

Objet : Politique industrielle de l'énergie

1. – Les travaux de la PPE montrent la **nécessité d'établir une « roadmap technologique » à l'horizon 2030 en matière d'énergie**. En effet, les évolutions de notre mix énergétique ne sont pas déterministes et dépendent beaucoup **d'options technologiques qui restent à concrétiser**. Il ne s'agit pas d'un nouvel exercice de prospective sur l'évolution du mix énergétique (c'est l'objet de la PPE) mais « uniquement » d'identifier les principaux objectifs en matière d'innovation technologique et d'industrialisation à l'horizon 2030 qui permettent « d'accompagner » la PPE.

Dans le secteur électrique, le rythme de vieillissement de notre parc nucléaire permet d'ores et déjà de définir des dates auxquelles des décisions devront être prises en matière d'investissement pour renouveler notre mix. Pour pouvoir **disposer de toutes les options technologiques à ces moments clés et être réellement en situation de choix**, il est nécessaire de canaliser l'effort d'innovation et d'industrialisation sur quelques axes importants, en se fixant des objectifs précis, des jalons intermédiaires et des échéances à tenir.

Une telle roadmap ne s'applique pas uniquement à l'électricité, mais à tout le secteur de l'énergie. Elle permettra par ailleurs de donner de la lisibilité et de partager une vision d'ensemble avec tous les acteurs : industriels, organismes de recherche, établissements publics, partenaires internationaux, etc.

Une première esquisse de cette roadmap est présentée en annexe 1, sur la base des éléments identifiés au cours de l'élaboration de la PPE.

2. – Au-delà des enjeux d'innovation, il est aussi indispensable d'**accroître le contenu industriel français du système énergétique** (valeur ajoutée en France). Cela concerne à la fois les moyens de production d'énergie, mais aussi les principaux équipements qui consomment de l'énergie (dans les bâtiments, les procédés industriels, la mobilité).

La table-ronde du 22 octobre est aussi l'occasion de **mobiliser les « têtes de file » que sont les énergéticiens** (EDF, Engie, Total), **les constructeurs automobile** et **les acteurs du bâtiment**. Ils sont prescripteurs des technologies qui sont ensuite déployées sur le territoire et jouent à ce titre un rôle déterminant dans l'évolution du contenu « made in France » du secteur.

Un équilibre devra être trouvé entre la recherche à court terme de prix bas pour accélérer le déploiement des technologies bas-carbone et l'augmentation du contenu industriel français et européen. Cela concerne en particulier la fabrication des **énergies renouvelables électriques** (modules PV, éoliennes) ainsi que la **fabrication de batteries**.

Par ailleurs, plusieurs secteurs connaissent, vont connaître ou doivent connaître de profondes transitions au cours du quinquennat. Il s'agit en particulier :

- **Des centrales à charbon**, dont la fermeture est programmée au cours du quinquennat. Le sujet est bien identifié et l'accompagnement est porté par le MTES (de Ruy/Lecornu), avec l'appui du MEF, du MCT et du MACP.
- **De la filière automobile et poids lourds**. La mission Pélat/Mosquet, lancée le 1^{er} octobre dernier, va permettre de traiter les modalités de cette transition et d'identifier tous les leviers pour préserver un tissu industriel automobile de qualité en France.
- **Des activités de livraison de fioul**. La PPE prévoit de réduire très fortement le chauffage au fioul d'ici la fin du quinquennat. Cela touche un écosystème de transporteurs

d'hydrocarbures qui maille le territoire (3 millions de maisons individuelles se chauffent encore au fioul, 600 000 copropriétés et de grands ensembles tertiaires).

- **Du secteur des chauffagistes.** La réussite de la décarbonation des bâtiments dépendra de leur implication car ils jouent un rôle déterminant dans le choix du remplacement de chaudière. Ils sont aujourd'hui insuffisamment mobilisés et formés à l'installation des solutions décarbonées.

