurs de secours*), le stockage d'énergie (*soutien au réseau, valorisation des énergies renouvelables*) ou la cogénération. Il est également utilisé dans le transport terrestre (*véhicules individuels, transports collectifs, poids lourds, etc.*), aérien (*propulsion aéronautique totale ou auxiliaire*), maritime ou fluvial (*sous-marins, propulsion totale ou auxiliaire*), la raffinerie et la pétrochimie (pour l'hydrogène vert), sans oublier d'autres usages, notamment les appareils portatifs (*chargeurs externes ou batteries intégrées*). Tout cela est en cours d'évolution.

Les techniques de production d'hydrogène par électrolyse et pile à combustible sont désormais très flexibles et d'une grande disponibilité, même si elles restent peu efficaces, ce qui a pour effet de renforcer plus encore la demande d'éoliennes ou de panneaux solaires, et donc les surcapacités en la matière. L'hydrogène se présente comme un vecteur énergétique incontournable dans les systèmes exploitant la flexibilité entre différents réseaux énergétiques (par exemple «*Hybrid Power Plant*» de Berlin). Lorsque c'est nécessaire, l'hydrogène (hydrogène «méthané») peut être produit à partir d'électricité renouvelable pour être injecté dans les réseaux de gaz, ou pour être stocké en vue d'une distribution en tant que carburant ou agent chimique, ou même en vue d'une réinjection sous forme d'électricité. En plus de représenter, de loin, le plus grand potentiel de stockage d'énergie, de pouvoir être transporté en toute sécurité et de pouvoir être stocké (sur de longues périodes) dans les infrastructures utilisées actuellement pour l'industrie gazière (stockage géologique, etc.), l'hydrogène méthané offre également la possibilité de former des hydrocarbures à chaînes longues (aux applications multiples: des carburants pour l'aviation à d'autres produits tels que les plastiques, qui ne sont créés à l'heure actuelle qu'à partir de combustibles fossiles). Qui plus est, le carbone idéalement présent dans une économie circulaire (CO<sub>2</sub>, etc.) sera réutilisé et ne s'accumulera pas dans l'atmosphère. On passe donc de la production de gaz à effet de serre à la production d'énergie. La production d'hydrogène et celle d'électricité à partir d'hydrogène étant exothermiques, la valorisation de la chaleur améliorera d'autant plus l'intérêt de ces solutions. L'hydrogène est ainsi l'un des rares vecteurs énergétiques qui permette un arbitrage économique, sociétal et environnemental entre les marchés de l'électricité et des autres énergies.

4.5. Un autre exemple probant est celui du stockage dans une batterie de l'électricité produite par les panneaux solaires durant la journée. Le problème des panneaux solaires installés sur le toit des habitations est qu'ils produisent de l'électricité au moment où les maisons sont inoccupées. Le soir, au retour de leurs occupants, le soleil est souvent couché depuis longtemps et les panneaux ne produisent plus d'énergie.

4.6. Une solution semblerait exister avec la découverte réalisée par une entreprise allemande et sa mise en exploitation. Cette entreprise a associé des composants et un logiciel accompagné d'une application pour smartphones; les usagers peuvent consulter sur leur portable le taux de chargement de leur batterie, qui stocke l'électricité produite par les panneaux solaires durant la journée. Le calcul financier est révélateur: normalement, les panneaux solaires d'une habitation produisent entre 25 et 35 % des besoins en énergie d'une famille; avec cette solution, ils dépassent régulièrement les 70 %. Compte tenu des prix actuels, le retour sur investissement se fait en huit ans environ, les batteries étant garanties vingt ans.

4.7. Il s'agit là aussi d'une incitation à la production-consommation familiale, que le CESE a soutenue dans plusieurs de ses avis (notion de «prosummers», en anglais «prosumers»).

