



Concertation nationale sur l'énergie et le climat

CAHIER D'ACTEUR

N° 345



pôle de compétitivité des industries
du sous-sol

Contact : Jean-Loup Minebois,
Président

Le point de vue de AVENIA sur les documents de planification énergie climat soumis à la concertation

EN BREF

Par ses compétences de pôle de compétitivité et d'animation des filières du sous-sol, AVENIA souligne en préambule, que ses près de 300 entreprises adhérentes se félicitent de la trajectoire ambitieuse de développement des énergies alternatives bas carbone en France. La présente consultation publique sur sa 3e Stratégie Nationale Bas-Carbone et Programmation Pluriannuelle de l'Énergie en est une expression explicite, qui s'inscrit aussi dans une dynamique européenne et mondiale avec, pour exemple, la publication fin 2024 de la toute première étude mondiale complète sur l'avenir de l'énergie géothermique par l'International Energy Agency (IEA).

Cependant, AVENIA ne peut que regretter globalement que, dans ces objectifs, la mobilisation des ressources du sous-sols soient encore très limitées en comparaison d'un potentiel national avéré, d'un critère bas carbone explicite et d'une contribution majeure à la souveraineté énergétique nationale

Ainsi, pour exemple, la géothermie (sous toutes ses formes) reste marginale dans l'évolution des productions énergétiques que cela soit sous forme de chaleur, tant en GMI qu'en géothermie profonde, et de géothermie électrogène.

De même, le potentiel de l'hydrogène naturel n'est même pas identifié, alors que des permis et projets sont en cours. Ceci est un très mauvais signal envoyé aux structures académiques, laboratoires, industriels et associations professionnelles qui s'investissent sur ces thématiques d'avenir.

Réponse d'AVENIA à la consultation

Concernant les filières de géothermies

Le potentiel de la filière géothermie n'est plus à démontrer et a été calculé par le BRGM au niveau de 100 TWh de GMI. Pourtant sa trajectoire 2035 serait au mieux de 18 TWh, partant de 3 TWh en 2022. Même constat pour la géothermie profonde qui passerait au mieux de 2 à 10 TWh entre 2022 et 2035.

Les propositions suivantes pourraient donc être de nature à renforcer la lisibilité et le dynamisme de ces filières

Bouclage électrique (enjeux long terme" page 9/22, rubrique II.1)

Le constat partagé est que « *les leviers de maîtrise de la consommation électrique ne seront pas en mesure de contrebalancer la forte augmentation des besoins en électricité (+25% à 75%) et qu'en conséquence il est impératif, dans la stratégie française énergie-climat, de développer au maximum l'ensemble des moyens de production d'énergie décarbonée* ».

Il semble donc peu cohérent de mettre fin à des dispositifs encourageant les projets d'énergies alternatives comme la géothermie électrogène, dont le complément tarifaire a été supprimé en 2021. Le dispositif pourrait donc être adapté pour renforcer cette filière d'avenir afin d'offrir une perspective de baisse des coûts pour la filière (en s'appuyant par exemple sur les innovations réalisées aux Etats-Unis dans le forage)

Géothermie de surface

Dans la perspective de révision de notre PPE et SNBC, AVENIA considère que la géothermie de surface est incontournable et doit donc trouver une place qui n'est pas encore la sienne aujourd'hui.

Ceci est très surprenant car, en parallèle, le

développement de la chaleur dans la production d'énergie est considérable mais repose sur les augmentations attendues des PACS aérothermiques passant de 40 à 100 TWh, du Biogaz passant de 10 à 35 TWh en 2035 et de la chaleur fatale (de 4 à 30 TWh en 2035) tout en maintenant une utilisation directe de la biomasse qui reste très élevée (110 TWh en 2022 jusqu'à 150 TWh en 2035)

Or le développement de chacune de ces filières se heurtera lui aussi à des contraintes spécifiques qu'elles soient en termes de conflit d'usage ou d'acceptabilité locale.

AVENIA, tout comme ses adhérents, considère donc que toutes les filières énergétiques de transition énergétique, doivent contribuer aux ambitions nationales

C'est en ce sens que la filière considère qu'elle n'est pas un simple sous-prestataire du marché des PAC, mais un acteur à part entière dans la recherche d'un optimum partagé des performances, en stimulant une coordination renforcée entre ces deux filières technologiquement très différentes.