3. – Le troisième enjeu industriel est celui de **la sécurisation des approvisionnements en composants et matériaux critiques pour le secteur énergétique (volumes et prix)**. Il s'agit d'un **enjeu de souveraineté**. Cela concerne notamment :

- **La sécurisation de l'approvisionnement en matières premières qui sont nécessaires pour faire fonctionner le secteur énergétique** (minerais comme le lithium et le nickel, ainsi que les terres rares). Bon nombre d'entre elles sont aujourd'hui contrôlées par les pays asiatiques et notamment la Chine, ce qui crée une forte dépendance. Une **mission d'inspection est en cours sur le sujet**.
- L'électronique de puissance, de contrôle et de traitement, dont une grande part est fabriquée dans les pays asiatiques.
- **L'approvisionnement en hydrocarbures et en gaz naturel.**

4. – **Le quatrième enjeu industriel est celui de disposer d'une offre de technologies bas-carbone accessible à tous**, qui ne se limite pas à un segment premium réservé aux plus riches.

Le problème ne se pose pas en matière de production centralisée d'énergie décarbonée (réseaux de chaleur, centrales électriques, etc.). Les subventions aux énergies renouvelables électriques sont mutualisées et restent modérées, en proportion de la facture énergétique totale.

La situation est très différente en matière de chauffage individuel et d'automobile. La bascule vers des technologies bas-carbone ne se fera qu'avec l'augmentation progressive de la fiscalité carbone qui pénalise les énergies carbonées (chauffage au fioul, au gaz naturel, voiture à essence ou au diesel) au profit des solutions décarbonées (pompes à chaleur, biogaz, véhicules hybride rechargeable, véhicule électrique). A court terme, cela impacte fortement le pouvoir d'achat des ménages qui n'ont pas les moyens d'investir dans des solutions alternatives qui sont souvent comparables en matière de coût complet (TCO) mais qui nécessitent un investissement initial difficile à porter.

La table-ronde du 22 octobre pourrait être l'occasion d'inciter les industriels :

- A développer des « produits bas-carbone d'entrée de gamme ».
- A offrir des solutions de financement adaptées (leasing, LOA, LLD) qui permettent à la classe moyenne de basculer vers des solutions bas-carbone sans s'endetter, ni augmenter sensiblement leurs charges annuelles. Cela vaut pour les voitures individuelles, mais aussi pour les dispositifs de chauffage (réflexion en cours sur le segment des chaudières par exemple).

Annexe 1 – Roadmap technologiques à l’horizon 2030

- **Production et distribution d’hydrogène :**
 - **Production d’hydrogène :**
 - Electrolyse à partir d’énergie décarbonée : à l’horizon 2030, objectif de parité marché avec le gaz naturel incluant la taxe carbone (soit environ 60€/MWh injecté sur le réseau en France).
 - Vaporeformage avec CCS : déploiement industriel dès les années 2020 pour décarboner la production d’hydrogène et servir de transition avant que l’électrolyse soit compétitive et se déploie, avec un objectif de prix de l’ordre de 40€/MWh injecté réseau en France.
 - Photolyse de l’eau : technologies de rupture en cours de développement.
 - **Conversion des réseaux de gaz pour permettre la distribution d’hydrogène :**
 - Incorporation d’hydrogène dans le réseau de gaz (jusqu’à 10% à 20%). Premières expérimentations en cours (projet GRHYD). Objectif de retour d’expérience d’ici la fin du quinquennat pour définir le seuil maximum d’incorporation ainsi qu’un plan de déploiement industriel sur la période 2020-2030.
 - Conversion de parties de réseaux de gaz 100% hydrogène, par conversion de réseaux existant.
- **Décarbonation de la consommation énergétique des procédés industriels :**
 - Fabrication de ciment : CCS/CCU, utilisation d’hydrogène, mobilisation des CSR¹.
 - Fabrication de verre : CCS/CCU, utilisation d’hydrogène
 - Fabrication d’acier : CCS/CCU
 - Substitution des HFC dans la production de froid industriel sans hausse de consommation énergétique. Objectif d’un déploiement avant 2021.
- **Bâtiments :**
 - Avant la fin du quinquennat, déployer des pompes à chaleur et climatiseurs sans HFC.
 - Matériaux :
 - Amélioration des matériaux isolants (performances et coûts) : objectifs à préciser (horizon 2022, horizon 2030)
 - Amélioration de la construction bois (techniques et coûts) : objectifs à préciser (horizon 2022, horizon 2030)
 - Production décentralisée d’énergie : trajectoire de baisse de coût pour atteindre une parité réseau en 2025 (électricité livrée site HT) et une production adaptée au profil de consommation (pas ou peu d’injection sur le réseau).
 - Améliorer les performances et réduire le coût du pilotage de la consommation énergétique des appareils domestiques et du chauffage, afin de réduire les consommations (efficacité énergétique et économies d’énergie) par : l’adaptation de la consommation aux usages réels, l’information des consommateurs.
 - Développer les outils de pilotage pour faire contribuer les bâtiments à l’équilibre offre/demande en électricité, à un coût acceptable (via le « smart charging » des véhicules électriques, l’autoproduction, le stockage, le pilotage de la consommation énergétique des appareils domestiques). Développer ces outils aussi à la maille de plusieurs bâtiments (quartier).