4.8. Si différentes solutions existent donc d'ores et déjà, il apparaît cependant que les possibilités d'équipements supplémentaires restent limitées. En outre, d'importants verrous continuent d'entraver l'essor de nouvelles technologies plus flexibles, telles que les batteries lithium-ion ou le *power-to-gas*. Le principal inconvénient réside dans le coût et la compétitivité économique de ces solutions, qui demeurent encore très éloignés des conditions du marché, mais aussi dans la taille encore importante des batteries. Dans sa vision prospective, l'Ademe (*Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie — Les systèmes de stockage d'énergie/Feuille de route stratégique*, 2011) n'envisage un essor industriel des systèmes de stockage stationnaires qu'à partir de l'horizon 2030. De son côté, McKinsey (*Battery Technology Charges Ahead*, McKinsey, 2012) estime que, si le prix du stockage de l'énergie doit chuter dans les années à venir, l'ampleur et la vitesse de cette diminution restent en débat. Selon ce cabinet de conseil, le coût de la batterie lithium-ion pourrait diminuer de 600 dollars des États-Unis (USD)/kWh à 200 USD/kWh en 2020 et à 160 USD/kWh en 2025.

## 5. Enjeux stratégiques

5.1. Le CESE rappelle que la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et la tendance générale à la raréfaction des énergies fossiles (bien que de nouveaux gisements aient été découverts ces dernières années) débouchent sur l'accroissement des énergies renouvelables, que le CESE a soutenu dans de nombreux avis (TEN/564 et TEN/508). Le CESE a ainsi souligné l'importance, face à l'essor des énergies renouvelables, de mettre en place des composants supplémentaires du système énergétique, à savoir des extensions des réseaux de transport, des installations de stockage et des capacités de réserve. Le développement des énergies renouvelables en grande quantité constitue un enjeu stratégique car, d'une part, il permettra de réduire les importations (ce qui présente un avantage économique et éthique) et, d'autre part, il exige des moyens de stockage (des installations permettant un stockage non seulement d'un jour à l'autre, mais d'une saison à l'autre) qui doivent en outre être déployés à grande échelle.

5.2. Le CESE reconnaît donc que le stockage constitue l'enjeu fondamental d'une transition énergétique incluant une large part d'énergies renouvelables intermittentes. Il rappelle la nécessité de création et d'augmentation des capacités de stockage. Il souligne que le stockage de l'énergie est un facilitateur essentiel des objectifs énergétiques majeurs de l'Union européenne, que le CESE soutient, en particulier:

- le renforcement de la sécurité énergétique pour les citoyens et les entreprises,
- l'utilisation massive des énergies renouvelables (en lissant le phénomène d'intermittence sans faire appel aux énergies fossiles),
- l'optimisation des coûts en faisant baisser les prix de l'énergie.

5.3. Le CESE reconnaît que stocker de l'énergie peut avoir un important coût financier, mais aussi environnemental et sanitaire. Ainsi en est-il de certains projets de stockage souterrain de gaz, qui vont à l'encontre de la préservation des ressources en eau. C'est pourquoi le CESE plaide pour l'amélioration de toutes les technologies. Il considère en effet que le stockage de masse peut constituer un atout d'importance pour jouer sur la complémentarité des énergies renouvelables. Ainsi, du fait des variations à court, moyen et long terme de l'énergie produite par photovoltaïque, l'éolien peut s'y substituer. Le Comité souligne que cela conduira à la mise en place d'un réseau d'interconnexions entre les différentes sources d'électricité, réseau qui s'appuiera sur les réseaux intelligents («*smart grids*»). Ces réseaux intelligents utilisent des technologies informatiques qui optimisent la production, la distribution et la consommation énergétiques. Le CESE considère que cette technologie doit être développée, car elle permet de piloter la demande d'énergie, tout en estimant important de se baser sur des études d'impact à ce sujet respectant la liberté de chaque consommateur. Il serait encore plus utile d'entreprendre une évaluation générale de tous les instruments, tels que le M/441 et le profil de protection du BSI allemand, permettant de transmettre et de diffuser des données en toute sécurité, d'assurer l'intégration de la maison intelligente («*Smart Home*»), etc., de façon à trouver des applications concrètes pour les besoins futurs des villes intelligentes, telles que la programmation sur la base des prévisions météorologiques.