Il est également souhaité que les dispositifs de soutien au développement de la Géothermie de Surface pour la climatisation des bâtiments soit renforcée. Ainsi, tout projet de bâtiment industriel, commercial ou collectif, devrait envisager une option Géothermie, avec obligation de constituer un Lot Technique dédié à la Géothermie de Surface (avec pour périmètre technique le captage géothermique, la production et sa régulation).

De plus, il serait utile de prendre en compte les nombreuses innovations techniques qui arrivent sur le marché des réseaux d'énergies (boucles d'eau tempérée, smart grid thermique multi-EnR et multipoints pour un usage de chaud et de froid, boucles fermées...)

Enfin, il pourrait être aussi utile de réfléchir à un élargissement des seuils réglementaires actuels dans le code minier, parfois très contraignant en

regard des technologies en cours de déploiement.

Géothermie électrogène

D'une manière générale, les adhérents du pôle AVENIA soutiennent pleinement le maintien des 57,6MWe bénéficiant du tarif G16 (246€/MWh). Néanmoins, dans la fiche 7 concernant la géothermie électrogène, il nous semble que les coûts de production mentionnés sont trop anciens ou erronés (173 à 336 €/MWh), dans tous les cas très loin d'une réalité constatée par les développeurs de géothermie électrogène.

Il serait donc utile de préciser leurs sources. Pour exemple des projets de géothermie profonde électrogène dans le Massif Central sont certifiés aujourd'hui autour de 150-170€ maximum sur 30 ans.

Géothermie profonde

Le texte présenté peut laisser penser que seuls les horizons sédimentaires profonds seraient des cibles adaptées pour son développement. Or, des projets de géothermie électrogène ou à visée chaleur dans des roches plutoniques, non sédimentaires (granites et roches "quartzeuses") sont également à prendre en considération (gisements de Rittershoffen ou de Soultz-sous-Forêt qui se sourcent en socle granitique. Ainsi Rittershoffen est la plus puissante centrale géothermique de France et exploite des niveaux granitiques plus performants que les niveaux gréseux.

Les adhérents d'AVENIA proposent donc un élargissement de la définition de la géothermie profonde, qui pourrait prendre la forme suivante :

La géothermie profonde exploite des nappes d'eau souterraines ou des réservoirs fracturés. Ces réservoirs profonds se situent dans des roches sédimentaires poreuses (sables, grès, craies...) ou dans des roches de socle fracturé (granites et roches métamorphiques) avec un potentiel de

bassins concernés très large non prédéterminés.

De même, l'idée d'une campagne nationale coordonnée des données des forages d'exploration profonde pourrait être utile au développement de cette filière, en notant que, d'une manière générale l'accès aux données du sous-sol est d'un coût élevé, donc pénalisant pour les projets.

Stockage souterrain géothermique

Les stockages souterrains sont eux aussi un levier majeur de développement rapide de la géothermie. Une meilleure reconnaissance de la Géothermie sur stockage souterrain en tant que technologie à part entière serait donc un accélérateur significatif de mobilisation de ce potentiel sous-sol.

Cette brique géothermique contribue en effet à valoriser de grandes quantités d'EnR&R (>100GWh/An), à de hautes températures (>90°C) et sur des plages de profondeurs de 30 à plus de 1500m. Ceci permettrait de mieux contribuer au pilotage des Energies Renouvelables, par interconnexion des capacités de stockage, toujours problématique pour les EnR intermittentes.

Il est enfin suggéré de réfléchir à une adaptation réglementaire, avec la publication du décret relatif aux titres du stockage souterrain, permettant de reconnaître un stockage souterrain d'énergie calorifique géothermique.

De même, l'intégration de la Géothermie sur Stockage Souterrain au sein du Fonds Chaleur ADEME serait souhaitable.

Autres atouts et Métaux critiques

Au-delà des enjeux énergétiques et économiques nationaux, de plus fortes ambitions géothermiques auraient de forts impacts sur le développement d'un mix énergétique de proximité, au service des territoires, source d'emplois locaux.