¹ Combustibles solides de récupération.

- Développer le pilotage de la consommation énergétique pour garantir de façon pérenne un moindre appel au réseau d'électricité ou de gaz (via l'autoconsommation, le smart charging des véhicules électriques, le stockage, le pilotage de la consommation énergétique des appareils domestiques) à un coût acceptable, afin de maîtriser les CAPEX des réseaux. Intégrer la question du pilotage de la puissance dans les réglementations des bâtiments. Développer aussi ces outils à la maille de plusieurs bâtiments (maille du poste de distribution ou du poste source).
 - Développer des outils de comparaison fine des consommations énergétiques entre bâtiments pour identifier les meilleures pratiques et les gisements de réduction d'énergie (sans avoir à financer des diagnostics approfondis systématiques). S'appuyer sur les données Linky, Gazpar et celles des appareils domestiques connectés.
 - Cybersécurité des objets connectés.
 - Dispositifs et règles permettant de garantir la protection des données personnelles.
- **Batteries**
- **Fabrication de cellules de batteries en Europe :**
 - Décider avant fin 2019 s'il est encore possible de construire en Europe et avant la fin du quinquennat une usine de cellules de batteries lithium-ion avec des industriels européens.
 - Construire une filière européenne de batteries à électrolyte solide (prochaine génération) pour une production à l'horizon 2025.
 - Intégration des cellules de batteries : améliorer le pilotage, optimiser le cyclage, améliorer la durée de vie, etc.
 - Maintenance et seconde vie. Objectifs et échéances à préciser.
 - Recyclage. Objectifs et échéances à préciser.
- **Nucléaire :**
- EPR2 : définir avant mi-2021 un programme industriel qui permette de sécuriser un coût objectif moyen entre 60 et 70€/MWh pour une nouvelle série de X réacteurs. Décision d'engager ce programme à prendre entre 2021 et 2025.
 - Moxage des réacteurs 1300 MW. Validation industrielle et réglementaire (ASN) pour un déploiement entre 2025 et 2030. Quels jalons concrets dans le quinquennat ?
 - Développement commercial d'une technologie SMR (small modular reactor), en développant des collaborations avec UK, US, Japon. Objectifs et jalons à préciser.
 - 4^{ème} génération / fermeture du cycle / gestion des déchets (ASTRID, multi-recyclage en REP, Cigéo). A préciser à partir du plan d'actions commun EDF/Orano/CEA.
 - Programme de recherche sur la prolongation de la durée de vie et l'optimisation du parc existant.
 - Développement d'une filière industrielle française du démantèlement, présente en France et à l'international.
 - Roadmap d'un réacteur de moyenne puissance (ATMEA) à préciser (objectifs et jalons).
- **Exploitation durable et optimisation du gisement limité de biomasse en France, tout en préservant le puits de carbone.**
- **Production de biogaz**
 - Baisse des coûts de la méthanisation avec injection dans le réseau :