5.4. Le CESE souligne l'importance d'un cadre réglementaire européen pour le stockage d'énergie permettant d'accorder une valeur au bénéfice du verdissement des réseaux d'électricité et de gaz.

5.5. Le CESE rappelle par ailleurs que le marché du stockage d'électricité pour les réseaux électriques est en forte croissance, avec un potentiel important de création d'activités et d'emplois qui devrait compenser les pertes d'emploi dans d'autres domaines du marché de l'énergie. Les perspectives d'investissement de la part des opérateurs de réseaux et des énergéticiens sont justifiées par la nécessité d'intégration d'une part toujours plus grande des énergies intermittentes. En Europe, la construction de centrales à accumulation par pompage, la rénovation de celles qui existent déjà et la conversion de barrages hydroélectriques en centrales de ce type sont à la base du développement du marché. Il y a donc lieu de réduire sans tarder les obstacles à l'efficacité des centrales à accumulation par pompage. Pour assurer les avantages économiques et environnementaux de cette technologie, il convient de prendre les mesures nécessaires pour que de telles centrales puissent être construites et exploitées.

## 6. Renforcer la recherche et le développement

6.1. Le CESE constate que, jusqu'à présent, l'Union a axé ses dépenses sur le déploiement de technologies plutôt que sur la R & D (*Rapport intitulé «Énergie, l'Europe en réseaux» de Michel Derdevet du 23 février 2015*). Les dépenses publiques en matière de R & D en Europe (tous secteurs confondus) s'établissent à un niveau similaire en termes réels à celui des années 80 (les dépenses américaines ou japonaises ont au contraire augmenté), alors que les énergies renouvelables sont en plein essor. Le plan SET (plan stratégique en matière de technologies énergétiques) mis en place en 2007 n'a pas mobilisé les financements adéquats. Les nombreuses tensions qui pèsent sur le système énergétique européen, aussi bien pour intégrer les énergies renouvelables que pour assurer la sécurité d'approvisionnement et la compétitivité économique de l'Europe, appellent une nécessaire relance d'une coopération européenne en matière de R & D énergétique. Le stockage constitue une composante majeure des principaux projets de réseaux intelligents lancés en 2012 et 2013 et constitue un thème majeur de R & D pour répondre aux problématiques des réseaux énergétiques de demain.

6.2. Les technologies de stockage d'énergie en sont à des stades de maturité technologique et industrielle différents. Le CESE plaide pour intensifier les travaux de recherche et de développement et pour une meilleure synergie au niveau européen, d'autant plus que la plupart des projets de R & D en Europe et dans le monde portent sur des enjeux et des opportunités similaires. Le CESE a, dans plusieurs avis, déploré le fait que l'effort de recherche n'est pas adapté aux enjeux et a demandé le renforcement de cette dernière au niveau européen. Les États membres doivent aussi être encouragés à contribuer proportionnellement à cet effort. L'Union doit absolument renforcer rapidement sa coordination et ses investissements, compte tenu du rôle crucial de la R & D pour lever les derniers verrous techniques et aboutir à réduire, grâce à l'industrialisation des solutions de stockage, les coûts d'investissement encore bien trop élevés; cela permettra ainsi de mieux intégrer les énergies renouvelables, de réduire les coûts de la transition énergétique, de limiter l'impact sur la santé de certaines énergies, de permettre le développement de la formation et de l'emploi dans ce secteur, de garantir la sécurité du système énergétique, d'assurer le développement de filières innovantes compétitives à l'international et de permettre la compétitivité de l'économie européenne.

Bruxelles, le 1<sup>er</sup> juillet 2015.

Le président  
du Comité économique et social européen  
Henri MALOSSE

---