Mais il est aussi souligné que la géothermie promet de répondre en partie aux enjeux de souveraineté en matière de nombreux métaux critiques, comme le lithium, comme coproduits des fluides géothermiques à haute température. Renforcer la filière géothermie contribuerait à cet objectif de production sur le sol français, avec une empreinte environnementale réduite et une meilleure acceptabilité locale.

Concernant la filière Hydrogène naturel

Le pôle AVENIA s'inquiète de constater que le projet de PPE 3 ne mentionne pas l'hydrogène naturel comme énergie de transition énergétique. La dynamique exploratoire de l'hydrogène naturel est pourtant en pleine accélération actuellement en France et doit être soutenue dans sa mise en œuvre et sa visibilité.

La France est actuellement le pays le plus dynamique d'Europe (1 permis accordé + plusieurs autres demandes en cours d'instruction) mais des pays européens mais aussi les USA ou encore l'Australie, pourraient bien faire seuls la course en tête de par les spécificités très favorables de leurs codes miniers.

La France dispose pourtant d'un écosystème géosciences/forages riche, qu'il soit universitaire ou industriel et maîtrise ainsi l'ensemble de la chaîne de valeur.

Aussi, si le potentiel en hydrogène naturel est confirmé, sa production présenterait de nombreux atouts tels qu'un coût de production attendus autour de 1.5€/kg et de faibles impacts environnementaux (foncier, eau, CO2, métaux, énergie, ...).

Un soutien à cette filière émergente permettrait donc de consolider des compétences de recherches et développement dans nos structures académiques et laboratoires, ainsi que de nouveaux métiers et entreprises, d'autant plus que cette filière prometteuse participe à la souveraineté énergétique nationale.

En ce sens les adhérents et partenaires d'AVENIA :

- Adhèrent pleinement aux objectifs à long terme fixés dans la PPE de capacités de production d'hydrogène par électrolyse (jusqu'à 6,5 GW en 2030 et 10 GW en 2035) qui donnent aux acteurs industriels un cadre et une visibilité pour investir et adapter leurs procédés industriels.
- Appellent de leurs vœux la sortie de l'appel d'offre du mécanisme de soutien à la production d'hydrogène renouvelable et bas-carbone par électrolyse et à clarifier les objectifs de développement des infrastructures d'hydrogène, indispensables pour la période 2030 et contribuant à la sécurité d'approvisionnement énergétique.
- Partagent pleinement l'objectif de priorisation et de concentration du déploiement de l'hydrogène et des aides vers les hubs d'activités industrielles. Le modèle des hubs localisés sur les principales plateformes industrielles du territoire permettra de structurer le développement de la filière autour des principaux pôles de demande.
- Appellent de leurs vœux la poursuite de la mobilisation des autorités françaises pour la sortie rapide de l'acte délégué sur l'hydrogène bas-carbone (hydrogène bleu, PPAs nucléaire...) et de transposer dès que possible RED III ainsi que le règlement AFIR.
- Appellent le Gouvernement à poursuivre son soutien à la R&D pour les concepts et procédés innovants (Plasmalyse, Hydrogène naturel...).

Stockage Souterrain d'hydrogène et d'air comprimé

Le stockage souterrain permet de stocker de grandes quantités d'énergie décarbonée et les deux principaux modes de stockage d'énergie décarboné en souterrain sont le stockage de

dihydrogène (que l'on appellera hydrogène dans ce qui suit) et d'air comprimé. D'autres pistes plus marginales existent comme les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) en cavités souterraines ou les batteries à flux en cavités salines.

Stockage souterrain d'hydrogène

L'Europe prévoit de donner une place importante à l'énergie hydrogène, qui devrait représenter un quart de la consommation annuelle actuelle d'énergie primaire en France.

Ces quantités massives d'hydrogène nécessiteront des capacités de stockage importantes et des capacités de stockage centralisées seront nécessaires. Le stockage souterrain est ainsi une solution sûre et économiquement compétitive pour gérer de grands volumes.

Le stockage souterrain de l'énergie est une pratique courante pour les hydrocarbures dans de nombreux pays. Par exemple, une grande partie des stocks que l'OCDE impose à ses membres, équivalents à trois mois de consommation pour les hydrocarbures liquides, sont souterrains.