- Objectif de baisser les coûts à 80€/MWh sur les installations mises en service à partir de 2023-2025
 - Objectif de baisser les coûts à 60€/MWh sur les installations mises en service à partir de 2028-2030
 - Innovation et développement des pratiques agricoles pour augmenter le volume de cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE). Coupler avec les pratiques de maintien de couverts végétaux qui contribuent aussi à réduire la consommation en pesticides.
 - Développement de la méthanation : objectifs et jalons à préciser.
- **Réseaux électriques :**
- Mieux définir le seuil d'intégration des ENR intermittentes à partir duquel il est nécessaire d'intégrer massivement des flexibilités (dont le stockage) afin d'assurer un niveau de sécurité d'approvisionnement suffisant (approche probabiliste). Equipe projet, objectifs et jalons à préciser.
 - Explorer la pertinence (faisabilité technique, coûts, performance, nécessité) d'un réglage plus décentralisé de la fréquence (notamment au niveau de boucles locales).
 - Définir les politiques d'investissement dans les réseaux qui permettent de réduire les CAPEX en intégrant des flexibilités, dont le stockage (faisabilité technique, coûts, performance).
 - Améliorer la résilience et la reconstitution du fonctionnement des réseaux dans un contexte d'augmentation de la production intermittente, d'une plus grande variation des consommations et d'une moins grande prévisibilité de ces variations (pilotage décentralisé qui ne répond plus au foisonnement statistique de comportements individuels semblables) et d'une cohabitation de systèmes énergétiques hybrides associant électronique et électrotechniques à différentes mailles.
 - Cyber sécurité des réseaux électriques.
- **Mobilité :**
- **Véhicules légers :**
 - Objectif d'amélioration incrémentale de la performance des moteurs thermiques à préciser (horizon 2022 et 2030).
 - Objectifs d'électrifier 100% des gammes des constructeurs en 2025 (électrique pur ou hybride rechargeable).
 - Trajectoire de conversion du stock de véhicules en circulation vers des véhicules à basses émissions à préciser.
 - Déploiement de flottes de véhicules à hydrogène (faible en volume, mais important pour acquérir la technologie et l'expérience de l'exploitation) ;
 - **Navires (et infrastructures à quai)**
 - Conversion des flottes au GNL.
 - Innovation sur le financement des navires propres.
 - **Poids lourds et véhicule utilitaires légers**
 - Roadmap de conversion des poids lourds au GNV
 - Roadmap de développement à l'horizon 2030 des solutions hydrogène (voir infra) et électriques.
 - **Trains à hydrogène**
 - Roadmap à préciser à l'horizon du quinquennat.
 - **Aviation**
 - Objectifs de développement des biocarburants pour l'aviation à préciser.
 - Faire le lien avec la stratégie de R&D aviation.

- Piles à combustible pour l'aviation (projet PIPAA de Safran)
- **Transversal :**
 - Piles à combustible. Objectifs et jalons à préciser sur la décennie 2020-2030.
 - Matériaux pour améliorer les réservoirs (GNL et hydrogène).
 - Biocarburants de 2^{ème} génération
- **Photovoltaïque « utility scale » (centralisé) :**
 - Fixer une trajectoire d'objectifs de coûts, qui se traduira par des prix de réserve dans les appels d'offres ;
 - Objectif 2022 : mise en service de parcs photovoltaïques en France métropolitaine, avec stockage pour le lissage de la courbe de production (amélioration de la prévisibilité, réduction de l'amplitude des modulation, capacité de production en soirée) et un objectif de coût autour de 60€/MWh (injecté sur le réseau).
 - Déploiement de dispositifs PV/hydrogène ou PV/batteries dans les territoires d'Outre-mer (notamment la Guyane) où ils sont déjà compétitifs (moins chers que les alternatives au fioul). Améliorer les performances et baisser le coût de ces dispositifs (niveau et horizon à préciser) pour qu'ils puissent être transposer dans d'autres géographies.
- **Eolien on-shore**
 - Repowering des parcs existants : préciser les enjeux, les objectifs et les jalons.
 - Fixer une trajectoire d'objectifs de coûts, qui se traduira par des prix de réserve dans les appels d'offres ;
- **Eolien off-shore**
 - Industrialisation de turbines de 12 MW (à l'horizon 2022-2024).
 - Mise en service des premiers parcs expérimentaux flottants et retour d'expérience d'ici la fin du quinquennat.
 - Préciser les objectifs et les jalons 2022 et 2030 sur le flottant.