Les couches géologiques de sel sont une solution privilégiée pour le stockage (près de 2000 cavités de stockage dans le monde). On y stocke du pétrole brut ou du GPL, mais aussi déjà de l'hydrogène (6 cavités salines créées dans le monde). Ces cavernes ont souvent une hauteur supérieure à 300 mètres, un diamètre de 50 à 100 mètres et l'hydrogène peut y être stocké à une pression atteignant 200 bars (pour des profondeurs au-delà de 1000 mètres).

Une cavité saline de taille moyenne peut contenir 2000 à 4000 tonnes d'hydrogène utile (60 000 à 120 000 MWh).

L'hydrogène peut également être stocké en roche poreuse, dans des champs d'hydrocarbures déplétés et des aquifères. Cette technique est utilisée depuis 1915 pour le gaz naturel. Elle a été également utilisée pour le gaz de ville, un mélange

pouvant contenir jusqu'à 50% d'hydrogène. Elle n'a pas encore été utilisée pour l'hydrogène pur et fait aujourd'hui l'objet de recherches. Le principe est simple : l'hydrogène est stocké dans la porosité naturelle de la roche. Les sites doivent donc comporter, outre la roche poreuse, une "couverture" de roche imperméable (argile, argilite, etc.), formant un piège.

L'étanchéité du système est donc un point clé de la sécurité des opérations. Mais l'expérience est acquise puisqu'on dénombre plus de 600 sites pour le gaz naturel dans le monde, correspondant à des milliers de puits de stockage qui existent également en France.

Le stockage d'hydrogène en roche poreuse permettrait de stocker de très grandes quantités, typiquement 10 000 à 20 000 tonnes par site (300 000 à 600 000 MWh).

Enfin, lorsque ni sel ni roche poreuse ne sont disponibles, il est possible d'utiliser des galeries dans des roches dures, éventuellement équipées de membranes étanches : on parle alors de «cavités minées », revêtues ou non. Un premier pilote de stockage d'hydrogène en cavité minée revêtue a été réalisé en Suède et l'Europe s'apprête à financer la recherche dans ce domaine.

Une cavité minée revêtue permet typiquement de stocker 500 à 1000 tonnes d'hydrogène (15 000 à 30 000 MWh).

Toutes ces infrastructures permettent ainsi de répondre à tous les usages requis de stockage stratégique souverain d'hydrogène

Le stockage souterrain d'air comprimé

Les techniques mentionnées ci-dessus pour l'hydrogène sont applicables au stockage d'énergie sous forme d'air comprimé (ou CAES, pour Compressed Air Energy Storage). Le stockage est dit adiabatique lorsque la chaleur générée lors de la compression est stockée et restituée lors de la détente et du passage de l'air en turbine. Le CAES adiabatique permet

d'améliorer le rendement du stockage qui peut alors atteindre 70%.

Le stockage en cavité saline est la technique la plus favorable. Il existe aujourd'hui deux sites de CAES en cavité saline en exploitation, l'un en Allemagne, l'autre aux Etats-Unis d'Amérique. Ces CAES ne sont pas adiabatiques et leur rendement est au mieux de l'ordre de 50%. La puissance de ces stockages est de 100 à 300 MW, pour une décharge de quelques heures, ce qui rend le CAES adapté au soutien journalier des énergies renouvelables intermittentes. L'énergie stockée est de l'ordre de 1000 à 3000 MWh.

Des projets de CAES en cavité saline sont signalés notamment en Chine.

Conclusion

Le pôle AVENIA réaffirme son engagement en faveur du développement des filières du sous-sol, essentielles à la transition énergétique et à la souveraineté nationale. Que ce soit par la promotion de la géothermie sous toutes ses formes, le stockage souterrain d'énergie ou l'exploration de l'hydrogène naturel, ces technologies offrent des solutions durables pour répondre aux défis énergétiques de demain. Cependant, il est indispensable que les politiques nationales et européennes intègrent pleinement leur potentiel, en renforçant les dispositifs de soutien, en modernisant le cadre réglementaire et en valorisant les expertises académiques et industrielles françaises.